

**Jordi Anguera Panisello, Xavier Domenech Amades, Josep Domenech Llobet i
Robert Margalef Recio**

**VALORACIÓ DE L'EFECTE DELS ESTIRAMENTS ESTÀTICS SOBRE LA FORÇA
DELS MÚSCULS QUÀDRICEPS I ISQUIOTIBIALS: ESTUDI PILOT**

TREBALL DE FI DE GRAU

**Dirigit per Dra. Gloria Bernal Alarcón, Sra. M Carme Casajuana Briansó i Dra.
Laura Pérez Merino**

Grau de Fisioteràpia



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Reus

2017

ÍNDEX

1. RESUM.....	4
2. INTRODUCCIÓ	7
3. HIPÒTESI.....	13
4. OBJECTIU.....	13
5. MATERIAL I MÈTODES	14
5.1. DISSENY DE L'ESTUDI.....	14
5.1.1. TIPUS D'ESTUDI.....	14
5.1.2. ÈTICA.....	14
5.2. POBLACIÓ D'ESTUDI.....	14
5.2.1. DESCRIPCIÓ DE LA POBLACIÓ	14
5.2.2. CRITERIS D'INCLUSIÓ I EXCLUSIÓ	15
5.2.3. MIDA DE LA MOSTRA	16
5.3. VISITA.....	17
5.4. INTERVENCIÓ.....	17
5.5. PARÀMETRES AVALUATS	19
5.6. ESTADÍSTICA.....	20
6. RESULTATS.....	21
6.1. DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA	21
6.2. RESULTATS ISOCINÈTICS	21
6.1.1. ISOCINÈTICS EN EL GRUP GLOBAL	21
6.1.2. ISOCINÈTICS EN FUNCIÓ DEL GRUP	23
6.2.3. ISOCINÈTICS EN FUNCIÓ DEL SEXE	25
7. DISCUSSIÓ	28
8. CONCLUSIONS	32
9. BIBLIOGRAFIA:.....	33
10. ANNEXOS:.....	35
10.1. ANNEX I: APROVACIÓ DEL COMITÈ D'ÈTICA:.....	35
10.2. ANNEX II: FULL D'INFORMACIÓ AL PARTICIPANT.....	36
10.3. ANNEX III: FITXA PACIENT.....	37
10.4. ANNEX IV: CONSENTIMENT INFORMAT	39

1. RESUM

Introducció: molts esportistes realitzen estiraments abans de practicar activitat física tot i que s'estan posant en dubte els seus efectes. Si bé està demostrat que l'estirament augmenta l'amplitud de moviment (ADM) i prepara la musculatura, existeix controvèrsia en la relació dels estiraments i la força.

Objectius: Valorar l'efecte dels estiraments estàtics passius sobre la força dels músculs quàdriceps i isquiotibials.

Material i mètodes: es va realitzar un assaig clínic creuat amb una assignació aleatòria dels participants (n=10), que complien els criteris d'inclusió, a un dels dos grups establerts (A i B). Es van realitzar tres sessions: una de familiarització amb l'aparell isocinètic i dos de tractament (T1 i T2), on es realitzava un escalfament i una valoració isocinètica. En el T2 a més es realitzaven estiraments de quàdriceps i isquiotibials previs a la valoració. Les principals variables de valoració isocinètica de l'estudi van ser el Pic Torque (PT), el Treball Total (TT) i la Potència Mitja (PM), realitzades a dues velocitats (60°/SEG i 180°/SEG) pels moviments de Flexió i Extensió de genoll.

Resultats: en els resultats globals i per sexe no es van trobar diferències estadísticament significatives en les tres variables isocinètiques entre els dos tractaments, en cap dels dos moviments ni velocitats. Comparant grups, es van trobar diferències estadísticament significatives en el grup B en la variable PT, en el moviment d'extensió a les dues velocitats i en el moviment de flexió a la velocitat de 60°/SEG. Es va observar que els valors de les variables tendien a ser més alts en la última sessió.

Conclusions: els estiraments estàtics passius dels músculs quàdriceps i isquiotibials aplicats en l'estudi no influeixen en la força generada a posteriori per aquests dos músculs. Hi ha una tendència a generar més força muscular en quant més valoracions isocinètiques ha realitzat el pacient.

Paraules Clau: Stretching, Strength, Isokinetic and Sport

RESUMEN

Introducción: muchos deportistas realizan estiramientos antes de practicar actividad física aunque se están poniendo en duda sus efectos. Si bien está demostrado que el estiramiento aumenta la amplitud del movimiento (ADM) y prepara la musculatura, existe una controversia en la relación de los estiramientos y la fuerza.

Objetivos: Valorar el efecto de los estiramientos estáticos pasivos sobre la fuerza de los músculos cuádriceps e isquiotibiales.

Material y métodos: se realizó un ensayo clínico cruzado con una asignación aleatoria de los participantes (n=10), que cumplían los criterios de inclusión, a uno de los dos grupos establecidos (A y B). Se realizaron tres sesiones: una de familiarización con el aparato isocinético y dos de tratamiento (T1 y T2), donde se realizaba un calentamiento y una valoración isocinética. En el T2 además se realizaban estiramientos de cuádriceps e isquiotibiales previos a la valoración. Las principales variables de valoración isocinética del estudio fueron el Pico Torque (PT), el Trabajo Total (TT) y la Potencia Media (PM), realizadas a dos velocidades (60°/SEG y 180°/SEG) para los movimientos de flexión y extensión de rodilla.

Resultados: en los resultados globales y por sexo no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las tres variables isocinéticas, entre los dos tratamientos, en ninguno de los dos movimientos ni velocidades. Comparando grupos, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el grupo B, en la variable PT, en el movimiento de extensión a las dos velocidades y en el movimiento de flexión a la velocidad de 60°/SEG. Se observó que los valores de las variables tendían a ser más altos en la última sesión

Conclusiones: los estiramientos estáticos pasivos de los músculos cuádriceps e isquiotibiales aplicados en el estudio no influyen en la fuerza generada posteriormente por estos dos músculos. Hay una tendencia a generar más fuerza muscular cuantas más valoraciones isocinéticas ha realizado el paciente.

ABSTRACT

Introduction: many athletes perform stretching exercises before doing physical activity, although their effects are not completely clear. While it is known that stretching increases the range of motion (ROM) and prepares muscles for exercise, controversy exists as to the relationship between stretching and strength.

Objectives: To evaluate the effect of passive-static stretching on the strength of the quadriceps and hamstring muscles

Material and Methods: we conducted a crossed clinical trial with patients (N = 10) who fulfilled the inclusion criteria assigned randomly into one of two groups (A and B). Three sessions were carried out: a familiarization with the isokinetic machine and two sessions of treatment (T1 and T2). The treatment sessions consisted of a warm up and an isokinetic evaluation. The T2 session also included stretching of the hamstrings and quadriceps after the warm up, and before the evaluation. The variables studied in the test were the Peak Torque (PT), the Total Work (TW), and the Average Power (AP). The isokinetic evaluations were carried out at two different speeds: 60°/sec and 180°/sec, in flexion and extension movements of the knee.

Results: in the global results no significant differences were found in the isokinetic variables between the two treatment sessions regarding either speed or movement. Neither were there any differences seen in the results by sex. In the results by groups there were statistically significant differences in the PT variable. It was observed that values of all the variables tended to be higher in the latter session.

Conclusions: the passive-static stretching of hamstrings and quadriceps muscles used in the study had no influence on the force generated by these muscles afterwards. There is a tendency to generate more strength, though, as more isokinetic tests are carried out by the patient.

2. INTRODUCCIÓ

La flexibilitat és definida com la mobilització, llibertat de moviments o tècnicament com l'amplitud de moviment (ADM) que s'obté en una articulació o conjunt d'articulacions en un esforç momentani amb l'ajuda d'un company o d'un objecte¹. Així doncs, la flexibilitat és un concepte lligat al moviment i conseqüentment a les articulacions i als músculs. La falta de flexibilitat pot ser un dels principals factors que contribueixin al dolor articular i/o muscular.

La flexibilitat es pot millorar gràcies als estiraments. Els estiraments són aquells moviments, passius o no, que mantenen i/o milloren la flexibilitat a través d'una acció d'allargament i de tracció². Una de les premisses que es pretén mitjançant l'estirament és la capacitat de poder establir índexs de mobilitat articular òptims³.

La classificació que més s'utilitza actualment és aquella que es basa en el concepte de qui o què desenvolupa i és responsable de l'ADM. L'ADM d'un estirament pot ser dividida en quatre categories: passiva, passiva-activa, activa-assistida i activa.

En l'estirament estàtic passiu l'individu no fa cap contribució o contracció activa, el moviment és realitzat per un agent extern responsable de l'estirament. Aquest agent pot ser un company, un equip especial que realitzi tracció o la intervenció del propi individu sense que intervinguin els grups muscular agonistes o antagonistes de l'estirament. En canvi, l'estirament estàtic-actiu és realitzat per alguna força externa, després l'individu intenta mantenir la posició mitjançant la contracció isomètrica dels músculs durant diversos segons. Aquest enfocament enforteix el múscul agonista sobreestirat, dèbil, que s'oposa al múscul tens. L'estirament actiu-assistit és realitzat per la contracció inicial activa dels grups de músculs oposats. Quan s'arriba al límit de capacitat, llavors l'ADM és completada pel company. L'avantatge d'aquest mètode és que pot activar o enfortir el múscul agonista sobreestirat, dèbil, que s'oposa al múscul tirant i ajuda a determinar el patró pel moviment coordinat. Finalment, tenim l'estirament actiu on hi ha una contracció muscular del individu sense cap ajuda. L'estirament actiu pot ser balístic o estàtic⁴.

Una de les respostes que s'espera a través de l'estirament és la del col·lagen. La principal característica mecànica del col·lagen es centra en la gran resistència que ofereix a ser deformat, quan es veu sotmès a estímuls de tracció deformants respon seguint el traçat d'una corba tensió/deformació en la qual s'observa que l'aplicació d'una força de tracció genera una deformació determinada que, en cessar l'estímul, recupera la seva longitud de repòs. Quan es realitza un estirament es va vencent de

mica en mica la gran força negativa o d'oposició que desenvolupen els teixits conjuntius al nostre esforç de deformació^{5,6}.

L'estirament progressiu i mantingut de tracció d'un múscul provoca un augment lleuger de la seva longitud miotendinosa, ja que s'augmenta la distància entre l'origen i la inserció muscular, provocant així un augment de l'ADM de les articulacions. Aquest fet comporta una disminució de l'extensibilitat, i facilita un augment momentani de la rigidesa miotendinosa que afavoreix el rendiment mecànic de l'activitat física i esportiva. Cal afegir que quan es realitza un estirament hi ha un component mecànic d'aixafament de les fibres musculars i dels elements no contràctils del cos humà, provocant una millor circulació i per tant un millor estat de la musculatura². A més, en augmentar la longitud muscular estem augmentant la distància sobre la qual els nostres músculs es poden contreure. Això provoca un augment de la potència muscular, millorant també la capacitat per controlar els músculs o l'equilibri dinàmic. Per tant, els estiraments són una de les eines per a millorar l'ADM, la potència generada i per tant la capacitat atlètica¹, fet que disminueix la susceptibilitat dels músculs i tendons a patir lesions.

En l'actualitat molts esportistes realitzen estiraments abans de realitzar activitat física. Uns músculs tensos i rígids limiten l'ADM normal i per tant l'acció muscular correcta. Si els músculs no poden ser contrets i relaxats de forma eficaç, el resultat serà una disminució del rendiment i una falta de control del moviment muscular. A més a més, uns músculs curts i tensos també poden provocar una pèrdua considerable de força i potència durant la realització d'activitat física. En l'àmbit esportiu, aquests factors poden augmentar la probabilitat de lesionar-se, provocar molèsties musculars, disminuir el rendiment i augmentar les probabilitats de recaure en lesions prèvies⁴.

Sembla doncs que existeix una relació entre la flexibilitat, l'estirament i la força. La força muscular és definida com la capacitat motriu de l'home que permet vèncer una resistència mitjançant la utilització de la tensió muscular⁷.

Hi ha diferents maneres de treballar la força: isomètrica, isotònica i isocinètica. La isomètrica és aquella en què no hi ha moviment i que la força és igual a la resistència. La isotònica es tracta d'un moviment dinàmic i en el qual la força i la resistència pot ser més gran o més petita una respecte l'altra. Segons sigui més gran la força o la resistència parlarem d'un treball concèntric o excèntric, en aquest cas la velocitat és variable. Per últim tenim la isocinètica, en la qual es treballa amb una velocitat constant a través d'una resistència acomodada al pacient en cada instant. El moviment

isocinètic no és habitual en la nostra vida o entrenament diari, això fa que sigui necessari un procés d'aprenentatge⁸.

Existeixen diferents maneres de valorar la força. Podem valorar la força isomètrica a través de tests de dinamometria isomètrica. Consisteix a determinar una posició articular i demanem una contracció voluntària màxima durant 3 segons, que serà registrada pel dinamòmetre. Per valorar la força isotònica concèntrica, ho farem a través de la mesura de les resistències que som capaços de superar. En el cas de la força excèntrica, valorarem la capacitat que tenim de controlar una resistència major a la força generada, de manera que la resistència sempre guanyarà a la força realitzada pel pacient. Una altra manera de mesurar la força del pacient és a través dels percentatges de càrrega màxima. Es poden fer tests directes a través de la resistència màxima (RM), la qual podem valorar amb els tests 1RM (RM que pot vèncer amb una repetició), 6RM (RM que pot vèncer 6 repeticions) i 10RM (RM que pot vèncer durant 10 repeticions). També existeixen test específics que s'apliquen a la RM, com el "Test de sentadilla màxima" i "press banca màxim"⁹. Aquestes valoracions són econòmiques i fàcils de realitzar i de comprendre per part dels participants. En contra tenen inconvenients ja que són valoracions poc objectives i en què poden existir diferències en la manera d'execució cada cop que es realitzen.

Una manera de valorar objectivament la força d'un múscul és amb la isocinèsia. La isocinèsia és una branca de la fisioteràpia que permet un tractament individualitzat, adaptant-se a la persona i gest específic que es necessiti treballar. Mitjançant l'aparell isocinètic permetem que l'articulació que volem fer treballar es mogui a una velocitat predeterminada fixa i constant, tornant-li al pacient una resistència que s'acomoda automàticament a la força que aquest és capaç de generar sobre l'aparell, sense causar-li cap dany. Per tant s'utilitza en l'àmbit de la rehabilitació, ja que proporciona unes condicions molt segures i controlades. Ens permet obtenir valors objectius sobre els diferents paràmetres de força muscular de demostrada fiabilitat: pic de força màxima (PT), treball total (TT) i potència mitja (PM). A més, l'aparell isocinètic permet realitzar avaluacions reproduïbles^{10,11}.

Existeixen moltes línies d'investigació que estan posant en dubte els efectes dels estiraments. Si bé està demostrat que l'estirament augmenta l'ADM i prepara la musculatura per tal que el gest esportiu sigui més ampli, existeix controvèrsia en la relació dels estiraments i la força. Diversos estudis han valorat aquesta relació essent els seus resultats contradictoris ja que mentre que alguns estudis conclouen que l'estirament provoca una disminució de la força, d'altres conclouen que no hi ha

diferències significatives en la força generada després d'haver realitzat o no estiraments.

En l' estudi de Balle SS, Magnusson SP i McHugh MP¹² es pot observar com la força, valorada amb la isocinèsia, disminuïa tant en els participants que van realitzar estirament estàtics com en els que van realitzar estiraments neuromusculars de "contracció-relaxació", essent en aquests últims on es va observar major reducció de la força muscular posterior a l'estirament.

Un estudi molt recent arriba a unes conclusions molt clares. El propòsit d'aquest estudi va ser comparar els efectes aguts de l'estirament estàtic versus dinàmic versus grup control (sense estiraments) sobre la força i la fatiga muscular entre ballarines de ballet i dones que practiquen esports de resistència. Es va demostrar una disminució significativa en la força dels isquiotibials després de l'estirament estàtic i dinàmic en comparació amb el control, sense canvis en la força del quàdriceps. Aquestes troballes suggereixen que l'estirament disminueix la força dels isquiotibials de manera similar en els ballarins de ballet i en les dones d'esports de resistència, sense diferències entre les maneres d'estirament. Per tant, segons aquest estudi no s'han de realitzar estiraments abans de l'entrenament¹³.

Per altra banda, Sim YJ, Byun YH, Yoo J¹⁴ van realitzar un estudi amb tres grups (grup control, grup d'estiraments estàtics i grup d'escalfament sense estiraments) on es valorava la força amb isocinèsia a dues velocitats, una lenta i una intermitja. En el treball a velocitat lenta no hi van haver diferències significatives entre els tres grups, mentre que a velocitat intermitja es va observar un augment de la força en el grup que va realitzar estiraments respecte al grup control i el grup d'escalfament sense estiraments. Aquest estudi conclou que la realització de dues sèries de 20 segons d'estiraments per grup muscular no redueix la força muscular en adults sans.

Un altre estudi aconsella la realització d'estiraments passius prèviament a la realització d'esport, ja que els seus resultats demostren que el fet de realitzar un escalfament general i estiraments passius augmenta la força resistència de la musculatura de quàdriceps i isquiotibials¹⁵.

Diversos estudis han observat una relació diferent entre l'estirament i la força en funció del tipus d'estirament aplicat. En un estudi de l'any 2009¹⁶, on es va comparar un grup control, un grup amb estiraments estàtics i un grup amb estiraments dinàmics, es va arribar a la conclusió que els estiraments estàtics disminuïen la 1RM d'aquest grup, mentre que els dinàmics i no estirar mantenien la 1RM inalterada.

També hi ha un estudi del 2011 que compara estiraments estàtics versus dinàmics i remarca que els estiraments estàtics disminueixen la força, potència anaeròbica i el temps a l'hora de realitzar un esprint. En canvi, l'estirament dinàmic mostra augments de potència anaeròbica i disminueix el temps total al realitzar un esprint¹⁷.

Una metaanàlisi, que va revisar més de 100 estudis sobre protocols d'estirament, ens remarca una conclusió clara i rotunda: generalment s'ha d'evitar l'ús d'estirament estàtic com l'única activitat durant la rutina d'escalfament¹⁸. Un altre estudi també marca una premissa clara i concisa: l'estirament dinàmic pot ser eficaç en els guanys en ADM abans d'una activitat d'alt rendiment sense cap efecte negatiu observat¹⁹.

Un estudi de l'any 2016 va concloure que els participants del grup que realitzaven estiraments estàtics veien augmentat el seu temps en un esprint de 20 metres i disminuïda l'altura del salt, mentre que els resultats en els participants que van realitzar estiraments dinàmics era molt similar als que no van realitzar cap estirament²⁰.

En la literatura també trobem estudis que han valorat la relació estirament i força segons el temps de durada de l'estirament. Un metanàlisi va valorar si temps més curts o més llargs d'estirament podien afectar en el rendiment muscular. Els resultats suggereixen un llinzar d'estirament estàtic en el qual la potència muscular en una tasca multi articular pot reduir-se immediatament. Aquest llinzar se situa entre els 60 segons i 8 minuts, mentre que estiraments de curta durada (dels 30 segons fins a 4 minuts) tenen una influència insignificant sobre la potència muscular²¹.

Un altre estudi de 2016, suggereix que els protocols d'estirament estàtic de curta durada indueixen una aguda millora de rendiment de la velocitat i agilitat. En augmentar la durada de l'estirament aquest no tindrà ni efecte positiu ni negatiu. A més, sembla que individus de menor velocitat i menor nivell de rendiment d'agilitat són més susceptibles de beneficiar-se d'un protocol d'estirament estàtic de curta durada²².

Davant d'aquesta evidència sembla que no queda del tot clar si la realització de diferents tipus d'estiraments abans de practicar esport influeix en la força generada a posteriori. Sabem que tant en l'esport com en la vida diària és important que l'individu mantingui un bon nivell de flexibilitat que li permeti una bona execució dels moviments. Una de les maneres que han evidenciat la millora de la flexibilitat són els estiraments. Els estiraments són imprescindibles en la vida d'un esportista però, quan s'han de realitzar? Estan també indicats en els moments previs a la realització de l'activitat física en qüestió? Davant d'aquestes qüestions, de l'evidència actual i al adonar-nos que en el món de l'esport es realitzen sempre estiraments, tant abans com després de

l'activitat física, va sorgir la idea de portar a terme un estudi pilot per valorar de manera objectiva la influència de l'estirament estàtic passiu en la força. Concretament l'estirament escollit és un estàtic perquè és un dels que hem observat una baixa evidència dels seus possibles efectes positius previs a l'activitat física, lligat al fet que és un dels estiraments més àmpliament utilitzat pels equips esportius.

3. HIPÒTESI

Davant d'aquesta evidència ens plantejem la hipòtesi que:

- La inclusió d'estiraments estàtics-passius en l'escalfament provocarà una disminució de la força dels músculs estirats.

4. OBJECTIU

- Valorar l'efecte dels estiraments estàtics analítics sobre la força dels músculs quàdriceps i isquiotibials.

A curt termini no es preveu que l'estudi pugui beneficiar al pacient, sinó que ens permetrà valorar si els estiraments tenen un efecte, quant a la força generada pels músculs quàdriceps i isquiotibials, i poder desenvolupar noves línies d'investigació futures per poder donar recomanacions a la població.

5. MATERIAL I MÈTODES

5.1. DISSENY DE L'ESTUDI

5.1.1. TIPUS D'ESTUDI

El projecte és un estudi pilot on es va realitzar un assaig clínic creuat amb una assignació aleatòria dels participants a un dels dos grups establerts. Cada grup va realitzar 3 sessions de tractament. Aquest estudi es va realitzar al Servei de Rehabilitació, Fisioteràpia i Logopèdia de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus (HUSJR) durant el mes de Febrer del 2017.

5.1.2. ÈTICA

Per tal de poder dur a terme aquest estudi es va elaborar un projecte que va ser presentat al Comitè d'Ètica de l'HUSJR. El comitè va considerar el projecte de l'estudi favorable el dia 22 de Desembre del 2016 (Annex 1: aprovació del comitè).

Aquesta aprovació va assegurar que es complien els requisits ètics necessaris del protocol en relació amb l'objectiu de l'estudi, tant dels professionals que hi van intervenir com els mitjans disponibles per dur-lo a terme. El protocol estava d'acord amb la Declaració de Helsinki i la guia de bones pràctiques clíniques de la International Conference of Harmonization (ICH). La informació per al participant i el consentiment informat s'ajusten a les normes europees de bones pràctiques clíniques (ICH GCP). El consentiment informat s'ajusta a la Llei Orgànica 15/1999 del 13 de desembre de protecció de dades personals, i amb la LLEI 14/2007 del 3 de juliol, d'Investigació Biomèdica.

5.2. POBLACIÓ D'ESTUDI

5.2.1. DESCRIPCIÓ DE LA POBLACIÓ

La població d'estudi estava formada per jugadors i jugadores de bàsquet d'entre 18 i 40 anys i que realitzaven un mínim de 3 hores/setmana d'entrenament.

Per reclutar aquesta població es va realitzar una entrevista amb el responsable de la secció de bàsquet d'un club esportiu per poder aconseguir voluntaris. Aquests voluntaris van passar a ser precandidats i se'ls va citar per realitzar una visita per tal de poder fer la selecció dels participants de l'estudi.

5.2.2. CRITERIS D'INCLUSIÓ I EXCLUSIÓ

Es van establir uns criteris que van permetre seleccionar als subjectes participants de l'estudi d'entre tota la mostra precandidata. Es van diferenciar tres tipus de criteris:

Criteris d'inclusió:

- Homes i dones d'entre 18 i 40 anys.
- Practicar un mínim d'esport de 3 hores a la setmana.
- No patir cap lesió muscular, tendinosa ni articular de les extremitats inferiors.
- Signatura del consentiment informat.

Criteris d'exclusió:

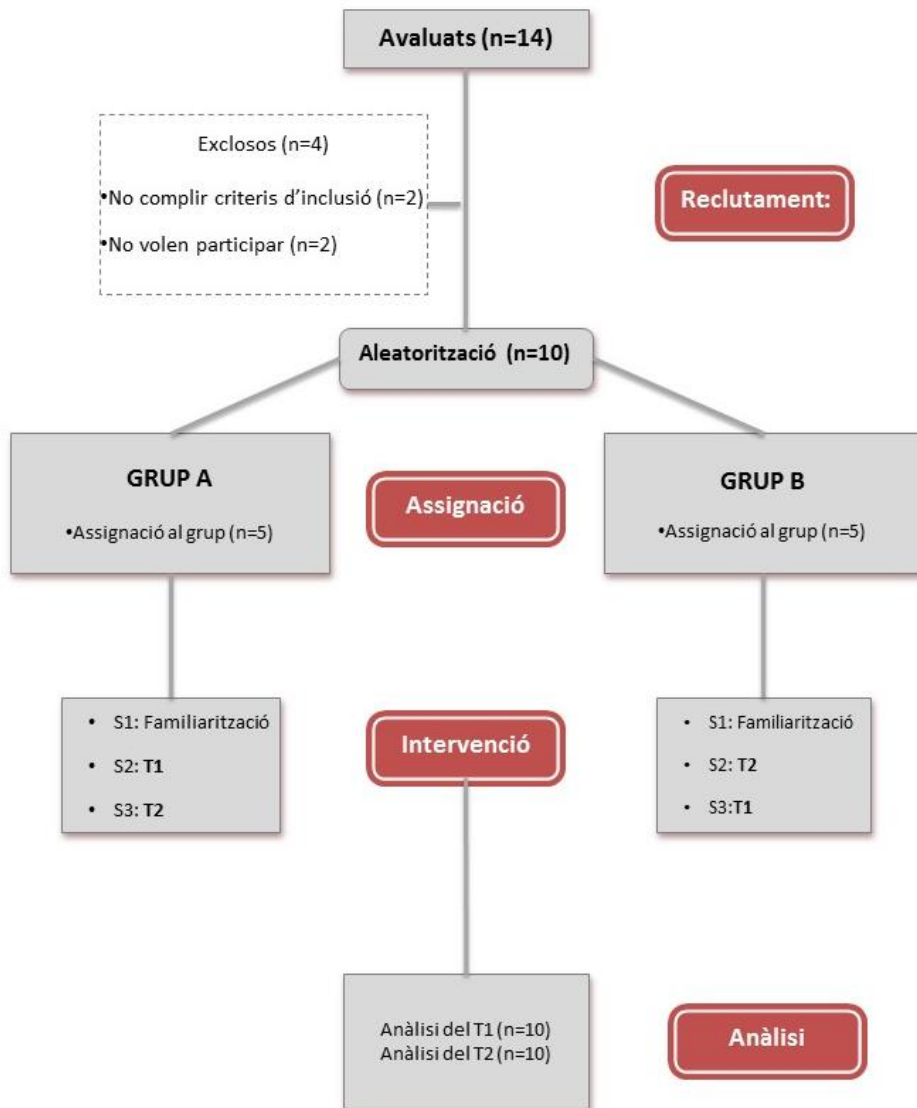
- No complir els criteris d'inclusió.
- No tenir contraindicacions per realitzar una prova isocinètica.
- Participants amb alteracions cognitives o sensorials
- Falta de col·laboració del pacient

Criteris de retirada:

- Aparició de símptomes o patologia que impedeixi la realització del tractament.
- Falta d'assistència a una sessió.

En el diagrama de flux de la figura 1 es pot observar que van ser avaluats 14 participants dels quals 4 van ser exclosos, 2 per no complir els criteris d'inclusió i 2 per no voler participar en l'estudi. Per tant, van ser seleccionats 10 participants que van ser assignats aleatòriament 5 al grup A i 5 al grup B.

FIGURA I: Diagrama de flux



*S1: Sessió 1; S2: Sessió 2; S3: Sessió 3; T1: Tractament amb escalfament; T2: Tractament amb escalfament + estirament.

5.2.3. MIDA DE LA MOSTRA

La mida de la mostra va ser de 10 pacients. En tractar-se d'un estudi pilot no es va realitzar càlcul de la mostra amb la calculadora de grandària mostral GRANMO

Una vegada comprovat que el pacient complia els criteris d'inclusió i va signar el consentiment informat, se li va assignar un número de participant. L'assignació va ser aleatòria, en funció de l'ordre marcat pel programa Randomization (<http://www.randomization.com>).

5.3. VISITA

Els precandidats de l'estudi van ser citats per visita de selecció amb l'investigador. Abans de qualsevol exploració l'investigador va explicar a cada participant de forma oral i escrita mitjançant un full d'informació (Annex II: full d'informació al pacient) els objectius, mètodes, avantatges i inconvenients associats a l'estudi.

Es va realitzar una anamnesi ben dirigida pel fisioterapeuta per comprovar que es complien els criteris d'inclusió i exclusió, a través de una fitxa de cada pacient (Annex III: Fitxa pacient). Els precandidats que van complir els criteris d'inclusió van passar a ser participants de l'estudi i van firmar el consentiment informat juntament amb l'investigador principal, a raó de dues còpies, una pel participant i l'altra com a document adjunt a l'estudi (Annex IV: consentiment informat). Els participants van ser citats per realitzar la intervenció de l'estudi.

5.4. INTERVENCIÓ

Tots els participants van donar el seu consentiment informat per escrit abans d'iniciar la intervenció de l'estudi. La intervenció es va realitzar en l'extremitat inferior dreta.

Cada grup va realitzar 3 sessions de tractament:

- Sessió 1 (S1): Familiarització (F) del pacient amb l'aparell isocinètic Biodex Multi Joint System. Se'ls hi va explicar als pacients en què consistia la isocinèsia, el funcionament de l'aparell i es va realitzar una sessió de treball amb les mateixes velocitats que s'utilitzarien en les valoracions de la sessió 2 i 3. En aquesta primera sessió no es van registrar els resultats, ja que només era per tal que el participant es familiaritzés amb l'aparell i amb els exercicis a realitzar. En aquesta sessió es van anotar les posicions del seient i de l'aparell d'isocinèsia per a cada participant per tal que les valoracions posteriors es realitzessin amb les mateixes posicions.
- Sessió 2 (S2) i Sessió 3 (S3):
 - Escalfament: escalfament individual en bicicleta estàtica, de 20 minuts de durada, amb una potència de 50W i amb una cadència d'entre 45 i 55 rpm. Cada 5 minuts se li passava al pacient l'escala de Borg (imatge I) per valorar que la intensitat de l'escalfament fos suau, havent de

IMATGE I. Escala de Borg

	Escala de Borg	
0	Reposo	
1	Muy muy Suave	
2	Muy Suave	
3	Suave	
4	Algo Duro	
5	Duro	
6	Más Duro	
7	Muy Duro	
8	Muy muy Duro	
9	Máximo	
10	Extremadamente Máximo	

ser la seva puntuació inferior a 4 en tot l'escalfament. En cas que fos superior es reduïa la potència de la bicicleta estàtica fins assolir una puntuació inferior a 4 en l'escala de Borg.

- Estiraments: 6 estiraments analítics dels músculs quàdriceps i isquiotibials, 1 per cada múscul que es repetia 3 vegades. En primer lloc es realitzaven els estiraments dels isquiotibials (imatge II) i després els del múscul quàdriceps (imatge III). La pauta de realització dels estiraments va ser la següent:

- Durada de l'estirament: 15 segons
- Durada del descans entre estiraments del mateix múscul: 30 segons
- Repeticions: 3 per cada grup muscular

IMATGE III: estirament quàdriceps

IMATGE II: estirament isquiotibials



Després de l'últim estirament d'isquiotibials es descansava durant 15 segons i seguidament es realitzava el primer estirament de quàdriceps.

- Valoració isocinètica: valoració objectiva de la força dels músculs quàdriceps i isquiotibials amb l'aparell d'isocinèsia Biodex multijoint System Pro4 a dues velocitats, una lenta (60°/seg.) i una mitja (180°/seg.). Per a cada participant, la col·locació del seient i de l'aparell isocinètic va ser la mateixa que en la S1.

Es van establir dos tractaments diferenciats per la realització o no dels estiraments:

- Tractament 1 (T1): escalfament i valoració isocinètica
- Tractament 2 (T2): escalfament, estiraments i valoració isocinètica.

Es va fer un control del temps des de la finalització de l'escalfament fins l'inici de la prova isocinètica. Indistintament del tractament que realitzessin els participants sempre aquest temps va ser de 6 minuts i va ser controlat amb cronòmetre. Es va establir aquest temps de 6 minuts en base al càlcul de la durada de la realització dels estiraments. El temps entre l'escalfament i el primer estirament era de 30 segons, el temps total dels estiraments era de 4 minuts i 30 segons i el temps entre l'estirament i la correcta col·locació a l'aparell d'isocinèsia era de 1 minut.

Tots dos grups van realitzar els mateixos tractaments però amb ordre invers. Per tant, l'ordre dels tractaments de cada grup va ser:

- Grup A: Familiarització (S1) + Tractament 1 (S2) + Tractament 2 (S3)
- Grup B: Familiarització (S1) + Tractament 2 (S2) + Tractament 1 (S3)

A la taula I es pot veure un resum dels tractaments segons grup i la seva realització durant la setmana.

TAULA I. Tractaments segons grup assignat.

GRUP	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
A (n=5)	Familiarització		1. Escalfament 2. Valoració isocinètica		1. Escalfament 2. Estiraments 3. Valoració isocinètica
B (n=5)	Familiarització		1- Escalfament 2- Estiraments 3- Valoració isocinètica		1. Escalfament 2. Valoració isocinètica

5.5. PARÀMETRES AVALUATS

Es va realitzar una mesura de la força muscular amb el dinamòmetre isocinètic Biodex multijoint System Pro4. Els paràmetres que van avaluar van ser el Pic de força màxima (PT), Potència Mitja (PM) i Treball Total (TT), en flexió de 60°/seg i 180°/seg, i en extensió de 60°/seg i 180°/seg.

El PT correspon al màxim valor del moment de força. El TT correspon a la suma de tots els treballs realitzats durant la prova en una direcció del moviment. I la PM

representa la relació entre el treball realitzat i el temps necessari per a completar el recorregut de la prova.

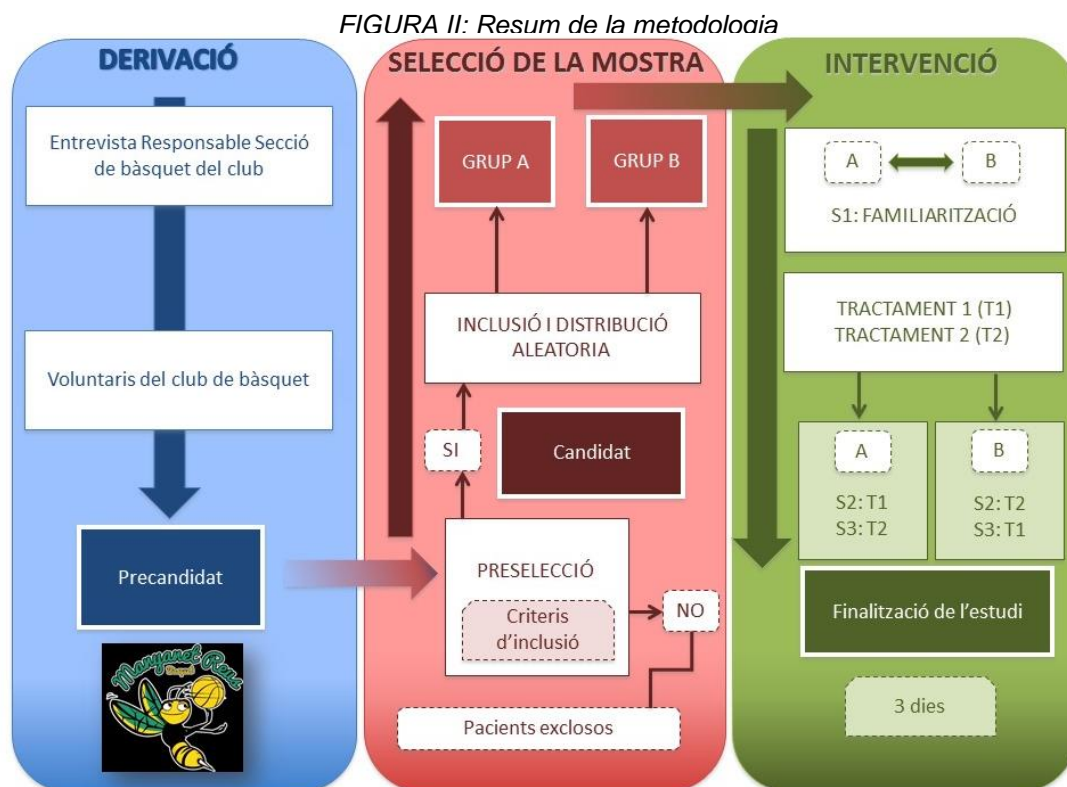
Aquesta avaluació es va dur a terme en les 3 sessions de tractament però només es van analitzar estadísticament les avaluacions de la S2 i S3 ja que la realitzada a la S1 tenia com a objectiu la familiarització dels participants amb l'aparell isocinètic.

5.6. ESTADÍSTICA

Es van registrar totes les dades dels participants obtingudes tant en la visita com en les tres sessions en una fitxa individualitzada i d'elaboració pròpia (annex III: Fitxa pacient). Totes les dades de les fitxes dels participants es van introduir en una base de dades per tal de poder realitzar l'estudi estadístic.

Es van analitzar les dades amb el programa informàtic SPSS versió 23. En primer lloc es va fer una anàlisi descriptiva de totes les dades recollides de la mostra d'estudi, mitjançant mitjanes i desviacions estàndards. A continuació es va aplicar el test de Shapiro-Wilk per valorar la distribució de normalitat. Com que la distribució de totes les variables eren normals es va realitzar una T Student per valorar l'efecte dels estiraments sobre la força dels músculs quàdriceps i isquiotibials.

A la figura II es resumeix la metodologia de l'estudi.



6. RESULTATS

6.1. DESCRIPCIÓ DE LA MOSTRA

Es va realitzar una anàlisi descriptiva de la mostra global. A la taula II es poden observar les característiques referent a les variables edat, pes, sexe i hores d'entrenament.

TAULA II. Característiques demogràfiques

Variable	Mitjana
Edat (anys)	21,4 ± 3,50
Pes (Kg)	67, 2 ± 16,38
Entrenament (hores/setmana)	6,15 ± 2,18

En la mostra global, la mitjana d'edat dels participants va ser de 21,40 anys. El mínim de la variable edat era de 18 anys i el màxim de 28 anys. Pel que fa a la variable pes, la mitjana va ser de 67,20 Kg. El mínim en aquesta variable va ser de 54 Kg i el màxim 110 Kg. També vam tenir en compte el número d'hores d'entrenament que realitzaven a la setmana els participants, la mitjana va ser de 6,15 hores/setmana. El mínim d'hores que realitzaven els participants era de 4,5 hores/setmana i el màxim era de 12 hores/setmana. Segons el sexe, els participants van ser 5 dones i 5 homes.

Com que tots els participants van realitzar els dos tractaments (T1 i T2) la mostra del T1 i del T2 va ser la mateixa i per tant va ser homogènia en quant a edat, pes, hores d'entrenament i sexe.

6.2. RESULTATS ISOCINÈTICS

6.2.1. ISOCINÈTICS EN EL GRUP GLOBAL

Es va valorar l'efecte de l'ús dels estiraments en tres variables isocinètiques. A la taula III, podem observar els resultats de les variables isocinètiques PT, PM i TT en els moviments de flexió i extensió de l'articulació del genoll dret, a les velocitats de 60°/SEG i 180°/SEG i en els dos tractaments.

TAULA III. Resultats globals de les variables isocinètiques en cada grup de tractament

	Moviment	Velocitat	Tractament		p
			T1	T2	
PIC TORQUE (N m) (n=10)	Extensió	60°/SEG	196,85 ± 55,23	195,09 ± 53,79	0,48
		180°/SEG	128,97 ± 40,66	128,87 ± 38,07	0,97
	Flexió	60°/SEG	100,96 ± 31,25	98 ± 31,88	0,22
		180°/SEG	71,79 ± 25,86	70,84 ± 25,87	0,64
POTÈNCIA MITJA (W) (n=10)	Extensió	60°/SEG	137 ± 41,03	132,2 ± 40,64	0,23
		180°/SEG	218,95 ± 85,26	218,73 ± 70,30	0,98
	Flexió	60°/SEG	75,36 ± 28,57	72,72 ± 28,30	0,14
		180°/SEG	117,16 ± 55,21	119,23 ± 50,43	0,72
TREBALL TOTAL (J) (n=10)	Extensió	60°/SEG	197,8 ± 40,72	199,21 ± 50,27	0,76
		180°/SEG	149,09 ± 35,95	152,9 ± 36,80	0,37
	Flexió	60°/SEG	109,91 ± 30,27	109,02 ± 38,28	0,83
		180°/SEG	84,46 ± 24,75	84,35 ± 28,46	0,97

*Els resultats s'expressen amb mitjana ± desviació estàndard. T1: escalfament. T2: escalfament + estirament. $p \leq 0,05$.

En els dos tractaments la distribució de les variables isocinètiques va ser normal.

Pel que fa al PT no es van trobar diferències estadísticament significatives entre T1 i T2. Tot i això, podem veure com el moment màxim de força que pot fer el múscul en una repetició, expressat com a PT, va ser lleugerament superior en el T1 que en el T2 tant en el moviment de flexió com en el d'extensió i a les dues velocitats (60°/SEG i 180°/SEG).

Pel que fa a la PM tampoc es van trobar diferències estadísticament significatives entre tractaments en cap dels dos moviments i velocitats. Ara bé, quan mirem com de ràpid un múscul pot produir força, expressat com a PM, podem veure també que els valors van ser lleugerament superiors en el T1 a excepció del moviment de flexió a la velocitat de 180°/SEG.

En la variable TT vam observar que els valors van ser lleugerament superior pel T1 en el moviment de flexió a les dues velocitats, però no en el moviment d'extensió tant a la velocitat de 60°/SEG com 180°/SEG. Tot i això, tampoc es van trobar diferències estadísticament significatives entre tractaments.

A mode de resum, sembla que els participants van generar més força el dia que no van fer estiraments (T1) però al no trobar diferències estadísticament significatives no podem afirmar que aquest fet sigui conseqüència de no haver realitzat estiraments.

6.2.2. ISOCINÈTICS EN FUNCIO DEL GRUP

Es van valorar totes les variables isocinètiques segons el grup d'aleatorització (A o B), la diferència entre grups era el dia de realització dels tractament. Així, el grup A va realitzar el T1 en la sessió 2 i el T2 en la sessió 3, mentre que el grup B va realitzar el T2 en la sessió 2 i el T1 en la sessió 3.

A la taula IV podem observar els resultats obtinguts per les variables isocinètics PT, TT i PM segons el grup. La distribució va ser normal.

TAULA IV. Resultats de les variables isocinètiques en cada grup de tractament segons el grup

	Moviment	Velocitat	Grup	Tractament		p
				T1	T2	
PIC TORQUE (N m) (n=5)	Extensió	60°/SEG	A	205,2 ± 64,01	206 ± 61,23	0,87
			B	188,5 ± 50,92	184,18 ± 49,64	0,05
		180°/SEG	A	129,28 ± 52,34	135,9 ± 46,25	0,16
			B	128,66 ± 31,31	121,84 ± 31,59	0,04
	Flexió	60°/SEG	A	96,52 ± 34,24	97,1 ± 35,34	0,87
		B	105,4 ± 31,25	98,9 ± 32,18	0,04	
POTÈNCIA MITJA (W) (n=5)	Extensió	60°/SEG	A	144,1 ± 43,60	146,12 ± 44,07	0,65
			B	129,9 ± 41,96	118,28 ± 35,92	0,06
		180°/SEG	A	217,7 ± 108,21	229,68 ± 77,82	0,49
			B	220,2 ± 68,13	207,78 ± 69,04	0,18
Flexió	60°/SEG	A	73,2 ± 26,51	71,36 ± 31,24	0,43	
		B	77,52 ± 33,51	74,08 ± 28,66	0,26	
	180°/SEG	A	104,02 ± 58,03	114,06 ± 48,49	0,34	
		B	130,3 ± 55,31	124,4 ± 57,48	0,24	
TREBALL TOTAL (J) (n=5)	Extensió	60°/SEG	A	200,08 ± 44,67	201,44 ± 51,21	0,8
			B	195,52 ± 41,52	196,98 ± 55,24	0,86
		180°/SEG	A	150,08 ± 44,74	160,72 ± 39,66	0,12
			B	148,1 ± 30,06	145,08 ± 36,34	0,52
	Flexió	60°/SEG	A	100,36 ± 23,45	99,36 ± 37,20	0,89
		B	119,46 ± 35,82	118,68 ± 40,99	0,86	
180°/SEG	A	78,88 ± 23,9	81,96 ± 27,75	0,56		
	B	90,04 ± 27,00	86,74 ± 32,22	0,47		

*Els resultats s'expressen amb mitjana ± desviació estàndard. T1: tractament amb escalfament.

T2: escalfament + estirament. A: T1+T2. B: T2 +T1. $p \leq 0,05$.

Referent al PT, vam trobar diferències estadísticament significatives en el grup B quan comparem els dos tractaments T1 i T2, concretament en el moviment d'extensió a la velocitat 60°/SEG ($p=0,05$) i a la velocitat de 180°/SEG ($p=0,04$) i en el moviment de flexió a la velocitat de 60°/SEG ($p=0,04$). Podem observar que en els dos moviments i a les dues velocitats, el grup B va obtenir valors més alts en el T1, mentre que el grup A obté valors més elevats en el T2.

Pel que fa a la PM, en els resultats no vam observar diferències estadísticament significatives en cap dels dos moviments (flexió i extensió) ni en cap de les velocitats (60°/SEG i 180°/SEG). Tot i així, va haver quasi diferència estadísticament significativa en el moviment d'extensió a 60°/SEG al grup B ($p=0,06$). També vam observar que en el grup B els valors eren més alts en el T1 a les dues velocitats i en els dos moviments

respecte al T2. En canvi, el grup A mostrava valors més alts al T2 en les dues velocitats i moviments, excepte en el moviment de flexió a la velocitat de 60°/SEG.

Pel que fa al TT, en els resultats no vam observar diferències estadísticament significatives en cap dels dos moviments (flexió i extensió) ni en cap de les velocitats (60^a/SEG i 180°/SEG). Per aquesta variable, en el grup B també s'han repetit valors més alts en el T1 que en el T2, excepte en el moviment d'extensió a 60°/SEG. I en el cas del grup A s'obtenen valors més alts en el T2 que en el T1, excepte en el moviment de flexió a 60°/SEG.

Com a conclusió per grups podem observar que els resultats mostren una tendència a ser més elevats en la última sessió.

6.2.3. ISOCINÈTICS EN FUNCIO DEL SEXE

Es va dividir a la població en funció del sexe (femení i masculí). A la taula V podem observar els resultats obtinguts de les variables isocinètiques PT, PM i TT segons el sexe. La distribució va ser normal.

TAULA V. Resultats de les variables isocinètiques en cada grup de tractament segons el sexe

	Moviment	Velocitat	Sexe	Tractament		p
				T1	T2	
PIC TORQUE (N m) (n=5)	Extensió	60°/SEG	F	150,6 ± 6,52	149,02 ± 12,47	0,68
			M	243,1 ± 38,40	241,16 ± 32,41	0,62
		180°/SEG	F	96,86 ± 16,27	97,6 ± 7,02	0,89
			M	161,08 ± 29,63	160,14 ± 27,7	0,8
	Flexió	60°/SEG	F	75,14 ± 12,80	69,42 ± 10,98	0,06
			M	126,78 ± 19,17	126,58 ± 11,17	0,06
		180°/SEG	F	51,34 ± 12,11	48,46 ± 10,54	0,23
			M	92,24 ± 17,68	93,22 ± 11,97	0,78
POTÈNCIA MITJA (W) (n=5)	Extensió	60°/SEG	F	100,62 ± 11,74	96,94 ± 17,50	0,43
			M	173,38 ± 18,50	167,46 ± 17,41	0,41
		180°/SEG	F	148,86 ± 39,74	158,84 ± 22,01	0,56
			M	289,04 ± 49,94	278,62 ± 40,87	0,33
	Flexió	60°/SEG	F	50,62 ± 10,43	48,24 ± 13,95	0,3
			M	100,1 ± 14,09	97,2 ± 110,49	0,35
		180°/SEG	F	77,26 ± 35,79	78,42 ± 29,87	0,87
			M	157,06 ± 39,97	160,04 ± 25,82	0,77
TREBALL TOTAL (J) (n=5)	Extensió	60°/SEG	F	163,42 ± 17,59	156,14 ± 16,85	0,24
			M	232,18 ± 21,63	242,28 ± 27,67	0,09
		180°/SEG	F	118,36 ± 15,88	120,66 ± 5,66	0,77
			M	179,82 ± 17,19	185,14 ± 20,41	0,23
	Flexió	60°/SEG	F	87 ± 15,23	79,08 ± 18,54	0,09
			M	132,82 ± 22,75	138,96 ± 26,70	0,09
		180°/SEG	F	65,46 ± 14,49	61,2 ± 15,47	0,24
			M	103,46 ± 16,33	107,5 ± 15,62	0,49

*Els resultats s'expressen amb mitjana ± desviació estàndard. T1: tractament amb escalfament.

T2: tractament amb escalfament + estirament. F: sexe femení. M: sexe masculí. $p \leq 0,05$.

Pel que fa al PT, en els resultats no vam observar diferències estadísticament significatives en cap dels dos moviments (flexió i extensió) ni en cap de les velocitats (60^a/SEG i 180°/SEG). Ara bé observem quasi significació estadística en el moviment de flexió a 60°/SEG tant en el sexe masculí com el femení ($p = 0,06$). Podem apreciar que tant les dones com els homes obtenen valors més elevats al T1 respecte al T2, excepte en el moviment d'extensió a la velocitat de 180°/SEG en les dones i en el moviment de flexió 180°/SEG en els homes.

Referent a la PM, tampoc vam observar diferències estadísticament significatives en cap dels dos moviments (flexió i extensió) ni en cap de les velocitats (60^a/SEG i 180°/SEG). En aquesta variable, en les dones s'obtenen valors més alts al T1 que al T2, exceptuant a la velocitat de 180°/SEG en els dos moviments. En els homes també

s'observa el mateix, valors més alts en el T1, excepte en el moviment de flexió a 180°/SEG.

Pel que fa al TT, en els resultats no vam observar diferències estadísticament significatives en cap dels dos moviments (flexió i extensió) ni en cap de les velocitats (60^a/SEG i 180°/SEG). Tot i això, en aquesta variable els valors entre homes i dones són diferents, mentre que les dones continuen obtenint valors més alts en el T1 respecte al T2, excepte en el moviment d'extensió a la velocitat de 180°/SEG, els homes en canvi obtenen valors més alts en el T2 en els dos moviments i a les dues velocitats.

7. DISCUSSIÓ

L'estirament és una tècnica molt utilitzada en l'esport pel seu efecte sobre l'ADM i els músculs, i també per ser una eina preventiva de lesions. Els estiraments s'inclouen en l'escalfament i en el refredament, és a dir abans i després de la realització de l'exercici físic. Actualment existeixen diferents opinions sobre l'ús dels estiraments previ a l'exercici físic, ja que existeix una controvèrsia científica degut a que hi ha estudis que afirmen que l'estirament augmenta la força mentre d'altres s'oposen i conclouen que l'estirament disminueix la força.

Aquest estudi pilot es va dur a terme amb la finalitat de valorar si els estiraments tenen un efecte en quant a la força generada posterior a la seva aplicació. L'objectiu va ser valorar l'efecte dels estiraments estàtics analítics sobre la força dels músculs quàdriceps i isquiotibials.

Existeixen diferents tipus d'estiraments i sembla ser que els efectes sobre la força varien en funció del tipus d'estirament aplicat. Segons la literatura científica revisada, els estiraments de contracció-relaxació són els que provoquen una major disminució de la força, els estàtics passius també provoquen una reducció de la força, i els dinàmics són els que la majoria d'autors recomanen prèviament a la pràctica esportiva ja que hi ha molt pocs estudis que concloguin que l'estirament dinàmic redueixi la força.

A partir d'aquestes conclusions, vam decidir centrar el nostre estudi en els estiraments estàtics passius, ja que són els més utilitzats en la pràctica esportiva i els que presenten major controvèrsia científica.

Els nostres resultats globals no han mostrat diferències estadísticament significatives que relacionin els estiraments amb la pèrdua de força. Només hem trobat diferències significatives en els resultats en funció del grup, concretament el grup que no realitzava estiraments, i en comparació amb el grup que sí realitzava estiraments, ha obtingut valors més alts en la variable PT, pels isquiotibials a la velocitat lenta i pel quàdriceps a la velocitat lenta i mitja. Comparant el nostre estudi amb l'estudi de Lima et al. 2016¹³ vam poder veure diferències en la metodologia emprada respecte a la nostra, ja que en el seu estudi realitzaven 5 dies de tractament dels quals 1 dia no es realitzaven estiraments i els altres 4 dies sí, a balladores de ballet i dones d'esports de resistència. En aquest estudi sí que es veia una disminució de la força dels isquiotibials i no es veia una disminució de la fatiga. Pensem que aquesta disminució de la força

pot estar produïda per les sessions d'estirament que van realitzar, concretament 3 mes que nosaltres.

En altres estudis on també hi van trobar una disminució significativa de la força el temps d'estirament i el numero de repeticions eren més elevades. En concret, en l'estudi de Balle SS, Magnusson SP i McHugh MP¹² van realitzar 6 repeticions, 60 segons d'estirament i 15 segons de descans entre repeticions. En el nostre estudi, el temps que manteníem l'estirament era de 15 segons, aquest fet fa que possiblement la realització de 2 repeticions de 15 segons d'estirament per grup muscular és un temps d'estirament massa curt per poder influir sobre aquesta musculatura, ja que observem que altres estudis realitzats amb temps d'estirament similar al nostre tampoc han obtingut significació. L'estudi de Sim YJ, Byun YH, Yoo J¹⁴ conclou que la realització de 2 sèries de 20 segons d'estiraments per grup muscular no redueix la força muscular en adults sans. Els antecedents bibliogràfics ens fan pensar que al treballar amb musculatures tan grans, com son quàdriceps i isquiotibials, un temps d'estirament tan breu podria no tenir una gran influència sobre ells, i per tant hauríem de realitzar més repeticions o més temps d'estirament per a influir sobre la seva força.

La mostra de l'estudi estava formada per jugadors i jugadores de bàsquet, de entre 18 i 40 anys, que no haguessin patit cap lesió muscular, tendinosa o articular els últims 6 mesos i que realitzessin un mínim de 3 hores/setmana d'entrenament. Aquests criteris van ser definits ja que era un col·lectiu d'esportistes als quals teníem accés, i així l'estudi tindrà una major aplicabilitat sobre aquest col·lectiu.

Els estiraments aplicats en el nostre estudi formaven part de l'escalfament, ja que en l'àmbit esportiu no es solen realitzar de manera aïllada sinó que formen part de l'escalfament previ a la pràctica de l'exercici físic. Vam decidir que els participants escalfessin amb bicicleta estàtica, ja que era una eina de fàcil accés en el lloc de realització de l'estudi. A més a més, la bicicleta estàtica ens permetia controlar de manera quantitativa i qualitativa la intensitat de l'escalfament. De manera quantitativa, vam establir una potència determinada per a tots els individus. Qualitativament, es passava l'escala de valoració de Borg a tots els pacients, en determinats moments de l'escalfament, de manera que havien de mantenir sempre un ritme confortable. Tots els participants de l'estudi van realitzar el mateix escalfament indistintament del grup de tractament assignat. Per tant, els resultats de l'estudi només fan referència als estiraments.

Per valorar la força dels músculs quàdriceps i isquiotibials vam utilitzar una eina objectiva i quantitativa, l'aparell d'isocinètics Biodex Multi Joint System Pro 4, que es

troba ubicat al lloc de realització de l'estudi i que ens va permetre valorar de manera reproducible. Vam establir dues velocitats, una lenta, a 60°/segons, i una mitja, a 180°/segons, ja que l'evidència ens diu que per realitzar valoracions s'ha de utilitzar dues velocitats de prova. El fet d'haver valorat la força d'aquesta manera ens ha permès obtenir uns valors fiables de diferents paràmetres isocinètics en els dos tractaments aplicats als participants. A més, la reproducció de la prova en un mateix participant va ser la mateixa els dos dies que es va realitzar la intervenció, gràcies al registre de posicions de l'aparell isocinètic i del participant que es va realitzar el dia de la familiarització. Per tant, els resultats obtinguts no estan basats en la subjectivitat dels investigadors ni en errors en la reproducció de la prova isocinètica, fet que reforça que els resultats només fan referència a l'efecte dels estiraments sobre la força.

Es va realitzar només un tipus d'estirament de quàdriceps i un d'isquiotibials, de manera que els resultats de l'estudi fan referència a aquell estirament en concret. Si haguéssim realitzat diferents tipus d'estiraments per grup muscular no sabríem si els resultats són conseqüència d'algun dels estiraments aplicats o de la combinació dels diferents tipus d'estiraments.

El tipus d'estudi va ser un assaig clínic creuat, de manera que es va separar als participants en dos grups. Un grup realitzava en la primera sessió estiraments i en la segona no, i l'altre grup ho realitzava a la inversa. En l'estudi hem observat que, a nivell global, el segon dia de tractament els participants realitzaven més força que el primer, indiferentment de si realitzaven els estiraments un o l'altre dia. Si no haguéssim fet un tractament creuat els resultats s'haguessin pogut veure influenciats per aquest error sistemàtic. Si haguéssim aplicat a tots els participants el mateix ordre de realització dels tractaments no es podrien atribuir els resultats obtinguts al procés d'aprenentatge del pacient en relació a la màquina d'isocinèsia.

Així doncs, hem observat que els estiraments no afecten a la força generada a posteriori i que l'aprenentatge dels participants amb l'aparell isocinètic millora amb el temps i provoca que facin més força conforme més valoracions hagi realitzat.

El nostre estudi presenta certes limitacions. Una d'elles és la mida de la mostra. En ser un estudi pilot la 'n' és petita i això fa que els resultats no tinguin fortalesa. A més, el fet que els participants eren esportistes de bàsquet i amb un mínim d'hores a la setmana d'entrenament fa que els resultats només facin referència a un perfil concret de la població i no es puguin extrapolar a tota la població. Es podria haver establert un criteri més obert i no tan específic per així haver tingut uns participants més heterogenis però vigilant sempre l'homogeneïtat de la mostra. Una altra limitació seria

el nombre de sessions per a cada participant de d'estudi. El fet de realitzar només tres sessions, la primera d'elles per familiaritzar al participant amb l'aparell isocinètic, pot ser que donés lloc a que els participants no tinguessin una suficient adaptació a la prova de valoració. De fet, els nostres resultats mostren majoritàriament valors més alts en les tres variables isocinètiques en la última sessió. Caldria realitzar un tractament més prolongat en el temps, de manera que l'adaptació del pacient amb l'aparell seria major.

En estudis futurs seria interessant augmentar la mostra d'estudi i no buscar un perfil de voluntaris tan concret, englobant diferents esports, diferent volum d'entrenament setmanal i diferent nivell esportiu. Així els resultats serien més extrapolables a tot tipus d'esportistes, i no com en aquest cas, tan específics per a un tipus determinat d'esportistes. El control de la intensitat de l'escalfament es podria realitzar amb pulsòmetres per tal de que el participant pogués realitzar un escalfament individualitzat, segons les seves característiques físiques, i controlat de manera més objectiva, mitjançant una determinada freqüència cardíaca. S'hauria també d'augmentar el nombre de sessions de familiarització per assegurar que el participant entén a la perfecció el funcionament de l'aparell d'isocinèsia i augmentar el nombre de sessions de tractament per tal que els resultats siguin més fiables i assegurar-nos que no són casuals en aquell dia en concret, sinó que sempre reproduïxen el mateix patró.

8. CONCLUSIONS

- Els estiraments estàtics dels músculs quàdriceps i isquiotibials aplicats en aquest estudi no influeixen en la força generada a posteriori per aquests dos músculs.
- Hi ha una tendència a generar més força muscular en quant més valoracions isocinètiques ha realitzat el participant. Sembla haver una relació entre l'experiència de la persona en la realització de la prova isocinètica i els valors obtinguts de les variables isocinètiques pic torque, treball total i potència mitja.

9. BIBLIOGRAFIA

1. Walker B. La anatomía de las lesiones deportivas. 1ª ed. Badalona (España): Padiotribo; 2010.
2. Neiger H, Gosselin P, Torres Lacomba M. Estiramientos analíticos manuales. 1ªed. Madrid: Médica Panamericana; 2007.
3. Corbin CB, Noble L. Flexibility: a major component of physical fitness. JOPERD. 1980; 51(6):23-60.
4. Alter MJ. Science of stretching. 1ªed. USA: Human Kinetics Books; 1988.
5. García C, Llebot Rabagliati J, Mirabent D. Física para Ciencias de la Vida. 2ed. España: McGraw-Hill España; 2009.
6. Shellock FG, Prentice WE. Warming-up and stretching for improved physical performance and prevention of sports-related injuries. Sports Med. 1985 Jul-Aug;2(4):267-78
7. Manno R, Kohrmann E. El entrenamiento de la fuerza. 1ªed. Barcelona: INDE; 1999.
8. Mac Dougall J, Wenger H, Green H. Evaluación fisiológica del deportista. 3rd ed. Barcelona: Paidotribo; 2005.
9. Rodríguez PL. Fuerza, su clasificación y pruebas de valoración. Revista de la Facultad de Educación de la Universidad de Murcia. 2007:2-10.
10. Cleland J. Netter. Exploración clínica en ortopedia. 1ªed. Barcelona: Masson; 2006.
11. Hislop H, Avers D, Brown M. Daniels y Worthingham. Técnicas de balance muscular. Técnicas de exploración manual y pruebas funcionales. 9th ed. Barcelona: Elsevier; 2014.
12. Balle SS, Magnusson SP, McHugh MP. Effects of contract-relax vs static stretching on stretch-induced strength loss and length-tension relationship. Scand J Med Sci Sports. 2015 Dec;25(6):764-9
13. Lima CD, Brown LE, Wong MA, Leyva WD, Pinto RS, Cadore EL, Ruas CV. Acute. Effects of Static vs. Ballistic Stretching on Strength and Muscular Fatigue Between Ballet Dancers and Resistance-Trained Women. J Strength Cond Res. 2016 Nov;30(11):3220-3227.
14. Sim YJ, Byun YH, Yoo J. Comparison of isokinetic muscle strength and muscle power by types of warm-up. J Phys Ther Sci. 2015 May;27(5):1491-4.

15. Franco BL, Signorelli GR, Trajano GS, de Oliveira CG. Acute effects of different stretching exercises on muscular endurance. *J Strength Cond Res.* 2008 Nov;22(6):1832-7.
16. Bacurau RF, Monteiro GA, Ugrinowitsch C, Tricoli V, Cabral LF, Aoki MS. Acute effect of a ballistic and a static stretching exercise about on flexibility and maximal strength. *J Strength Cond Res.* 2009 Jan;23(1):304-8
17. Van Gelder LH, Bartz SD. The effect of acute stretching on agility performance. *J Strength Cond Res.* 2011 Nov;25(11):3014-21.
18. Simic L, Sarabon N, Markovic G. Does pre-exercise static stretching inhibit maximal muscular performance? A meta-analytical review. *Scand J Med Sci Sports.* 2013 Mar;23(2):131-48.
19. Kallerud H, Gleeson N. Effects of stretching on performances involving stretch-shortening cycles. *Sports Med.* 2013 Aug;43(8):733-50.
20. De Oliveira FCL, Rama LMPL. Static stretching does not reduce variability, jump and speed performance. *International Journal of Sports Physical Therapy.* 2016;11(2):237-46.
21. Pinto MD, Wilhelm EN, Tricoli V, Pinto RS, Blazevich AJ. Differential effects of 30- vs. 60-second static muscle stretching on vertical jump performance. *J Strength Cond Res.* 2014 Dec;28(12):3440-6
22. Avloniti A, Chatzinikolaou A, Fatouros I, Avloniti C, Protopapa M, Draganidis D et al. The Acute Effects of Static Stretching on Speed and Agility Performance Depend on Stretch Duration and Conditioning Level. *J Strength Cond Res.* 2016 Oct;30(10):2767-73.

10.2. ANNEX II: FULL D'INFORMACIÓ AL PARTICIPANT

Naturalesa del projecte:

El projecte d'investigació pel que li demanem la seva participació té per títol:

Valoració de l'efecte dels estiraments estàtics sobre la força dels músculs quàdriceps i isquiotibials: estudi pilot

L'objectiu de l'estudi és valorar l'efecte dels estiraments estàtics sobre la força dels músculs quàdriceps i isquiotibials.

Es preveu que l'estudi tingui una duració de 7 mesos.

Els investigadors responsables d'aquest estudi compten amb la col·laboració de la Universitat Rovira i Virgili.

Procediments:

La participació en l'estudi consisteix en:

- Permetre que els investigadors puguin conèixer i treballar dades com edat, sexe, hores d'esport a la setmana, antecedents patològics, etc.
- Realitzar el tractament durant les 3 sessions pautades.

Totes les dades recollides per a la investigació es guarden informatitzades en uns fitxers especialment dissenyats per a la investigació i en ells no apareix ni el seu nom ni cap dada que pugui identificar-lo.

Beneficis i riscos:

El benefici de l'estudi és aprofundir en el coneixement de la influència dels estiraments passius sobre la força muscular. A curt termini no es preveu que l'estudi pugui beneficiar al pacient, sinó que ens permetrà valorar si els estiraments tenen un efecte en quant a la força generada pels músculs quàdriceps i isquiotibials, i poder desenvolupar noves línies d'investigació futures per poder donar recomanacions a la població.

Aquest estudi pot contribuir a dur a terme nous tractaments, però en cap cas vostè com a participant rebrà cap tipus de compensació econòmica.

L'estudi no suposa cap risc.

Garantia de participació voluntària:

Els investigadors li garantim que sigui quina sigui la seva decisió respecte a la participació en el projecte, la seva atenció sanitària no es veurà afectada. Si vostè decideix participar, ha de saber que es pot retirar en qualsevol moment sense haver de donar explicacions, i en tal cas les seves dades seran retirades dels fitxers informàtics.

Confidencialitat:

Els investigadors, l'Hospital i la Universitat es responsabilitzen de que en tot moment es mantingui la confidencialitat respecte a la identificació i les dades del participant. El nom i les dades que permetin identificar al pacient només consten en la historia clínica. Els investigadors utilitzen codis d'identificació sense conèixer el nom de la persona a la que pertany la mostra. Aquests procediments estan subjectes a la Llei Orgànica 15/1999 del 13 de desembre de protecció de dades de caràcter personal.

Preguntes:

Arribat aquest moment li donem la oportunitat que, si no ho ha fet abans, faci preguntes.

Li respondrem el millor que podem

10.3. ANNEX III: FITXA PACIENT

Fitxa Pacient:

Nom:		Cognoms:	
Sexe:		Edat:	
Pes:		Grup:	
ID:			

Identificació:

Criteris d'inclusió:

- **Lesió muscular:** Sí No
- **Lesió tendinosa:** Sí No
- **Lesió articular:** Sí No
- **Hores/ setmana esport:**

Assistència:

Familiarització	Dia 1	Dia 2	Consentiment

Posició seient:

Seient davant/darrere :	
Altura seient:	
Rotació Seient:	
Dinamòmetre Esquerra/Dreta:	
Altura Dinamòmetre:	
Inclinació Dinamòmetre:	
Rotació Dinamòmetre:	
Longitud Adaptador:	
Respatller davant/darrere:	
Inclinació seient:	

Dades Isocinètiques:

Velocitat 60°/s:

- Extensió (Quàdriceps):

Paràmetres:	Dia 1	Dia 2
Pic Torque (N-M)		
Treball Total (J)		
Potència mitja (W)		

- Flexió (Isquiotibials):

Paràmetres:	Dia 1	Dia 2
Pic Torque (N-M)		
Treball Total (J)		
Potència mitja (W)		

Velocitat 180°/s:

- Extensió (Quàdriceps):

Paràmetres:	Dia 1	Dia 2
Pic Torque (N-M)		
Treball Total (J)		
Potència mitja (W)		

- Flexió (Isquiotibials):

Paràmetres:	Dia 1	Dia 2
Pic Torque (N-M)		
Treball Total (J)		
Potència mitja (W)		

10.4. ANNEX IV: CONSENTIMENT INFORMAT

L'investigador principal Glòria Bernal Alarcón informa al participant o representant legal (familiar de referència o tutor) Sr/Sra.....

..
de l'existència d'un projecte d'investigació sobre els estiraments i la força muscular i demana la seva participació.

Valoració de l'efecte dels estiraments estàtics sobre la força dels músculs quàdriceps i isquiotibials: estudi pilot

Aquest projecte té per objectiu valorar l'efecte dels estiraments estàtics sobre la força dels músculs quàdriceps i isquiotibials. Pretenem buscar una correlació entre els estiraments i la força generada post-estirament.

El benefici de l'estudi és aprofundir en el coneixement de la influència dels estiraments passius sobre la força muscular. A curt termini no es preveu que l'estudi pugui beneficiar al pacient, sinó que ens permetrà valorar si els estiraments tenen un efecte quant a la força generada pels músculs quàdriceps i isquiotibials, i poder desenvolupar noves línies d'investigació futures per poder donar recomanacions a la població.

Els responsables de l'estudi, i per tant de les dades, són investigadors de la Universitat Rovira i Virgili i de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus, que poden establir col·laboracions científiques amb altres institucions acadèmiques o empreses privades. En el cas de les empreses privades, aquestes podrien obtenir beneficis econòmics derivats dels descobriments que es facin amb aquest estudi. La col·laboració amb altres institucions pot suposar que es cedeixin part dels resultats de l'estudi, procediment que es realitzarà sota les normes de confidencialitat i seguretat que li hem explicat.

L'equip investigador garanteix la confidencialitat respecte a la identitat del participant i per altra banda garanteix que les dades i els resultats derivats de la investigació seran utilitzats per als fins descrits i no altres.

He estat informat de la naturalesa de l'estudi que es resumeix en aquest full, he pogut fer preguntes que aclareixen els meus dubtes i finalment he pres la decisió de participar, sabent que la decisió no afecta a la meva atenció terapèutica en el centre i que em puc retirar de l'estudi en qualsevol moment.

	Nom i cognoms	Data	Signatura
Pacient			
Familiar o tutor legal			
Informant			

