

ELS ESTIRAMENTS COM A MILLORA DE LA FLEXIBILITAT DEL TRÍCEPS SURAL

**TREBALL FINAL DE GRAU
PODOLOGIA PROMOCIÓ 2010-2014**

Autora: Laura Sanchez Parejo
Tutora: Laura Planas Ortega
12 de Juny del 2014



SUMARI

0. RESUM I PARAULES CLAU	3
0. ABSTRACT AND KEYWORDS	4
1. INTRODUCCIÓ	5
1.1 ANATOMIA GENERAL DEL MÚSCUL TRÍCEPS SURAL	5
1.1.1 Múscul gastrocnemi	5
1.1.2 Múscul plantaris	6
1.1.3 Múscul soli	6
1.1.4 Tendó calcani	7
1.1.5 Vascularització i innervació	7
1.2 FISIOLOGIA I BIOMECÀNICA DEL COMPLEX TRÍCEPS SURAL EN LA LOCOMOCIÓ	8
1.2.1 Fisiologia	8
1.2.2 Biomecànica	10
1.3 CONSEQÜÈNCIES DE LA RETRACCIÓ DEL TRÍCEPS SURAL	11
1.4 DIAGNÒSTIC	14
1.5 TRACTAMENT	15
1.5.1 Els estiraments com a mètode de desenvolupament de la flexibilitat	15
1.5.1.1 <i>La Flexibilitat</i>	15
1.5.1.2 <i>Unitat Musculotendinosa</i>	16
1.5.1.2.1 <i>Reflex d'estirament miotàctic</i>	17
1.5.1.2.2 <i>Inhibició recíproca</i>	17
1.5.1.2.3 <i>Reflex miotàctic invers o inhibició autògena</i>	17
1.6 APLICACIONS DELS ESTIRAMENTS	20
1.6.1 Estirar com a forma d'augmentar l'amplitud de moviment articular	20
1.6.2 Estirar per disminuir la rigidesa muscular o resistència muscular de repòs a l'estirament	20
1.6.3 Estirar per tractar desequilibris musculars	20
1.6.4 Estirar com a forma d'augmentar la longitud muscular	21
1.6.5 Estirar per disminuir el to muscular	21
1.6.6 Estirar per optimitzar la recuperació muscular	22
1.6.7 Estirar per evitar l'aparició d'agulletes o molèsties musculars d'aparició demorada	22
1.6.8. Prevenir lesions musculotendinoses	22
1.6.9 Estirar com a preparació de la musculatura per a l'activitat físico-esportiva	23

1.7 CLASSIFICACIÓ DELS ESTIRAMENTS	23
1.7.1 Estirament estàtic	24
1.7.1.1 <i>Estirament estàtic passiu</i>	24
1.7.1.2 <i>Estàtic actiu</i>	24
1.7.2 Estirament dinàmic (lent, ràpid o cinètic/balístic)	25
1.7.2.1 <i>Dinàmic passiu</i>	25
1.7.2.2 <i>Dinàmic actiu</i>	25
1.7.3 Estirament mixt	26
1.7.3.1 <i>Facilitació neuromuscular propioceptiva (FNP)</i>	26
1.7.3.2 <i>Reeducació postural global (RPG)</i>	26
2. OBJECTIUS I HIPÒTESI	27
3. MATERIAL I MÈTODES	27
4. RESULTATS I DISCUSSIONS	29
5. CONCLUSIONS	42
6. BIBLIOGRAFIA	43
7. AGRAÏMENTS	50
ANNEXOS	51

SUMARI DE FIGURES

Figura 1.1.1 Visió posterior de la cama	8
Figura 1.4.1 Prova Silfverskiöld realitzada segons Kawolski en posició de sedestació	15
Figura 1.5.1.1. Qualitats físiques	16
Figura 1.5.1.2.1 Unitat Musculotendinosa	18
Figura 1.7.1 Tipus d'estirament	
Figura 1.7.2 Tipus de realització de l'estirament	24
Figura 3.1 Esquema de combinació dels descriptors (MeSH)	27

0. RESUM I PARAULES CLAU

Objectiu: Exposar quins són els diferents tipus d'estiraments i la varietat d'aplicacions existents, argumentar els avantatges i desavantatges de la seva aplicació discutint-ne els resultats.

Hipòtesi: Es troba als estiraments com una mesura terapèutica conservadora útil i utilitzada freqüentment per millorar la flexibilitat muscular.

Materials i mètodes: S'ha realitzat una revisió bibliogràfica, escollint-se 66 articles des de 1984 al 2013. Fent servir la base de dades biomèdiques MEDLINE; PEDro; Cochrane Library Plus; IME i buscadors d'edicions ENFISPO; CINAHL mitjançant l'EBSCO HOST (*Academic Search Premier*) i Scielo. Per a una elecció més selectiva segons categories s'han utilitzat els mitjans de *Medical Subject Headings database* "MeSHdatabase" de PubMed. Limitant la recerca al període de 2004 i 2014. Es varen incloure publicacions científiques que fessin menció als efectes dels estiraments en la musculatura i tendons, sense tenir en compte la seva localització, però si excloent aquells articles que parlessin de la deformitat en equí a causa d'espasticitat neurològica.

Resultats: S'han trobat un total de 65 documents: 44 articles publicats; 8 llibres sobre el camp dels estiraments; 3 llibre sobre anatomia; 4 llibres sobre la biomecànica de l'extremitat inferior; 3 llibres sobre fisiologia humana, 2 llibres d'ajut a l'elaboració d'aquesta revisió bibliogràfica i 1 tesis doctoral.

Conclusions: Els estiraments son emprats amb freqüència com a tractament conservador per la millora de la flexibilitat enfront a retraccions musculars.

Els estiraments practicats de forma continuada desenvolupen una adequada amplitud de moviment en els casos de ser limitada i així poder relaxar els músculs amb excessiva tensió. Tenint en compte que el canvi en la flexibilitat és depenent de la durada d'estirament, havent-hi resultats visibles a partir dels 30 segons d'estiraments en adults joves. A dia d'avui, la investigació no ha confirmat la creença que l'estirament abans de l'activitat física disminueix el risc de dany muscular, podent inclús alterar el rendiment en l'esportista.

Paraules Clau: Efectivitat estiraments; exercicis musculars; teràpia deformitat peu equí; fisiopatologia deformitat peu equí; rang de moviment articular.

0. ABSTRACT AND KEYWORDS

Objective: Expose what kind of stretchings and variety of existing applications; argue the advantages and disadvantages of their applications discussing the results.

Hypothesis: It has found the stretchings as a useful conservative therapeutic measure, often used to improve muscle flexibility.

Materials and methods: It has been carried out a bibliographic review, choosing 65 articles since 1984 to 2013, using the database of biomedical MEDLINE; PEDro; CochraneLibrary Plus; IME and Edition searchers as ENFISPO; CINAHL made by EBSCO HOST (*AcademicSearchPremier*); i Scielo. For a better choice categories were used *Medical Subject Headings database* "MeSHdatabase" of PubMed. Restricting the search from 2004 to 2014. Scientific publications were included which mentioned the effects of muscles and tendons stretchings without considering the location of finger stretchings but excluding those articles that speak of the equine deformity due to spasticity neurological.

Results: It has found 66 documents altogether: 45 published articles; 8 books about stretchings; 3 books about anatomy; 4 books of biomechanics of the lower extremity; 3 books about human physiology; 2 books for development of bibliographic review and 1 doctoral thesis.

Conclusions: The stretchings are often used as a conservative treatment to improve flexibility against muscle retractions. Stretching practiced continuously develop an appropriate range of motion in cases that are limited so you can relax muscles with excessive tension, considering that the change in flexibility depending on the length of stretch, having visible results after 30 seconds of stretching young adults. Nowadays the investigation has not confirmed the belief that stretching before physical activity reduces the risk of muscle damage and it could even alter the performance athlete.

Keywords: Effectiveness stretching; muscular exercises; Equine foot deformity therapy; pathophysiology equine foot deformity; joint range of movement.

1. INTRODUCCIÓ

La musculatura posterior de la cama té tendència a contraure's, creant així una retracció dels músculs que la componen. Degut a la força i mesura considerable del complex gastrocnemi-soli, qualsevol debilitat o tensió excessiva d'aquests músculs poden causar defectes significatius en la marxa i patologia dolorosa en el peu i l'extremitat inferior. L'augment de la tensió en aquest complex pot provocar el que es coneix com a deformitat en equí.¹ No obstant, a la societat es comú utilitzar el terme "Gastrocnemis curts" essent freqüent de totes les edats i afectant a més de la meitat de la població adulta,² més freqüentment a dones.¹ Sent la responsable d'alteracions a distància, de forma aïllada o en associació.³

Els estiraments són emprats amb freqüència com a tractament conservador. Per trobar resposta a si estirar o no estirar i en el cas de fer-ho, com s'ha de fer parlarem sobre el seu ús en aquesta revisió bibliogràfica.

1.1 ANATOMIA GENERAL DEL MÚSCUL TRÍCEPS SURAL

AM Dalmau, J Vega i P Golanó⁴ defineixen el múscul tríceps sural com el múscul del compartiment posterior superficial de la cama, constituït pels músculs gastrocnemi, soli i plantar. La unió distal dels músculs gastrocnemi i soli formant el tendó més llarg i potent del cos humà,^{5,6} el tendó del Calcani⁷ o tendó d'Aquil·les. El múscul plantar es troba en més d'un 90% de la població i pot ésser associat aquest grup muscular i contribuir a la formació del tendó del calcani.⁴

1.1.1 Múscul gastrocnemi

El múscul gastrocnemi està compost per dos caps (medial i lateral) que s'insereixen proximalment en la regió posterosuperior del còndil femoral corresponent.^{4,5,6}

L'origen del cap medial del múscul gastrocnemi es troba a la cara poplítica de la epífisis distal del fèmur. El cap lateral del múscul gastrocnemi s'origina a través d'un tendó en una fosa situada posterior al epicòndil lateral i proximal a la inserció del tendó del múscul popliti, en la línia supracondilea lateral.

Els cossos musculars dels caps anteriorment nombrats acaben sobre la cara posterior d'una àmplia làmina tendinosa o aponeurosis que ocupa pràcticament tota la cara anterior del cos muscular corresponent. A nivell de la regió mitja de la cama aquesta aponeurosis es reuneix amb la làmina tendinosa del múscul soli per formar distalment el tendó del calcani.⁴

1.1.2 Múscul plantaris

Aquest múscul corresponent al compartiment posterior superficial de la cama, és absent en un 6-8% de la població.⁴ S'origina proximalment per sobre del còndil lateral, en la línia supracondílica lateral, proximal i medialment al cap lateral del múscul gastrocnemi. Al nivell de l'origen muscular del múscul soli, el ventre muscular finalitza en un llarg tendó aplanat i prim que descendeix per la cama situat entre els ventres musculars dels gastrocnemis i soli plantar fins arribar a la vora medial del tendó del calcani, zona més freqüent d'inserció.⁴

1.1.3 Múscul soli

El múscul soli constitueix el tercer component del múscul tríceps sural, juntament amb el cap medial i el cap lateral del múscul gastrocnemi. És un múscul voluminós i ample situat profund al múscul gastrocnemi i múscul plantar, i situat superficial als músculs del compartiment posterior profund com són el múscul tibial posterior, el flexor llarg dels dits i el flexor llarg del primer dit, als quals cobreix en gran part del seu recorregut.⁴

Els seus orígens poden agrupar-se tant peroneal com tibularment. L'origen en el peroné és a la cara posterior del cap del peroné i en el quart superior a la seva diàfisis. L'origen tibial es realitza en el llavi inferior de la línia del soli, situada en el terç superior de la cara posterior de la tibia.

Aquests orígens, realitzats mitjançant fibres tendinoses, es fusionen distalment formant un arc fibrós anomenat arc tendinós del soli, el qual permet el pas del nervi tibial, arteria tibial posterior i venes acompanyants cap al compartiment posterior profund.^{4,5,6}

Les fibres musculars originades en la cara posterior descendeixen en sentit convergent i acaben en la cara anterior i en les vores d'una làmina tendinosa anomenada làmina d'inserció que s'expandeix proximalment per la cara posterior del cos muscular, es va fent estreta gradualment fins unir-se a la beina tendinosa procedent del múscul gastrocnemi i formant el tendó del calcani.⁴

1.1.4 Tendó calcani

El tendó del calcani és el resultat de la unió dels músculs gastrocnemis i soli i podria tenir una contribució del múscul plantar.¹ És el tendó més llarg i fort del cos humà podent arribar als 2'5 cm de diàmetre i aproximadament uns 15 cm de longitud.^{4,5,6} (Fig.1.1.1)

Després de la unió de la làmina tendinosa del múscul gastrocnemi al soli, es forma el tendó del calcani, aproximadament en la part medial de la cama.

És un tendó ample en el seu origen, i es va fent estret a mesura que descendeix, fins arribar a la seva mínima amplada a nivell de la articulació tibiotarsiana resultat de la rotació de les seves fibres per després fer-se ample de nou i fixar-se en el calcani; localitzant a nivell de la seva inserció en la cara posterior la bursa retrocalcània, la qual afavoreix el lliscament del tendó.⁸

1.1.5 Vascularització i innervació

Les arteries i les venes, una per cada cap muscular, provenen de la cara posterior de l'arteria i de les venes poplíties.

La innervació del tríceps sural ve donada per branques procedents del nervi tibial, aquest proporciona diferents branques d'innervació motora a nivell de la zona poplítia.⁴

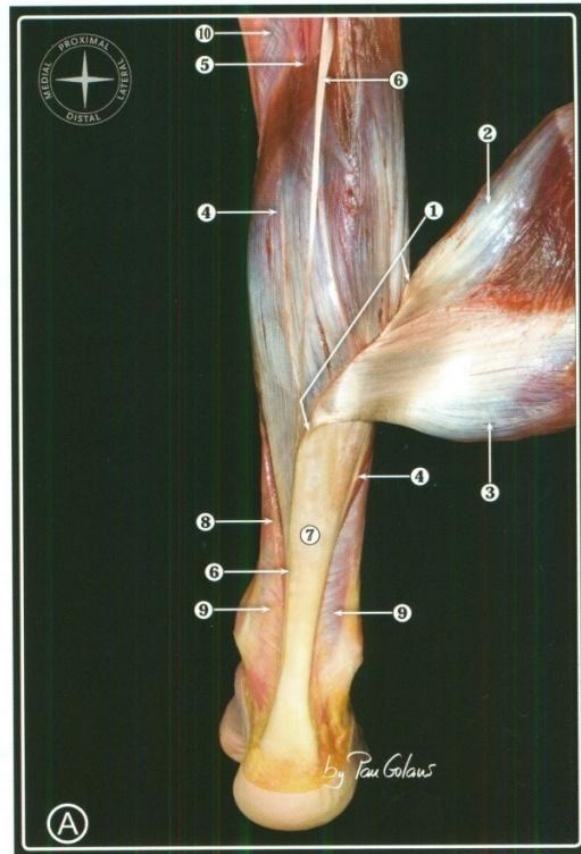


Figura 1.1.1 Visió posterior de la cama. 1.Insercció de l'aponeusis del gastrocnemi en el múscul soli. 2. Cap lateral del múscul gastrocnemi. 3. Cap medial del múscul gastrocnemi. 4.Múscul soli. 5.Arc tendinós del múscul soli. 6.Múscul plantar. 7. Tendó Calcani. 8. Septe intermuscular medial. 9.Fascia crural profunda. 10.Múscul popliti (Font: GOLANO,P., 2012. Anatomia General y quirúrgica del músculo tríceps sural. En:Gastrocnemios Cortos. De la anatomia al tratamiento.pág.51)

1.2 FISIOLOGIA I BIOMECÀNICA DEL COMPLEX TRÍCEPS SURAL EN LA LOCOMOCIÓ

1.2.1 Fisiologia

Kirby K.A et al ⁹ asseguren que el complex gastrocnemi-soli (CGS) és el més potent i important de la cama, exposen que degut a la localització del tendó del calcani respecte l'eix de l'articulació del turmell i de l'articulació subtalar (AST), el CGS és capaç de realitzar moltes funcions importants pel peu i l'extremitat inferior.

Com el tendó del calcani és posterior a l'eix de l'articulació del turmell, la força de tracció activa i/o passiva del tendó que actua en la seva inserció en la cara posterior del calcani, causarà un moment plantarflexor que capacita al CGS per desaccelerar la dorsiflexió de l'articulació del turmell, accelerar la seva

plantarflexió o estabilitzar-la enfront als moments dorsiflexors d'aquesta articulació. El tendó del calcani passa medial a l'eix de l'AST quan s'insereix a la cara posterior del calcani, la força de tracció activa i/o passiva del tendó provoca un moment supinador que habilita al CGS a descelerar la pronació de l'articulació subtalar, accelerar la seva supinació o estabilitzar-la enfront als moments pronadors de l'articulació subtalar.²

Degut a les seves accions a nivell de l'articulació del turmell i l'articulació subtalar, la contracció del tríceps sural en cadena cinètica oberta, on la força de reacció del terra (FRT) no té influència, no només plantiflexionarà l'articulació del turmell sinó que també posarà en posició supina l'articulació subtalar. Per altra banda, en una situació de càrrega, en cadena cinètica tancada, on la influència de la FRT actuant en la planta del peu és molt important, les verdaderes funcions mecàniques del complex gastrocnemi-soli són més complexes, ja que l'augment de la força de tracció en el tendó del calcani augmenta la magnitud de la FRT que actua sobre la cara plantar de l'avantpeu motiu que també provocarà un canvi dels moments de l'articulació subtalar.²

Root, M.L et al¹⁰ han proporcionat una llista de funcions durant la locomoció comprensible,² descrivint set funcions pel múscul gastrocnemi durant la locomoció: 1) Mantenir la tensió de flexió en el genoll mentre que aquesta s'expandeix des del període de contacte tardà fins el període de recolzament total tardà. Contribuint d'aquesta manera a una extensió de genoll suau en preparació de la elevació del taló; 2) Estabilitzar el genoll i evitar la hiperextensió del mateix durant la locomoció; 3) Ajudar als músculs tibial posterior i soli amb la desacceleració de la rotació interna de la extremitat inferior al final del període de contacte. Aturant la rotació interna del fèmur quan el tibial posterior i el soli detenen la rotació interna de la tibia; D'aquesta manera evita una torçada que es desenvoluparia a l'articulació del genoll quan la rotació interna de la cama és desaccelerada; 4) Rotar externament el fèmur i ajudar als músculs tibial anterior, soli i flexors digitals llargs en el desenvolupament de la supinació de l'articulació subtalar i la rotació externa de l'extremitat inferior durant els períodes de recolzament total i etapa inicial del període propulsiu; 5) Flexionar el genoll, elevat d'aquesta manera el taló per

iniciar la propulsió; 6) Continuar flexionant el genoll durant la primera meitat del període propulsiu, que ajuda a evitar el contacte dels dits amb el terra durant la fase d'oscil·lació de la marxa; 7) Ajudar a altres músculs que posin en posició supina l'articulació subtalar i mig tarsiana i roten la cama externament durant el període propulsiu.¹⁰

Root, et al¹⁰ també descriuen cinc funcions del múscul soli: 1) Estabilitzar l'aspecte lateral de l'avantpeu contra el terra durant el període de contacte tardà i durant tot el període de recolzament total de la fase de recolzament de la marxa; 2) Ajudar als músculs tibial posterior i gastrocnemi en la desacceleració de la pronació de l'articulació subtalar i rotació interna de la cama al final del període de contacte; 3) Descelerar la flexió de genoll al final del període de contacte, amb l'ajuda del tibial posterior; 4) Expandir el genoll durant el període de recolzament total mitjançant la desceleració de l'avançament de la tibia amb l'ajuda dels músculs tibial posterior, flexor llarg del primer dit i flexor llarg dels dits; 5) Contribuir a l'elevació del taló durant la propulsió mitjançant la detenció de la dorsiflexió de l'articulació del turmell quan descelera l'avançament de la tibia.¹⁰

1.2.2 Biomecànica

La marxa fisiològica normal necessita 10 ° de flexió dorsal del turmell en el moment d'elevació del taló, quan el genoll està en una posició d'extensió per assegurar una translació suau del centre de massa corporal sobre el peu, sense cap compensació en la marxa i 20 ° de flexió plantar. La locomoció es caracteritza per l'alternança de la cadena cinemàtica del membre inferior (cadena cinètica oberta i cadena cinètica tancada).^{1,2,10}

Això influeix sobre l'acció dels músculs fent variar el seu punt de suport, que des de proximal en cadena oberta (la retracció de la musculatura posterior de la cama produeix l'equí del peu) passa a distal en cadena tancada (la retracció frena l'avanç fisiològic de la tibia quan el peu és a terra).

La retracció d'aquesta musculatura és responsable d'un equí que altera totes les fases de la marxa i en particular la fase de recolzament, al pertorbar la contracció excèntrica de frenada el pas s'escurça i la velocitat de la marxa

disminueix. La fase de propulsió perd potència per alteració de la contracció excèntrica.¹

Aquest equí pertorba el desenvolupament del segon pivot de la marxa a nivell de l'articulació del turmell i transfereix la càrrega generalment sobre les estructures distals. D'aquesta manera, retropeu i migpeu compensaran aquest equí mitjançant una pronació subastragalina augmentada i una sobrecàrrega de l'arc medial i de l'avantpeu.¹

Al mateix temps, l'articulació transversa del tars (Chopart) perd la seva capacitat de bloqueig i es deixa forçar en flexió dorsal al migpeu. A nivell proximal, la retracció pertorbarà l'extensió del genoll i del maluc. Aquests errors es compensen mitjançant una rotació de la pelvis augmentada per la flexió del maluc i la rotació externa del membre inferior.

La hiperlordosi lumbar i el recurvatum del genoll també són mitjans de compensació. Això alterarà la propulsió normal amb un increment del treball muscular i una major fatiga.

Un dels efectes mecànics més importants de l'augment de la força de tracció del tendó del calcani, resultat de l'activitat contràctil del complex gastrocnemi-soli, és el de provocar un augment de la força de tracció en la fàscia plantar i els lligaments plantars durant les activitats en càrrega.¹

1.3 CONSEQÜÈNCIES DE LA RETRACCIÓ DEL TRÍCEPS SURAL

Degut a la força i mesura considerable del complex gastrocnemi-soli, qualsevol debilitat o tensió excessiva d'aquests músculs poden causar defectes significatius en la marxa i patologia dolorosa en el peu i l'extremitat inferior.¹

Des de principis del segle XX s'han descrit nombroses tècniques pel tractament de la contractura del tríceps sural, amb l'objectiu d'elongar-ho. No obstant, fins principis de l'any 2000 que l'interès per l'anatomia del múscul tríceps sural adquireix major rellevància, degut al recolzament d'autors com Kowalski, DiGovanni, Samuel, Barouk, et al^{2,3} que manifesten l'associació de patologies del migeu, avantpeu, tendinopatia aquil·lea, metatarsàlgies, fascitis plantar, úlceres plantars en pacients diabètics, hallux valgus, hallux rigidus, lesió

degenerativa del tendó del tibial posterior amb peu pla valg secundari, sinovitis metatarsalàngica deformitats digitals, etc. a la contractura dels gastrocnemis.^{2,3}

Les deformitats en equí poden causar varies compensacions en la marxa. La compensació més comú és una elevació prematura del taló durant la deambulació deguda a la limitació de la dorsiflexió normal de l'articulació del turmell, a una velocitat de marxa normal, l'elevació del taló és just abans del contacte del taló del peu oposat. Altres compensacions en la marxa menys comuns són la longitud de pas, on és veurà més escurçada o caminar amb un angle de marxa més abducte.¹¹

Altres compensacions del turmell molt importants que poden aparèixer amb un equinisme és la pronació excessiva de l'articulació subtalar i de l'articulació mig tarsiana. L'explicació biomecànica és que l'augment de la força de càrrega sobre els caps metatarsals en l'última meitat de la fase de recolzament, que succeeix amb l'equinisme, tendirà a provocar que l'avantpeu dorsiflexioni sobre el retopeu.

L'increment de la tensió en el tendó del Calcani que observem en una retracció del tríceps sural tendeix a causar un moment plantiflexor a nivell de l'eix de l'articulació del turmell que provocarà la plantiflexió de l'articulació del turmell i elevar-la del terra i/o un moment pronador a nivell de l'eix oblic de l'articulació mig tarsiana que tendirà a fer plantiflexionar el retopeu sobre l'avantpeu i causarà un aplanament de l'arc longitudinal medial.¹¹

Maestro et al ² citen a Silfverskiöld el qual va ésser un dels primers autors en distingir que la contractura dels gastrocnemis és un possible factor que contribueix a les condicions del retopeu i l'avantpeu.²

En el cas del retopeu, si l'avanç de la tibia que acciona el segon pivot representat pel turmell és controla malament o és bloquejat per la retracció, les articulacions subjacents són les que han de garantir aquest moviment. Així, el peu fix al terra es forçarà en pronació a nivell del complex articular de l'articulació subastragalina i mig tarsiana. Com a resultat, es produeix una

sobrecàrrega dels lligaments medials, la tendinopatia del tibial posterior pot conduir a un peu pla valg secundari.²

Progressivament el calcani bascula en valg i iniciarà un procés evolutiu subjecte a la gravetat. El migpeu al horizontalitzar-se fa perdre potència al múscul peroneal lateral llarg, el que pertorba el bloqueig del primer radi contra el segon, en el moment de la inversió del peu en la fase de propulsió. Com a resultat, el peu s'aplana i perd capacitat de propulsió.²

El valg produeix distensió del peroneal curt, que és un múscul essencial en l'equilibri. El recorregut del calcani sota l'astràgal és més important durant el pas posterior (en var); el peroneal curt pot no satisfer la demanda; com a resultat, es produeix una inestabilitat i una predisposició suplementària als esquinços.²

En l'avantpeu la retracció del complexa tríceps sural provoca una sobrecàrrega de l'avantpeu per una caiguda al terra més ràpida. Això fa que apareguin metatarsàlgies en l'edat adulta. Les urpes dels dits fan perdre la funció de suport pulpar i provoquen que els caps metatarsals plantiflexionin, el que agreuja la metatarsàlgia.^{2,3}

A nivell de l'estàtica i de l'equilibri corporal el valg del retropeu es acompanyat d'una rotació interna del membre inferior. D'aquí la convergència de les ròtules i la predisposició al síndrome d'hiperpressió extern per augment de l'angle Q del sistema muscular quadricipital.^{2,3}

Aquest valg, per mitjà de la convergència interna de les ròtules, comporta una hiperlordosi que predisposa, en l'edat adulta, a una sobrecàrrega del pilar posterior de la columna. Tot això, suposa dolors referits en els membres.

A més, sobretot quan hi ha una retracció dels isquiotibials que acompanya la del complexa tríceps sural, s'ha observat un desplaçament cap a la zona anterior del pla escapular en relació al pla gluti . Això és el que afavoreix la hiperlordosi compensatòria .^{2,3}

1.4 DIAGNÒSTIC

La deformitat en equí pot ésser causada per un augment en la tensió muscular o per una estructura anòmal dels ossos de l'articulació del turmell. K.A Kirby¹¹ cita que Sgarlato va definir la deformitat en equí com una alteració on existien menys de 10° d'amplitud de dorsiflexió en l'articulació del turmell amb l'articulació subtalar neutra. També va classificar aquesta deformitat en no compensada, parcialment compensada o totalment compensada.¹¹

El diagnòstic de retracció dels gastrocnemis, té un element essencial: El signe de Silfverskiöld.² Podem dir que existeix una retracció dels gastrocnemis quan:

- La flexió dorsal passiva del turmell és negativa o igual a 0° amb extensió de genoll fent una pressió moderada a l'avantpeu.
- Normalització de la flexió dorsal quan el genoll està en flexió. No obstant, també haurem de mirar la musculatura anterior, com el tibial anterior, flexor curt dels dits, entre altres, la qual possiblement observarem hipotònica.^{1,3}

L' examinador ha de fer tot el possible per evitar una contracció activa dels dorsiflexors del peu com és el tibial anterior, ja que la contracció d'aquests pot falsejar el resultat de la exploració. Per evitar això, podem fer l'examen mantenint al pacient en una postura de decúbit pro o inclús podem col·locar al pacient en decúbit supí, sempre i quan intentant la relaxació del pacient per evitar contraccions actives que ens impedeixin obtenir uns resultats verídics reals.³

Altres autors com Kawolski, et al ² prefereixen l'exploració d'aquest complex amb el pacient assegut, així tant el tronc, les cuixes i les cames es posicionen en angle recte. Argumentant que si el pacient es tomba, relaxa les fàscies posteriors, de manera que pot reflectir un valor menor del possible equí.²

En posició asseguda, per tant, es pren l'avantpeu suaument entre els dits d'una mà, s'imprimeix un lleuger var al retropeu per evitar falsos negatius i s'empeny lleugerament el peu en flexió dorsal mentre es manté el genoll estès.(Fig. 1.4.1)

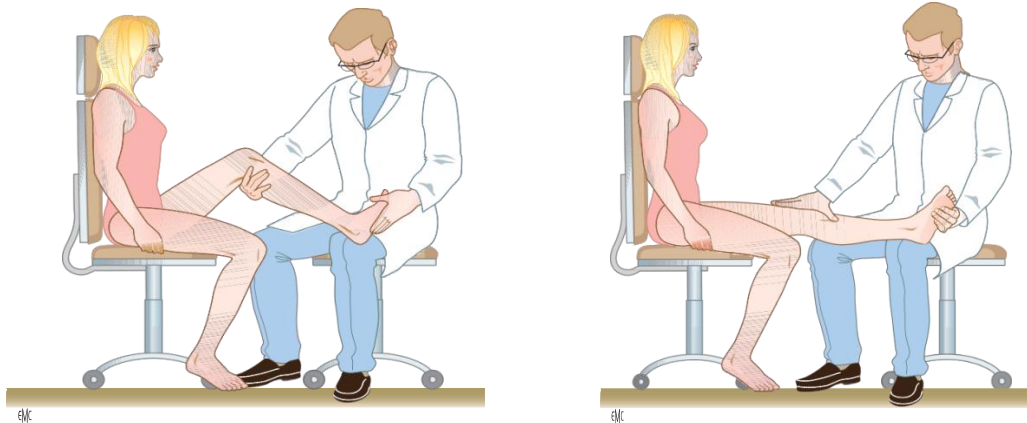


Figura 1.4.1. Prova Silfverskiöld realitzada segons Kawolski en posició de sedestació (Font: Maestro M, Kowalski C, Ferre B, Bonnel F. Músculos gastrocnemios cortos. EMC - Podología 2013;15(4):1-17.)

Kirby K.A.¹¹ a més a més d'aquest mètode exposa un altre complementari per valorar la dorsiflexió de l'articulació del turmell, aquest cop, amb l'ajuda del pacient, fent contraure el grup muscular anterior, mentre es pressiona sobre la planta del seu peu. Amb això, l'autor assegura que la dorsiflexió de l'articulació del turmell augmentarà de 5° a 15° si és comparada sense aquesta ajuda, en funció de la força relativa del grup muscular anterior.¹¹

1.5 TRACTAMENT

S'han descrit múltiples procediments quirúrgics per tractar la contractura dels músculs gastrocnemis i soli. No obstant, aquesta revisió bibliogràfica no pretén conèixer l'anatomia quirúrgica i les diferents tècniques d'alliberament quirúrgic dels gastrocnemis, sinó descriure els estiraments com a mètode de desenvolupament de la flexibilitat en el tríceps sural.

1.5.1 Els estiraments com a mètode de desenvolupament de la flexibilitat

Els estiraments els podem definir com una tècnica mitjançant la qual podem aconseguir un condicionament físic del nostre sistema musculoesquelètic, mantenint l'elasticitat dels teixits guanyant mobilitat articular i flexibilitat.^{1,6}

1.5.1.1 La Flexibilitat

La flexibilitat és una qualitat física complementària, conjuntament amb la coordinació són les qualitats que possibiliten la preservació de l'amplitud de moviment i una major economia gestual. Dintre de les qualitats físiques

bàsiques trobem la força, la resistència i la velocitat, que depenen del treball de la contracció muscular i de la energia necessària per aquest treball. ^{6,12}
(Fig.1.5.1.1.1)

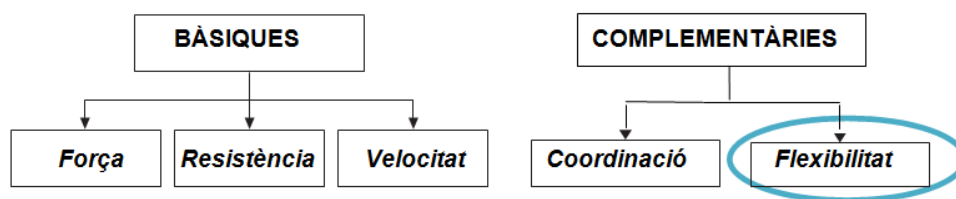


Figura 1.5.1.1.1 Qualitats físiques. (Font: Elaboració pròpia(E.P))

El terme flexibilitat prové etimològicament del llatí flectere: corbar, plegar i bilix: capacitat. Segons el diccionari de la Reial Acadèmia Espanyola es defineix com "la capacitat de doblegar fàcilment". ¹³

La flexibilitat és una qualitat física de gran importància ja que accions del cos humà depenen d'ella. És la capacitat d'un individu per executar moviments de determinada amplitud. Actualment, s'entén com un concepte integrador, compost per la unitat entre la mobilitat articular i la elasticitat muscular. ^{3,12,14}

La mobilitat articular és la capacitat per desplaçar un segment o part del cos dintre d'un arc de recorregut el més ampli possible, mantenint la integritat de les estructures anatòmiques implicades. ^{3,12,14}

La elasticitat, és la capacitat d'un cos per recuperar la seva forma o posició original un cop finalitza la força externa que la deformat. Aquesta qualitat s'atribueix sobretot als músculs i en menor mesura als tendons. ^{12,14}

Hi ha diversos factors que incideixen en la flexibilitat, com ara factors anatòmics, factors fisiològics, entre altres com: l'edat; el sexe; la temperatura; l'escalfament; l'hora del dia; el treball habitual i els costums socials; l'equilibri muscular; l'estrès i la tensió muscular. ¹⁵

1.5.1.2 Unitat Musculotendinosa

Per poder entendre com incideix l'aplicació d'una modalitat o altre d'estirament, s'ha de considerar la unitat musculotendinosa com una estructura que posseeix un component sensitiu i un altre component mecànic, ambdós components marcaran el seu comportament. ¹²

Primerament, en relació al component sensitiu descrivim els fusos neuromusculars i l'òrgan tendinós de Golgi. Segons siguin les característiques de l'estirament, en quant a intensitat i durada, s'activarà el reflex que ajuda a controlar la funció muscular.^{12,14}

1.5.1.2.1 Reflex d'estirament miotàctic

El reflex d'estirament miotàctic preveu que el múscul sigui estirat amb massa magnitud i velocitat protegint així l'articulació de lesions.^{16,17}

Aquest reflex s'inicia quan el múscul és estirat, donant com a resposta una contracció del múscul agonista estirat. Ho fa mitjançant els fusos neuromusculars (FNM) compostos per fibres anomenades intrafusals localitzades en el ventre muscular. Actuen com a receptors ja que aquest són sensibles als canvis de longitud i velocitat amb la que es produeixen aquests canvis de longitud i activen una motoneurona alfa que es troba en la medul·la espinal que és la responsable d'activar aquest reflex.^{12,14,16,17}

És a dir, quan un múscul s'estira, les fibres intrafusals també s'allarguen, tot provocant una estimulació de les terminacions de fibres sensibles de conducció ràpida. Els impulsos nerviosos arriben a la medul·la espinal per les neurones aferents i fan sinapsis amb les gran neurones motores alfa situades en les astes grises anteriors de la medul·la espinal. A continuació els impulsos nerviosos passen pels nervis motors eferents i estimulen les fibres musculars extrafusals i el múscul es contrau.

Aquesta reacció té dues manifestacions, el reflex fàsic i el tònic. L'exemple més clar del reflex fàsic és el reflex d'estirament del tendó ròtula, anomenat també reflex rotular. L'altre tipus, anomenat tònic o estàtic, controla la reacció de la postura, com es el cas de la contracció del tríceps sural per corregir el desplaçament excessiu del centre de gravetat quan estem dempeus.¹⁵

1.5.1.2.2 Inhibició recíproca

Un múscul només té la capacitat per si sol de contraure's i per això, el cos humà disposa d'una actuació muscular per parelles, amb la qual cosa quan un múscul es contrau (agonista), els múscul oposats s'inhibeixen neurològicament,

es a dir, es relaxen (antagonistes). Aquesta actuació coordinada entre els músculs agonistes i antagonistes s'anomena inhibició recíproca. La coordinació entre els músculs agonistes i antagonistes serà més important en moviments que es realitzin en condicions dinàmiques o a una velocitat alta.¹⁵

1.5.1.2.3 Reflex miotàctic invers o inhibició autògena

Quan la intensitat de l'estirament sobre el tendó excedeix un determinat punt crític s'inhibeix el múscul antagonista, via les motoneurons alfa inhibidores produint el reflex miotàctic invers, tenint com a receptors sensorials els òrgans tendinosos de Golgi (OGT), localitzats en els tendons, els quals són estimulats quan es produeix un augment de tensió a nivell muscular i tendinós, informant a la motoneurona alfa i responent inhibint l'antagonista, relaxant-ho o finalitzant la contracció, que és l'anomenada autoinhibició o inhibició autògena.^{12,14,16,17}

Aquests receptors actuen com inhibidors, a diferència dels fusos muscular, que eren excitadors. Tenen un llindar molt més alt que els fusos i a més, les tensions regulars o moderades no els estimulen. Per que es produeixi un estímul d'inhibició cal que l'estirament sigui fort.

Els OGT constitueixen un veritable dispositiu de seguretat per prevenir lesions en els tendons i el múscul. Aquest fenomen es pot sentir quan intentem mantenir una posició d'estirament de tensió màxima, atès que de sobte desapareix la tensió i el múscul encara pot ser estirat una mica més.¹⁵

Per altra banda, en el component mecànic Neiger¹⁸ explica que la unitat musculotendinosa és una estructura heterogènia en la qual la part contràctil constitueix en realitat el motor muscular que produeix la força de tracció, i el teixit tendinós, situat als extrems, fa de transmissor de la força muscular a les palanques òssies articulades donant com a resultat la producció del moviment.¹⁸

Podríem considerar en l'organització del complex musculotendinós dos tipus bàsics de teixit: el teixit contràctil o fibra muscular i el teixit conjuntiu. El teixit conjuntiu s'estructura en capes que envolten les estructures tendinoses i musculars, de superficial a profunda tenim : L'epimisi; el perimisi; l'endomisi i el sarcolema.^{12,15,16} (Fig.1.5.1.2.1)

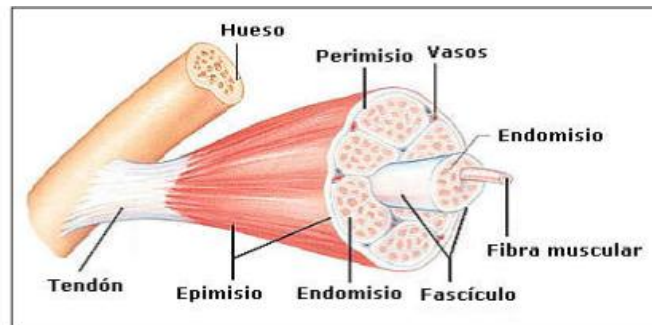


Figura 1.5.1.2.1 Unitat Musculotendinosa (Font: [Imatge en línia]. Disponible: <http://www.simbiotica.org> [Accés el 19 de febrer del 2014])

La funció del epimisi és bàsicament protectora i presenta una estructura conjuntiva més densa. El perimisi organitza el conjunt muscular en fascicles que donarà l'acció tridimensional a cada múscul. L'endomisi embolcat veu cada fibra muscular, i el sarcolema és una membrana conjuntiva més laxa que envolta les miofibril·les.¹²

La unitat funcional del múscul està representada pel sarcòmer, les miofibril·les presenten una disposició seriada de sarcòmers, i els sarcòmers contenen les proteïnes actina (filament prim) i miosina (filament gruixut) que interactuen i llisquen entre si, produint la contracció. L'estructura del sarcòmer es deforma de manera longitudinal i conté unes proteïnes estructurals que mantenen la seva integritat: la titina (relaciona la miosina amb la línia Z, és l'element elàstic del sarcòmer), la desmina (relaciona les miofibril·les entre si) i la nebulina (és la proteïna estructural de l'actina).^{12,16,17}

Aquest conjunt compost per diferents estructures relacionades, amb propietats contràctils i no contràctils, és envoltat per un líquid viscos, el sarcoplasma, que dona al múscul la capacitat de comportar-se durant l'acció dinàmica com un material viscoelàstic, propietat que s'expressa per la resistència interna a l'estirament.^{12,16,17}

La unitat musculotendinosa s'adapta al treball de la flexibilitat, produint miofibril·logènesis, és a dir, la creació de noves miofibril·les i de les fàscies que l'envolten com a resultat a llarg termini.¹²

1.6 APLICACIONS DELS ESTIRAMENTS

Els exercicis d'estirament s'han considerat un element essencial dels programes d'entrenament físic durant dècades. Les raons adduïdes per la seva posada en pràctica són molt diverses, el que ha motivat l'aparició de multitud de mètodes, depenent del problema que es pretén tractar.¹⁹ Existeixen un nombre elevat d'aplicacions dels estiraments, no obstant, no totes poden avalar uns resultats demostrables científicament.

1.6.1 Estirar com a forma d'augmentar l'amplitud de moviment articular

Totes les tècniques d'estiraments aconseguen augmentar l'amplitud de moviment articular.²⁰ Les raons d'aquesta millora en amplitud de moviment, no sembla ser el resultat d'un canvi estructural del múscul, sinó que, tal com diu Cometti²¹ citant els resultats de treballs de Wiemann i Magnusson, tot sembla residir en una progressiva elevació perifèrica i central de la tolerància al dolor produït per l'estirament, amb una conseqüent elevació de l'amplitud de moviment.

1.6.2 Estirar per disminuir la rigidesa muscular o resistència muscular de repòs a l'estirament

Va ser a partir de l'any 1975 on Dordel, basant-se en els experiments de Rampsey i Street amb fibres musculars aïllades de granota, que es relaciona als estiraments amb una disminució de la rigidesa muscular, entesa com una disminució de la resistència a l'estirament per part d'aquest.²⁰

En aquesta mateixa línia, Cometti²¹, citant un treball de Magnusson, exposa com en la realització d'una sessió d'estirament aïllada es va produir una disminució de la rigidesa muscular. No obstant això, aquest mateix autor comenta que aquest efecte desapareix després d'una hora de finalitzar l'estirament. A més, descriu com després d'una exposició continuada a estiraments, no van poder detectar canvis significatius en la rigidesa o comportament viscoelàstic del múscul.²⁰

1.6.3 Estirar per tractar desequilibris musculars

Calle Fuentes, et al²⁰ nombra a Wiemann K. el qual va descriure desequilibri muscular com la relació existent entre els parells de forces desenvolupats per

alguns grups de músculs dins un sistema determinat, que a partir d'una certa normalitat és potencialment patogènic dins d'aquest sistema.²⁰

La tendència a escurçar o afeblir d'alguns músculs semblava anar determinat pel tipus de fibra predominant, classificant els músculs en tòncics, amb predominança de fibres tipus I o de contracció lenta i funció principalment antigravitatòria o postural, i fàsics, amb predominança de fibres del tipus II o de contracció ràpida i amb una funció més dinàmica. Els músculs tòncics tendien a escurçar, havent de ser tractats amb estiraments, i els fàsics a afeblir-se, havent de ser tractats mitjançant exercicis d'enfortiment.

Però, els estudis histològics realitzats amb biòpsies musculars no permeten sustentar aquesta teòrica distribució del funcionament muscular a partir del tipus de fibra muscular predominant.²⁰

1.6.4 Estirar com a forma d'augmentar la longitud muscular

Quan s'ha volgut donar un suport científic a la hipòtesi que estirar el múscul pot augmentar la longitud d'aquest, s'ha recorregut principalment a les conclusions dels experiments amb animals realitzats per Tabary i col·laboradors i Golspink i col·laboradors. Aquests autors van observar un augment o una disminució de la longitud de les fibres musculars després d'exposar l'extremitat d'un animal a un estirament o escurçament continu durant llargs períodes de temps. Aquest augment o disminució de la longitud muscular era conseqüència de canvis en la longitud de les fibres musculars i un augment del nombre de sarcòmers en sèrie.²⁰

En experiments similars, com el d'Antonio i Gonyea, es va observar que en el cas d'un allargament continuat, a més de l'augment en la longitud de les fibres musculars existia una hipertròfia i hiperplàsia muscular. Ateses les característiques d'aquests experiments les possibilitats de realització en humans eren difícils. No obstant, s'han extrapolat aquestes dades a humans, suposant resultats similars si el múscul s'exposa a estiraments continus.²⁰

1.6.5 Estirar per disminuir el to muscular

El to muscular és la tensió bàsica fisiològica existent entre els punts d'inserció del múscul en un estat d'inactivitat neuromuscular voluntari.²²

Els mecanismes involucrats en l'origen del to muscular s'han de buscar en els denominats factors biofísics: propietats del teixit conjuntiu muscular, localització anatòmica del múscul, quantitat de líquid present en els compartiments intra i extracel·lulars, estatus energètic del sarcòmer, etc. Per tant, de buscar una modificació del to muscular després d'un estirament hauríem indagar, més bé, a un nivell miogènic que neurogènic.²⁰

1.6.6 Estirar per optimitzar la recuperació muscular

Els estiraments són considerats per alguns autors com una forma d'accelerar la regeneració fisiològica després de la realització d'una activitat física. Un subjecte es regenera quan es recuperen les reserves energètiques del sistema activat, i els productes metabòlics nocius de rebuig s'eliminen de manera que és possible una nova càrrega de treball a un alt nivell de sol·licitació.²⁰

1.6.7 Estirar per evitar l'aparició d'agulletes o molèsties musculars d'aparició demorada

Els estiraments suaus han demostrat ser eficaços en músculs que pateixen molèsties musculars d'aparició demorada i després de ruptures musculars lleus. La raó d'això sembla consistir en que l'estirament suau és traduït com un estímul fisiològic en el procés de reparació del teixit muscular lesionat; havent de ser aquests estiraments poc intensos, sobretot en la fase proliferativa d'aquest procés. S'ha de tenir cura i no realitzar l'estirament intens ja que podria elevar la intensitat d'aquestes molèsties musculars d'aparició moderada.²³

1.6.8. Prevenir lesions musculotendinoses

L'estirament muscular ha estat considerat com un mètode efectiu a l'hora de prevenir lesions en músculs i tendons com a conseqüència de l'activitat física, però, fins ara no s'han trobat proves concloents que ho demostrin.^{20,23,24}

1.6.9 Estirar com a preparació de la musculatura per a l'activitat físico-esportiva

No hi ha cap prova concloent que connecti la realització d'estiraments amb un major rendiment esportiu, però, molts esportistes d'elit aconseguen grans èxits amb la seva utilització.²³

Una de les raons més adduïdes per a la utilització dels estiraments en la fase d'escalfament és la de preparar a la musculatura augmentant el consum d'oxigen i la temperatura, amb una conseqüent millor disponibilitat per al rendiment.^{20,23}

1.7 CLASSIFICACIÓ DELS ESTIRAMENTS

Moras, G¹⁵ va realitzar a la seva tesis la classificació dels estiraments basant-se en tres de les variables que condicionen el seu resultat: presència o absència de moviment, causes que el provoquen i velocitat del moviment.

Es descriuen dos tipus d'estiraments: l'estirament estàtic i l'estirament dinàmic. Tenint en compte que ambdós es podrien combinar, considerant l'estirament mixt.¹⁵

Es descriuen dos tipus bàsics de flexibilitat: La flexibilitat estàtica referida a l'amplitud de moviment en una o diverses articulacions, sense posar èmfasi en la velocitat del moviment, i la dinàmica que correspon a la capacitat d'amplitud de moviment en una articulació durant la realització d'una activitat física; els moviments realitzats amb molta acceleració reben la denominació d'estirament cinètic o balístic.¹⁵ (Fig.1.7.1)

Així mateix, cal diferenciar l'amplitud de moviment passiu realitzat amb l'ajut d'una força externa (gravetat, ajut d'un terapeuta o aparells de tracció) i l'estirament actiu, en el qual el subjecte assoleix el seu objectiu mitjançant la contracció de la musculatura que produeix el moviment d'una forma natural. Els moviments dinàmics, a més a més, es poden fer amb una amplitud de moviment cinètica utilitzant la inèrcia de les masses corporals per aconseguir l'estirament. La diferència entre actiu i cinètic està en l'acceleració del moviment.¹⁵

Dins dels moviments passius, cal diferenciar la realització relaxada del moviment, que treballa dins dels límits articulars normals, i la forçada, en la

qual es traspassen aquests límits de treball. En aquest últim, cal que existeixi una bona comunicació entre persona manipulada i persona que manipula.¹⁵

D'altra banda, els moviments actius poden ser lliures quan el moviment es realitza per la força de contracció muscular; assistits, quan a més hi ha l'ajut d'una força externa, i resistits quan el moviment actiu es realitza contra la força d'una resistència externa.¹⁵ (Fig.1.7.2)

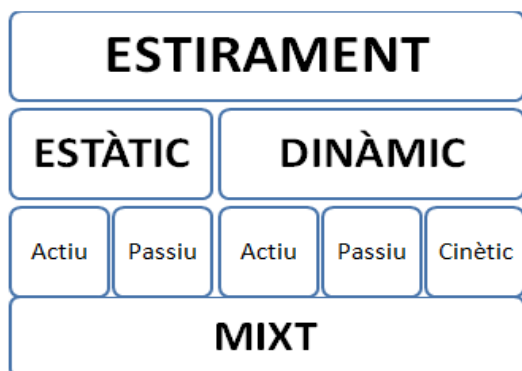


Figura 1.7.1 Tipus d'estirament. (Font: E.P)

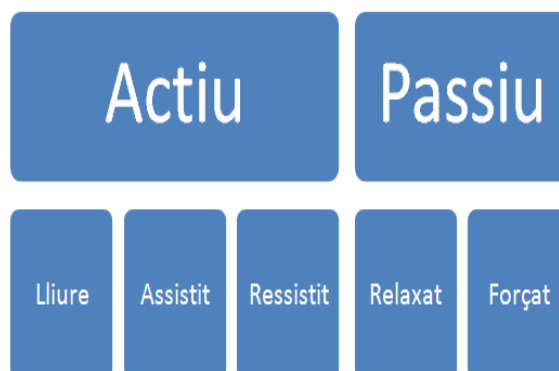


Figura 1.7.2 Tipus de realització de l'estirament. (Font: E.P)

1.7.1 Estirament estàtic

L'estirament estàtic consisteix en portar una o varies articulacions a la màxima amplitud de moviment mitjançant un recorregut lent per l'arc de moviment articular fins arribar a la posició d'estirament final que es manté un cert temps.^{15,25}

1.7.1.1 Estirament estàtic passiu

La posició articular es realitza a través d'una força externa a l'individu. Aquest es pot realitzar mitjançant diferents moviments; passius relaxats amb l'ajuda de la gravetat (sense contracció muscular voluntària), passius forçats amb l'ajuda d'una força externa (terapeuta o maquinària).^{24,25,26,27} (Annex 1)

1.7.1.2 Estàtic actiu

El subjecte arriba a la posició final d'estirament mitjançant la contracció de la musculatura que produeix el moviment d'una forma natural.²⁸

En l'estirament actiu el recorregut pot ser lliure quan es realitza per la força de la contracció de la musculatura antagonista, assistits, quan a més hi ha l'ajuda

d'una força externa o resistits quan el moviment actiu es realitza contra la força d'una resistència externa que s'oposa al moviment.^{28,29} (Annexos 2,3,4)

1.7.2 Estirament dinàmic (lent, ràpid o cinètic/balístic)

L'estirament dinàmic, correspon a la capacitat d'amplitud de moviment en una articulació durant la realització d'un moviment a velocitat mitja o accelerada.

Els objectius aconseguits amb la realització d'estiraments dinàmics depenen de la velocitat a la qual es realitzin, diferenciant-los en estiraments dinàmics lents i estiraments dinàmics amb velocitat ràpida o cinètics/balístics.^{27,28,29}

L'estirament dinàmic es pot considerar adequat si parlem d'entrenament específic i d'escalfament, però utilitzat amb poc control pot provocar dolor i microtraumatismes musculars. Quan un múscul s'estira amb rapidesa no hi ha temps per a l'adaptació i la flexibilitat permanent no es pot desenvolupar de manera òptima.¹⁵

Les altes velocitats generen moments angulars molt elevats que a vegades no es poden controlar, tot depassant la capacitat d'absorbir l'excés de tensió dels teixits que són estirats. Aquest fet pot provocar dolor i lesions.¹⁵

1.7.2.1 Dinàmic passiu

El moviment es realitza a partir d'una força externa a l'individu (l'acció de la gravetat o d'una persona que mou l'articulació en qüestió).¹⁵

1.7.2.2 Dinàmic actiu

El moviment s'aconsegueix a través de la contracció de la musculatura que mou l'articulació de l'individu que realitza l'estirament.

En els estiraments dinàmics, sobretot els actius i amb alta velocitat, el temps de manteniment de l'estirament és pràcticament nul, ja que es sotmet al múscul o grup muscular a estirament brusc i repetitiu.¹⁵

Les adaptacions obtingudes amb estiraments estàtics i dinàmics no seran les mateixes. Els estiraments dinàmics no permeten adaptacions ràpides dels teixits. Aquest tipus de moviments generen elevades tensions en els tendons, aponeurosis i fàscies i no permeten estirar en igual proporció el múscul que els mètodes estàtics, ja que afavoreixen la deformació estàtica recuperable del teixit.¹⁵

1.7.3 Estirament mixt

L' estirament mixt combina diferents tipus d'estiraments, de forma estàtica habitualment actius, ja que s'acostuma a utilitzar la contracció dels músculs que s'estan estirant o bé dels seus antagonistes.

Aquí trobem tècniques com la facilitació neuromuscular propioceptiva (PNF) d'Herma Kabat o la reeducació postural global (RPG) de Philippe Souchart.^{28,29}

1.7.3.1 Facilitació neuromuscular propioceptiva (FNP)

La FNP és una tècnica de tractament que va desenvolupar a final de la dècada de 1940 i principi de 1950 el neuròleg Herman Kabat i les fisioterapeutes Margaret Knott i Dorothy Voss.

Les tècniques FNP es basen en l'alternança de contraccions musculars i estiraments. Són molt variades, però les estratègies es basen a incloure combinacions de contraccions musculars isotòniques (concèntriques i excèntriques) i isomètriques, combinant-les amb estirament passiu, així relaxem el múscul i finalitzarem amb l'estirament passiu, aquest cop més pronunciat que l'estirament inicial. La tècnica tradicional de FNP realitza els estiraments amb moviments diagonals o espirals per així promoure la mobilitat en diferents plans de moviment.^{15,30}

1.7.3.2 Reeducació postural global (RPG)

La RPG és un mètode que va desenvolupar per primer cop Philippe Souchart a finals dels anys 80. És un mètode de teràpia manual caracteritzat en l'anàlisi minuciosos de la postura i morfologia del pacient, tractant el cos humà de forma global i simultània, atorgant al pacient un paper actiu en la seva recuperació, el qual permet un resultat més eficaç.³¹ Exercita els músculs amb contraccions isomètriques en una posició cada cop més excèntrica, combinant així el treball actiu i l'estirament.³¹

Els procediments respecte la inclusió o exclusió dels documents es van realitzar després de la lectura del títol i posteriorment del contingut disponible, com els resums dels articles. Es varen incloure publicacions científiques que fessin menció als efectes dels estiraments en la musculatura i tendons. Per a la recerca d'articles relacionats amb els efectes dels estiraments no es va tenir en compte la localització dels anomenats estiraments, per no excloure informació científica vàlida sobre aquests, però si es varen excloure aquells articles que parlaven de la deformitat en equí a causa d'espasticitat neurològica.

Per una recerca més exhaustiva, com a eines suplementàries addicionals, es va completar amb altres localitzacions:

- Electròniques: recursos electrònics del Centre de Recursos d'Aprenentatge i Investigació (CRAI) de la Universitat de Barcelona (UB) i de l'Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya (INEFC).
- En suport físic: revistes en suport físic de la Biblioteca del Campus de Bellvitge de la UB i de la biblioteca d' INEFC.

Es va continuar amb propostes de documents i bibliografia a partir de la literatura que s'identifica en les referències bibliogràfiques dels treballs (18 documents). On en aquest cas, els articles no es van limitar en data de publicació.

Es va realitzar una revisió sobre llibres de text associats a continguts d'estiraments, anatomia, fisiologia i biomecànica. Així com també de l'àmbit esportiu i dels exercicis físics relacionats amb la qualitat de vida, consultant un total de 21 llibres per la elaboració i complementació de l'anomenada revisió bibliogràfica.

4. RESULTATS I DISCUSSIONS

Per la realització d'aquesta revisió bibliogràfica es varen consultar un total de 65 documents, d'aquests 44 eren articles recuperats; 8 llibres d'estiraments; 3 llibres d'anatomia; 4 llibres de biomecànica de l'extremitat inferior; 3 llibres de fisiologia humana; 2 llibres de terminologia anatòmica i 1 tesis doctoral els quals van complir criteris d'inclusió per a aquesta revisió.

- Com avantatges i a favor de la realització d'estiraments pel tractament de la falta de flexibilitat del tríceps sural trobem autors com:

Kirby, K.A.^{1,9,11} exposa que l'equí de gastrocnemi adquirit pot ésser resultat de la insuficiència de la realització d'estiraments del múscul durant activitats diàries, també podent adquirir-se amb sedestacions prolongades, posicions en decúbit pro i l'ús de calçat de tacó alt durant la bipedestació estàtica i deambulació inclinant-se a produir una contractura adaptativa del complexa tríceps sural.¹ Aquest autor promou i defèn la realització d'estiraments suaus per la millora de la flexibilitat en el complexa tríceps sural retret, exposant que hi ha gran varietat de pautes dissenyades per augmentar la longitud en repòs de la unitat musculotendinosa afirmant que així pot haver-hi una funció més òptima de l'extremitat inferior durant la marxa.⁹ I que la realització d'estiraments s'ha mostrat molt eficaç en les lesions de tendó del calcani en els seus pacients. No obstant, Kirby, K.A no demostra les seves afirmacions, mancant suport científic en les declaracions.¹¹

Maestro M, Kowalski C, Ferre B, Bonnel F² durant 28 anys d'observacions clíniques descriuen que mitjançant exercicis d'estirament s'aconsegueix augmentar la flexió dorsal del turmell, però que de les moltes complicacions lligades a la contractura de la musculatura del tríceps sural existeixen poques publicacions d'informes de curació de trastorns mitjançant els estiraments, a excepció de les talàlgies. Argumenten que els estiraments causen una disminució de la força màxima i un augment de l'amplitud de moviment.

Escamilla L.E, Fernandez M^a, et al³² són a favor de la realització d'estiraments exposant que els músculs pateixen una tensió quotidiana, tant per la practica esportiva com pels hàbits de postura inadequats, essent d'important necessitat

la incorporació d'exercicis d'estirament com a rutina per millorar la mobilitat articular, alliberar els músculs de l'excés de tensió, prevenir els riscos de lesions i inclús afavorir la curació de possibles lesions ja instaurades. No obstant, els autors citats no demostren les conclusions fetes amb cap mena d'estudi científic.

Aquests autors exposen que els efectes dels estiraments augmenten el rendiment mecànic de l'activitat muscular, milloren la flexibilitat ja que incrementen la longitud muscular i que els estiraments controlats afavoreixen l'obtenció d'una cicatriu més sòlida i funcional amb una millor orientació de les seves fibres de col·lagen. També confirmen que la relaxació muscular per efecte de la pràctica d'estirament millora el sentit de la coordinació i el sentit propioceptiu, milloren el coneixement del cos, allibera el control del cos per la ment, elimina la tensió psicològica i millora la postura.³²

Escamilla L.E, Fernandez,M^a, et al ³² exposen que en el cas de retraccions musculars els estiraments són prioritaris, comentant que també és freqüent observar un dèficit de potenciació en la musculatura anterior de la cama.

Pacheco L i Garcia J.J¹² són partidaris de la realització d'estiraments afirmant que l'estirament és una tècnica que manté o millora l'amplitud de moviment en una articulació o en el seu conjunt, exposant que els estiraments modifiquen les propietats viscoelàstiques del tendó, de manera que l'estirament millora la facilitat amb la que un múscul es pot estirar, reduint la rigidesa. Aconsellen realitzar-los progressivament, sense produir dolor i respectant els períodes de recuperació necessaris perquè l'estructura musculotendinosa pugui fer les adaptacions necessàries.

Aquests autors defensen que la mobilitat articular s'ha de desenvolupar fins el punt d'aconseguir una tècnica gestual i una utilització eficaç de les capacitats motores, argumentant que el nivell de flexibilitat òptim és el que permet la execució eficient del moviment, disminueix el risc de lesionar-se i s'adapta a les característiques individuals de cada persona. Els autors anomenats son conscients de que un nivell de flexibilitat superior al desitjat, no suposarà cap millora en el desenvolupament o prevenció de lesions, podent inclús produir una amplitud de moviment resultant de la relaxació excessiva de les fibres

musculars, de la càpsula articular i dels lligaments, que afavoriran la possibilitat de que apareguin inestabilitats articulars¹².

Pedraza Mejías C i Martínez Cañadas³³ argumenten que els estiraments són molt efectius en el tractament de tendinopaties, ja que promouen la formació de col·lagen. A més a més, els autors citats asseguren que està demostrat que el mecanisme potencial per reduir el risc de lesions incrementant la flexibilitat és el canvi en les propietats viscoelàstiques de la unió del múscul i el tendó, comentant que podria ser atribuït a un canvi agut en la orientació de les fibres de col·lagen. Conclouen afirmant la positivitat en la realització dels estiraments ja que la realització d'aquests augmenta la elasticitat dels tendons.³³

Gimenez Ordax, G¹⁹ afirma que la realització d'estiraments combaten la tendència a l'augment de rigidesa de la musculatura del nostre organisme; milloren l'esquema corporal de l'individu i augmenten la flexibilitat muscular. També exposa en el seu article que la realització a llarg termini d'estiraments podria ajudar a prevenir lesions i millorar la funcionalitat de les extremitats inferiors. L'autora citada aconsella la realització dels estiraments com a mínim un cop a la setmana, però no demostra les seves afirmacions amb estudis, mancant suport científic en les seves declaracions.¹⁹

Kubo K, et al³⁴ amb un estudi realitzat l'any 2002 varen trobar que després d'un programa d'estiraments del tríceps sural, basat en dues sessions diàries durant 20 dies, realitzant 5 estiraments de 45 segons amb 15 segons de recuperació entra aquests, disminuïa la tensió del múscul tríceps sural, mentre que el grup control que no va estirar, no mostrava diferències significatives.³⁴

Bybeea, RF, et al³⁵ realitzant un estudi per voler comparar els resultats de guany d'amplitud de moviment entre la repetició d'extensió activa i l'estirament estàtic de la columna lumbar en adults sans varen concloure que ambdós mètodes augmenten significadament l'amplitud de moviment lumbar avaluats a les 4 i 8 setmanes, marcant que el grup d'estirament actius varen obtenir més beneficis que el grup estàtic però les diferències no eren gaire significatives.

Winters, MV et al³⁶ varen demostrar via la realització d'un estudi que els estiraments actius i passius són igualment efectius per millorar l'amplitud de moviment del maluc presumiblement a causa de l'augment de la flexibilitat dels músculs flexors escurçats o tensos.

Rodineau J ³⁷ és a favor d'incloure la realització d'estiraments de la unitat musculotendinosa pel tractament de les retraccions del tríceps sural, argumentant que permeten un augment de la seva flexibilitat. No obstant, l'autor troba un problema amb aquesta estratègia terapèutica, ja que recorda la cita de Ziltener: *"gran part dels efectes atribuïts a l'estirament es basen més en creences que en fets confirmats"* recorda que no sempre aquestes tècniques d'estiraments que es desenvolupen en llibres i sobretot guies tenen base científica ³⁷.

- Amb una visió més crítica i posant en dubte els beneficis dels estiraments, demostrant els possibles desavantatges d'aquests, tenim els següents autors:

Calle Fuentes P et al ²⁰ exposen que la realització d'estiraments musculars ha tingut una indiscutible acceptació generalitzada tant en l'àmbit esportiu com terapèutic, no obstant, deixen a l'aire la proposta que la posada en marxa d'aquests sembla basar-se en dades empíriques més que estrictament experimentals, proposant els estiraments com una tècnica més limitada del que es creia, posant-la en dubte.

Aquests autors es posicionen en contra de la realització dels estiraments per la millora de la flexibilitat enfront una musculatura retreta, ja que no creuen que sigui un mètode d'èxit a llarg termini, citant un treball de Magnusson el qual exposava com en la realització d'una sessió d'estiraments aïllada és va produir una disminució de la rigidesa muscular però que aquest efecte desapareix passada l'hora de la seva realització. També es recolzen citant un estudi realitzat per Freiwald, en el qual descriu que es possible fins i tot un augment de la rigidesa muscular després de la realització d'estiraments musculars intensos de forma crònica, argumentant que la tensió que implica estirar de forma reiterada un múscul es interpretada com una efecte nociu per la integritat estructural, el que provoca una resposta adaptativa en forma d'elevació a la resistència muscular de repòs a l'estirament, podent provocar microruptures d'alguns elements fibril·lars del múscul, amb una posterior elevació dels nivells de rigidesa inicials.²⁰

La solució terapèutica exposada per Calle Fuentes P et al ²⁰ consisteix en enfortir la musculatura antagonista, ja que en la majoria de casos és hipotònica i complimentar-ho amb una mesura higiènica de recomanacions posturals i motrius diàries per així provocar una adaptació duradora i desapareguin els desequilibris musculars.

A més a més, exposen que els estiraments no actuen positivament accelerant el procés de recuperació física, ja que per regenerar-se fisiològicament les reserves energètiques del sistema s'han de recuperar i els productes metabòlics nocius s'han d'eliminar, per així poder satisfer una nova càrrega de treball. Citen el treball realitzat per Chan S, et al ³⁸ on l'autor analitza un dels desfets metabòlics més fàcils d'analitzar en la fisiologia esportiva, el lactat en sang o plasma;¹³ demostrant la invariabilitat en el seu ritme de metabolització després de la exposició de subjectes a estiraments, trobant-se una negativa tendència a la seva eliminació.

Calle Fuentes P et al ²⁰ citant a Alter, autor de la obra *La ciència de la flexibilitat*, demostrava que la distracció del teixit muscular que es crea en els estiraments provoca un pinçament vascular amb un empitjorament del reg sanguini i distribució de la temperatura. Argument que també defensa Maestro M et al ² els quals recorden que s'ha de tenir en compte que els estiraments son isquèmics.

A diferència dels autos Escamilla L.E, Fernandez, M^a, et al ³² els quals al parlar dels efectes vasculars dels estiraments exposen que aquests provoquen la compressió dels músculs entre les fàscies i contra els ossos, fenomen que millora la circulació sanguínia i limfàtica, afavorint la reposició del líquid en els teixits. Esnault M i Viel, E. ²⁸ són a favor i defensen l'estirament en tensió activa ben realitzat i breu durant l'escalfament, però també alerten que si s'excedeixen els segons pot produir isquèmia vascular arterial i, per tant, ser perjudicials, tot i que no fan referència a cap estudi per verificar els seus arguments.

Rojas, E.O; Supital, R.A; Delgado, D ; Renda, J.M ¹⁴ nombren a autors com Tardieu, Tillman i Brandy els quals consideren que l'entrenament de la flexibilitat indueix a microlesions del teixit connectiu, per això recomanen realitzar intervals de 36 a 48 hores de descans entre sessions intenses de flexibilitat. També citen a Dos Santos el qual afirmava que la tolerància al dolor pot ésser associada a un increment de la flexibilitat.¹⁴

Pacheco L i Garcia J.J ¹² mencionen a Wilson GJ el qual va afirmar que “tota modificació de la rigidesa sobre el sistema musculotendinos tindrà repercussions sobre la forma física, afectant a la força, la velocitat i la potència muscular”. Argumenten que la variació en la rigidesa muscular pot influir en la rapidesa en la que es genera i es transmet la força cap a les palanques óssee articulars. Defensant que l'augment de la rigidesa del sistema musculotendinós accelera la velocitat de transmissió i per tant, la rapidesa del moviment, de manera que si es produeix un augment de la extensibilitat hi ha un retràs en la transmissió i per tant, un retràs de l'acció de transmissió.¹²

A més a més Pacheco L i Garcia J.J ¹² en relació als efectes aguts de l'estirament exposen que l'entrenament de flexibilitat incrementa la tolerància al dolor i que per tant, aquest efecte analgèsic pot potenciar el risc de lesió si s'apliquen determinats estiraments durant l'escalfament. Argument que també defensen Kubo K, Kanehisa H i Fukunaga T ³⁴ i Cometti G citat per Calle Fuentes et al. ²⁰ el qual a més a més dona suport a la idea que els estiraments poden provocar danys estructurals que poden fomentar en determinades condicions, una lesió muscular major.

Wiemann, K et al³⁹ no és partidari d'estirar per tractar desequilibris musculars ni tampoc per intentar allargar un múscul retret. Aquests autors consideren que els guanys en amplitud articular mesurats per goniometria, són interpretats com una conseqüència directa d'un augment de la longitud muscular, però s'hauria de tenir en compte que hi ha altres factors que podrien fer augmentar la mobilitat articular sense que això signifiqui un augment de la longitud muscular, per exemple, la major tolerància a l'estirament i la disminució de la resistència muscular de resposta a l'estirament, entre d'altres. Atès aquests problemes de mesura i interpretació, Wiemann K va recórrer a una solució no invasiva per a l'anàlisi de l'evolució de la longitud muscular a partir de la corba força - longitud muscular.

L'autor defensa que la unitat bàsica funcional muscular en els mamífers, el sarcòmer, té una longitud relativament estable, depenent la seva capacitat de contracció, entre altres factors, de la seva longitud inicial, sent òptima entre 2,6-2,8 μm , desenvolupant una menor força de contracció a longituds sarcomèriques menors o majors d'aquesta longitud òptima. Aquest autor exposa que si un sarcòmer s'allarga o augmenta el seu nombre en sèrie dins

d'un múscul determinat, hauria de reflectir en un canvi en l'evolució de la corba de força -longitud muscular. A partir d'aquestes apreciacions, Wiemann et al ³⁹ en un grup de subjectes als quals va sotmetre durant diverses setmanes a estiraments, tant estàtics com dinàmics, no va trobar variació que pogués ser interpretada com augment de la longitud muscular, per tant, conclou negant que els mètodes d'estiraments realitzats en la pràctica terapèutica i fisicoesportiva diària provoquin un augment de la longitud muscular a partir de canvis en el nombre de sarcòmers o longitud de les fibres musculars.³⁹

- El temps idoni de realització d'estiraments, és un tema a debatre, trobant:

William D Bandy, et al ⁴⁰ l'any 1994 van realitzar un estudi amb una mostra de 57 subjectes amb limitada flexibilitat als isquiotibials amb el propòsit d'examinar la quantitat de temps que els músculs isquiotibials s'han de col·locar en una posició d'estirament sostingut per augmentar al màxim la seva amplitud de moviment. Els participants de l'estudi van ser assignats a l'atzar a un de quatre grups: tres grups estiren 5 dies per setmana durant 15, 30, i 60 segons, respectivament i el quart grup, va ser utilitzat com a grup control, el qual no realitzava estiraments. Després de 6 setmanes l'anàlisi de dades va revelar una interacció significativa dels grups, el que indica que el canvi en la flexibilitat era depenent de la durada d'estirament. L'anàlisi va revelar que 30 i 60 segons d'estirament van ser més eficaços en l'augment de la flexibilitat dels músculs isquiotibials que estiraments durant 15 segons o la no realització d'aquests. Al no trobar diferències estadísticament significatives entre estiraments de 30 i 60 segons va concloure que 30 segons són tan eficaços com estirar durant un minut, per tant, els resultats d'aquest estudi suggereixen que una durada de 30 segons és un temps efectiu d'estirament per millorar la flexibilitat dels músculs isquiotibials.⁴⁰

De la mateixa manera, en estudis més recents, Gregor S.Ford, et al ⁴¹ l'any 2005 amb una població de 56 subjectes van concloure en el seu estudi que 30 segons són més eficients en els estiraments, comparant-los amb grups de 30,60,90 i 120 segons. Resultats similars a l'estudi realitzat l'any 2006 per

Provance S, et al⁴² amb una població de 26 subjectes amb flexibilitat limitada de la musculatura posterior de la cama.

Cal dir que cap dels estudis nombrats anteriorment van ser realitzats amb un gran número de persones i tots ells van sotmetre a l'estudi a persones adultes.

Mario C.S.C, et al⁴³ varen verificar en el seu estudi quin dels diferents temps d'estirament estàtic entre 10, 20, 40 i 60 segons, representava el més eficient per obtenir un augment de la flexibilitat, en joves entre 15 i 19 anys. Com a resultats d'aquest estudi es varen obtenir que tots els grups van obtenir millores significatives de flexibilitat. No obstant, comparant-los entre si, no presentaven diferències significatives. Aquest fet indica que duracions de 10 segons possibiliten els mateixos beneficis d'augment de flexibilitat que les duracions de 20,40 i 60 segons. Per tant, aquests autors conclouen que 10 segons d'estiraments estàtics són més eficients per l'augment de la flexibilitat en joves entre 15 i 19 anys.

En un altre treball, aquest cop amb una mostra de població adulta de 65 anys realitzat per Felan JB, et al⁴⁴ es varen observar diferències en relació als temps d'estirament més eficaços, ja que comparant tres temps d'estirament (15,30 i 60 segons) es varen observar millores en la flexibilitat de la flexió de genoll en els grups els quals estiraven amb un temps de 60 segons, no mostrant-se millores en els altres grups amb duracions inferiors. L'explicació d'aquests resultats es basa en les necessitats de períodes més prolongats de temps per aconseguir la màxima deformació de les seves estructures musculars, degut a que els adults majors tenen una menor elasticitat tissular.⁴⁴

- Un altre aspecte a tenir en compte és la freqüència de treball més òptima per la millora del rang de moviment, observant que:

En l'estudi de Marques A.P, et al⁴⁵ es van comparar els efectes d'un programa d'estiraments estàtics amb diferents freqüències setmanals de treball, en subjectes amb retracció de la musculatura posterior del muscle, dividint-se la mostra en tres grups (G1 realitzava el programa d'estiraments un cop setmanal, G2 tres cops setmanals i G3 cinc cops setmanals) tots ells realitzaven quatre exercicis d'estirament durant 30 segons. Com a resultats varen obtenir que la

flexibilitat de la musculatura posterior del muscle millorava en tots els grups, sent el G2 millor que el G1, però no existien diferències significants entre el G2 i el G3. Per tant, els autors conclouen que realitzar tres cops setmanals exercicis d'estirament son suficients per millorar la flexibilitat i el rang de moviment.

Es varen obtenir resultats similars en l'estudi de William D Bandy, et al ⁴⁶ on varen comparar la millora del rang de moviment en subjectes amb limitada flexibilitat en la musculatura posterior de la cama, comparant la efectivitat dels estiraments realitzats 1 cop al dia durant 30 o 60 segons i 3 cops al dia durant 30 o 60 segons i un altre cinquè grup el qual no realitzava cap tipus d'estirament. Els resultats varen demostrar que estirar durant 30 segons un únic cop al dia és suficient per la millora del rang de moviment.

- L'entrada en calor o escalfament mitjançant els estiraments és un punt bastant controvertit enfront la relació amb el rendiment físic:

Segons Woods, et al ⁴⁷ l'entrada en calor té dues finalitats prioritàries, d'una banda disminuir el risc de lesions múscul-tendinoses i, de l'altra, preparar l'individu per les demandes físiques de l'exercici o esport a realitzar. Sobre la base del primer aspecte Rojas et al ¹⁴ citen el treball de Ekstrand, J i altres autors⁴⁸ on s'observa la incidència en les taxes de lesions de 180 jugadors de futbol masculí a Suècia. Es va trobar que les lesions van ser més freqüents en les extremitats inferiors i són produïdes amb més freqüència al començament de les sessions de pràctica i joc en equip que no porten a terme els escalfaments o exercicis d'estirament específics.⁴⁸ En referència al segon aspecte Bishop, D ⁴⁹ va observar que els canvis tèrmics, metabòlics, musculars i neurals produïen una millora en el rendiment muscular del 3 al 10% . El mateix autor suggereix que exercicis d'escalfament general combinat amb exercicis de flexibilitat són eficaços per millorar la mateixa flexibilitat durant un temps màxim de 15 minuts.

A diferència d'altres autors els quals suggereixen que tant el treball de flexibilitat de modalitats estàtics, com la de modalitat dinàmica tipus balístics o mètodes mixtes com el PNF poden provocar disminució en el rendiment muscular. Com és el cas que Rojas, E.O¹⁴ els quals citen el treball presentat

per l'Associació Nacional De Força i Condicionament l'any 2012 on s'estableixen que encara que l'estirament estàtic abans de la activitat podria augmentar el rendiment en esports que requereixen un major rang de moviment , com ara en la gimnàstica, els mateixos poden comprometre el rendiment muscular.

Aquests resultats també van ser avalats per Nelson A.G., i J. Kokkonen ⁵⁰ ja que en l' estudi amb 11 esportistes van avaluar el temps a recórrer 20 metres en línia recta amb i sense exercicis d'estirament passiu previs concloent que els estiraments podrien afectar negativament el rendiment en exercicis d'alta intensitat.

Resultats similars a l'estudi experimental realitzat per Lowery, et al ⁵¹ amb corredors on van trobar que els estiraments estàtics realitzats abans d'una curta prova de córrer en cinta disminueixen el rendiment. I amb l'estudi que va realitzar Wilson, et al ⁵² en proves de carrera d'alta resistència, atribuint la possibilitat d'aquest deteriorament del rendiment en que l'estirament estàtic afecta negativament la capacitat del teixit muscular per produir força. Concloent que l'estirament estàtic s'ha d'evitar abans d'esdeveniments de resistència. No obstant, aquests autors exposen que l'estirament estàtic té la capacitat d'augmentar de forma aguda el rang de moviment en les articulacions afectades per un rang de moviment limitat.

Per altra banda, i a diferència dels resultats exposats anteriorment, Eldredge et al ⁵³, són a favor de la realització d'estiraments previs a l'activitat esportiva, posen en dubte que la inclusió d'estiraments sigui negativa i doni lloc a la reducció de la economia de la carrera. Aquests autors també coincideixen que la realització d'un programa d'estiraments és un mètode de millora de flexibilitat.⁵³

Little, T. i William ⁵⁴ van analitzar en una mostra de 18 jugadors de futbol, la incidència de la utilització o no de diferents metodologies d'estirament muscular durant l'entrada en calor sobre la base del rendiment en quatre proves de potència muscular. Aquest treball va concloure que l'estirament del tipus estàtic no sembla produir detriment en el rendiment en carreres de velocitat, però per a la preparació del rendiment d'alta velocitat l'estirament dinàmic va ésser més eficaç amb l'escalfament previ d'aquest i el protocol d'estirament estàtic pel que fa l'agilitat va resultar un rendiment significativament més ràpid. Així mateix

l'autor sosté que no va trobar diferències significatives entre ambdós mètodes a l'hora del rendiment en el salt vertical.

Amb una postura més neutral, trobem a Mojock et al ⁵⁶ els quals varen realitzar un estudi en atletes corredors, aquest cop en una mostra femenina, sense obtenir cap millora del temps de carrera previ treball amb estiraments. No obstant, aquests autors son partidaris de la realització d'estiraments per augmentar la flexibilitat en un rang de moviment limitat, encara que aquests no tinguin cap efecte significatiu en l'economia de carrera o rendiment de distància.

En un treball amb conclusions similars Yamaguchi, T i K.Ishii⁵⁶ varen comparar la força en un grup d'onze estudiants després de fer estiraments estàtics, dinàmics i sense fer estiraments, conclouent que el estirament estàtic durant 30 segons ni millora ni redueix el rendiment muscular, a diferència de l'estirament dinàmic el qual millora el rendiment muscular.

- Un altre dels paràmetres associats al benefici de l'entrenament de la flexibilitat mitjançant estiraments és la seva capacitat per disminuir la incidència sobre les lesions musculotendinoses:

Sembla però, que no hi ha suficients bases científiques que ho puguin demostrar, de tal manera que trobaríem major suport en la creença popular que en les evidències científiques.

En base a això podem fer referència al treball de Gleim i McHugh⁵⁷ on es van analitzar dades procedents de 18 estudis i van concloure que no hi ha una evidència definitiva que suggereixi que la realització d'exercicis d'estirament previngui les lesions, apostant més per un problema multifactorial resultant d'una interacció entre diversos factors.⁵⁷

Resultats semblants en estudiants de dansa, Wiesler et al ⁵⁸ on no van trobar cap relació entre l'augment de flexibilitat del turmell i la successió de lesions en un període d'un any.

Com també Thacker et al ⁵⁹ mitjançant un anàlisi de diferents estudis varen observar que no hi ha evidències científiques suficients, ja que l'estirament de la majoria dels grups musculars són importants pel rendiment esportiu i augmentar la flexibilitat muscular de les articulacions, però que la importància

d'aquesta teràpia per a la prevenció de lesions no està suficientment documentat en la literatura. No obstant, aquests autors són partidaris de mantenir l'amplitud de moviment ja que podria així disminuir l'aparició de lesions associades amb la rigidesa.⁵⁹

Herbert i Gabriel⁶⁰ suggereixen demostrant amb dos estudis realitzats amb estiraments musculars abans de fer exercici que la realització d'estiraments no produeix resultats significatius en el risc de patir lesions, ja que els autors consideren que disminuir en un 5% el risc de lesions és un efecte estadístic insignificant. Concloent que no hi ha prou investigacions sobre els efectes de l'estirament sobre el rendiment esportiu.⁶⁰

Pope i col·laboradors⁶¹ l'any 1998 varen realitzar un estudi en militars, classificant-los en dos grups, un d'ells estirava el tríceps sural durant l'escalfament i l'altre no. La incidència de lesions en els membres inferiors va ésser del 4'2% enfront un 4'6% en el grup de control que no estirava.⁶¹ En un altre estudi realitzat pels mateixos autors en l'any 2000 també amb militars, tampoc varen trobar que la realització d'estiraments prèviament a una activitat de carrera disminueix el risc de lesions.⁶²

A diferència de Martínez Casais,⁶³ autor de la revisió bibliogràfica sobre les estratègies per la prevenció de lesions en l'esport, el qual exposa que la realització d'estiraments durant l'escalfament enfront qualsevol esport podria prevenir possibles lesions musculars per sobreestirament, no obstant, aquest autor no es basa en cap evidència científica per poder demostrar les seves declaracions.

- Així mateix, podem analitzar la vinculació que moltes vegades es propaga determinant que el treball de flexibilitat disminueix el dolor muscular:

Els estiraments són considerats per alguns autors com una forma d'accelerar la regeneració fisiològica després de la realització d'una activitat física i així disminuir el dolor muscular. Un subjecte es regenera quan es recuperen les reserves energètiques del sistema, i els productes metabòlics nocius de rebuig s'eliminen de manera que és possible una nova càrrega de treball a un alt nivell de sol·licitació.²⁰

Per analitzar aquesta hipòtesi, s'hauria d'estudiar l'evolució d'alguns d'aquests productes metabòlics i observar el que després dels estiraments. En relació amb el primer, un dels residus metabòlics més fàcil d'analitzar en la fisiologia esportiva és el lactat en sang o plasma; Chans, et al ³⁸ demostren la invariabilitat en el seu ritme de metabolització després d'exposar el subjecte a estiraments, trobant-se, molt al contrari, una negativa tendència a la seva eliminació.³⁸ En relació amb la segona manera d'abordar aquesta hipòtesi Chan S, et al ³⁸ van realitzar tests de mesura de la força muscular isomètrica i el grau de pèrdua o manteniment d'aquesta després d'estiraments, no trobant diferències significatives que fessin pensar en un efecte positiu d'aquests. Els autors conclouen negant l'efectivitat dels estiraments per accelerar el procés de recuperació física.³⁸

Herbert i Gabriel ⁶⁴ van realitzar un metanàlisi amb els resultats de cinc estudis on realitzaven estiraments abans i després de fer exercici, dits autors no van trobar evidència científica on es demostrassin que els programes d'estirament realitzats abans o després del exercici protegissin i/o retardessin l'aparició del dolor muscular post exercici.⁶⁴

Nalison R. i Tamara McLeod ⁶⁵ estableixen que hi ha investigacions indicant que la combinació d'exercicis d'estirament en la entrada en calor i treballs de balanç i força muscular, disminueixen el dolor muscular postexercici i prevenen lesions als genolls i els turmells encara que no van citar la bibliografia consultada.⁶⁵

5. CONCLUSIONS

- La retracció del complex gastrocnemi- soli és freqüent, afectant a molta de la població adulta, especialment a dones. Sent la responsable d'alteracions a distància de forma aïllada o en associació.
- Els estiraments són emprats amb freqüència com a tractament conservador per la millora de la flexibilitat enfront retraccions musculars.
- Els estiraments practicats de forma continuada desenvolupen una adequada amplitud de moviment en els casos d'ésser limitada i així poder relaxar els músculs amb excessiva tensió.
- El canvi en la flexibilitat és depenent de la durada d'estirament.
- Una durada de 30 segons d'estirament és un temps suficientment efectiu per millorar la flexibilitat de la musculatura posterior de la extremitat inferior, en adults amb retraccions musculars.
- En adults joves la realització de 10 segons d'estiraments és suficientment efectiva per millorar la flexibilitat de la musculatura tríceps sural retreta.
- La població adulta major de 65 anys, necessita períodes prolongats de més de 60 segons d'estirament per aconseguir la màxima deformació de les seves estructures degut a la seva menor elasticitat tissular.
- Els estiraments abans de fer exercici podrien afectar negativament la capacitat del teixit muscular per produir força causant deficiències temporals, alterant així el rendiment de l'esportista.
- La investigació no ha confirmat la creença que l'estirament abans de l'activitat física disminueix el risc de dany muscular.

- No hi ha evidències científiques que ens provoquin reflexionar que els estiraments són una tècnica preventiva de lesions eficaç.

Personalment m'agradaria concloure aquest apartat exposant la gran diversitat d'opinions que he trobat sobre la realització dels estiraments, essent major la opinió a favor de la realització d'aquests, però amb manca de suport científic el qual pugui corroborar el benefici de la seva posada en marxa.

Es podria valorar la possibilitat de realitzar més estudis experimentals i assajos comparatius per difondre una informació contrastada per a la correcta realització dels estiraments i així obtenir una evolució òptima en la salut de l'individu.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Kirby KA. Biomecànica del pie y la extremidad inferior III: artículos precision 2002-2008 PrecisionIntracost, Inc.
2. Maestro M, Kowalski C, Ferre B, Bonnel F. Músculos gastrocnemios cortos. EMC –Podología 2013 (4): 1-17
3. Barouk, LS et al. Gastrocnemios cortos: de la anatomía al tratamiento. Sauramps Medical, 2012.
4. Dalmau AM, Vega J, Golanó P. Anatomía general y quirúrgica del músculo tríceps sural. En: Gastrocnemios cortos: de la anatomía a tratamiento. Sauramps Medical, 2012. p. 25-55.
5. Rouviere H, Delmas A. Anatomía Humana. Volumen 3. 11ªed. España: Ed.Masson; 2005.
6. Drake RL, Vogl W. Mitchell AWM. Gray Anatomía para estudiantes. 1ªed. Madrid: Elsevier España; 2007.
7. Comité Federal sobre terminología anatómica, Sociedad Anatómica española. Terminología anatómica: terminología anatómica internacional; Madrid: MedicaPanamericana; 2001.
8. Minowa T, Murakami G, KuraH, et al Does the fabella contribute to there inforcement of the posterolateral corner of the knee by inducing the development of associated ligaments?.J OrthopSci. 2004; 9:59-65.
9. Kirby KA Biomecánica del pie y la extremidad inferior II: artículos Precision 1997-2002 PrecisionIntracost.
10. Root ML, Orien WP, J.H Función normal y anormal del pie Ed. Base; 2012.
11. Kirby KA Biomecánica del pie y la extremidad inferior I: Colección PrecisionIntracost, Inc 2002.
12. Pacheco L, Garcia JJ. Sobre la aplicación de estiramientos en el deportista sano y lesionado. Apunts Med Esport. 2010; 45 (166): 109-125.
13. Diccionario de la Lengua Española. Real Academia Española 22ªed. Madrid: Espasa Calpe; 2009.
14. Rojas EO, Supital RA, Delgado D, Renda JM Actualización bibliográfica en trabajos de flexibilidad relacionados a la actividad física Capitulo I

- Revista electrónica de ciencias aplicadas al deporte. [Internet]. 2013 [consultat el 18 de decembre de 2013]; 2013Mar; 6(20). Disponible en: <http://romerobrest.edu.ar/ojs/index.php/ReCAD/article/viewFile/103/103>
15. Moras G. Amplitud de moviment articular i la seva valoració. Test flexomètric. Tesis Doctoral defendida en la Universidad de Barcelona. 2003.
 16. Silverthorn Dee Unglaub. Fisiología Humana: Un enfoque Integrado. 4ªed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2008.
 17. Mulroney SE, Adam KM. Fundamentos de Fisiología Netter. Barcelona: Elsevier; 2011.
 18. Neiger H. Estiramientos analíticos manuales: Técnicas pasivas. Madrid: Médica Panamericana; 1998.
 19. Ordax Gimenez G. Estiramientos. El Peu 2001; 21(4) 175-180.
 20. Calle Fuentes P, Muñoz-Cruzado y Barba M, Catalan Matamoros D, Fuentes Hervias MT. Los efectos de los estiramientos musculares: ¿qué sabemos realmente? Rev Iberoam FisioterKinesol 2006; 9(1):36-44
 21. Commeti G. Les limites du stretching pour la performance sportive. 2ème partie: Les effects physiologiques des étirements. [Consultado 15/12/2013]. Disponible en: <http://expertise-performance.u-bourgogne.fr/pdf/stretching2.pdf>
 22. Eisenbach T, Kluemper A, Biedermann L. Fisioterapia y rehabilitación en el deporte. Barcelona: Scriba, S.A.; 1994.
 23. Duncan Mc, Dougall J, Wenger H, Green H. Evaluación fisiológica del deportista. Barcelona: Paidotribo; 1995.
 24. Weldon S, Hill R. The efficacy of stretching for prevention of Exercise related injury: a systematic review of the literature. Man Ther. 2003;8(3):141-50.
 25. Norris CM. La guía completa de los estiramientos. 2º ed. Barcelona: Paidotribo; 2007.
 26. Gajdosik, R. Passive extensibility of skeletal muscle: a review of a literature with clinical implications. Clinical Biomechanics. 2001;16: 87-101.
 27. Ortega F. Bases de la Flexibilidad. Apunts de Medicina de l'Esport. 1990; 27 (103): 60-69.

28. Esnault M, Viel E. Stretching: Estiramientos de las cadenas musculares. 2.^a ed. Barcelona: Masson; 2003.
29. Garcia Manso, J.M.; Navarro Valdivieso, M, Ruiz Caballero, J A. Bases teóricas del entrenamiento deportivo: Principios y aplicaciones. Madrid: Gymnos; 1996.
30. Adler SS. La Facilitación neuromuscular propioceptiva en la práctica: guía ilustrada. 3^oed. Madrid: Médica Panamericana; 2012 .
31. Philippe E. Souchard. RPG: Principios de la reeducación postural global. Madrid: Paidotribo; 2005.
32. Escamilla E, Fernandez Seguin L M^a, Gomez Martin B, Benhamú S, Gutierrez Moraño P, Gallego V. Estiramientos miotendinosos en el corredor de fondo. El Peu 2004; 24(3) 142-147.
33. Pedraza Mejías C, Martinez Cañadas. Respuestas fisiológicas del tejido conjuntivo de músculos y tendones tras la aplicación de los agentes físicos. Rev. Fisioterapia 2008; 30(6): 279-285.
34. Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, et al. Elasticity of tendon structures of the lower limbs in sprinters. Acta Physiol Scand 2000; 168: 327-335.
35. Bybee RF, Mamantov J, Meekins W, Witt J, Byarse A, Greenwood M. Comparison of two stretching protocols on lumbar spine extension. Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation 2008; 20: 1-7.
36. Winters MV, Blake CG, Strost J, et al. Passive Versus Active Stretching of Hip Flexor Muscles in Subjects With Limited Hip Extension. Phys Ther. 2004 Sep; 84(9): 800-807.
37. Rodineau J. Tratamiento médico de las retracciones del tríceps sural. En: Gastrocnemios cortos: De la anatomía al tratamiento. Sauramps Medical, 2012. p.331-338.
38. Chan S, Hong Y, Robinson P. Flexibility and passive resistance of the hamstrings of young adults using two different static stretching protocols. Scand J Med Sci Sports. 2001; 11(2):81-6.
39. Wiemann K, Hahn K. Influences of Strength, Stretching and Circulatory Exercises on Flexibility Parameters of Human Hamstring. International Journal Sports Medicine. 1997; 18:340-346.
40. Bandy WD, Irion JM. The Effect of time on static stretch on the flexibility of the Hamstring Muscles. Phys Ther. 1994; 74:845-850.

41. Ford GS, Mazzone MA, Taylor K. The effect of 4 different durations of static hamstring stretching on passive knee-extension range of motion. *J Sport Rehabil.* 2005; 14:95-107.
42. Provance S, Heiserman L, Bird E, Mayhew J. Effect of Stretch Duration on Hamstring Flexibility. *Missouri Journal of Health, Physical Education, Recreation & Dance.* 2006; 16:21-26.
43. Mario C, Conceição R, Gomes de souza V, et al. Effects of four different permanence times of the static overstretching on the flexibility's young adults. *Colégio Brasileiro de Atividade Física, Saúde e Esporte. Fit Perf J.* 2008 Mar-Apr; 7(2):88-92.
44. Feland JB, Myrer JW, Schulthies SS, Fellingham GW, Measom GW. The effect of duration of stretching of the hamstrings muscle group for increasing range of motion in people aged 65 years or older. *PhysTher.* 2001;81(5):1110-1117.
45. Marques AP, Vasconcelos AAP, Cabral CMN, Saccobraz I C N. Effect of frequency of static stretching on flexibility, hamstring tightness and electromyography activity *Med J. Biol Res,* October 2009; 42(10)949-953.
46. Bandyd W, Iron JM, Briggler M. Effect of frequency of static stretching on flexibility, hamstring tightness and electromyographic activity. *Physical Therapy.* 1997;77 (11)
47. Woods K, Bishop P, Jones E. Warm- Up and Stretching in the Prevention of Muscular Injury. *Sports Med* 2007; 37 (12): 1089-1099.
48. Ekstrand J, Gillquist A, Moller M, Oberg B, Liljedahl SO Incidence of soccer injuries and their relation to training and team success. *Am J Sports Med.* 1983; 11(2):63-69.
49. Bishop D. Warm up I: potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Med* 2003; 33:439–454.
50. Nelson AG, Kokkonen J. Acute ballistic muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Res. Q. Exerc. Sport.* 2001; 72(4):415–419.
51. Lowery R P, Brown JJM, Oliveira de Souza LE, Wistocki E, Wilson D. Effects os static stretching on 1 Mile uphill run performance. *L Strength Cond Res.* 2014;28(1):161-167.

52. Wilson J M, Hornbuckle L M, Kim JS, et al. Effects of static stretching on energy cost and running endurance performance. *J Strength Cond Res.* 2010; 24(9): 2274-2279.
53. Eldredge C, Cornwell A, Glickman-Weiss E. Chronic stretching and running economy. *Scand J Med Sci Sports.* 2001;11(5):260-265.
54. Little T, William A. Effects of differential stretching protocols during warm-ups on high speed motor capacities in professional soccer players. *Journal of strength and conditioning research.* 2006; 20(1): 203-207.
55. Mojock C D, Kim JS, Eccles D W, Panton LB. The effects of static stretching on running economy and endurance performance in female distance runners during treadmill running. *J Strength Cond Res.* 2011; 25(8):2170-2176.
56. Yamaguchi T, Ishii YK. Effects of static stretching for 30 seconds and dynamic stretching on leg extension power. *J. Strength Cond. Res.* 2005; 19(3):677–683.
57. Gleim GW, Mchugh MP. Flexibility and its effects on sports injury and performance. *Sports med* 1997; 24(5):288-89.
58. Wiesler ER, et al. Ankle flexibility and injury patterns in dancers. *Am J sports Med.* 1996; 24(6):754-7.
59. Thacker SB, Gilchrist J, Stroup DF, Kimsey CD. The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36(3): 371-378.
60. Herbert RD, Gabriel M. Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. *Br Med J* 2002; 325:468-72.
61. Pope RP, Herbert RD, Kirwan JD, et al. Effects of ankle dorsiflexion range and pre-exercise calf muscle on injury risk in army recruits. *Aust J Physiother* 1998; 44:165-175.
62. Pope RP, Herbert RD, Kirwan JD, et al. A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. *MedSciSportsExerc.* 2000; 32(2):271-277.
63. Martinez Casais L. Revisión de las estrategias para la prevención de lesiones en el deportado desde la actividad física. *Apunts. Medicina de l'esport* 2008; 157:30-40.

64. Herbert RD, Gabriel M. Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. *BMJ*. 2002; 325 (7362): 468.
65. Nalison R , Mcleod T. The impact of stretching on sport-injury risk and performance. *Human kinetics ATT*. 2006; 11(6):66-69.

7. AGRAÏMENTS

Primerament a la meva família, per recolzar-me i guiar-me a la elecció d'aquest Grau Universitari, que sense aquest primer pas, res de la meva vida seria ara com és, per això i per tot, gràcies.

A la meva parella que sense ell, el seu recolzament, la seva positivitat i tots els moments, aquest treball no hagués estat el mateix.

Als meus amics, per estar sempre en els millors i pitjors moments de la meva vida. Sense oblidar els meus companys de classe, que han fet que tot l'esforç hagi valgut la pena.

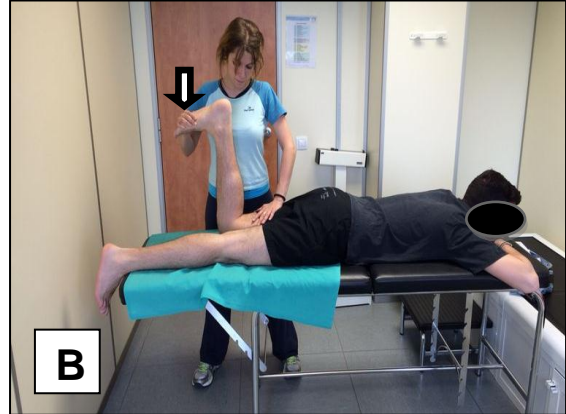
Als companys de feina que han volgut compartir amb mi la seva gran experiència.

A la meva tutora del TFG Laura Planas per haver estat pacient amb mi cada vegada que he estat preguntant-li dubtes, que no han estat poques.

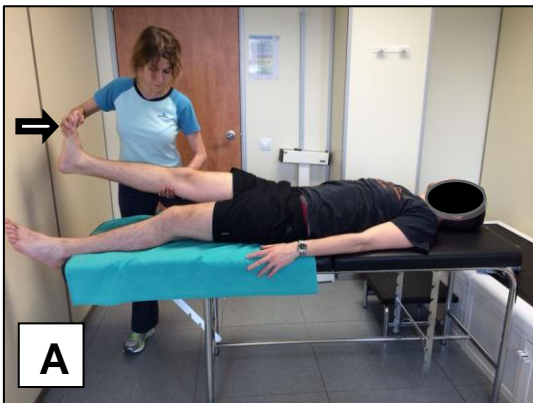
I finalment, als professors que he tingut durant aquesta etapa universitària que m'han ajudat a arribar fins aquest final d'una manera agradable, gràcies per donar-me les llavors amb els quals espero convertir-me, dia a dia, en una gran professional.

A tots/es ells/es: Gràcies.

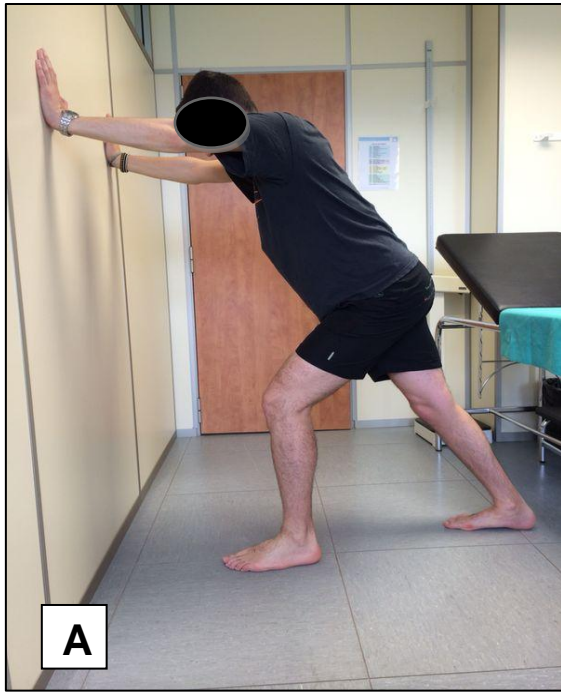
ANNEXOS



Annex 1: Estirament estàtic passiu lliure. A: musculatura gastrocnemi B: musculatura soli



Annex 2: Estirament estàtic actiu assistit del múscul gastrocnemi. A: Amb ajut de terapeuta B: Amb ajut de cinta elàstica



Annex 3: Estirament estàtic actiu. A: múscul gastrocnemi B:múscul soli



Annex 4: Estirament estàtic actiu resistit. A:múscul gastrocnemi B:múscul soli.