
Efectes aguts de diferents tipus d'estirament durant l'escalfament esportiu

**Tesi doctoral per optar al grau de Doctora en el programa de Doctorat en
Fisioteràpia**

2014

Doctoranda: Laura Pacheco Arajol

Director Tesi: Dr. Ramon Balius Matas

Tutora: Dra. Caritat Bagur Calafat

Agraïments

A totes les persones: familiars, companys, amics, i voluntaris que m'heu acompanyat en aquest procés i que sempre estareu en el meu record.

Vull fer menció especial a:

A la meva família, al meu marit Franc i als meus fills Pol i Francesc.

Al Doctor Ramon Balius Matas, pel seu mestratge i la seva gran qualitat humana.

A la meva model, companya i amiga Montse Pujol Marzo.

A la Doctora Caritat Bagur per la seva disposició i consells sempre útils.

En la fase de presa de dades a Montse Pujol, Ernesto Herrera, Igone Angulo, Manel Hernández, Esme Arriscado i als voluntaris que han participat en aquest estudi.

A altres persones a les que sempre els estaré agraïda: Luisa Aliste, Montse Girabent, Josep Maria Padullés, Carles Pedret, Maria Lluïsa Berasategui i Jordi Torra, Lluís Alvarez i Marian Gamez, Beatriu Galilea i Imma Poll.

Al centre de medicina de l'esport CEARE, on m'he format com a fisioterapeuta i també com a persona dins de les fabuloses instal·lacions de la Residència Joaquim Blume que tant estimo. Als companys i esportistes que he conegut i que sempre m'han ensenyat tantes coses i experiències.

A tots els alumnes que he tingut la sort de formar, amb responsabilitat i amb la il·lusió de poder transmetre la meva vocació: la fisioteràpia.

A tots aquells que hi estiguin interessats, la llegeixin i l'aprovin, la critiquin, o la millorin.

A tots, GRÀCIES.

ÍNDEX- SUMARI

1.	RESUM	1
2.	RESUMEN	5
3.	TAULA D'ABREVIATURES	9
4.	TAULA D'ACRÒNIMS	10
5.	ÍNDEX DE TAULES	11
6.	ÍNDEX DE FIGURES.....	13
7.	INTRODUCCIÓ	17
7.1	DEFINICIÓ I UBICACIÓ DELS ESTIRAMENTS EN LES QUALITATS FÍSQUES	17
7.2	BASES FISIOLÒGIQUES DE L'ESTIRAMENT EN L'ESCALFAMENT	19
7.2.1	PART SENSITIVA O NEURAL DE L'ESTRUCTURA MUSCULOTENDINOSA	19
7.2.1.1	ESTRUCTURA I VIES SENSITIVES DE L'ESTIRAMENT	19
7.2.1.2	CONTROL DEL SISTEMA NERVIÓS EN L'ESTIRAMENT.....	25
7.2.1.3	RESPOSTES NEURALS EN ELS ESTIRAMENTS.....	26
7.2.2	PART MECÀNICA DE L'ESTRUCTURA MUSCULOTENDINOSA	27
7.2.2.1	ESTRUCTURA HETEROGÈNIA DELS COMPONENTS	27
7.2.2.2	ESTIRAMENT I DEFORMACIÓ	33
7.2.2.3	ELASTICITAT I RIGIDESA	34
7.2.2.4	VISCOSITAT	40
7.3	REPERCUSSIÓ DELS ESTIRAMENTS EN LA FORÇA	40
7.4	BASES PSICOLÒGIQUES DE L'ESTIRAMENT EN L'ESCALFAMENT	44
7.5	INSTRUMENTS DE MESURA	45
7.5.1	VALORACIÓ DE LA FORÇA	45
7.5.2	VALORACIÓ DE L'ESTAT D'ÀNIM	47
7.5.3	VALORACIÓ DE LA PERCEPCIÓ DELS ESTIRAMENTS.....	48
7.6	ESTIRAMENTS.....	48
7.6.1	CLASSIFICACIÓ DELS ESTIRAMENTS	48
7.6.2	DESCRIPCIÓ DELS ESTIRAMENTS.....	49
7.6.2.1	ESTIRAMENTS ESTÀTICS PASSIUS (P)	49
7.6.2.2	TÈCNIQUES NEUROMUSCULARS EN CONTRACCIÓ RELAXACIÓ ESTIRAMENT (CRE).....	51
7.6.2.3	ESTIRAMENTS ESTÀTICS ACTIUS EN TENSIÓ PASSIVA (TP)	52
7.6.2.4	ESTIRAMENTS ESTÀTICS ACTIUS EN TENSIÓ ACTIVA (TA).....	53
7.6.2.5	ESTIRAMENTS DINÀMICS.....	54
7.7	ESTIRAMENT I PREVENCIÓ DE LESIONS:	57
7.8	JUSTIFICACIÓ I FONAMENTS DE LA TESI.....	58

8.	HIPÒTESI	63
9.	OBJECTIUS.....	67
10.	MATERIAL I MÈTODES	71
10.1.	TIPUS D'ESTUDI	71
10.2.	SUBJECTES	71
10.3.	CRITERIS D'INCLUSIÓ I EXCLUSIÓ	71
10.3.1.	CRITERIS D'INCLUSIÓ	71
10.3.2.	CRITERIS D'EXCLUSIÓ.....	72
10.4.	CÀLCUL DE LA MOSTRA.....	72
10.5.	VARIABLES D'ESTUDI	73
10.6.	PROCEDIMENTS I INTERVENCIONS	73
10.6.1.	DESCRIPCIÓ DEL MATERIAL	73
10.6.1.1.	TEST DE SALT	73
10.6.1.2.	CRONOMETRATGE	76
10.6.1.3.	TEST DE PERFILS D'ESTAT D'ÀNIM POMS	76
10.6.1.4.	QÜESTIONARI DE PREFERÈNCIA	77
10.6.2.	DESCRIPCIÓ DELS TESTS.....	77
10.6.2.1.	TEST DE SALT	77
10.6.2.2.	TEST DE PERFILS D'ESTAT D'ÀNIM POMS	79
10.6.2.3.	QÜESTIONARI DE PREFERÈNCIA	80
10.6.3.	DESCRIPCIÓ DE LES INTERVENCIONS.....	81
10.6.3.1.	ESCALFAMENT	81
10.6.3.2.	ESTIRAMENTS	81
10.7.	ANÀLISI ESTADÍSTICA.....	94
10.8.	CONSIDERACIONS ÈTIQUES	94
11.	RESULTATS	99
11.1.	RESULTATS DE LA PRIMERA FASE DE L'ESTUDI (FASE 1).....	99
11.1.1.	TEST DE SALT FASE 1	100
11.1.2.	TEST DE POMS FASE 1	107
11.1.3.	QÜESTIONARI FASE 1.....	116
11.2.	RESULTATS DE LA SEGONA FASE DE L'ESTUDI (FASE 2)	120
11.2.1.	TEST DE SALT FASE 2	121
11.2.2.	TEST DE POMS FASE 2	126
11.2.3.	QÜESTIONARI FASE 2.....	132
12.	DISCUSSIÓ	141
12.1.	ELECCIÓ DE LA MOSTRA.....	141
12.2.	ELECCIÓ DELS ESTIRAMENTS APLICATS A L'ESTUDI	141
12.3.	ELECCIÓ DELS TEST.....	144

12.3.1.	TEST DE SALT	144
12.3.2.	TEST DELS PERFILS D'ESTAT D'ÀNIM	145
12.3.3.	QÜESTIONARI DE PREFERÈNCIA.....	146
12.4.	INTERPRETACIÓ DELS RESULTATS	146
12.4.1.	INTERPRETACIÓ DEL TEST DE SALT.....	146
12.4.1.1.	ANÀLISI DE COMPARACIÓ POST VERSUS PRE INTERVENCIÓ.	146
12.4.1.2.	ANÀLISI DE LA COMPARACIÓ ENTRE LES INTERVENCIIONS DE L'INCREMENT POST-PRE INTERVENCIÓ.....	148
12.4.2.	INTERPRETACIÓ DEL TEST DE POMS.	149
12.4.3.	INTERPRETACIÓ DELS RESULTATS DEL QÜESTIONARI DE PREFERÈNCIA	152
12.5.	DISSENY DE L'ESCALFAMENT	154
13.	CONCLUSIONS	161
14.	LÍNIES DE FUTUR.....	163
15.	BIBLIOGRAFIA.....	167
16.	ANNEXOS	181
16.1.	ANNEXOS RELACIONATS AMB L'ESTUDI	181
16.1.1.	ANNEX 1: FULL D'INFORMACIÓ PER AL PARTICIPANT	181
16.1.1.1.	PRIMERA FASE DE L'ESTUDI	181
16.1.1.2.	SEGONA FASE DE L'ESTUDI	185
16.1.2.	ANNEX 2: CONSENTIMENT INFORMAT	189
16.1.3.	ANNEX 3: QUESTIONARI PER A LA DETECCIÓ DE POSSIBLES ALTERACIONS ORGÀNIQUES DELS VOLUNTARIS DE L'ESTUDI	191
16.1.4.	ANNEX 4: TEST DE POMS	194
16.1.5.	ANNEX 5: QÜESTIONARI DE PREFERÈNCIA:.....	197
16.1.5.1.	PRIMERA FASE DE L'ESTUDI	197
16.1.5.2.	SEGONA FASE DE L'ESTUDI	201
16.2.	ANNEXOS RELACIONATS AMB LES PUBLICACIONS RELACIONADES AMB LA TESI	203
16.2.1.	THE ACUTE EFFECTS OF DIFERENT STRECHING EXERCISES ON JUMP PERFORMANCE.....	203
16.2.1.	SOBRE L'APLICACIÓ D'ESTIRAMENTS EN L'ESPORTISTA SA	209
16.3.	ANNEXOS RELACIONATS AMB L' ENTREGA DE DOCUMENTACIÓ DE LA TESI	227
16.3.1.	CONSENTIMENT DEL COMITÈ D'ÈTICA EN LA INVESTIGACIÓ HUMANA (CEIC).....	227
16.3.2.	CONSENTIMENT DEL COMITÈ D'ÈTICA D'INVESTIGACIONS CLÍNIQUES DE L'ADMINISTRACIÓ ESPORTIVA DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA (CEICEGC).....	228
16.3.3.	CONSENTIMENT I CONFORMITAT DEL CAP DE SERVEI DEL CONSELL CATALÀ DE L'ESPORT (CCE) 229	
16.3.4.	APROVACIÓ D'ADMISSIÓ AL PROGRAMA DE DOCTORAT DE FISIOTERÀPIA (UIC)	230
16.3.5.	CONSENTIMENT DEL DIRECTOR DE L'INSTITUT D'EDUCACIÓ SECUNDARIA (IES) J. BLUME..	231
16.3.6.	CONSENTIMENT DE LA MODEL QUE SURT A LES FOTOGRAFIES	232

1.RESUM

Efectes aguts de diferents tipus d'estirament durant l'escalfament esportiu

L'estirament és una tècnica que manté o millora l'amplitud de moviment d'una articulació o d'un conjunt d'articulacions, per una acció d'allargament i tracció de les estructures que sol·licita. Suposa una tècnica per cuidar, prevenir i mantenir o desenvolupar les capacitats de cada individu. No tots els estiraments es realitzen de la mateixa manera ni tenen el mateix objectiu, en funció de la seva aplicació s'obté un efecte o un altre.

Tot estirament realitzat durant l'escalfament influeix en nombroses variables, com la força explosiva i l'estat d'ànim, que contribueixen a afrontar d'una manera més o menys òptima un entrenament o una competició.

Aquesta tesi doctoral es basa en l'estudi sobre l'estirament i el seu objectiu ha estat avaluar i comparar l'eficàcia aguda o immediata de diferents tipus d'estirament en l'escalfament esportiu de l'esportista sa i veure com influeixen sobre aspectes fisiològics, psicològics i de percepció, és a dir: l'opinió del participant a l'estudi.

L'estudi s'ha dividit en dues fases que comparteixen el mateix protocol, amb diferents intervencions, així en la primera fase s'ha analitzat la repercussió de diferents tipus d'estirament estàtic durant l'escalfament esportiu. S'han comparat els estiraments estàtics actius, els passius i les tècniques neuromusculars (contracció, relaxació, estirament) i el no estirament. En la segona fase s'ha analitzat la repercussió de diferents tipus d'estirament actiu durant l'escalfament esportiu. Els estiraments comparats són: l'estirament estàtic actiu en tensió activa, l'estirament dinàmic i el no estirament.

La força explosiva de l'extremitat inferior es pot objectivar mitjançant el test de salts proposat per Bosco. L'estat d'ànim, mitjançant la prova de perfils d'estat d'ànim POMS (*Profile of Mood States*) i les preferències del participant amb un qüestionari d'opinió.

La mostra total emprada en les dues fases de l'estudi ha estat de 97 participants.

En la primera fase de l'estudi els resultats indiquen:

- Quant a les variables fisiològiques:
 - El test de salt indica que l'estirament abans de l'activitat física no afecta la força explosiva.
 - L'estirament estàtic actiu en tensió activa mostra diferències significatives en relació als altres estiraments, i és, per tant, el més indicat en l'escalfament de disciplines de velocitat.
 - En relació a l'índex d'elasticitat, l'estirament estàtic passiu afecta negativament la capacitat elàstica perquè genera una menor força explosiva.

- Quant a les variables psicològiques:
 - El test del perfil d'estat d'ànim mostra que els estiraments analitzats disminueixen els factors *depressió*, *còlera*, *fatiga*, *confusió*, expressats en castellà: "depresión", "cólera", "fatiga", "confusión" perquè és la llengua del test emprat.
 - El qüestionari de preferència evidencia la manca de coneixements conceptuals en relació amb la confusió que hi ha en relació a la nomenclatura i tipus d'estiraments, així com manca de coneixements procedimentals a la posada en pràctica i percepció dels efectes sobre un mateix.

En la segona fase de l'estudi els resultats indiquen:

- Quant a les variables fisiològiques:
 - Les intervencions realitzades: trot sense estirament, trot amb tensió activa i trot amb estirament dinàmic; els subjectes mostren una millora significativa del salt post intervenció.

- En relació a quina és la millor intervenció, no s'han trobat diferències significatives, i per tant, no es pot afirmar que una sigui millor que l'altra.
- Quant a les variables psicològiques:
 - Test del perfil d'estat d'ànim. Als 3 tipus d'intervenció s'han trobat diferències significatives entre l'estat d'ànim al PRE i l'estat al POST en cada un dels ítems de la prova de POMS, excepte en els factors "còlera" i la "fatiga".
 - Del qüestionari de preferència cal remarcar que les opinions són variades, i continua el dubte sobre quin és l'estirament més adequat per l'escalfament.

CONCLUSIONS

A la primera fase de l'estudi, es confirma la hipòtesi formulada: l'estirament en tensió activa és el més eficaç en l'escalfament esportiu, no és contraproductiu i fins i tot té efectes positius principalment en el test de salt. En relació al test de POMS, el perfil obtingut s'adapta a la situació de rendiment òptim. Quant al qüestionari de preferència, s'evidencia la necessitat d'arribar a un consens sobre la classificació i modalitats dels estiraments.

A la segona fase de l'estudi es confirma la hipòtesi formulada: els estiraments actius, tant estàtics en tensió activa com dinàmics, complementen i beneficien la preparació a l'esforç i estan indicats en l'escalfament esportiu. Els subjectes mostren una millora significativa del salt postintervenció, tot i que no es pot afirmar quina intervenció és la millor, donat que no hi ha diferència en l'eficàcia dels diversos estiraments actius proposats, en termes de força explosiva i d'estat d'ànim, en l'escalfament immediat.

En relació al test de POMS, el perfil obtingut s'adapta a la situació de rendiment òptim excepte en els factors "còlera" i "fatiga" que no han estat significatius.

En el qüestionari de preferència les opinions són variades i continua havent-hi el dubte de quin és l'estirament més adequat en l'escalfament. S'aconsella l'estirament passiu després de l'esforç.

Paraules clau: Esport i activitat física; Efecte agut dels estiraments; Estirament estàtic; Estirament dinàmic; Escalfament; Força explosiva (salt); Perfil d'estat d'ànim (POMS).

2.RESUMEN

Efectos agudos de diferentes tipos de estiramiento durante el calentamiento deportivo.

El estiramiento es una técnica que mantiene o mejora la amplitud de movimiento en una articulación o un conjunto de articulaciones por una acción de alargamiento y tracción en las estructuras que solicita. Supone una técnica para el cuidado, prevención y mantenimiento de las capacidades de cada individuo o para el desarrollo de las mismas. No todos los estiramientos se realizan de la misma manera o tienen el mismo objetivo, en función de su aplicación se obtiene un efecto u otro.

Cualquier estiramiento realizado durante el calentamiento influye en multitud de variables, entre ellas la fuerza explosiva y en el estado de ánimo, contribuyendo así a afrontar de una manera más o menos óptima un entrenamiento o una competición.

Esta tesis doctoral se basa en el estudio del estiramiento i su objetivo ha sido evaluar y comparar la eficacia aguda o inmediata de diferentes tipos de estiramiento en el calentamiento deportivo en el deportista sano y conocer cómo influye sobre aspectos fisiológicos, psicológicos y de percepción: en la opinión del participante en el estudio.

El estudio se ha dividido en dos fases que comparten el mismo protocolo, con diferentes intervenciones, así en la primera fase se ha analizado la repercusión de diferentes tipos de estiramiento estático durante el calentamiento deportivo. Se han comparado los estiramientos estáticos activos, los pasivos y las técnicas neuromusculares (contracción, relajación, estiramiento) y el no estiramiento. En la segunda fase se ha analizado la repercusión de diferentes tipos de estiramiento activo durante el calentamiento deportivo. Los estiramientos comparados son: estiramiento estático activo en tensión activa, estiramiento dinámico y el no estiramiento:

La fuerza explosiva en la extremidad inferior se puede objetivar con el test de salto propuesto por Bosco. El estado de ánimo con la prueba perfiles de estado de ánimo POMS (*profile of mood states*) y las preferencias del participante con un cuestionario de opinión.

La muestra total en los dos estudios ha sido de 97 participantes.

En la primera fase del estudio los resultados indican:

- En las variables fisiológicas:
 - El test de salto indica que el estiramiento previo a la actividad física no afecta a la fuerza explosiva.
 - El estiramiento estático activo en tensión activa muestra diferencias significativas comparadas con el resto de estiramientos analizados siendo el más indicado en el calentamiento de disciplinas de velocidad.
 - En relación al índice de elasticidad, el estiramiento estático pasivo afecta negativamente la capacidad elástica para generar fuerza explosiva.

- En las variables psicológicas:
 - El test del perfil de estado de ánimo muestra que los estiramientos analizados disminuyen el factor depresión, cólera, fatiga, confusión.
 - El cuestionario de preferencia evidencia la falta de conocimientos conceptuales en relación con la confusión en la nomenclatura y modalidades de estiramiento, así como la falta de conocimientos procedimentales en su puesta en práctica y la percepción de los efectos sobre uno mismo.

En la segunda fase del estudio los resultados indican:

- En las variables fisiológicas:

- Todas las intervenciones realizadas: trote sin estiramiento, trote con tensión activa y trote con estiramiento dinámico, los participantes muestran una mejora significativa del salto post intervención.
- En relación a qué intervención es la mejor, ninguna presenta diferencias significativas, afirmándose que ninguna es mejor que la otra.
- En las variables psicológicas:
 - Test del perfil de estado de ánimo. En los 3 tipos de intervención muestran diferencias significativas entre estado de ánimo en el pre PRE en relación al POST intervención para cada uno de los ítems del test excepto en los factores Cólera y la Fatiga.
 - Del cuestionario de preferencia remarcar que las opiniones son variadas y dudan sobre cuál es el estiramiento más adecuado en el calentamiento.

CONCLUSIONES:

En la primera fase del estudio, se confirma la hipótesis formulada: el estiramiento en tensión activa es el más eficaz en el calentamiento deportivo, no es contraproducente y incluso tiene efectos positivos principalmente en el test de salto. En el test POMS el perfil obtenido se adapta a la situación de rendimiento óptimo.

En el cuestionario de preferencia, se evidencia la necesidad de llegar a un consenso sobre la clasificación y modalidades de los estiramientos.

En la segunda fase del estudio se confirma la hipótesis formulada: los estiramientos activos, sean estáticos en tensión activa o dinámicos, complementan y benefician la preparación al esfuerzo estando indicados en el calentamiento deportivo. Los participantes muestran una mejoría significativa del salto post intervención, pero no se puede afirmar que intervención es la mejor, porque no existe diferencia en la eficacia en los estiramientos activos

propuestos, en la fuerza explosiva y estado de ánimo en el calentamiento inmediato.

En el test POMS el perfil obtenido se adapta a la situación de rendimiento óptimo excepto el factor cólera y la fatiga que no han sido significativos.

En el cuestionario de preferencia las opiniones son variadas y sigue la duda sobre el estiramiento más adecuado en el calentamiento. Eligen el estiramiento pasivo después del esfuerzo.

Palabras clave: Deporte y actividad física, efecto agudo de los estiramientos, estiramiento estático y estiramiento dinámico, calentamiento, fuerza explosiva (salto), Perfil de estado de ánimo (Poms)

3.TAULA D'ABREVIATURES

POMS: prova de perfils d'estat d'ànim (*Profile of Mood States*)

FNM: fusos neuromusculars

OTG: òrgans tendinosos de Golgi

UMT: unió miotendinosa

ADM: amplitud de moviment

CC: component contràctil

CEP: component elàstic en paral·lel

CES: component elàstic en sèrie

CEA: cicle d'estirament escurçament

SSC: *Stretch-Shortening Cycle*

Lo: Longitud òptima del sarcòmer

SJ: *Squat jump*

SJbv o LJ: "*Squat jump*" amb carregues progressives

CMJ: *Counter movement jump*

DJ: *Drop jump*

RJ: *Rebound Jump*

IE: Índex d'elasticitat

IR: Índex de reactivitat

IRFR: Índex de resistència a la força ràpida

P: Estirament estàtic passiu

ED: Estirament dinàmic

EB: Estirament balístic

PNF: *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation*

FNP: Facilitació neuromuscular propioceptiva

CRE: Contracció relaxació estirament

TA: Estirament estàtic actiu en tensió activa

TP: Estirament estàtic actiu en tensió passiva

SE: Sense estirament

SNC: Sistema nerviós central

ADM: Amplitud de moviment

ROM: *“Range of motion”*

PRE: prova realitzada abans de la intervenció

POST: prova realitzada després de la intervenció

El factor T (“tensión”)

El factor D (“depresión”)

El factor A (“cólera”),

El factor V (“vigor”),

El factor F (“fatiga”)

El factor C (“confusión”)

4. TAULA D'ACRÒNIMS

DGLC: Diccionari General de la Llengua Catalana

CEIC: Comitè d'Ètica en Investigació Humana

CEICEGC: Comitè d'Ètica d'Investigacions Clíniques de l'Administració Esportiva de Catalunya

IES: Institut d'educació Joaquim Blume

LOPD: Llei orgànica de protecció de dades.

5.ÍNDIX DE TAULES

Taula 1: Esquema resum	56
Taula 2: Taula de coeficients de correlació intraclase (CCI) de les diferents plataformes	76
Taula 3: Test de Normalitat de les variables del Test de Salt (Fase 1)	101
Taula 4: Comparació POST intervenció versus PRE intervenció per a cada registre dels test de salt (Fase 1).....	103
Taula 5: Tests de Normalitat de l'increment de les variables del Test de Salt (Fase 1)	105
Taula 6: Comparació entre les intervencions de l'increment post-pre intervenció (Fase 1)	105
Taula 7: Anàlisi Post-hoc de l'increment de Salt (Fase 1)	107
Taula 8: Test de Normalitat de les variables del Test de POMS (Fase 1).....	107
Taula 9: Comparació post intervenció versus pre intervenció per a cada registre dels test de POMS (Fase 1).....	111
Taula 10: Tests de Normalitat de l'increment de les variables del Test de POMS (Fase 1)	114
Taula 11: Comparació de l'increment entre intervencions (Fase 1)	115
Taula 12: Freqüència i percentatge de resposta del qüestionari (Fase 1)	117
Taula 13: Test de Normalitat de les variables del Test de Salt (Fase 2)	121
Taula 14: Comparació post intervenció versus pre intervenció per a cada registre dels test de salt (Fase 2).....	123
Taula 15: Tests de Normalitat de l'increment de les variables del Test de Salt (Fase 2)	125
Taula 16: Comparació entre les intervencions de l'increment post-pre intervenció (Fase 2) ...	125
Taula 17: Test de Normalitat de les variables del Test de POMS (Fase 2).....	126
Taula 18: Comparació post intervenció versus pre intervenció per a cada registre dels test de POMS (Fase 2).....	129
Taula 19: Tests de Normalitat de l'increment de les variables del Test de POMS (Fase 2)	131
Taula 20: Comparació de l'increment entre intervencions (Fase 2)	132
Taula 21: Freqüència i percentatge de resposta del qüestionari (Fase 2)	132

6. ÍNDIX DE FIGURES

Fig. 1: Qualitats físiques	19
Fig. 2: Fusos neuromusculars	20
Fig. 3: Receptors tendinosos de Golgi	20
Fig. 4: Component nerviós de l'estructura musculotendinosa	21
Fig. 5: Esquema del sistema aferent i eferent del fus neuromuscular	22
Fig. 6: Diagrama esquemàtic del control neural sobre la funció musculotendinosa.....	23
Fig. 7: Reflexos sensitius	25
Fig. 8: Imatge que representa de forma esquemàtica els components mecànics	28
Fig. 9: Representació de les miofibril·les amb les proteïnes contractils (actina i miosina) i les proteïnes estructurals (desmina)	28
Fig. 10: Representació del sarcòmer i les miofibril·les amb les proteïnes contractils (actina i miosina) i les estructurals (titina, nebulina)	29
Fig. 11: Imatge que representa les diferents estructures dels components fascials	29
Fig. 12: Imatge que representa el component conjuntiu obviant el component contràctil de la unitat musculotendinosa	30
Fig. 13: Model mecànic de Hill	31
Fig. 14: Model mecànic de Huijing	31
Fig. 15: Representació tridimensional d'una fibra musculoesquelètica. Ubicació de la UMT	32
Fig. 16: Microruptura muscular a UMT	32
Fig. 17: Lesió a UMT microscòpica	32
Fig. 18: Lesió a UMT macroscòpica	32
Fig. 19: Corba de tensió longitud: tracció i reacció del teixit a l'allargament.	34
Fig. 20: CEA	36
Fig. 21: CEA	36
Fig. 22: Força i velocitat de transmissió	37
Fig. 23: Rigidesa activa	38
Fig. 24: Força i longitud òptima.....	41
Fig. 25: Tensió passiva.	42
Fig. 26: Corba tensió longitud	43
Fig. 27: Classificació dels estiraments miotendinosos	49
Fig. 28: Maquinari.....	75
Fig. 29: Processador del sistema.....	75
Fig. 30: Plataforma flexible.....	76
Fig. 31: Processador de senyals Chronopic	76
Fig. 32: Plataforma de contactes rígida formada per dues làmines de fibra de vidre.....	76

Fig. 33: SJ	77
Fig. 34: CMJ	78
Fig. 35: DJ	79
Fig. 36: Quàdriceps	82
Fig. 37: Isquiosurals:	83
Fig. 38: Tríceps sural (gastrocnemis).....	83
Fig. 39: Quàdriceps	84
Fig. 40: Isquiosurals	84
Fig. 41: Tríceps sural (gastrocnemis).....	84
Fig. 42: Quàdriceps:	85
Fig. 43: Isquiosurals	85
Fig. 44: Tríceps sural (gastrocnemis).....	86
Fig. 45: Quàdriceps	86
Fig. 46: Isquiosurals	87
Fig. 47: Tríceps sural (gastrocnemi).....	87
Fig. 48: Protocol d'estirament dinàmic	88
Fig. 49: Estirament dinàmic 1	88
Fig. 50: Estirament dinàmic 2.....	88
Fig. 51: Estirament dinàmic 3.....	89
Fig. 52: Estirament dinàmic 4.....	89
Fig. 53: Estirament dinàmic 5.....	89
Fig. 54: Estirament dinàmic 6.....	90
Fig. 55: Estirament dinàmic 7	90
Fig. 56: Protocol	92
Fig. 57: Esquema de l'ordre de les intervencions en la primera fase de l'estudi	93
Fig. 58: Esquema de l'ordre de les intervencions en la segona fase de l'estudi	93
Fig. 59: Diagrama de flux del reclutament de la mostra	100
Fig. 60: Comparació Post-Pre per intervenció i variables del Test de Salt (Fase 1)	104
Fig. 61: Esquema resum dels resultats del test POMS de la fase 1	110
Fig. 62: Comparació Post-Pre per intervenció i variables del Test POMS (Fase 1).....	113
Fig. 63: Diagrama de flux del reclutament de la mostra	120
Fig. 64: Comparació Post-Pre per intervenció i variable del Test de Salt (fase 2)	124
Fig. 65: Esquema resum dels resultats del test POMS de la fase 2.....	128
Fig. 66 Comparació Post-Pre per intervenció i variables del Test POMS (Fase2).....	130

INTRODUCCIÓ

7.INTRODUCCIÓ

En aquest apartat és revisen els aspectes més rellevants relacionats amb l'estudi dels estiraments en l'escalfament, definint i ubicant l'estirament en les qualitats físiques i descrivint els conceptes fonamentals relacionats amb les bases sensitives i mecàniques de l'estirament per exposar a continuació una classificació d'estiraments basada en el comportament mecànic i sensitiu de la unió musculotendinosa. Per una altra banda per poder demostrar i evidenciar la seva indicació dins de l'escalfament s'exposaran els instruments de mesura escollits.

7.1 DEFINICIÓ I UBICACIÓ DELS ESTIRAMENTS EN LES QUALITATS FÍSQUES

L'estirament és defineix com l'acció d'estirar, especialment els membres (DGLC)(1). És una tècnica que manté o millora l'amplitud de moviment d'una articulació o d'un conjunt d'articulacions, per una acció d'allargament i tracció de les estructures que sol·licita.

Amb la preparació física i l'entrenament, el cos se sotmet a un treball de les qualitats físiques, amb l'objectiu de capacitar-lo per fer front a situacions extremes i excepcionals a les que es pot veure sotmès(2). Aquestes qualitats físiques es poden classificar en bàsiques o condicionals i en complementàries o facilitadores(3). Aquestes qualitats s'exposen breument, a continuació es fa una menció especial a les analitzades a l'estudi: la força explosiva i la mobilitat flexibilitat (Fig. 1).

Les qualitats físiques **bàsiques o condicionals** es coneixen també com a organicofuncionals, ja que depenen del treball de contracció muscular i de l'energia necessària per aquest treball; es basen, per tant, en l'eficiència dels mecanismes energètics i en l'aplicació dels principis de l'entrenament. Requereixen produir una adaptació òptima de l'organisme a la càrrega aplicada. Comprenen: la força, la resistència i la velocitat.

La **força** és la capacitat de generar tensió intramuscular, és a dir, la capacitat que tenim per vèncer una resistència. Podem subdividir-la en **força màxima**, que és la major força que el sistema neuromuscular és capaç de desenvolupar mitjançant la contracció voluntària (per exemple un halteròfil), en **força velocitat o força explosiva**, capacitat del sistema neuromuscular per vèncer una resistència en el menor temps possible, (per exemple, el salt de voleibol) i en **força resistència** o capacitat de repetició continuada, és a dir, capacitat de l'organisme per resistir a la fatiga en esforços de llarga durada (per exemple, el rem).

La **resistència** és la capacitat de resistir físicament i psíquicament una càrrega durant un temps determinat i la capacitat de recuperar-se ràpidament. La **resistència aeròbica** correspon a exercicis de llarga durada i baixa intensitat, es disposa de l'oxigen suficient per a l'oxidació del glucogen i dels àcids grassos. La **resistència anaeròbica** es produeix en exercicis de curta durada a alta intensitat, en què no existeix una aportació suficient d'oxigen com a substrat energètic i els processos metabòlics es produeixen en absència d'oxigen, formant-se de manera constant àcid làctic en el múscul.

La **velocitat** és una qualitat complexa, que qualifica l'esportista per reaccionar amb la màxima rapidesa davant d'un senyal i realitzar un moviment tan ràpid com sigui possible dintre d'una determinada unitat de temps.

Les qualitats físiques **complementàries o facilitadores** comprenen la coordinació i la flexibilitat mobilitat, són les que possibiliten la preservació de l'amplitud de moviments i una major economia gestual. Si les desenvolupem òptimament, l'aprenentatge, la pràctica i el rendiment del moviment s'assoliran abans, amb major destresa, confiança, elegància i facilitat en el gest, tant en la pràctica esportiva com en el desenvolupament de les activitats de la vida diària.

La **coordinació** és l'efecte conjunt del sistema nerviós central i de la musculatura esquelètica en l'execució d'un moviment determinat i que marca la direcció d'una seqüència de moviments. Es tracta d'una qualitat determinada

pels processos de control i regulació del moviment, el seu desenvolupament comporta l'ampliació del repertori motor i gestual.

La **mobilitat - flexibilitat** és la mobilització, llibertat de moviments i tècnicament l'amplitud de moviments (ADM) en una articulació o conjunt d'articulacions(4). Depèn de les propietats biomecàniques de les articulacions, concretament de la morfologia de les superfícies articulars per una banda i de les propietats de les parts toves que envolten l'articulació, és a dir, de la capacitat de extensibilitat del múscul, tendó, lligament i càpsula articular, així com de la força muscular necessària per generar el moviment.

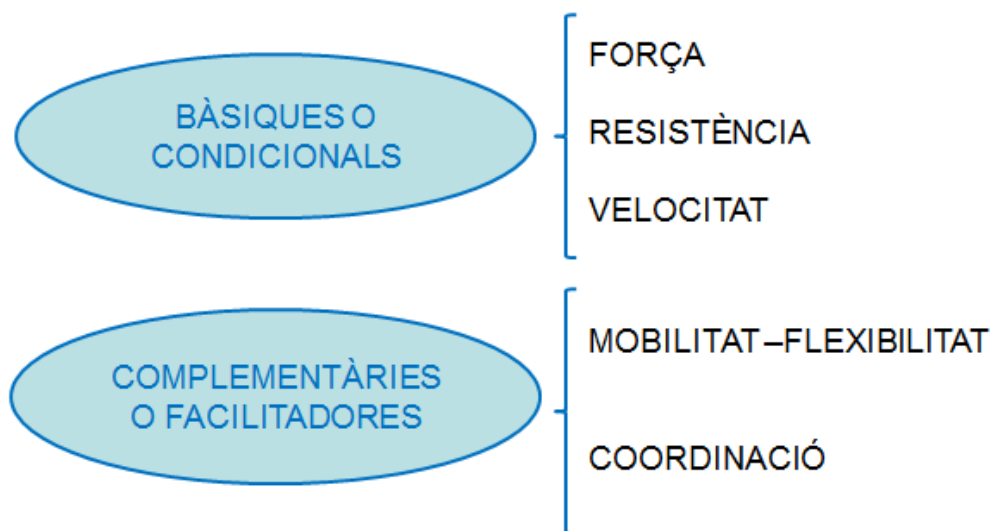


Fig. 1: Qualitats físiques. Font: Elaboració pròpia.

7.2 BASES FISIOLÒGIQUES DE L'ESTIRAMENT EN L'ESCALFAMENT

El múscul és una estructura heterogènia formada per una component mecànica i de una sensitiva que, a la vegada desenvolupen uns mecanismes de funcionament propis de l'acció de l'estirament.

7.2.1 PART SENSITIVA O NEURAL DE L'ESTRUCTURA MUSCULOTENDINOSA

7.2.1.1 Estructura i vies sensibles de l'estirament

La part sensitiva de l'estirament està composta per receptors sensitius que marquen el comportament del múscul. Aquests receptors són els fusos

neuromusculars (FNM) i els òrgans tendinosos de Golgi (OTG)(4,5). Els fusos neuromusculars contenen fibres aferents primàries (*Ia*) i fibres secundàries (*II*) (Vegeu Figura 2) (6). Els receptors tendinosos de Golgi contenen fibres (*Ib*). Ambdós receptors (FNM i OTG) informen de la tensió (*Ib*), la longitud (*II*, *Ia*) i la velocitat d'estirament (*Ia*) i (*II*) (vegeu figura 2).

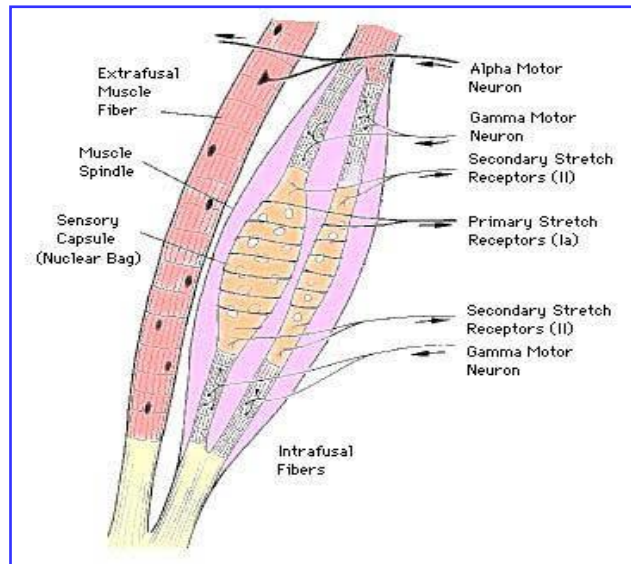


Fig. 2: Fusos neuromusculars(6). Font: López Miñarro (2011).

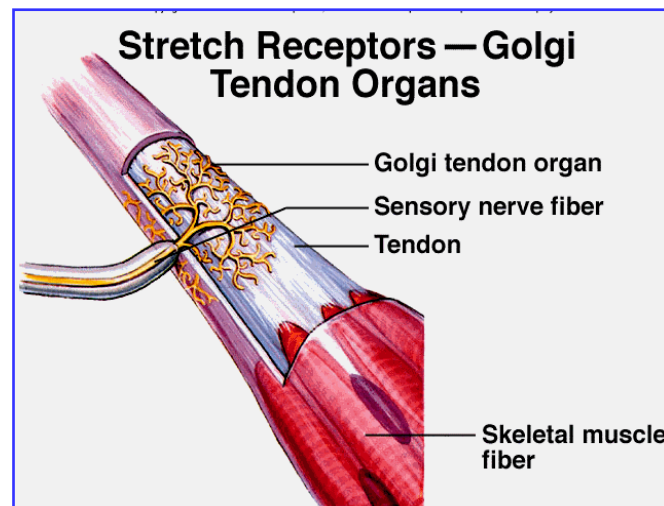


Fig. 3: Receptors tendinosos de Golgi (6). Font: López Miñarro (2011).

Els fusos neuromusculars estan localitzats a l'interior del múscul i estan formats per fibres musculars intrafusals (de l'ordre de 3 a 12 petites fibres) unides a les fibres musculars esquelètiques extrafusals.

Les fibres intrafusals comprenen les fibres de sac en bossa nuclear que connecten amb les fibres aferents primàries *Ia* i les fibres de cadena nuclear que connecten amb les fibres secundàries tipus *II*.

Les fibres intrafusals es relacionen amb les neurones motores gamma que envien informació provinent del reticle espinal per la via reticuloespinal a nivell de l'encèfal en forma d'eferència motora gamma, amb la finalitat de mantenir el llindar d'excitabilitat d'aquestes fibres i així controlar el to muscular. Les fibres extrafusals es relacionen amb les neurones motores alfa eferents, que envien informació provinent de la medul·la i activen la fibra extrafusals, produint-ne la contracció (vegeu figura 4).

La fibra aferent primària (tipus *Ia*) respon als canvis tant de la longitud del múscul com de la velocitat d'allargament. La fibra aferent secundària (tipus *II*), codifica la longitud del múscul en repòs (vegeu figura 5 i 6).

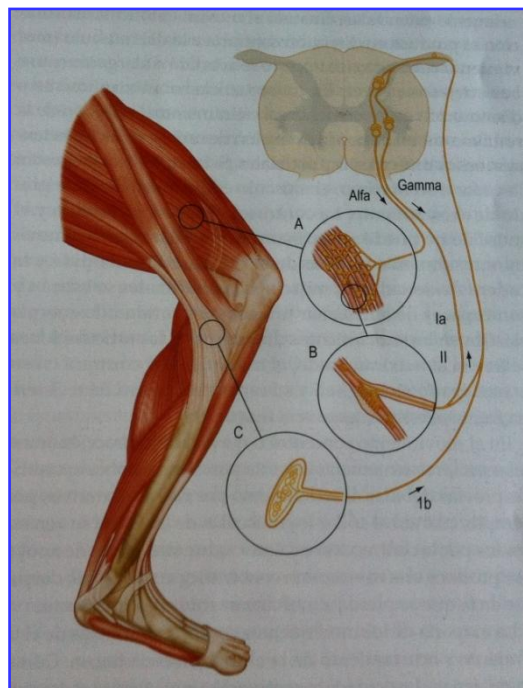


Fig. 4: Component nerviós de l'estructura musculotendinosa(7). Font: Ylinen J.(2009).
 A. Fibres extrafusals amb neurona motora alfa
 B. Fus neuromuscular amb neurona motora gamma i fibres aferents *Ia* i *II*.
 C. OTG amb fibres aferents *Ib* i eferents alfa i gamma.

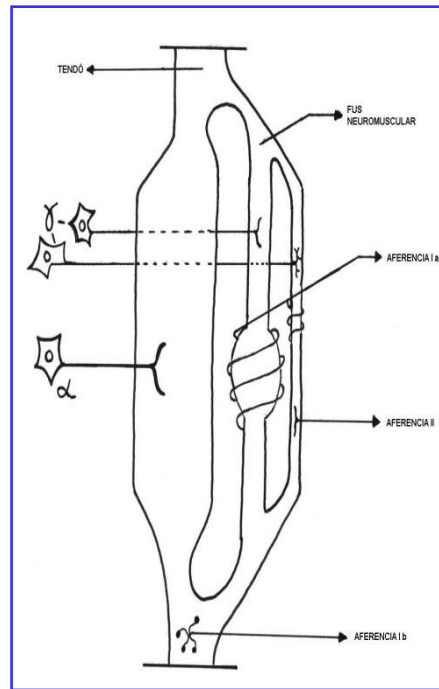


Fig. 5: Esquema del sistema aferent i eferent del fus neuromuscular(8). Font: Pacheco L. et al.(2003).

Quan es produeix un canvi de longitud o de velocitat s'activa el fus neuromuscular, la via aferent informa la medul·la espinal que respon amb una eferència motora alfa del mateix múscul i d'altres músculs sinèrgics, i en resulta el reflex miotàtic. Les aferències *Ia* a més, mitjançant una interneurona produeixen un efecte inhibitori sobre les motoneurons del múscul antagonista, produint el reflex d'inhibició recíproca que implica la relaxació de l'antagonista.

Els receptors de Golgi (fibra *Ib*), procedeixen d'un aparell especialitzat localitzat a la unió miotendinosa (UMT), proporcionen al sistema nerviós informació instantània sobre el grau de tensió en diferents situacions. Aquests receptors són molt sensibles a la tensió tendinosa generada per la contracció muscular(9) i perceben el grau de tensió d'un múscul en un moment determinat. Així, si la tensió muscular augmenta, les fibres *Ib* aferents informen el còrtex cerebral i, a través d'una interneurona a la medul·la, envia informació a la motoneurona alfa, disminuint l'activitat motora i el to muscular. Amb aquest mecanisme es desencadena una resposta d'inhibició motora anomenada inhibició autògena, que actua localment sobre el múscul origen del senyal, sense afectar els adjacents (vegeu figura 6).

En la comparació d'ambdós receptors, el fus neuromuscular descarrega aferències en repòs i en l'estirament, mentre que l'òrgan tendinós de Golgi descarrega aferències en resposta a l'augment de tensió intramuscular(10).

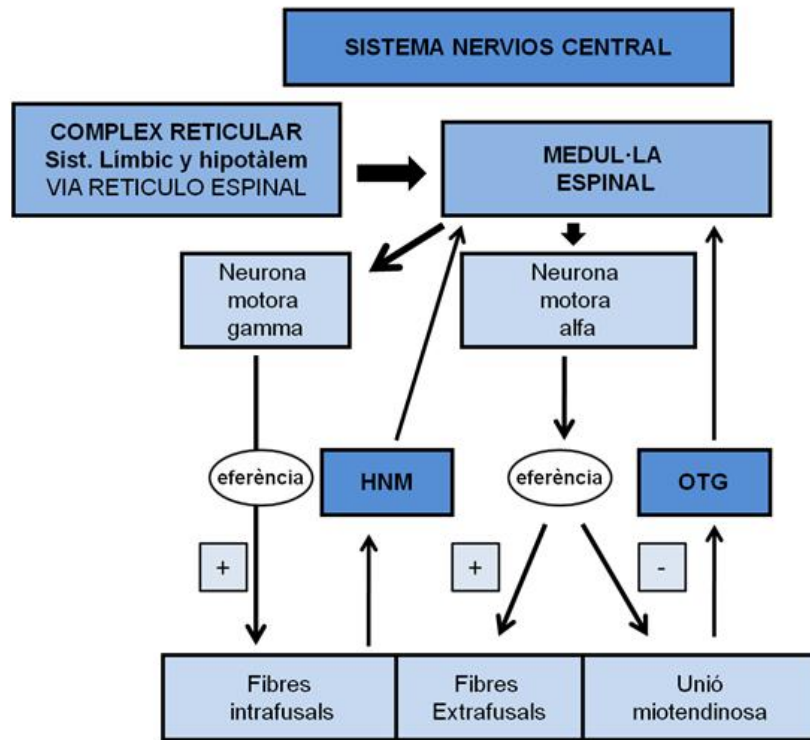


Fig. 6: Diagrama esquemàtic del control neural sobre la funció musculotendinosa. En relació al fus neuromuscular, les motoneurones eferents gamma innerven les fibres intrafusals i les motoneurones eferents alfa les extrafusals. Si l'eferència és del fus s'activen les fibres extrafusals, mentre que si l'eferència prové de l'òrgan tendinós de Golgi s'inhibeixen. Ambdues motoneurones estan controlades per les vies motores descendents. Font: Elaboració pròpia.

El reflex d'inhibició recíproca comporta, per una banda, l'activació del reflex miotàtic invers amb la contracció de l'agonista i l'inhibició de l'antagonista i, per una altra, l'activació de l'OTG si l'estirament és sobtat i d'alta intensitat, es produeix la inhibició total. Aquests mecanismes suposen una protecció de l'estructura musculotendinosa.

Enfront a situacions extremes, amb contracció d'intensitat elevada, els OTG generen una reacció reflexa inhibidòria, que provoca la relaxació sobtada de tot el múscul, anomenada reacció d'allargament, i és un mecanisme protector per evitar la lesió tissular. Al mateix temps l'OTG activa les neurones motores de

l'antagonista i n'incrementa el to muscular. Aquest mecanisme, a més de protector, permet estabilitzar les articulacions en càrrega.

L'activació simultània de les motoneurons alfa i gamma durant l'execució del moviment o el manteniment d'una postura, produeix de manera reflexa un calibratge constant entre les diferents longituds de les fibres intra i extrafusals. D'aquesta manera, un increment sobtat de la càrrega en el moviment provoca una discrepància de longitud entre les fibres; les fibres extrafusals es posen en grau de longitud major enfront de les fibres intrafusals, cosa que provoca un estímul de les aferències (*I_a*), i es posa en marxa el reflex miotàtic que produeix un grau de contracció muscular major de les fibres extrafusals. En el cas contrari, la variació de longitud d'escurçament, comporta una descàrrega aferent de fibres intrafusals menor i, per tant, una resposta inhibitoria del múscul (vegeu figura 6).

Les qualitats físiques complementàries o facilitadores(3), estan constituïdes per la flexibilitat, que engloba l'estirament, i per la coordinació. La coordinació es defineix com l'efecte conjunt del sistema nerviós central i del sistema musculoesquelètic que permet generar un moviment o una seqüència de moviments, tant en la resposta fàscica com en la resposta tònica que es produeix en la postura final del moviment, adaptant-se a la nova longitud del múscul.

El sistema nerviós central regula el to muscular a nivell medul·lar i a nivell superior, fonamentalment per l'activació del sistema reticular. Tot i que es parla de reflexos i respostes eferents diferenciades, en realitat els músculs agonistes es contrauen sinèrgicament amb els antagonistes generant cocontraccions que estabilitzen les articulacions durant el moviment.

El còrtex cerebral està relacionat amb el moviment voluntari, incideix en la fase eferent i permet la inhibició voluntària en l'activitat reflexa. La regulació del to muscular en repòs depèn de les neurones motores situades a la banya anterior de la medul·la (motoneurons alfa i gamma). Amb l'aprenentatge es pot reduir de forma conscient l'activació durant l'autoestirament i es produeix una

relaxació activa, que es pot controlar conscientment amb exercicis de relaxació i el biofeedback(7,11). També poden influir factors emotius o afectius relacionats amb l'atenció(12).

7.2.1.2 Control del sistema nerviós en l'estirament

L'estirament agut genera unes adaptacions o respostes neurals que varien segons la modalitat d'estirament escollida(13), a més, l'aprenentatge influeix sobre el control motor; aquests aspectes poden influir en la qualitat de l'escalfament.

Els receptors musculars envien aferències a nivell medul·lar en resposta a les variacions de longitud i velocitat dels estiraments. La resposta eferent implica l'activació del reflex miotàtic sobre la contracció i el reflex d'inhibició recíproca sobre la relació sinèrgica del múscul antagonista. Quant als receptors tendinosos, s'activa l'òrgan tendinos de Golgi, que regula la tensió intramuscular a través del reflex d'inhibició autògena (vegeu figura 7).

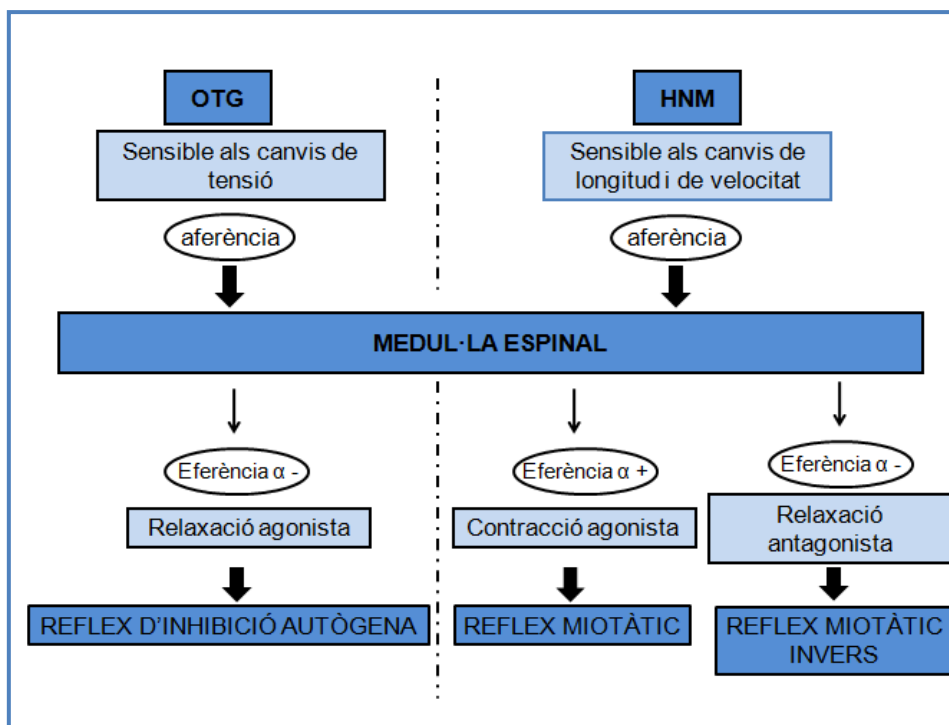


Fig. 7: Reflexos sensitius. Font: Elaboració pròpia.

7.2.1.3 Respostes neurals en els estiraments

En línies generals, des d'un punt de vista sensitiu, es donen diverses respostes neurals a cada estirament durant l'escalfament.

L'estirament estàtic passiu lent, tot i que és el més estudiat i citat bibliogràficament, no comporta activació, donat que no activa el reflex miotàtic ni la contracció, per tant el seu efecte neural, per definició, es limita a una nul·la o baixa resposta a l'inici de la posada en tensió produïda per l'activitat tònica reflexa modulada per l'OTG; la resposta s'atura, si la tensió es manté. Si l'estirament es realitza a velocitat lenta és més efectiu, donat que evita les respostes reflexes del fus neuromuscular en els músculs estirats(9,14).

Els estiraments estàtics passius repetits i perllongats produeixen fatiga a l'FNM, i varien la resposta *la* aferent en la fibra intrafusar i la alfa eferent en la fibra extrafusar. S'altera el reflex miotàtic i, per tant, l'*stiffness* o rigidesa(15). Aquest aspecte demana la inclusió de tècniques actives durant l'escalfament.

L'estirament passiu perllongat en situació de fatiga, a més, pot alterar les aferències tipus III i IV. El sistema nerviós central (SNC) no rep informació de la percepció de dolor en l'estirament, cosa que és un factor de risc, donat que per activar la inhibició autògena cal un estímul extrem i intens i el múscul queda desprotegit, en afectar-se la resposta protectora d'inhibició vehiculada per l'OTG(16).

La contracció relaxació estirament (CRE) aprofita el fenomen d'inhibició postisomètrica per incrementar l'amplitud de moviment. Després de realitzar una contracció muscular activa la funció aferent *la* augmenta el llindar d'activació i l'òrgan tendinós de Golgi queda inhibit. La tensió disminueix i, d'aquesta manera, no es produeix un increment significatiu de la resistència a l'estirament, s'inhibeix el dolor, i el múscul, gràcies a aquest mecanisme sensitiu, tolera millor l'allargament(7,17).

Tant si es realitza contracció de l'antagonista o de l'agonista en el CRE la inhibició produïda sobre la motoneurona alfa es manté durant la maniobra d'estirament i el nivell d'excitabilitat previ a l'estirament es recupera de manera immediata; es calcula que en un temps inferior a 5 segons. La durada de la contracció isomètrica, així com la intensitat màxima o submàxima no altera els resultats(14,18).

L'estirament estàtic actiu en tensió passiva (TP), segons la durada, produeix en l'escalfament dues possibilitats neurals. Quan l'execució és breu (4-6 segons) millora la sinergia entre l'agonista i l'antagonista, mentre que si l'execució esdevé perllongada (>6 segons) apareix una inhibició recíproca de la musculatura sol·licitada en l'estirament(19).

Durant l'execució dels estiraments actius, degut a un canvi de longitud i velocitat, s'activa el reflex miotàtic per aferència *la* i *//* i la resposta de la motoneurona alfa(14). Els estiraments actius, per tant, semblen els més idonis per l'escalfament esportiu.

En relació al control motor voluntari, s'ha descrit que una actitud relaxant podria normalitzar el to muscular després d'un esforç intens(7), semblantment es dedueix que una actitud activadora podria complementar l'escalfament.

7.2.2 PART MECÀNICA DE L'ESTRUCTURA MUSCULOTENDINOSA

L'acció d'estirar forma part de la qualitat física facilitadora anomenada flexibilitat. La flexibilitat definida com a amplitud de moviment (ADM), depèn de la capacitat d'extensibilitat del múscul, tendó, lligament i càpsula articular, coneguda com a extensibilitat passiva i també, de la força muscular necessària per generar el moviment, anomenada flexibilitat activa(4).

7.2.2.1 Estructura heterogènia dels components

El conjunt múscul tendó és una estructura heterogènia(20) en què, a més de les sensibles, actuen elements amb propietats mecàniques. Està compost per

elements contràctils que interactuen amb elements conjuntius amb diferents capacitats d'extensibilitat (Vegeu figura 8).

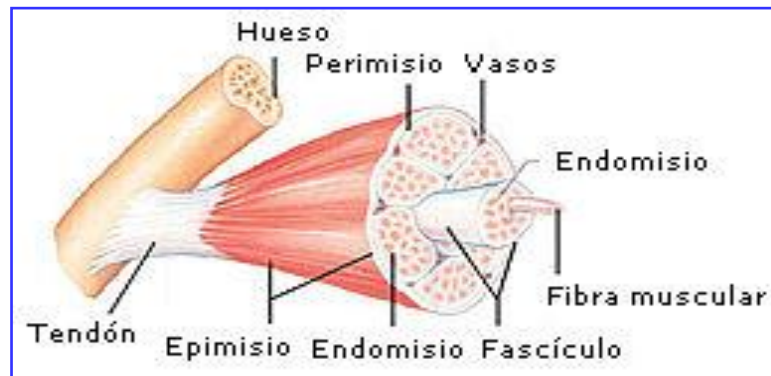


Fig. 8: Imatge que representa de forma esquemàtica els components mecànics(21). Font: Sabatino VE (2008).

El teixit contràctil està format per la unitat bàsica de la contracció que és el sarcòmer; formen el teixit les miofibril·les que presenten una disposició seriada de sarcòmers i contenen les proteïnes actina (filament prim) i miosina (filament gruixut) que interactuen i llisquen entre elles i produeixen la contracció. L'estructura del sarcòmer es deforma de manera longitudinal, conté unes proteïnes estructurals que en mantenen la integritat: la titina (estabilitza la posició central de la miosina en el sarcòmer, es considera que és l'element responsable de l'elasticitat), la nebulina (proteïna estructural de l'actina, la relaciona amb la línia Z del sarcòmer, i en manté la posició en reixa), la desmina (relaciona els sarcòmers entre ells) i les costàmeres (transmeten la força de contracció a la làmina basal)(22,23) (Vegeu figura 9 i 10).

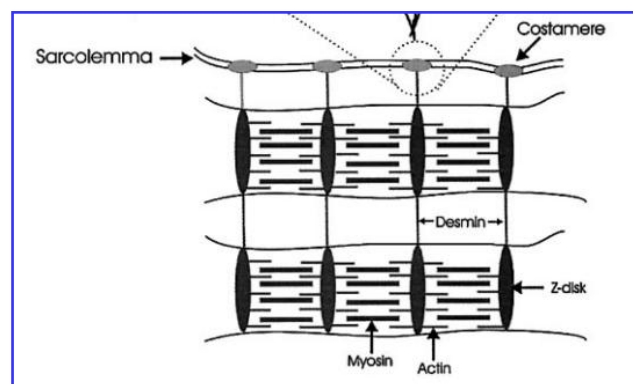


Fig. 9: Representació de les miofibril·les amb les proteïnes contractils (actina i miosina) i les proteïnes estructurals (desmina)(24). Font: Lovering RM et al. (2004).

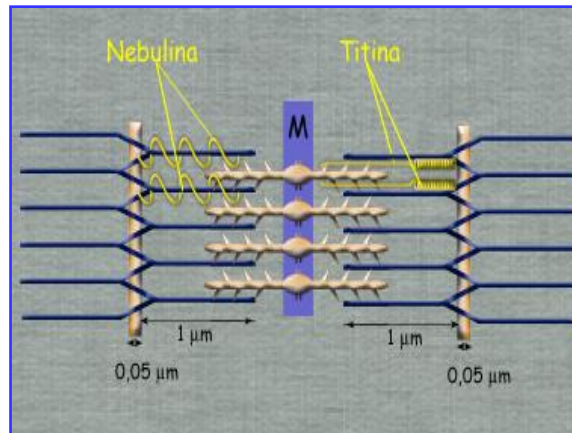


Fig. 10: Representació del sarcòmer i les miofibril·les amb les proteïnes contràctils (actina i miosina) i les estructurals (titina, nebulina)(25). Font: Lieber RL. (2004).

El teixit conjuntiu forma capes de teixits fascials que embolcallen les estructures tendinoses i musculars, en què es troben, de superficial a profunda: l'epimisi, el perimisi, l'endomisi i el sarcolema que, juntament amb el tendó, són els principals transmissors de la força.

En el teixit conjuntiu hi trobem la fàscia superficial i la profunda. La capa superficial es troba just a sota la pell. És la capa grassa subcutània, formada per la pròpia grassa i el teixit conjuntiu. La fàscia profunda és una capa de teixit conjuntiu, densa i externa que modela com una carcassa els teixits subjacents, i separa els grups musculars. També, en la fàscia profunda es distingeix una capa de teixit conjuntiu més dens que embolcalla el perimisi, anomenada miofascial, i una altra anomenada fàscia profunda que contacta directament amb el múscul i forma els tabics intramusculars(22) (vegeu figura 11).

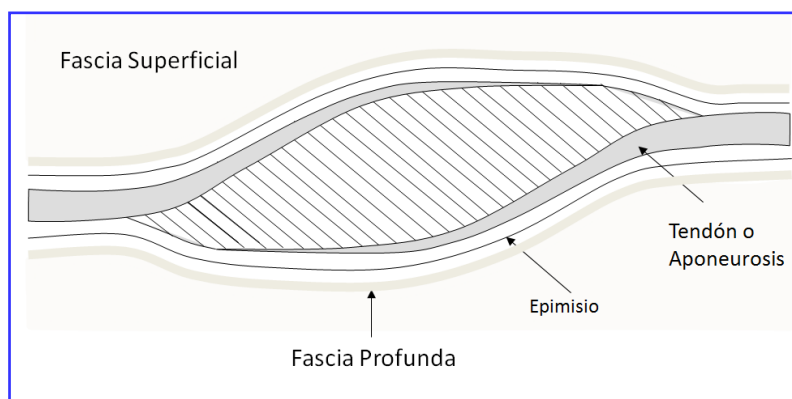


Fig. 11: Imatge que representa les diferents estructures dels components fascials(22) Font : Balias R et al. (2013).

Si s'extreu el component contràctil del múscul, s'observa un esquelet conjuntiu format per diferents estructures que compartimenten el múscul i que no són purament longitudinals o transversals, sinó que presenten diferents direccions. A la figura 12 s'observa el comportament d'aquestes estructures en l'acció d'allargament o excèntrica. L'esquelet conjuntiu justifica que en l'aplicació de l'estirament, a més de l'allargament longitudinal, s'ha d'incloure l'allargament tridimensional amb component de rotació del segment per sol·licitar totes les estructures conjuntives i unions miotendinoses(19,26).

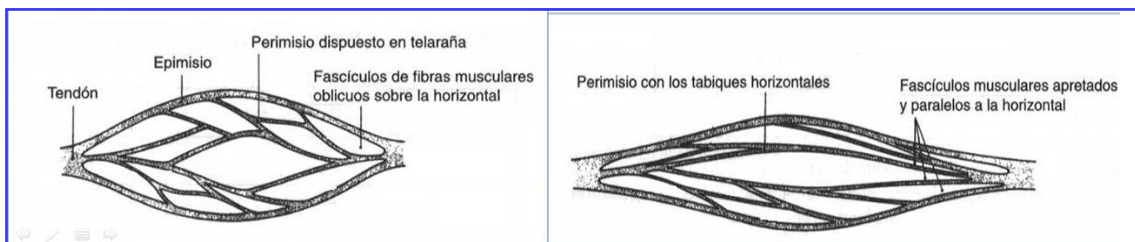


Fig. 12: Imatge que representa el component conjuntiu obviat el component contràctil de la unitat musculotendinosa(19). Font: Esnault, M. (2003).

Hi ha una població heterogènia de fibres musculars, que es divideixen en fibres tipus I (vermelles); són fibres lentes que es relacionen amb els músculs tòncics, contenen més col·lagen, mantenen la postura estàtica, i emmagatzemen una energia més gran durant l'allargament i fan el moviment més econòmic. Les fibres de tipus I són ràpides, corresponen als músculs fàssics, que es subdivideixen en tipus Ia (fibres intermèdies) i Ib (fibres ràpides) blanques, produeixen i alliberen energia ràpidament durant la contracció muscular, però es fatiguen abans(22). En aquest sentit, quan es produeix una lesió o una falta d'activitat els músculs tòncics tenen tendència a la hipertonia i escurçament, mentre que els músculs fàssics tenen tendència a la hipotonia i laxitud. En canvi, la musculatura tònica, davant d'exigències físiques considerables, respon igualment amb escurçament, mentre que la musculatura fàssica, pot activar el to adaptant-se a la situació. El plantejament en l'aplicació del treball d'estirament o de reforç ha de ser diferent i personalitzat en cada cas(27,28).

Mecànicament la heterogeneïtat dels components musculotendinosos està representada en el model mecànic de Hill(29) i de Huijing(30) (vegeu figura 13 i 14). El model representa les diferents estructures, la disposició i la diferent

extensibilitat entre elles. Està format pel component contràctil (CC), que comprèn l'actina i la miosina i per elements conjuntius, que formen, per una banda, el component elàstic en paral·lel (CEP) i per l'altra el component elàstic en sèrie (CES). El CEP està constituït per capes conjuntives que formen l'epimisi, el perimisi, l'endomisi i el sarcolemma que envolten i "empaqueten" els elements contràctils. El CES està format pels tendons i línies Z del sarcòmer disposats seguint l'eix longitudinal de les fibres musculars.

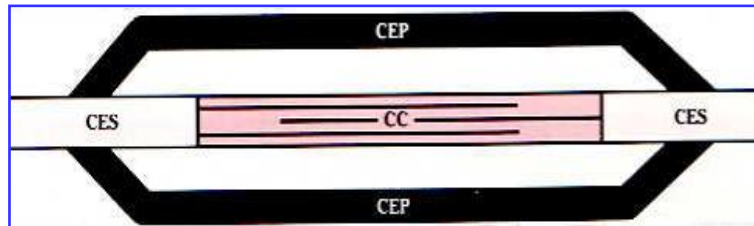


Fig. 13: Model mecànic de Hill (29). Font: Nieger H. (1998).

Components:

Elements contràctils (CC)

Elements conjuntius: formats pel component elàstic en paral·lel (CEP) i component elàstic en sèrie (CES)

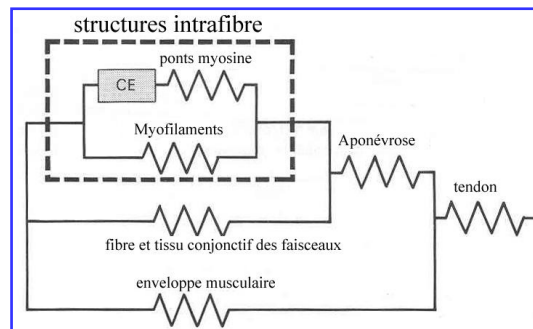


Fig. 14: Model mecànic de Huijing(31). Font: Huijing PA. (1999).

CE Element contràctil del sarcòmer

CEP Aponeuosi (teixit conjuntiu dels fascicles i embolcalls musculars)

CES El tendó

La unió musculotendinosa (UMT) és una zona de transició entre teixit muscular i conjuntiu, té la funció de suportar i transmetre les càrregues de tensió d'intensitat elevada, en què el sarcòmer és menys extensible que en la resta de teixit(32), cosa que la fa més vulnerable a les lesions(33) (vegeu figura 15 i 16).

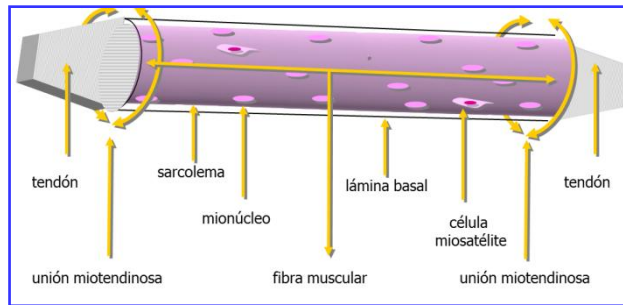


Fig. 15: Representació tridimensional d'una fibra musculoesquelètica. Ubicació de la UMT(22).
Font: Balius R et al.(2013).

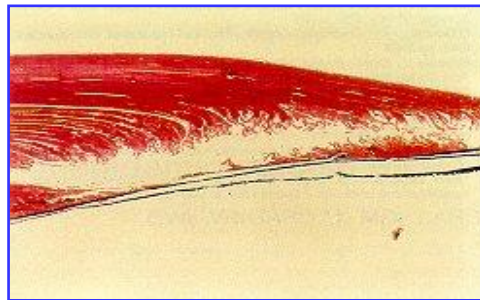


Fig. 16: Microruptura muscular a UMT(32). Font: Taylor KL et al. (2009).

La lesió de l'estructura miotendinosa, a nivell microscòpic afecta les proteïnes estructurals del sarcòmer i produeix cruiximent i el *Delayed onset muscle soreness* (DOMS) o dolor muscular d'aparició retardada. Mentre que les lesions macroscòpiques produeixen la rbdomiòlisi i la ruptura del múscul (*strain injury*) (22,34) (Vegeu figura 17 i 18).

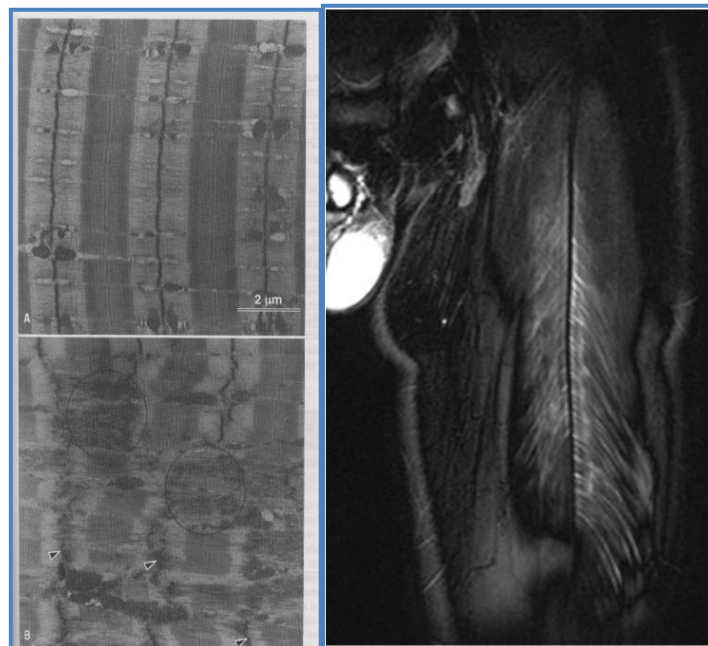


Fig. 17: Lesió a UMT microscòpica(25). Font: Arxiu propi de R. Balius.

Fig. 18: Lesió a UMT macroscòpica(34). Font: Arxiu propi de R. Balius.

El component contràctil varia segons que es trobi en repòs o en activitat. En repòs, és a dir, sense contracció és més extensible, la força que s'oposa a l'allargament (tensió passiva) comporta la sol·licitació de les proteïnes elàstiques estructurals del sarcòmer(35). En activació, és a dir, en contracció, la resposta a la posada en tensió en un estirament crea una rigidesa mitjançant les proteïnes contràctils actina i miosina, que s'oposen a l'allargament. En ambdues situacions els estiraments perllongats poden alterar la resistència a l'allargament(36).

Per tant, les característiques específiques de l'estructura musculotendinosa defineixen la qualitat de l'estirament. Bàsicament, aquesta qualitat gira entorn de l'estirament i deformació, l'elasticitat i rigidesa i la viscositat.

7.2.2.2 Estirament i deformació

La resposta mecànica d'un teixit sotmès a l'allargament es defineix amb la corba tensió–deformació(20). Quan la unió miotendinosa se sotmet a una força de tracció, es produeix una deformació que segueix diferents fases: la fase elàstica, la fase plàstica i la fase de ruptura. En la fase elàstica la tensió produeix una deformació en allargament reversible, és a dir, quan la tensió desapareix el teixit recupera la longitud original sense deformació. Seguidament si la tensió continua entra en la fase d'inici plàstica, en què es produeix una desorganització d'ordre molecular imperceptible, si la tensió continua es produeix la fase plàstica i quan la tracció desapareix roman la deformitat, és a dir, el teixit no recupera la longitud original, i finalment s'entra en la fase de ruptura quan l'augment de la tracció produeix un fracàs; la desestructuració del teixit va des de ruptura parcial a ruptura final o completa (Vegeu figura 19) .

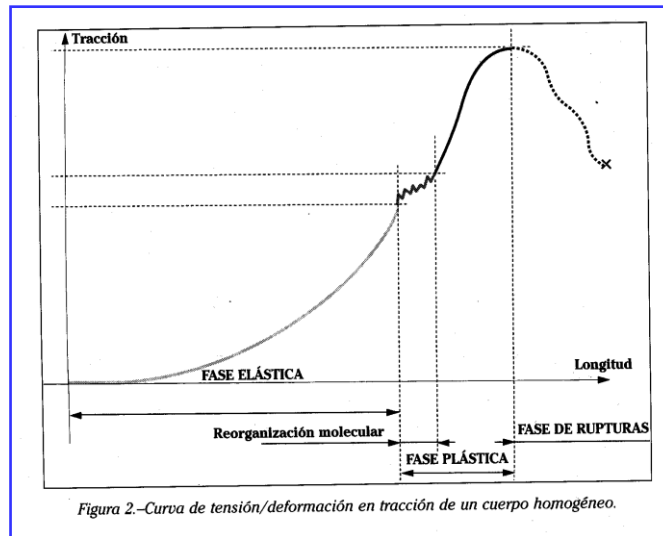


Fig. 19: Corba de tensió longitud: tracció i reacció del teixit a l'allargament. Dues parts de la corba: una deformació temporal (fase elàstica) i una permanent (fase plàstica) i finalment fase de ruptura (fracàs total del teixit)(20). Font: Neiger H. (1998).

L'estirament agut incideix en les propietats mecàniques de la UMT, les adaptacions o respostes varien segons la modalitat d'estirament escollida. La intensitat de l'estirament, en estiraments de baixa intensitat i curta durada, com l'estirament en tensió activa o estirament dinàmic, incideix en la propietat elàstica del teixit, mentre que els estiraments de baixa intensitat i llarga durada com el passiu i la "contracció relaxació estirament" poden produir modificacions de la propietat plàstica(7,16).

L'estirament que s'aplica durant l'escalfament treballa la fase elàstica, mentre que l'estirament que s'aplica en l'entrenament de flexibilitat pretén arribar a l'inici de la fase plàstica per afegir sarcòmers en sèrie i augmentar l'ADM. L'entrenament suposa una càrrega i cal una adaptació de l'organisme per assimilar-la. Per tant, l'estirament durant l'escalfament té una objectiu diferent al de l'entrenament de la flexibilitat(13).

7.2.2.3 Elasticitat i rigidesa

Com s'ha mostrat en la corba de tensió-deformació, l'elasticitat suposa una propietat reversible davant d'un estímul d'allargament i l'extensibilitat, definida com a capacitat d'un teixit d'estendre's i incrementar la longitud, és el contrari de la rigidesa.

Per mesurar la rigidesa d'un material elàstic, s'aplica el mòdul d'elasticitat longitudinal. Aquest concepte se situa en la primera part de la corba tensió-deformació, és a dir dins la fase elàstica sense superar el límit d'elasticitat del teixit. Aquesta mesura permet comprendre el concepte d'*stiffness*, "rigidesa", versus *compliance*, "compliància", donat que indica la propietat del cos deformat, que canvia l'estructura original i mesura l'oposició del teixit a ser estirat.

Sobre els materials elàstics homogenis, que s'allarguen en totes direccions (isòtrops) es pot afirmar que:

- Un material *stiff* (rígid) no es deforma gaire en aplicar una tensió. Té un mòdul d'elasticitat alt. La rigidesa d'aquest material ve donada pel valor del mòdul d'elasticitat (Young).
- Un material *compliant* (flexible) es deforma molt quan se li aplica una tensió. Té un mòdul d'elasticitat baix.

Sovint es confon la diferència entre elasticitat i mòdul d'elasticitat. S'anomena elasticitat quan un material elàstic no es deforma permanentment, quan la tensió és menor que el límit d'elasticitat del material. Generalment s'interpreta que un material té una elasticitat alta o que és altament elàstic quan es pot estirar a altes deformacions sense fallar. En canvi, un material amb un mòdul d'elasticitat alt és aquell en què les grans tensions només causen alteracions petites.

Per tant, un material amb un mòdul d'elasticitat alt té un alt *stiff*, és rígid, i oposa una resistència més gran a l'allargament i torna ràpidament a la seva longitud original. Un material d'alta elasticitat es pot estirar molt sense fallar, és a dir, té un límit elàstic molt alt(37).

En analitzar el comportament musculotendinós, si el múscul és *stiff*, rígid, transmet més ràpidament l'energia de la contracció a les palanques òssies i articulades que generen el moviment. Si el múscul és *compliant* té més capacitat elàstica per deformat-se davant una tensió i emmagatzema energia elàstica durant la fase excèntrica i l'allibera durant la concèntrica(31,38,39).

Els conceptes de rigidesa i elasticitat tenen relació amb el cicle d'estirament - escurçament (Stretch-Shortening Cycle SSC)(40). L'objectiu de l'SSC és convertir l'energia elàstica del pes del cos i la gravetat, durant la fase excèntrica del moviment, en una força igual i contrària durant la fase concèntrica (Vegeu figura 20 i 21).



Fig. 20: CEA

La majoria dels moviments comprenen cicles d'estirament-escurçament de la UMT, la contracció concèntrica aprofita el preestirament excèntric(41), mentre que la contracció excèntrica emmagatzema l'energia durant la fase excèntrica per alliberar-la en la fase concèntrica, i augmenta la velocitat de contracció. Font: La Nación (Buenos Aires).

Fig. 21: CEA

Font: Arxiu personal Irina Rodríguez.

Elasticitat i rigidesa en relació amb la variació de la rigidesa muscular. Els estiraments poden tenir efectes negatius sobre les qualitats físiques. Wilson et al., citats per Prevost(42), afirmen que “tota modificació de la rigidesa sobre el sistema musculotendinós repercuteix sobre la forma física i afecta la força, la velocitat i la potència musculars”. Argumenten que la variació de la rigidesa muscular pot influir en la rapidesa en què es genera i transmet la força cap a les palanques òssies articulades. L'augment de rigidesa del sistema musculotendinós accelera la velocitat de transmissió i, per tant, la rapidesa del moviment, mentre que si hi ha una variació d'extensibilitat (més extensible) hi ha un retard en la transmissió i, per tant, un alentiment de l'acció de transmissió que pot alterar les accions explosives (vegeu figura 22).

Quan s'aplica una càrrega en el sistema musculotendinós en què el component contràctil està activat (contracció) se succeeixen una sèrie de fases (vegeu figura 22) que van del repòs a l'elevació de la càrrega. Si es produeix un retard

en aquest sistema, la transmissió de la força disminueix, i en conseqüència, l'efectivitat en les accions explosives.

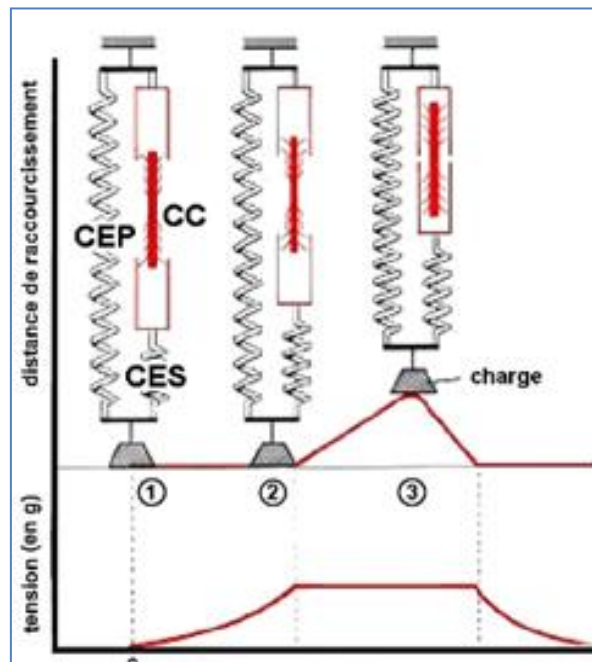


Fig. 22: Força i velocitat de transmissió(42). Font: Prévost P. (2004).

Aplicació d'una càrrega en el sistema musculotendíneu

1. Sistema en repòs
- 1-2. El sistema es posa progressivament en tensió i activa la component contràctil (CC) i produeix l'elongació de la part elàstica (CES i CEP)
2. Quan s'arriba a l'allargament màxim, el component contràctil continua actuant sobre el (CES)
3. La carrega s'eleva per l'escurçament del (CES)

És important tenir en compte que en aquesta situació el component contràctil del sarcòmer està activat amb una màxima imbricació activa entre l'actina i la miosina.

Elasticitat i rigidesa en relació amb la clínica en fisioteràpia. Elasticitat i rigidesa de vegades són interpretades de manera diferent en l'àmbit de l'activitat física i en el de la fisioteràpia, així en relació amb la clínica en fisioteràpia, la rigidesa és la propietat oposada a l'extensibilitat. En el vessant clínic es diferencien dos tipus de rigidesa(19). Per una banda la rigidesa passiva que s'engloba dins l'entitat patològica i que no és objectiu d'aquest estudi, i per una altra, la rigidesa activa, que és important per aquest estudi, donat que és la responsable de l'augment de to muscular, que s'anticipa a l'acció motora proposada, i dona una capacitat de reacció més gran enfront dels estímuls externs.

L'anticipació de la tensió activa és un procés automàtic basat en la memòria dels actes motors que s'aprenen amb la repetició del moviment. L'aprenentatge permet conèixer les necessitats d'anticipació, és a dir, el sistema nerviós pot regular anticipadament la tensió del múscul per superar adientment l'estímul. En seria un exemple l'esquiador principiant que baixa per un pendent i troba, de sobte, una irregularitat del terreny; com que no té les extremitats inferiors acostumades a aquest efecte del terra, se li flexionen els genolls i cau. En un segon intent, l'esquiador vol anticipar-se a la irregularitat del terreny, possiblement incrementa la tensió del múscul, rebota sobre el terreny i torna a caure. L'entrenament continuat del gest permet a l'esquiador integrar finalment un principi d'automatisme que li fa regular la poca o molta rigidesa de tensió. En cas d'un moviment perillós que afecti la integritat dels lligaments del genoll, la protecció anticipada que regula la tensió pot contrarestar el retard entre temps aproximat d'esquinç lligamentós (40 milisegons) i reacció muscular (215 milisegons) (19) (vegeu figura 23).

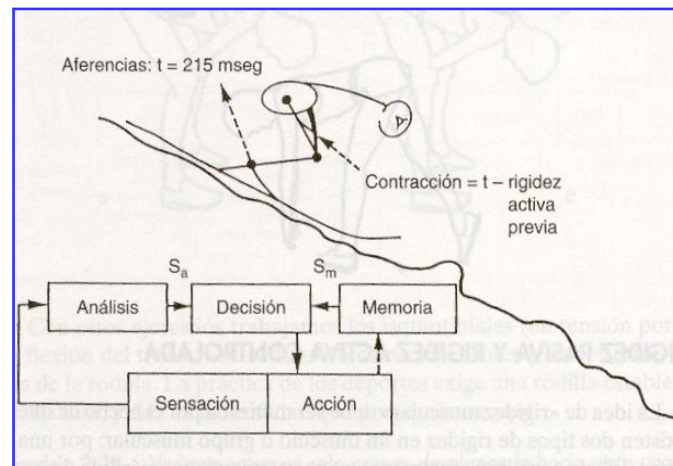


Fig. 23: Rigidesa activa(19). Font: Esnault M. et al. (2003).

El control anticipatiu que en anglès es coneix com a feedforward es refereix a accions d'anticipació i preactivació, basades en experiències anteriors(43) i forma part del control neuromuscular, que es defineix com a activació muscular precisa que possibilita el desenvolupament coordinat i eficaç d'una acció(44).

Elasticitat i rigidesa en relació amb l'escalfament esportiu. L'escalfament és un conjunt d'exercicis, realitzats abans d'una activitat, que proporcionen al cos un període d'ajust de nivell basal a l'exercici. Pretén millorar el rendiment i

reduir la possibilitat de lesió mitjançant la mobilització i l'activació, tant mental com fisiològica(4). Suposa un període per canviar d'estat i arribar a un punt en què els teixits treballin amb més eficiència, i el subjecte sigui capaç d'aconseguir el rendiment màxim(45).

L'efecte agut o immediat de determinats estiraments abans de les accions esportives i en particular quan són explosives, pot alterar la viscoelasticitat i afectar la rigidesa (*stiffness*) i la compliància (*compliance*), i tenir efectes negatius sobre el cicle estirament-escurçament (CEA o *SSC Stretch Shortening Cycle*)(38,40,42). La sobresol·licitació de la tensió passiva que aquests estiraments produeixen és contraproductiu sobretot si són llargs i perllongats (efecte *creeping i Goldspink*)(35). Aquest aspecte permet afirmar que són contraproductius aquests estiraments en l'escalfament esportiu de disciplines, sobretot de velocitat, ja que afecten la resposta muscular i, per tant, el rendiment dels esportistes. Els autors consultats afirmen que les conseqüències d'aquests estiraments són diverses. D'una banda, per la disminució de l'eficàcia del tendó per emmagatzemar energia(4,32,38); d'altra, perquè alteren la capacitat *stiffness* i la rapidesa del moviment, i finalment, perquè poden modificar la part mecànica sensitiva perquè s'incrementa la longitud òptima del sarcòmer i, per tant, de l'angle articular òptim per generar força i també per un efecte d'acomodament sensitiu anomenat *Stretch tolerance*(46). Aquests aspectes retarden la resposta a l'acció i, per tant, no estan indicats en l'escalfament esportiu(40,42). L'estirament en tensió activa en la fase de posada en tensió implica un final de recorregut excèntric en què el component contràctil està activat i no permet arribar a una amplitud de moviment màxima. Aquest aspecte podria influir positivament en el CEA.

L'estirament forma part del treball de flexibilitat que s'ha de realitzar durant l'escalfament esportiu per millorar el rendiment de l'esportista. L'estirament ha d'ajudar a preparar l'estructura musculotendinosa per a l'acció posterior, cercant ADM adequades per al desenvolupament del gest esportiu i a triar l'estirament adequat que influeixi positivament en les propietats viscoelàstiques i sensibles del múscul.

7.2.2.4 Viscositat

L'organització mecànica i sensitiva del múscul condiciona un comportament dinàmic viscos i elàstic(20). La viscositat ofereix al teixit un component de resistència a la tensió (com, per exemple, intentar agafar oli amb una xeringa) en què l'augment de la temperatura modifica la viscositat (facilitant l'aspiració de la xeringa). La fluïdesa consisteix en l'allargament del teixit en aplicar una càrrega fixa o progressiva, la histèresi és produïda per un retard postallargament elàstic, en el qual la tornada a la posició es retarda a causa del factor viscos, i la relaxació a l'estrès no es produeix fins que el teixit estirat no retorna a la posició o longitud inicial, després d'una càrrega en allargament. Aquest aspecte es relaciona amb la pèrdua de la força. La tixotropia és la propietat d'alguns fluids de poder variar la viscositat en el temps; alguns gels com el sarcoplasma es converteixen en fluid en agitar-los i es solidifiquen en repòs. La UMT té característiques tixotròpiques degudes a l'*stiffness* i a la viscositat(32).

Influència de la viscositat sobre l'estirament. Quan es produeix un estirament la força de tracció sobre el teixit comporta un allargament, el comportament viscoelàstic de l'estructura musculotendinosa respon produint una resistència interna a l'estirament anomenada tensió passiva, que és directament proporcional a la velocitat de l'estirament i inversament proporcional a la temperatura(23,32,35,47,48).

7.3 REPERCUSSIÓ DELS ESTIRAMENTS EN LA FORÇA

Per generar força és important que el sarcòmer tingui una longitud òptima (L_0); aquest aspecte es pot modificar segons si el sarcòmer es troba escurçat o allargat, si està en contracció genera una tensió activa, entesa com a força que s'oposa a l'allargament o una situació passiva sense contracció. En aquests aspectes també és important afegir la relació del sarcòmer amb l'angle articular.

La força que pot generar un múscul està en funció de la seva longitud inicial. En repòs el múscul té la longitud òptima per generar força, donat que la imbricació entre els ponts d'actina i miosina és màxima.

En relació amb l'angle articular, la força màxima que pot generar el sarcòmer coincideix amb el cavalcament òptim entre els ponts d'actina i miosina. Si es valora el colze, el bíceps braquial té un angle òptim per generar força activa màxima, quan el colze es troba a uns 90°. El sarcòmer escurçat o allargat per la posició articular perd capacitat per generar força (Vegeu figura 24).

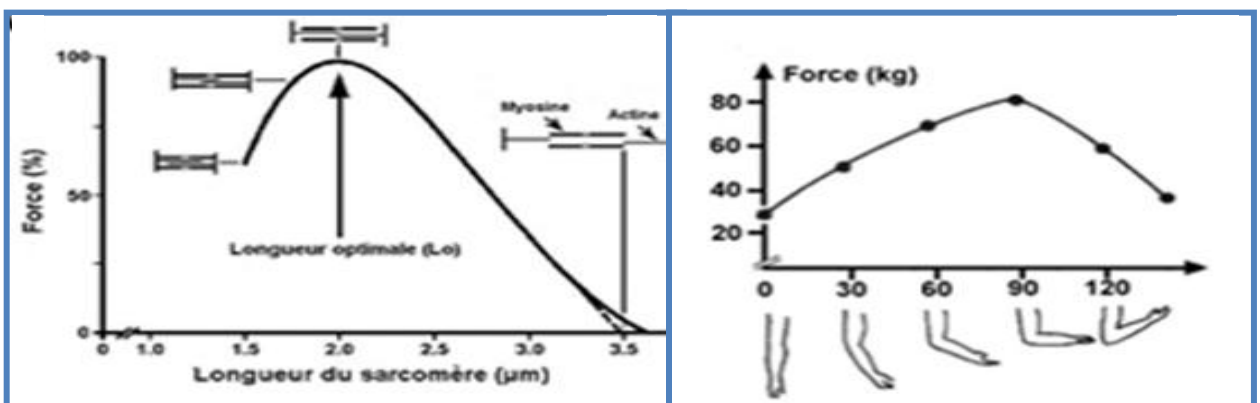


Fig. 24: Força i longitud òptima.

Tensió activa: mostra com actua la tensió activa en funció del múscul en el moment en què s'estimula (A) i en funció de l'angle articular (B). S'observa en A i B la presència d'un pic de força màxima que correspon amb el cavalcament òptim entre els filaments contràctils (actina i miosina). En aquesta Lo es formen el nombre màxim de ponts d'interacció entre l'actina i la miosina del sarcòmer(42). Font: Prévost P. (2004).

Així, la força que pot generar un múscul estimulat està en funció de la seva longitud inicial. Si aquesta longitud és inferior a la de repòs, es sol·liciten solament les proteïnes contràctils. Quan la longitud d'allargament s'allunya de la longitud de repòs, les proteïnes contràctils juntament amb les elàstiques es mobilitzen, i prenen progressivament el relleu (Vegeu figura 25).

El múscul relaxat genera una tensió passiva a l'allargament que supera la longitud de repòs, i sol·licita, en primer lloc, les estructures elàstiques (conectina, titina) fins al seu límit d'elasticitat(23,42,49-52) i si la tensió continua es sol·licita el teixit conjuntiu i el tendó(47).

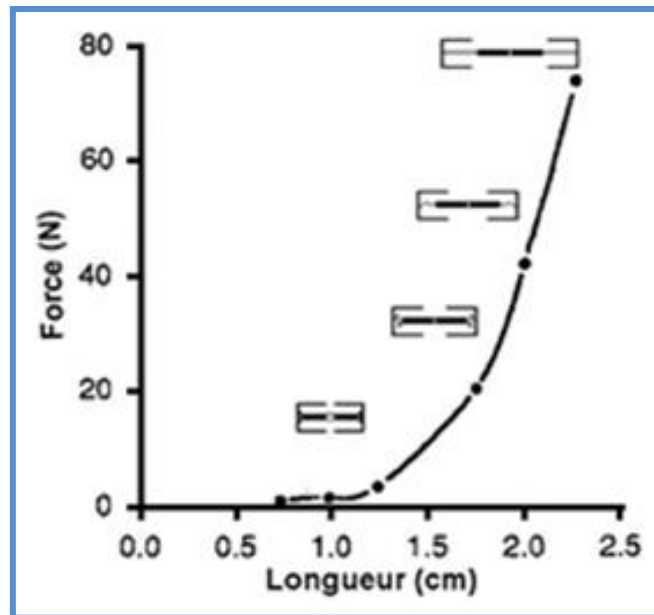


Fig. 25: Tensió passiva.

A mesura que un múscul s'estira passivament, els filaments elàstics (sobretot la titina) són altament sol·licitats i generen una tensió creixent que s'oposa a l'allargament del múscul(42).
Font: Prévost P. (2004).

La força total que pot generar un múscul està en funció dels components contràctil i elàstic, de la longitud i del seu estat (estimulat o no). Si aquesta força és inferior a la longitud de repòs, es sol·liciten solament les proteïnes contràctils. Quan la longitud d'allargament s'allunya de la longitud de repòs, les proteïnes contràctils juntament amb les proteïnes elàstiques es mobilitzen, i prenen progressivament el relleu.

El teixit contràctil i extensible (miofibril·les), desenvolupa poca tensió en flexió completa i en extensió completa. En la primera, per la imbricació mecànica d'actina i miosina i en la segona, a més, per la posada en marxa d'un mecanisme inhibidor protector sensitiu. El teixit no contràctil i inextensible (col·lagen) desenvolupa la tensió a partir de la meitat del recorregut articular i esdevé més rígid a mesura que l'extensió articular augmenta(19) (vegeu figura 26).

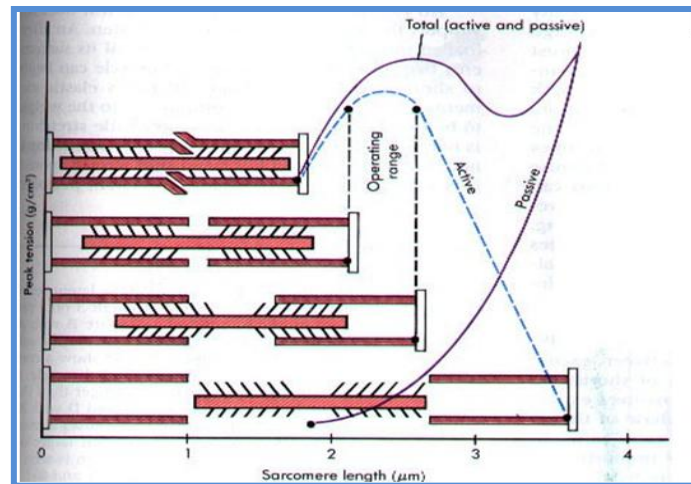


Fig. 26: Corba tensió longitud

La corba tensió longitudinal diferencia la tensió que es produeix a les estructures contràctils i no contràctils, per preservar l'estructura del sarcòmer. La imatge relaciona l'allargament del sarcòmer amb el pic de tensió, i mostra que la tensió disponible a les fibres contràctils assoleix el seu màxim al voltant de la posició de repòs articular. En canvi, la tensió a les fibres de col·lagen apareix en posició intermèdia i augmenta exponencialment fins arribar a l'extensió completa(53). Font: Pozo Rosado P. (2010).

En relació a la tensió total activa màxima derivada de la contracció muscular, el múscul és capaç de generar major tensió o força quan està en una posició de preallargament, mentre que en posició d'escurçament o elongació màxima la capacitat de generar força disminueix.

Després d'estiraments perllongats es pot afirmar que les propietats elàstiques del múscul poden modificar-se amb una disminució de la capacitat elàstica en què la resistència a l'estirament apareix més tard i, per tant, cal menys força externa per allargar i arribar a un angle articular determinat(23,42,50,52) (fig. 26). L'estirament perllongat pot alterar la longitud òptima produint efectes negatius sobre la força explosiva i alterant els valors del test de salt –proba que medeix la força explosiva-(54-64).

D'acord amb el model mecànic de Hill, l'estirament estàtic passiu posa en tensió les estructures passives fins al seu límit d'elasticitat, sense activar el component contràctil. Per ordre d'implicació, primer sol·licita les proteïnes estructurals protectores del sarcòmer (titina, desmina)(23,42,49-52). Si la tensió continua, es sol·licita el teixit conjuntiu i el tendó(32,47). Si aquest estirament es perllonga, es pot alterar la imbricació dels sarcòmers (32). Aquesta alteració influeix en la relació longitud/tensió i disminueix la producció(16,65) i la

transmissió de la força(16,66-69). Aquesta situació és coneguda com a “fenomen de plasticitat” en la qual la rigidesa (*stiffness*) de la UMT s’altera de tal manera que el tendó perd la capacitat d’emmagatzemar energia(39,49,70,71) i el múscul la capacitat de generar força.

Seguint el model mecànic de Hill en l’estirament en TA -estirament en què la posada en tensió es realitza amb el múscul en contracció- el component contràctil actina i miosina està activat. Això fa que, per una banda, no es pugui arribar a ADM màximes i per una altra sol·liciti de manera específica les unions miotendinoses. Aquest fet avala l’estirament en TA com a factor protector de la UMT(72) i, per tant, idoni en l’escalfament(19).

7.4 BASES PSICOLÒGIQUES DE L’ESTIRAMENT EN L’ESCALFAMENT

Si es considera l’individu globalment, a nivell fisiològic, psicològic, social i de creences, els estudis consultats aporten molta informació sobre els efectes fisiològics dels estiraments i molt poca sobre els altres aspectes.

En aquest sentit la figura del psicòleg de l’esport dins l’equip multidisciplinari esdevé molt important amb la finalitat d’assessorar l’equip participant conjuntament amb el fisioterapeuta en la prevenció i tractament i atendre a les necessitats de l’esportista. Per avaluar els objectius i la tasca realitzada, s’utilitzen diferents tests. Per mesurar la dimensió emocional a partir d’una intervenció, en aquest cas l’estirament, hem decidit administrar el test POMS (perfil de l’ estat d’ ànim).

Per altra banda per valorar la percepció d’un subjecte davant una intervenció, s’apliquen qüestionaris. Els qüestionaris qualitius pretenen descobrir coneixements, opinions i altres aspectes que es poden complementar perfectament amb dades quantitatives en la realització d’un estudi. En aquest cas s’ha plantejat un qüestionari sobre la seva opinió en relació amb l’escalfament i l’estirament, i també en relació amb els tests realitzats.

7.5 INSTRUMENTS DE MESURA

Per poder demostrar i evidenciar la indicació dels estiraments dins de l'escalfament s'exposaran els instruments de mesura escollits.

7.5.1 VALORACIÓ DE LA FORÇA

Existeixen diferents tests per valorar la força, màxima(118, 120, 128), la força resistència(126) i la força explosiva test de salt bosco, esprint (73-76).

Per valorar de manera indirecta les diferents expressions de la força se solen utilitzar diferents tests que avaluen la força explosiva utilitzant el salt (37), aquests són: el test de salts horitzontals, test amb multi salts, el test de Sargent i el test d'Avalakov, el test de Margaria i el test de llançaments. En tots aquests tests hi participa l'acció de les extremitats superiors. Si es pretén avaluar analíticament la força a les extremitats inferiors (EEII) se sol utilitzar **el test de Bosco**(77), que és una de les proves estàndard de la valoració de la força explosiva.

Bosco desenvolupa sis proves estandaritzades: *Squat jump* (SJ), *Squat jump* amb càrregues progressives (SJbv) o (LJ), el *Counter movement jump* (CMJ), el test d'Avalakov, el *Drop jump* (DJ) i el *Rebound Jump* (RJ).

1. *Squat jump* (SJ). Valora la força explosiva concèntrica de les extremitats inferiors. Es centra sobre l'acció del component contràctil del múscul i en la capacitat de reclutament nerviós.

2. *Squat jump* amb càrregues progressives (SJbv). És igual que l'anterior, però aplica càrregues progressives amb una barra sobre les espatlles fins arribar a una càrrega similar al pes corporal, o superior. També és conegut com a *Load jump* (LJ).

3. *Counter movement jump* (CMJ). La qualitat analitzada és la força explosiva junt amb la reutilització de l'energia elàstica i la intervenció del reflex miotàtic. Permet crear un estat de preactivació més intens que genera una tensió i

contracció muscular més ràpida, intensa i eficaç. Intervé el reflex miotàtic com a factor de tipus coordinatiu.

4. Test d'Avalakov. Detecta la capacitat de coordinació de l'acció dels braços i el seu efecte sobre l'alçada del salt. L'acció dels braços millora el resultat del salt fins a un 10%(31).

5. *Drop jump* (DJ). És un salt en profunditat amb una alçada de caiguda de 10 a 100 cm. Valora la força explosiva reactiva balística. L'elevació del subjecte es produeix gràcies al component contràctil, per la utilització de l'energia elàstica acumulada durant la fase de frenada i per la contribució via reflexa d'unitats motores que incrementen la força. En aquest cas el múscul activat s'estira en la caiguda. Les propietats mecàniques del múscul són modulades per l'activació reflexa que regula l'*stiffness*.

5. *Rebound Jump* (RJ). Els RJ són salts encadenats, sense o amb acció de braços, amb flexió de genolls o només acció de turmells, durant un període preestablert, de 5 a 60 segons. Permet valorar la potència anaeròbica (si és menor de 15 segons, alàctica, i a 60 segons, làctica).

Dels resultats d'aquests tests es poden formular diferents índexs:

- Índex d'elasticitat (IE). Relaciona el salt vertical amb contramoviment (CMJ) i sense contramoviment (SJ), i quantifica el percentatge d'energia elàstica, correspon a la capacitat d'aprofitar l'estirament previ per generar una força explosiva major. $IE\% = (CMJ - SJ / SJ) \times 100$ (alçada aconseguida en l'SJ i alçada aconseguida en el CMJ).
- Índex de reactivitat (IR). Estableix la relació entre dos tipus de salt amb contramoviment: el CMJ i el DJ. Permet quantificar l'aportació del reflex miotàtic en el salt. $IR\% = (DJ - CMJ) \times 100 / CMJ$.
- Índex de resistència a la força ràpida (IRFR). Quantifica el percentatge d'alçada relacionat amb el CMJ i l'RJ. $IRFR\% = RJ \times 100 / CMJ$.

7.5.2 VALORACIÓ DE L'ESTAT D'ÀNIM

En aquest treball s'inclou una variable psicològica i com a test s'escull el test de perfil de l'estat d'ànim, POMS és una prova que mesura la percepció de l'estat d'ànim. Creat per Mc Nair i cols.(78) al 1971, adaptat a l'esport per Morgan(79) al 1974, fou introduït a Espanya per Pérez Recio i Marí(80), finalment fou traduït i validat al castellà el 1993 per Balaguer i cols.(81). Aquest test ha estat utilitzat en investigacions psicològiques i de fisiologia de l'esport. Es el test d'elecció en el departament de psicologia del centre de tecnificació esportiva J. Blume. Donat que el test tenia que adaptar-se a l'esport i no a la clínica i amb l'objectiu de valorar en conjunt diferents estats d'ànim d'una manera dinàmica i senzilla. Complint amb aquests requisits no existeix en el nostre coneixement cap test igual o similar.

Els articles consultats en relació al test del perfil de l'estat d'ànim, creen, validen, adapten el test a l'esport(78-81), el revisen(82-84), i n'analitzen diferents aplicacions: homes vs dones (85), esportistes discapacitats(86,87), disciplines diverses (85,88-90), diferents nivells(91-93), alta competició(94-96), esport i salut (97-101,101), entrenament psicològic(102), lesions(103-110), i diferents sectors de població(111). En canvi, no es troben estudis que analitzin el test dels perfils d'estat d'ànim a l'escalfament i a l'estirament. Aquest aspecte pot ser interessant a l'hora de plantejar futures investigacions.

El test del perfil d'estat d'ànim està compost per 58 ítems que configuren 6 factors: tensió, depressió, còlera, vigor, fatiga i confusió, expressats en castellà: factor D "depresión", factor A "cólera", factor F "fatiga", factor C, "confusión" i factor V "vigor", perquè és la llengua validada del test emprat que s'ha pres com a referència (vegeu annex 16.1.4).

El test del perfil d'estat d'ànim (POMS) és d'ús habitual en la valoració d'aquesta variable psicològica. El test mesura estats (descripció momentània), per tant és sensible i detecta variacions en espais de temps curts, valora estats emocionals, no la patologia, permet valorar poblacions sanes, i per aquest motiu, s'utilitza en la valoració de l'esportista. La percepció del participant és

subjectiva, però el valor del qüestionari la fa objectiva. Permet veure tendències en la predicció de l'èxit esportiu; amb el perfil iceberg les puntuacions obtingudes es comparen amb la població estàndard(79).

7.5.3 VALORACIÓ DE LA PERCEPCIÓ DELS ESTIRAMENTS

Els qüestionaris plantegen preguntes tancades i/o obertes. En les preguntes tancades formulades pels investigadors es cerca una resposta concreta del subjecte, que tria de manera subjectiva les preferències i opinions en relació amb una intervenció. En les preguntes obertes el subjecte respon lliurement aportant les percepcions i opinions que cregui, tant si són rellevants, interessants o no, en relació amb una intervenció determinada. En aquest cas, es tracta de l'escalfament esportiu i l'estirament (vegeu annex 16.1.5).

7.6 ESTIRAMENTS

7.6.1 CLASSIFICACIÓ DELS ESTIRAMENTS

Les publicacions consultades aporten diferents classificacions que utilitzen terminologia diversa i que no inclouen determinats estiraments. Per tant, no hi ha una classificació internacional consensuada. La majoria d'estudis científics consultats són anglosaxons, escullen diferents modalitats d'estirament i, en la classificació estàndard, consideren l'estirament estàtic passiu, l'estirament dinàmic, el balístic, les tècniques neuromusculars, Facilitació neuromuscular propioceptiva (FNP) i les combinacions entre estiraments. L'estirament estàtic passiu (P) és el més estudiat i amb un nombre major de publicacions (112-114), l'estirament dinàmic (74,75,115-117), el passiu i el dinàmic (56,57,61,64,69,73,118-124), el FNP (55,76,125-132), i l'estirament estàtic, el balístic i FNP (133). En canvi, no es troba evidència sobre estiraments proposats per l'escola francesa que utilitza una classificació diferent que inclou l'estirament estàtic actiu en tensió activa i en tensió passiva. D'aquesta manera, autors com Esnault no són coneguts i no s'inclouen en les revisions, classificacions d'estiraments i en nous estudis científics. Les publicacions que aporten un assaig clínic, en què intervé l'estirament actiu en tensió activa són poques (62,63,134), l'estirament és cita i descriu en diferents obres

(8,11,19,22,26,135-137), els estiraments en tensió activa són poc estudiats i hi ha poca evidència sobre aquests estiraments.

Els estiraments es poden classificar en funció del comportament mecànic i sensitiu de la unió musculotendinosa. Els estiraments es subdivideixen en estàtics i dinàmics(19,137). Un estirament estàtic és el que al final del recorregut de la posada en tensió, quan se sent realment la sensació d'estirament, es manté durant un període de temps i sense moviment. Un estirament dinàmic inclou en la posada en tensió una successió d'accions de moviment actives que poden ser curtes (rebot) o més perllongades (estirament dinàmic actiu) (vegeu figura 27).

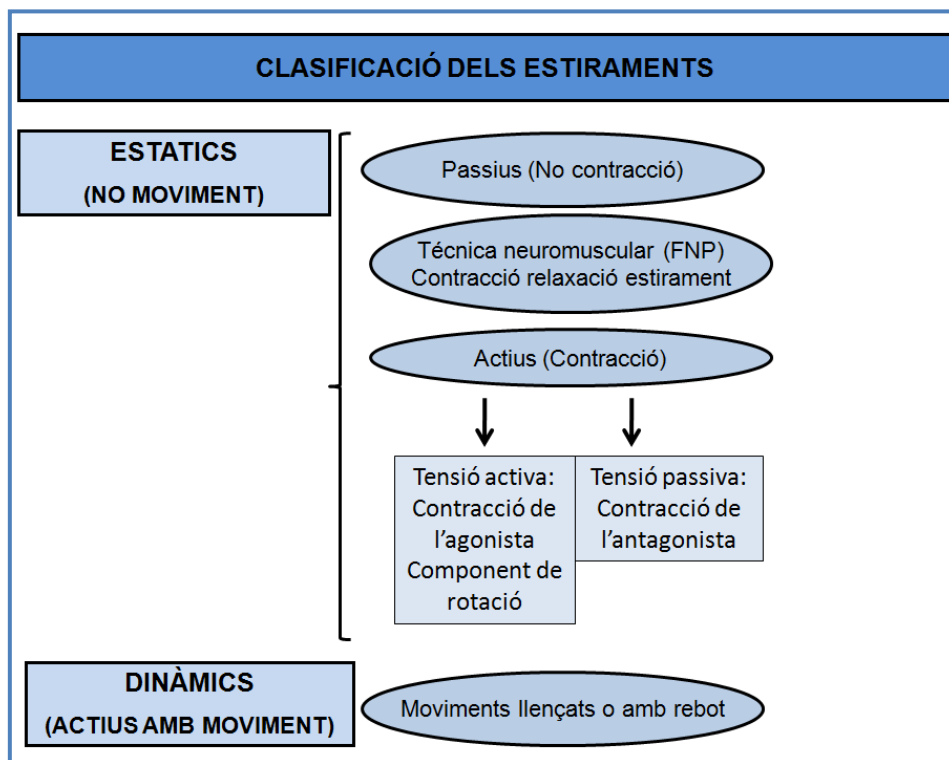


Fig. 27: Classificació dels estiraments miotendinosos(19,137). Font: Elaboració pròpia.

7.6.2 DESCRIPCIÓ DELS ESTIRAMENTS

7.6.2.1 Estiraments estàtics passius (P)

Es defineixen com a estiraments estàtics, és a dir, sense moviment i passius, sense contracció muscular.

Es tracta d'efectuar una posada en tensió progressiva i lenta d'un grup muscular mitjançant l'ajut d'una força externa que pot ser el propi pes, la gravetat, l'ajut d'un company o un fisioterapeuta(4).

En relació al temps d'aplicació dels estiraments les propostes varien, segons l'objectiu. Hi ha estudis que analitzen l'efecte sobre l'increment de l'amplitud de moviment, els efectes aguts o a llarg termini dels estiraments, els efectes sobre les diferents manifestacions de la força, sobre un grup muscular concret. Resulta difícil escollir el temps adequat d'un estirament, sobretot en el cas de l'estirament estàtic passiu, que és possiblement el més estudiat. S'hi refereixen autors que demostren que són suficients 30" per incrementar el *Range of Motion* (ROM) o ADM(138). Altres propostes consideren de 30 a 60" (139), 8 i 30"(136) i 12"(19). Algunes revisions proposen de 3 a 60" per incrementar el ROM dels isquiosurals(140), per valorar el salt, de 30 a 45" (141), i de 15 a 45" (142).

Aquests estiraments es realitzen en una posició confortable. Constitueixen una modalitat d'estirament indicada per millorar o guanyar mobilitat articular (entrenament de la flexibilitat). També s'utilitzen després de l'activitat física amb l'objectiu de disminuir la rigidesa postesforç i ajudar a normalitzar l'hipertò i la congestió muscular. Combinats amb altres tècniques (teràpia manual i massoteràpia), ajuden a normalitzar les amplituds en els casos de rigidesa articular i pèrdua d'extensibilitat periarticular (vegeu annex 16.2.1). L'objectiu d'incrementar o normalitzar l'ADM indica que s'han d'aplicar en la recuperació postesforç (vegeu taula 1)).

L'aplicació de l'estirament estàtic passiu a l'escalfament pot estar indicada en determinades situacions: per aconseguir la flexibilitat òptima en esports que necessiten grans amplituds de moviment, com la natació sincronitzada o la gimnàstica. Primer apliquen estiraments passius i després actius en la rutina d'escalfament (12) i en esports de llarga durada o resistència, que els cal una compliància correcta en què l'estirament passiu facilita un múscul més elàstic(12,143), i millora la transferència d'energia en els esforços de llarga durada de corredors de llargues distàncies(144) i corredors a velocitats

submàximes(145). En canvi, en els esforços de curta durada, aquest tipus d'estirament perllongat afecta la rigidesa (*stiffness*) ja que disminueix la velocitat de contracció, i empitjora la força explosiva(42).

Els estiraments passius perllongats produeixen una pèrdua de resistència i de força a la posada en tensió, i alteren la contracció voluntària màxima. En aquest sentit, la disminució de l'amplitud del senyal de l'EMG de superfície evidencia aquest fet i avala un efecte neuronal associat(15,36). La fatiga metabòlica agreuja el quadre per l'acumulació de calci extracel·lular. Per tant, des d'un punt de vista neural, l'estirament estàtic passiu de llarga durada no es recomana en l'escalfament(9,15).

D'altra banda, els estiraments estàtics passius repetits en un múscul relaxat afecten la propagació neuromuscular a través dels fusos neuromusculars. Això es produeix especialment a la via aferent *la* amb la disminució de l'activitat motoneurona alfa i la resposta eferent de les fibres extrafusals. Aquest fet és el responsable de l'alteració de la transmissió de les forces tensils del múscul al tendó(15).

En els estiraments estàtics passius de baixa amplitud de moviment (ADM) hi ha un efecte presinàptic que disminueix l'excitabilitat de la motoneurona. En els estiraments estàtics passius de llarga amplitud hi ha un efecte postsinàptic amb una inhibició major dels reflexos que permet un increment més gran d'ADM (9). En aquest sentit es recomana l'estirament amb baixa ADM en l'escalfament, per preservar els reflexos i l'activació correcta i, si es tracta d'un estirament d'alta amplitud assistit per una persona, cal que aquesta persona conegui la tècnica analítica per incrementar l'ADM i tingui en compte la inhibició reflexa i la vulnerabilitat del teixit.

7.6.2.2 Tècniques neuromusculars en contracció relaxació estirament (CRE)

En estat de preelongació es fa una sol·licitació isomètrica del múscul que es vol estirar; en el període següent, un cop acabada la contracció, s'aprofita l'estat

d'inhibició postisomètrica que pateix el múscul en estirar-lo per incrementar l'ADM.

El temps de manteniment varia segons els autors, així Geoffroy (136): contracció (C) 10-15", relaxació (R)/estirament (E) 20". Solveborn (146): C 10-30", R/E 10-30". Sharman(5): C 20% intensitat, 3" Lewit(17): C 5-10" a intensitat entre el 10 i 20% força màxima dues a tres repeticions. Janda(17) C màxima 5-10", E 10" 3 a 5 vegades i la proposta d' Esnault(19): C 4", R 4", E 15".

Aquesta modalitat d'estirament està indicada en totes les situacions clíniques o esportives en què es vulgui normalitzar el to muscular, augmentat després de l'exercici físic (tornada a la calma), per incrementar l'ADM (entrenament de flexibilitat) o com a tractament d'una patologia muscular (contractures o espasmes musculars)(5).

La inhibició de la motoneurona durant l'estirament estàtic i la tècnica de CRE es limita a la durada de la maniobra d'estirament. Els estiraments a velocitats lentes i perllongats incrementen l'ADM(14). En el cas de l'escalfament es busca l'efecte contrari, és a dir, no incrementar l'ADM sinó buscar la flexibilitat òptima del gest esportiu.

7.6.2.3 Estiraments estàtics actius en tensió passiva (TP)

Es defineixen com a estiraments estàtics, és a dir, sense moviment, actius, amb contracció muscular, i tensió passiva, amb acció activa de l'antagonista.

Es tracta d'efectuar una posada en tensió mitjançant la contracció del múscul antagonista(135,137). L'estirament es manté durant un període de 6 a 10". Aquest temps és curt en l'escalfament (<6 segons per activar les sinergies entre agonistes antagonistes (evitant la fatiga), i en la tornada a la calma postentrenament (entre 6 i 8", en posició de declivi amb la finalitat de normalitzar el to per activació del reflex d'inhibició recíproca i afavorir el retorn venós per l'alternança de la contracció de l'antagonista, que afavoreix la bomba muscular).

És el primer estirament que s'introdueix en fisioteràpia un cop superada la fase aguda de la lesió muscular per ruptura, donat que el pacient controla la posada en tensió(22,34) (Vegeu taula 1).

7.6.2.4 Estiraments estàtics actius en tensió activa (TA)

Es defineixen com a estiraments estàtics, és a dir, sense moviment, actius, amb contracció muscular, i tensió activa, amb acció activa de l'agonista.

Des d'una posició de base, es realitza una sèrie de moviments seqüencials que contrauen i allarguen l'estructura musculotendinosa de manera simultània. És una posada en tensió per una activació excèntrica prèvia, en el moment en què finalitza la posada en tensió i el múscul no pot allargar-se més, es manté la posició i es retorna de manera seqüencial a la posició de base. La posició d'execució és pròxima a l'esforç, generalment en bipedestació. Actua selectivament a les unions del tendó amb la fibra muscular i amb l'os (unions miotendinosa i tendinoperiòstica)(11,19,26,135,137).

L'estirament en tensió activa, genera un efecte d'anticipació que produeix la "rigidesa activa". Aquesta rigidesa es relaciona amb la modulació propioceptiva del bucle gamma a nivell medul·lar que, conjuntament amb l'aprenentatge, permet l'anticipació a qualsevol acció. Així, doncs, l'estirament en tensió activa afavoreix la resposta a l'escalfament en situacions imprevistes derivades de la pràctica esportiva(8).

L'estirament es manté de 4 a 6", i genera una tensió intramuscular alta. Per aquest motiu, si s'excedeix el temps indicat, es poden irritar les estructures vasculars i nervioses i aparèixer rampes per isquèmia o parestèsies per irritació neurològica(19,137).

Aquests estiraments estan indicats principalment en la preparació a l'acció (escalfament en l'activitat física o esportiva). Se'ls atorga una funció preventiva de lesions musculotendinoses(135).

La mala execució dels estiraments influeix a nivell de la UMT i si són excessius poden produir dolor muscular (DOMS/cruiximent) en excedir el seu límit elàstic(40). En el cas de l'estirament en TA, pot ser més sever, tenint en compte que incideix de forma específica en aquest teixit de transició. Per tant, una mala execució pot ser contraproductent. És per aquest motiu que l'estirament en TA s'ha de reservar als esportistes o persones que hagin rebut un aprenentatge acurat sobre el seu cos i l'execució de l'estirament. Per tot això, els estiraments, i especialment el de TA, requereixen l'execució d'una seqüència ordenada i correcta amb concentració màxima.

Els estiraments actius en tensió activa no han de crear isquèmia. En el cas dels estiraments dinàmics, això no és possible per la seva pròpia forma d'execució, en què hi ha una alternança de contracció agonista/antagonista, que en ser intermitents afavoreixen la bomba muscular(147). L'estirament en tensió activa durant l'escalfament no ha d'excedir els 6", per tal d'evitar la isquèmia vascular(137). En el nostre estudi els temps van ser de 4".

7.6.2.5 Estiraments dinàmics

Són estiraments efectuats amb moviments llençats, actius i amb rebots o balístics. La intensitat depèn de l'amplitud sense arribar a posicions extremes de recorregut articular i la velocitat pot ser lenta o ràpida segons la capacitat del subjecte; com més ràpida sigui, serà millor el resultat sobre el salt(148). L'objectiu proposat és l'activació del reflex d'estirament o miotàtic i la contracció muscular que s'oposa a aquest estirament. Incrementa la tensió muscular i activa la funció protectora dels OTG. És un estirament d'escalfament o de preparació de les estructures mioconnectives, gràcies a l'efecte de fricció que millora la viscoelasticitat i a la disminució de la capacitat d'elongació o reserva d'extensibilitat del múscul, que activa la rigidesa òptima.

Sobre aquest estirament hi ha una controvèrsia important, donat que en el vessant clínic la majoria d'autors consultats el desaconsellen(4,19,45,135,149,150), tot argumentant que aquests estiraments produeixen microtraumatismes i incrementen negativament la rigidesa del múscul. Per aconseguir el mateix objectiu proposen l'execució lenta, que

equivaldria a accions de flexibilitat estàtiques actives. En canvi, en la pràctica esportiva, els moviments de rebot i balanceig s'utilitzen en l'escalfament esportiu, amb la finalitat de preparar les estructures perquè desenvolupin la imminent contracció ràpida i eficaç. Constitueixen una transició cap al treball de força explosiva i no persegueixen un increment d'ADM. Es realitzen accions properes al gest esportiu en els subjectes entrenats. Els teixits d'un esportista sa poden resistir les tensions i absorbir les traccions que es sol·liciten amb aquest estirament(4,13,22,34). En músculs no entrenats o en persones amb poca destresa en la seva execució pot produir microlesions.

En canvi, en el cas de lesió muscular o manca d'entrenament del subjecte estan contraindicats en les fases inicials de recuperació de les lesions de parts toves, mentre que en les fases posteriors, es planifica una progressió activa dirigida a aconseguir la regeneració de l'estructura afectada i l'adaptació de la unió miotendinosa a les forces tensils. Un cop assegurat que el teixit regenerat és capaç d'absorbir les tensions excèntriques i els estiraments en tensió activa, s'inicia el treball amb estiraments dinàmics infradolorosos(22,151).

En els estiraments actius en tensió activa i dinàmics, el canvi de longitud activa el reflex miotàtic. En funció de la velocitat en què aquest canvi es realitzi farem un estirament en tensió activa (TA) o un estirament dinàmic (ED). La posada en tensió en l'estirament en TA es realitza a velocitats lentes, mentre que l'estirament dinàmic ho fa a velocitats ràpides.

Taula 1: Esquema resum

Tipus	Descripció	Finalitat	Actua: Component mecànic	Actua: Component sensitiu	Temps	Indicacions
Estàtic Passiu	Posada en tensió progressiva i lenta d'un grup muscular mitjançant l'ajut d'una força externa	Entrenament de flexibilitat Incrementar ADM. Normalitzar l'ADM després de l'esforç. Normalitzar les amplituds en els casos de rigidesa articular i pèrdua d'extensibilitat periarticular	El sarcòmer El teixit conjuntiu	OTG, inhibició autògena per disminuir el to	8 - 30"	Entrenament de la flexibilitat. Tornada a la calma. Rigidesa passiva o pèrdua d'extensibilitat del teixit
CRE	En estat de preelongació, isomètric de l'agonista, pausa i estirament passiu	Entrenament de la flexibilitat Tornada a la calma Normalització de les amplituds de moviment	Disminució de la rigidesa i viscoelasticitat muscular	Inhibició (OTG i FNM) postisomètrica	Segons autors	Incrementar ADM Normalitzar el to muscular augmentat
Estàtic Tensió passiva	Posada en tensió per la contracció del múscul antagonista	Escalfament esportiu per activar les sinergies agonista antagonista. Tornada a la calma posició de declivi. Incrementar l'ADM en un múscul amb espasme. Lesió muscular per ruptura (fase subaguda)	El sarcòmer El teixit conjuntiu	FNM (reflex d'inhibició recíproca i sinergies)	6 – 10"	Escalfament (curts i breus) Per millorar sinergies. Tornada a la calma (posició de declivi, més llargs i progressius)
Estàtic Tensió activa	En estat de preelongació, el múscul es contrau i estira simultàniament (activació excèntrica)	Augment de la rigidesa activa Readaptació de les lesions musculars per ruptura (resposta correcta enfront d' accions explosives)	Unions musculotendinoses i osteotendinoses	FNM activen el reflex miotàtic	4 –6"	Escalfament <i>Return to play</i> (Tornada a la competició)
Dinàmic	Estiraments realitzats amb moviments llençats o de rebot que no arriba a ADM màximes	Escalfament esportiu, activació	Les estructures elàstiques (en teixits entrenats)	FNM, activen el reflex miotàtic	Curt i breu	Escalfament <i>Return to play</i> (Tornada a la competició)

L'esquema mostra un resum de les modalitats d'estirament(13). Font: Elaboració pròpia a partir de Pacheco L. (2010).

7.7 ESTIRAMENT I PREVENCIÓ DE LESIONS:

En relació a l'efecte de l'estirament sobre la prevenció de lesions hi ha un gran nombre d'estudis, diverses revisions bibliogràfiques i metanàlisis que no han pogut demostrar l'efectivitat de l'estirament com a factor preventiu de lesions(38,48,152-159). En la majoria dels estudis, s'argumenta que l'etiopatogènia de les lesions és multifactorial, per tant, és difícil afirmar si l'estirament pot ser preventiu o que, al contrari, pugui estar relacionat amb l'aparició de lesions(38,40,48,152,160).

En relació a les mesures preventives tant primàries com secundàries en la lesió muscular, factors de risc i lesió recidivant, es contempla la flexibilitat i per tant l'aplicació dels estiraments adequats segons l'objectiu proposat tenint en compta la part mecànica i la part sensitiva(13,22,47,161).

Tot i que no és motiu del nostre estudi, els efectes aguts de l'estirament, en l'entrenament de flexibilitat consisteixen en l'aplicació d'estiraments passius perllongats i tècniques de contracció relaxació estirament amb l'objectiu d'incrementar l'amplitud de moviment, aquests estiraments produeixen un increment de la tolerància a l'estirament (*Stretch tolerance*) amb un efecte analgèsic. A més, poden alterar la coordinació entre musculatura agonista i antagonista amb l'alteració de la part sensitiva muscular inhibint la motoneurona(14,19). L'estirament llarg i perllongat allarga el tendó i provoca un canvi de disposició i reorganització del col·lagen(25,46), tot i haver-hi un guany en allargament, el tendó perd eficàcia per emmagatzemar energia elàstica. És un fenomen reversible, amb latència important. Aquests aspectes contraindiquen les modalitats d'estirament esmentades durant l'escalfament, donat que podrien ser un factor de risc per patir lesions musculars.

7.8 JUSTIFICACIÓ I FONAMENTS DE LA TESI

Aquest estudi valora l'efecte agut de determinats estiraments sobre alguns aspectes fisiològics, psicològics i d'opinió dels participants, amb l'objectiu d'aportar informació principalment sobre l'estirament estàtic actiu i sobre l'estirament dinàmic.

Actualment l'estirament estàtic actiu i, en concret l'anomenat en tensió activa, és gairebé desconegut a les publicacions científiques consultades, en canvi, és molt conegut en l'àmbit de la fisioteràpia gràcies a la fisioterapeuta francesa Michelle Esnault. Aquesta autora ha publicat llibres d'alt interès però malauradament amb poca evidència científica, a més de les innombrables classificacions sobre l'estirament no s'ha contemplat aquest estirament, per aquest motiu es planteja demostrar-ne la indicació en l'escalfament esportiu i difondre'l a col·lectius no habituats a utilitzar aquesta modalitat d'estirament. Per aquest motiu, es cregué interessant publicar els resultats de l'estudi en revistes d'impacte relacionades amb l'entrenament (vegeu annex 16.2.1).

La fisioteràpia clínica desaconsella l'aplicació de l'estirament dinàmic, però aquest estirament pot ser interessant en les fases finals de rehabilitació del teixit musculotendinós dels esportistes, en la tornada a la competició, anomenada en anglès *return to play* i en altres àmbits laborals, sempre que es faci una progressió de les càrregues de treball adient i s'apliqui aquest estirament quan les estructures musculotendinoses estiguin preparades per absorbir les tensions.

Per una altra banda, per aportar altres aspectes que no fossin exclusivament fisiològics es cregué interessant incloure algun test que aportés d'alguna manera informació sobre les sensacions i percepcions que aquests diferents estiraments produïen als participants, en aquest sentit, s'escollí el test del perfil dels estats d'ànim, donat que detecta canvis en curts espais de temps i, a més, és un bon predictor sobre com incideixen els estats d'ànim en el rendiment humà. En realitzar la recerca bibliogràfica es constatà que no hi havia estudis

que analitzessin l'efecte de l'estirament sobre l'estat d'ànim i es cregué interessant incloure'l a l'estudi.

Finalment es considerà interessant conèixer l'opinió dels participants com a eina que complementés la informació registrada, a través d'un qüestionari que s'anomenà de preferència. El qüestionari volia avaluar com l'individu havia percebut l'estirament i a més aportar opinions que potser no s'havien tingut en compte a l'elaboració de l'estudi.

Per tant, l'estructura del treball es troba en funció de les seves necessitats. Hi ha tres vessants ben diferenciades en l'estudi. La primera és la repercussió fisiològica que té l'estirament en l'escalfament, la segona la repercussió en l'estat psicològic i la tercera en l'estat d'ànim. Aquesta estructura s'ha mantingut en les dues fases de l'estudi. La primera fase ha abordat els estiraments estàtics i tècniques neuromusculars. La segona fase ha abordat els estiraments actius.

HIPÒTESI

8.HIPÒTESI

Les hipòtesis d'aquest estudi es concreten en:

- Els estiraments estàtics, realitzats com a part de l'escalfament, produeixen diferents respostes en termes de força explosiva i estat d'ànim dels esportistes. L'estirament estàtic actiu és el que produeix millors resultats.
- Els estiraments actius, tant estàtics en tensió activa, com dinàmics, realitzats com a part de l'escalfament, complementen i beneficien la preparació per l'esforç dels esportistes, en termes de força explosiva i estat d'ànim.

OBJECTIUS

9.OBJECTIUS

L'objectiu general d'aquesta tesi doctoral ha estat avaluar i comparar l'eficàcia aguda o immediata de diferents tipus d'estirament en l'escalfament esportiu i veure com influeixen sobre aspectes fisiològics, psicològics i de percepció.

Objectius específics:

Conèixer la influència de l'estirament estàtic i dinàmic durant l'escalfament sobre la força explosiva, l'estat d'ànim i la percepció subjectiva de cada participant.

Determinar si l'actuació dels estiraments en l'escalfament és diferent segons la modalitat d'estirament aplicada.

Comparar si la resposta fisiològica, psicològica i la percepció/opinió dels participants és diferent en funció de si es realitzen estiraments o no, i de si aquests estiraments són estàtics actius o dinàmics, durant l'escalfament.

MATERIAL I MÈTODES

10. MATERIAL I MÈTODES

L'estudi es divideix en dues fases, amb els mateixos objectius específics i metodologia, però les intervencions d'estirament són diferents. Així, en la primera fase de l'estudi, s'analitzen els estiraments estàtics actius i passius, tècniques neuromusculars, com l'estirament estàtic passiu, la contracció-relaxació-estirament, la tensió activa, la tensió passiva i l'absència d'estirament. En la segona fase s'estudien els estiraments actius, és a dir, l'estirament estàtic actiu en tensió activa, l'estirament dinàmic i l'absència d'estirament. Aquesta divisió en dues fases respon a la necessitat de conèixer si l'estirament actiu en tensió activa compleix els objectius proposats, donat que és un estirament poc estudiat, i a partir de la confirmació dels resultats, es planteja l'anàlisi dels estiraments actius estàtics i dels dinàmics.

10.1. TIPUS D'ESTUDI

Es tracta d'un estudi experimental. Es realitzà un assaig clínic creuat (*Crossover clinical trial*), cosa que permeté que cada subjecte actués com a control propi. S'assignaren de manera aleatòria els tipus d'estirament proposat en cada sessió. Així, els participants testaren tots els estiraments en diferents sessions.

10.2. SUBJECTES

La motra es va recular per voluntaris majors d'edat procedents del Cicle formatiu de grau superior en animació d'activitats físiques i esportives de l'IES "Joaquim Blume". Subjectes físicament actius (+/-15-20 hores d'activitat física/setmana). La població objectiu a ser reclutada és d'un total d'aproximadament de 160 alumnes matriculats en aquest tipus de cicle formatiu.

10.3. CRITERIS D'INCLUSIÓ I EXCLUSIÓ

10.3.1. CRITERIS D'INCLUSIÓ

Pertànyer al grup d'alumnes de grau superior de l'IES Joaquim Blume.
Signar el consentiment informat corresponent.

10.3.2. CRITERIS D'EXCLUSIÓ

Lesions prèvies incompatibles amb els estiraments exigits o el salt.

Lesions concomitants amb l'assaig.

Situacions imprevistes (embaràs, malalties).

10.4. Càlcul de la mostra

Tipus de mostreig: mostreig per voluntaris.

Grandària de la mostra: El càlcul mostral es féu en base a l'objectiu principal de l'estudi, per tant s'utilitzà una fórmula de comparació de mitjanes en què:

Primera fase de l'estudi

$$n = \frac{2(z_{\alpha} + z_{\beta})^2 s^2}{d^2}$$

Z_{α} = valor Z corresponent al risc $\alpha=0,05$ unilateral $\rightarrow Z_{\alpha}= 1,64$

Z_{β} = valor Z corresponent al risc desitjat $\beta= 0,20 \rightarrow Z_{\beta}= 0,842$

S^2 = variància de la variable quantitativa del grup control o de referència ($S=0,05$, estimada com el valor màxim dins del rang de valors dels tests de Bosco)

d = valor mínim de la diferència que es va voler detectar del 3% $\rightarrow d= 0,03$

$$n = \frac{2(1,96 + 0,842)^2 0,05^2}{0,03^2} = 43,55 \cong 43,6$$

El càlcul de la mostra s'arrodoní a 44 voluntaris.

Segona fase de l'estudi

Z_{α} = valor Z corresponent al risc $\alpha=0,05$ unilateral $\rightarrow Z_{\alpha}= 1,64$

Z_{β} = valor Z corresponent al risc desitjat $\beta= 0,20 \rightarrow Z_{\beta}= 0,10$

S^2 = variància de la variable quantitativa. S'explorà la desviació típica calculada a la primera fase de l'estudi: "Repercussió dels diferents tipus d'estirament durant l'escalfament esportiu sobre les qualitats musculars"(162) i tenint en compte que la variància de la diferència es pot aproximar al quadrat de la suma de variàncies.

Per al salt SJ l'S és de 0,040 $\rightarrow n = 30$ (potència 0,10)

Per al salt CMJ l'S és de 0,045 $\rightarrow n = 38$ (potència 0,10)

Per al salt DJ l'S és de 0,042 $\rightarrow n = 33$ (potència 0,10)

d = valor mínim de la diferència que es volgué detectar del 3% $\rightarrow d = 0,03$

$$n_{SJ} = \frac{2(1,64 + 0,842)^2 0,04^2}{0,03^2} = 30$$

$$n_{CMJ} = \frac{2(1,64 + 0,842)^2 0,045^2}{0,03^2} = 38$$

$$n_{DJ} = \frac{2(1,64 + 0,842)^2 0,042^2}{0,03^2} = 33$$

Així amb $p=10\%$ \rightarrow la n mínima va ser de 38 participants.

10.5. VARIABLES D'ESTUDI

En el mateix reclutament dels individus, es recullen les variables sociodemogràfiques d'edat i sexe.

Les variables de l'estudi responen a la necessitat de quantificar els possibles canvis en el PRE i POST intervenció, en la prova de SALT i en la prova POMS. D'aquesta manera en la prova de salt es valora l'SJ (cm), valora la força explosiva concèntrica. CMJ (cm), valora la força explosiva i la reutilització de l'energia elàstica. DJ (cm) valora la força explosiva balística reactiva i índex d'elasticitat (%), indica la capacitat d'aprofitar l'estirament previ per generar una major força explosiva posterior. En la prova POMS es valoraren sis factors "tensión", "depresión", "cólera", "vigor", "fatiga", i "confusión". Cada factor està compost per diferents adjectius, en total 58. Aquestes variables es recullen per a cada una de les sessions (Vegeu figures 57 58)

A més a més de les variables que es desprenen dels dos tests principals, també es registren les provinents d'un qüestionari de preferències d'el·laboració pròpia (vegeu annex 16.1.5). Aquest qüestionari només es completa al final de l'estudi, ja que té com objectiu que els enquestats manifestin la seva preferència després d'experimentar els diferents tipus d'intervenció de l'estudi.

10.6. PROCEDIMENTS I INTERVENCIONS

En aquest apartat es descriu per una banda el material utilitzat per recollir les dades de l'estudi, essent, el test de salt per avaluar la força, el cronometratge per controlar els temps de l'escalfament, el test POMS per avaluar el perfil de l'estat d'ànim i finalment el qüestionari de preferència per conèixer l'opinió dels participants, i per una altra banda es descriu cada test en particular.

10.6.1. DESCRIPCIÓ DEL MATERIAL

10.6.1.1. Test de salt

Per valorar de manera indirecta les diferents expressions de la força de les extremitats inferiors (EEII) s'escollí el test de salt de Bosco (77).

L'instrument electrònic de mesura del salt fou el sistema *Ergojump plus Boscosystem*. La mesura s'obtingué utilitzant una plataforma de contactes conductiva (plataforma de Bosco) connectada a un microcontrolador extern.

La plataforma de contactes és el dispositiu que detecta si l'individu contacta o no en realitzar el salt, el canvi entre fase de contacte i fase de vol crea un canvi elèctric que és detectat pel microcontrolador extern.

Els càlculs es formulen a partir del mesurament del temps de vol i dels contactes sobre la plataforma. El microcontrolador extern rep i emmagatzema aquestes dades per analitzar-les posteriorment. Es tracta d'un test validat i fiable(163-165), i d'una plataforma validada(166).

A la primera fase de l'estudi s'utilitzà la plataforma i sistema ERGO-JUMP® Plus Bosco System® (Byomedic 2008, Barcelona, Espanya), www.byomedicsystem.com (vegeu figura 28,29 i 30). Es tracta d'una plataforma de contactes metàl·lics formada per un conjunt de vares primes (1 mm de distància entre elles) que entren en contacte quan el subjecte està sobre la plataforma, en la fase de contacte. Deixa de fer contacte en el moment en què el subjecte abandona el terra en la fase aèria del salt, i fa una funció similar a la de prémer el botó d'un cronòmetre, que mesura el temps en què està en contacte amb el terra i el temps que està a l'aire, aquest enregistrament permet conèixer el temps de vol i l'alçada del salt. El sistema transmet les dades mitjançant una connexió RS232, que permet descarregar la informació a l'ordinador i visualitzar les dades en format Excel, per analitzar-les i estudiar-les (vegeu figura 28).

En la segona fase de l'estudi s'utilitzà el programari Chronojump Boscosystem®, sistema format per una plataforma i un processador de senyals. La plataforma de contacte rígida es connecta a un microcontrolador extern anomenat Chronopic.

El microcontrolador Chronopic s'encarrega de realitzar el cronometratge abans d'enviar-lo a l'ordinador per ser processat amb el programa Chronojump. S'ha utilitzat el programari informàtic Chronojump versió 1.2.1 per a Windows 7 (vegeu figura 31 i 32)(166).

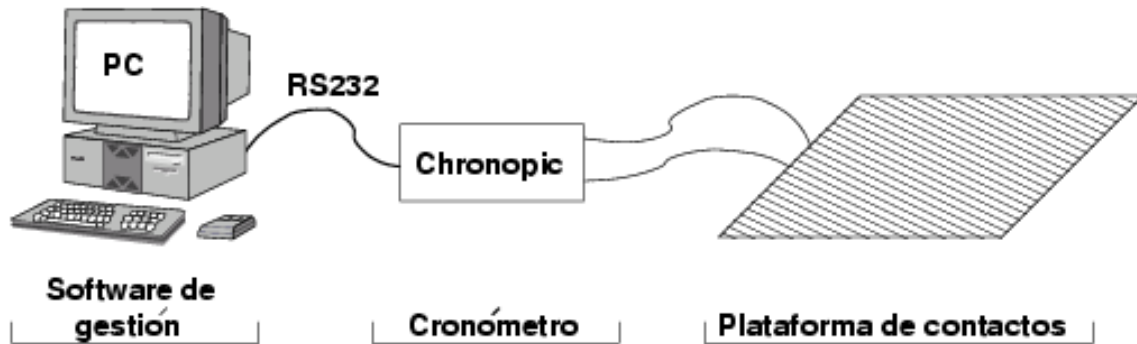


Fig. 28: Maquinari
Imatge del sistema(166). Font: De Blas X.(2012).

A la primera fase de l'estudi:

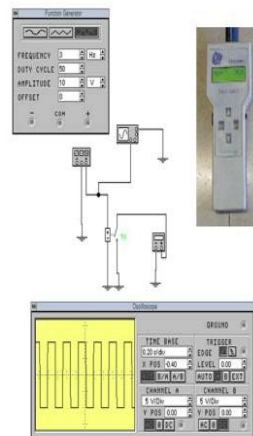


Fig. 29: Processador del sistema
Font: De Blas X.(2012).

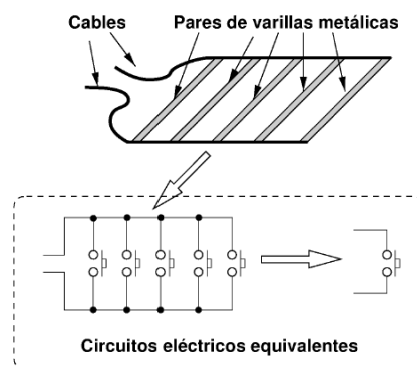


Fig. 30: Plataforma flexible
 Plataforma de contactes metàl·lics paral·lels i equidistants
 Font: De Blas X.(2012).

A la segona fase de l'estudi:



Fig. 31: Processador de senyals Chronopic
Fig. 32: Plataforma de contactes rígida formada per dues làmines de fibra de vidre
 Font: De Blas X.(2012).

Els autors De Blas i Padullés, al 2012 van validar i fiabilitzar la plataforma de salt. En l'estudi de validació van concloure que la plataforma rígida quedava validada i fiabilitzada, mentre que la plataforma flexible, tot i que no oferia resultats dolents havia de perfeccionar-se per assegurar els resultats desitjables en l'àmbit científic (vegeu taula 2). (165).

Taula 2: Taula de coeficients de correlació intraclase (CCI) de les diferents plataformes

	CCI	CCI 95 % confiança
Rígida A2(a) - Rígida A2(b)	0,949	0.899 < CCI < 0.975
Rígida A2 - Bosco	0,95	0.898 < CCI < 0.975
Flexible - Bosco	0,821	0.664 < CCI < 0.909

El modelo usado es el "oneway".

10.6.1.2. Cronometratge

S'utilitzà un cronòmetre marca Geonaute TRT'L 100 per calcular els 10 minuts de trot per a l'escalfament.

10.6.1.3. Test de perfils d'estat d'ànim POMS

Els participants emplenaren el qüestionari del test imprès en la pre i postintervenció (vegeu annex POMS). Les dades es processaren en un

document Excel segons les indicacions validades al castellà per Balaguer i cols.(81).

10.6.1.4. Qüestionari de preferència

Els participants van emplenar el qüestionari del test imprès, format per preguntes tancades i obertes que havien de contestar en finalitzar totes les intervencions (vegeu annex 17.1.5).

10.6.2. DESCRIPCIÓ DELS TESTS

10.6.2.1. Test de salt

De les sis proves descrites per Bosco per valorar la força explosiva(77) s'escolliren l'SJ, el CMJ, i el DJ. S'efectuaren tres repeticions de cada test, amb vint segons de pausa entre salts, i un minut de descans entre cada test de salt. Es registrà el millor mesurament de cada salt.

SJ. valora la força explosiva concèntrica de les extremitats inferiors. Consisteix en realitzar un salt vertical a la velocitat màxima, a partir d'un mig esquat a 90°, sense ajuda dels braços (vegeu figura 33).



Fig. 33: SJ

A: Esportista davant la plataforma: mans a la cintura i tronc recte, hi entra fent un pas i col·locant la planta del peu plana.

B: Triple flexió de genolls a 90 graus: tronc recte, mirada enfront (se li indica un punt visual de referència) i espera la indicació de l'explorador.

C: Salt cap amunt sense impuls per generar una contracció purament concèntrica dels extensors. Caiguda al lloc amb les cames amb la màxima extensió possible.

És nul si flexiona el tronc sol·licitant els extensors, utilitza l'ajut dels braços o si utilitza algun contramoviment abans de fer el salt.

CMJ. El test valora la força explosiva i la reutilització de l'energia elàstica generada a la fase excèntrica, que precedeix al treball concèntric. És una prova en què l'acció de saltar cap amunt es realitza amb l'ajut del cicle d'estirament escurçament. L'esportista entra a la plataforma, hi ha de fer un salt sense interrupció i arribar a una flexió de 90° (vegeu figura 34).



Fig. 34: CMJ

A: L'esportista se situa davant la plataforma; mans a la cintura i tronc recte.

B: Entra a la plataforma fent un pas i col·locant la planta del peu plana.

C: Espera la indicació de l'explorador per fer una flexió ràpida en esquat, i sense parar fa una extensió amb un salt vertical ràpid.

El salt és nul si flexiona el tronc sol·licitant els extensors, si no arriba a 90° de flexió de genolls abans de saltar, si utilitza l'ajut dels braços o alenteix les fases de flexió i extensió de les cames (no ha d'aturar-se quan genera el contramoviment).

IE. S'anomena índex elàstic la capacitat d'aprofitar el preestirament per generar una força explosiva major. Per poder evidenciar les capacitats elàstiques dels músculs extensors d'EEII, Bosco(77) proposa confrontar els valors de l'SJ amb els del CMJ. La diferència a favor del CMJ s'atribueix a l'estirament previ a la fase d'impuls, que utilitza les característiques viscoelàstiques i neuromusculars.
 $IE=(CMJ-SJ/SJ)X100.$

DJ. Per valorar la força explosiva balística reactiva s'utilitzà el test DJ. L'esportista ha de realitzar un salt amb rebot cap amunt, després de deixar-se caure d'una alçada variable; en aquest cas es va escollir de 40 cm, per poder mesurar els quàdriceps i els bessons (vegeu figura 35).



Fig. 35: DJ

A: L'esportista se situa sobre un calaix de 40 cm: mans a la cintura i tronc recte.

B: Espera la indicació de l'explorador per fer una caiguda sense impuls sobre la plataforma amb la planta del peu plana.

C: Fa un salt amunt al més ràpid possible.

El salt és nul si flexiona el tronc sol·licitant els extensors, si utilitza l'ajut dels braços o cau sobre la plataforma i deté el salt.

10.6.2.2. Test de perfils d'estat d'ànim POMS

El test del perfil de l'estat d'ànim, POMS, mesura la percepció de l'estat d'ànim(78,79,88). La versió amb què s'ha treballat segueix el model proposat per Balaguer i cols(81) amb 58 ítems que valoren 6 factors:

El factor T ("tensión") inclou adjectius que incrementen la tensió musculoesquelètica: "tenso", "agitado", "a punto de estallar", "descontrolado", "relajado", "intranquilo", "inquieto", "nervioso", "ansioso".

El factor D ("depresión") representa, a més de l'estat d'ànim deprimat, un sentiment de no adequació personal. Els adjectius són: "infeliz", "dolido", "triste", "abatido", "desesperanzado", "torpe", "desanimado", "solo", "desdichado", "deprimido", "desesperado", "desamparado", "inútil", "aterrorizado", "culpable".

El factor A ("cólera"), és l'estat d'ànim de còlera i antipatia envers als altres. Els adjectius relacionats són: "enfadado", "enojado", "irritable", "resentido", "molesto", "rencoroso", "amargado", "luchador", "rebelde", "decepcionado", "furioso", "de mal genio".

El factor V (“vigor”), estat de vigor, ebullició i energia elevada. Els adjectius són: “animado”, “activo”, “enérgico”, “alegre”, “alerta”, “lleno de energía”, “despreocupado”, “vigoroso”

El factor F (“fatiga”) estat d'ànim de laxitud, inèrcia i baix nivell d'energia. Amb els adjectius: “agotado”, “apático”, “fatigado”, “exhausto”, “espeso”, “sin fuerzas”, “cansado”.

El factor C (“confusión”), es caracteritza per la confusió i desordre. Està definit pels adjectius: “confundido”, “incapaz de concentrarse”, “aturdido”, “desorientado”, “eficiente”, “olvidadizo”, “inseguro”.

Els adjectius s'avaluen en una escala tipus *Likert* de cinc punts (va del 0 o res al 4 o moltíssim). La puntuació de cada factor s'obté de la suma de les respostes dels adjectius que el defineixen, excepte en el cas de “relaxat”, a l'escala de tensió “ansietat” i el d’“eficient” a l'escala “confusió” “desorientació”, que tenen un direcció invertida.

Per obtenir la puntuació directa se sumen les puntuacions dels factors, tenint en compte que el vigor, a diferència dels altres, es resta. Per evitar la presència de números negatius s'afegeix la constant de 100 a la puntuació total.

Les puntuacions obtingudes es comparen amb la població estàndard, i s'obté el *perfil iceberg* de Morgan, que integra valors emocionals relacionats amb un model de salut eficaç en la predicció de l'èxit esportiu. És un perfil en què el vigor apareix per sobre de la mitjana mentre que la “tensión”, “depresión”, “cólera”, “fatiga” i “confusión” es mostren per sota de la mitjana. Si aquest perfil s'inverteix és un senyal d'alarma que pot detectar una situació de sobreentrenament o d'esportista de baix èxit(79).

10.6.2.3. Qüestionari de preferència

El qüestionari de preferència es féu en finalitzar la recollida de dades, amb l'objectiu de conèixer l'opinió del subjecte en relació amb l'estirament.

A) Primera fase de l'estudi

A la primera fase, el qüestionari constava de 14 preguntes, la majoria tancades, en què el subjecte respongué de manera subjectiva preferències i opinions en relació a l'estirament (Vegeu annex 16.1.5.1).

B) Segona fase de l'estudi

A la segona fase el qüestionari constava de 9 preguntes tancades, més dues preguntes multiresposta, de la pregunta 2d i 9c (vegeu annex 16.1.5.2).

En ambdós qüestionaris es va proposar una pregunta oberta en què el participant, a mode d'observacions, exposava els aspectes que creia que eren interessants o rellevants, en relació al tema i que tal vegada, a parer seu, no havien estat abordats en el qüestionari.

10.6.3. DESCRIPCIÓ DE LES INTERVENCIIONS

A continuació es descriuen les intervencions aplicades en l'estudi essent: escalfament i estiraments.

10.6.3.1. Escalfament

Es va realitzar un escalfament general amb carrera contínua de baixa intensitat durant deu minuts(45) en totes les intervencions de l'estudi.

10.6.3.2. Estiraments

S'exposen la tècnica, l'execució, el manteniment i les repeticions de cada estirament en cada grup muscular. Es tracta d'estiraments autoassistits, és a dir, realitzats pel propi esportista, que requereixen un aprenentatge previ.

A) Descripció dels estiraments aplicats a la primera fase de l'estudi

S'analitzen diferents modalitats d'estiraments estàtics, a les extremitats inferiors, sobre quàdriceps, isquiosurals i tríceps sural. S'ensenya i aplica la seqüència d'estirament per assegurar l'execució correcta.

La seqüència de l'estirament és la descripció esglaonada dels passos a seguir per aconseguir una execució correcta. El passos són: Posició de base (167) pot ser en bipedestació, sedestació, decúbit supí, pron o lateral, indicant, de caudal a cranial, com han de col·locar i alinear les diferents parts del cos, fase de posada en tensió, des de basal o posició de base, fins a inici de la fase d'estirament, fase d'estirament, segons la modalitat, i es manté durant un període de temps determinat, i fase de recuperació gradual de l'estirament fins a aconseguir la posició de base inicial(13).

A.1) Estirament estàtic passiu (P) (Vegeu figures 36-38)

Aquest estirament es defineix com a estàtic, és a dir, sense moviment i passiu, és a dir, sense contracció.



Fig. 36: Quàdriceps

L'esportista es col·loca en decúbit pron, mà homolateral subjecta el turmell. La posada en tensió s'aconsegueix incrementant la flexió del genoll, (dirigint el taló cap al gluti).



Fig. 37: Isquiosurals:

L'esportista es col·loca en sedestació sobre els isquions, cames relaxades, la posada en tensió s'aconsegueix dirigint la part superior del cos cap endavant, incrementant d'aquesta manera la flexió bilateral a l'articulació coxofemoral.



Fig. 38: Tríceps sural (gastrocnemis)

Sedestació amb cames estirades, la posada en tensió s'aconsegueix en dirigir la presa de la mà que subjecta el peu cap a la flexió dorsal bilateral.

Els estiraments estàtics passius es mantenen 30 seg. i es repeteixen 2 vegades per grup muscular. L'actitud es concentra en la relaxació del grup muscular que s'està estirant.

A. 2) Tècnica neuromuscular contracció-relaxació-estirament (CRE), (Vegeu figura 39-41)

En estat d'allargament previ, es realitza una contracció isomètrica del múscul que es vol estirar (4"). A continuació el múscul es relaxa (4") i després, aprofitant l' estat d'inhibició muscular postisomètrica, es realitza un estirament passiu (15").



Fig. 39: Quàdriceps
Decúbit pron. En la contracció isomètrica es realitza una força cap a l'extensió del genoll (4''). Seguidament el múscul es relaxa (4''). En el període següent s'aprofita l'estat d'inhibició postisomètrica per estirar passivament incrementant la flexió del genoll, és a dir, dirigint el taló cap al gluti (15'').



Fig. 40: Isquiosurals
Sedestació amb cames estirades, contracció isomètrica (pressió dels talons contra el terra), relaxació, posada en tensió per estirament dirigint la part superior del cos cap endavant incrementant la flexió del maluc.



Fig. 41: Tríceps sural (gastrocnemis)
Sedestació amb cames estirades, contracció (flexió plantar contra resistència), relaxació, posada en tensió per estirament dirigint el peu a la flexió dorsal amb la presa de la ma en el peu.

Es realitzen dues repeticions de cada grup muscular. La posició d'execució i l'actitud és la mateixa que en l'estirament passiu, l'esportista ha de centrar

l'atenció i aprendre a controlar la seqüència de contracció, relaxació i estirament.

A. 3) Estirament estàtic actiu en tensió passiva (TP), (Vegeu figura 42-44)

Posada en tensió del grup muscular per la contracció del múscul antagonista.

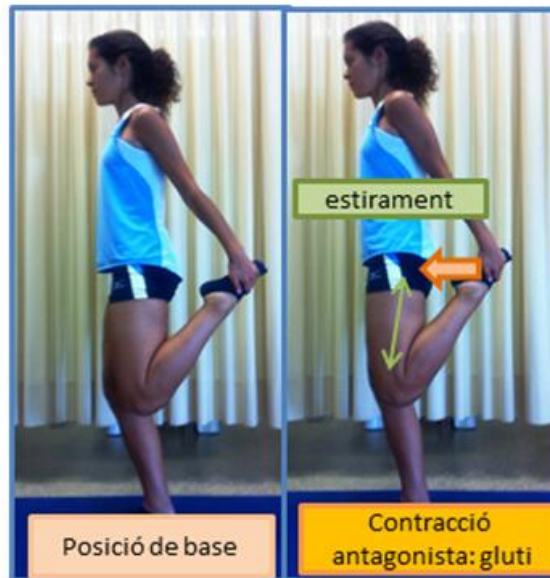


Fig. 42: Quàdriceps

Bipedestació. La mà agafa l'extremitat pel turmell de manera que el genoll queda en màxima flexió i el maluc en extensió. L'acció del gluti en contraure's, incrementa l'extensió del maluc amb la pelvis fixada en retroversió, produint la posada en tensió del quàdriceps.



Fig. 43: Isquiosurals

Decúbit supí. La cama es fixa en flexió de maluc amb les mans per darrera de la cuixa. L'acció del quàdriceps, incrementa activament l'extensió del genoll i posa en tensió els isquiosurals.



Fig. 44: Tríceps sural (gastrocnemis)

Sedestació amb cames estirades. L'acció dels músculs tibials en la contracció incrementa activament la flexió dorsal del turmell posant en tensió els gastrocnemis.

L'estirament es manté durant 6" i es repeteix dues vegades per grup muscular. L'actitud és de concentració per controlar la posició i la intensitat submàxima de l'estirament.

A. 4) Estirament estàtic actiu en tensió activa (TA), (Vegeu figura 45-47)

El múscul, prèviament allargat, es contrau i s'estira de manera simultània (posada en tensió prèvia activació excèntrica). Tot i que en tots els estiraments és important, en aquest estirament es remarca especialment la posició de base, altrament no s'aconsegueix la posada en tensió correcta.



Fig. 45: Quàdriceps

A. Posició de base en bipedestació: els peus separats l'amplada del maluc, genolls en lleugera flexió, columna vertebral alineada en conjunt amb lleugera activació del transvers abdominal, per mantenir la curvatura lumbar en posició correcta.

B. Pas posterior.

C. Retroversió pelviana màxima.

D. Incrementar la flexió del genoll dirigint el pes del cos cap a posterior.

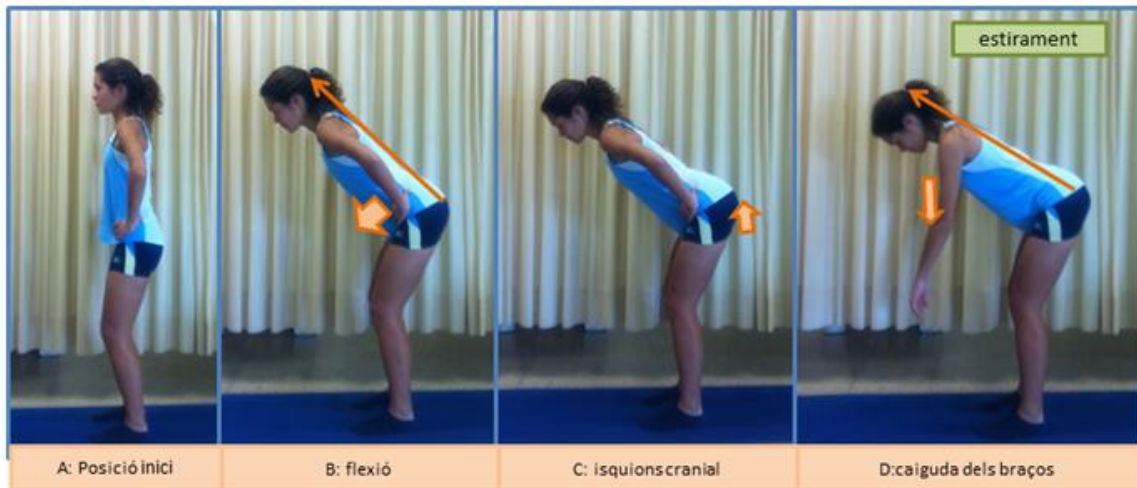


Fig. 46: Isquiosurals

A: Posició de base en bipedestació.

B: Posada en tensió 1: Flexió anterior de la part superior del cos per l'eix de la coxofemoral.

C: Posada en tensió 2: Dirigir l'isquí cap a cranial.

E: Estirament, deixar caure els braços.

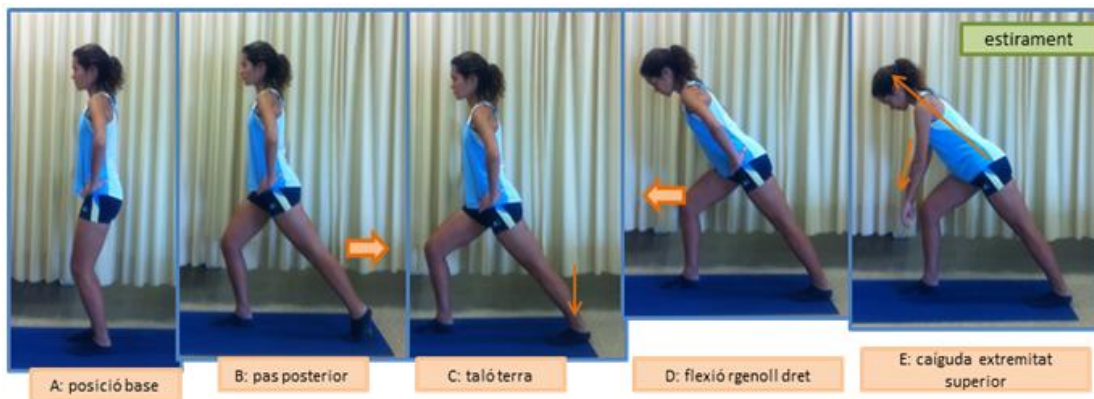


Fig. 47: Tríceps sural (gastrocnemi)

A: Posició de base en bipedestació.

B: Posada en tensió 1: Pas posterior.

C: Posada en tensió 2: Enganxar el taló a terra,.

D: Posada en tensió 3: Dirigir el genoll contra lateral en flexió cap endavant.

E: Estirament, deixar caure les extremitats superiors.

L'estirament es manté 4", es repeteix dues vegades per grup muscular. L'actitud és de concentració per controlar la posició i la seqüència ordenada d'aplicació.

B) Descripció dels estiraments aplicats a la segona fase de l'estudi

Els estiraments estàtics actius en tensió activa van ser els mateixos que els aplicats a la primera fase de l'estudi. En relació a l'estirament dinàmic es va seguir el protocol d'estiraments dinàmics proposat per Pearce i cols(61): es realitzaren 7 estiraments dinàmics diferents per treballar la musculatura de

maluc, cuixa, genoll i peu. Els estiraments és graduaren per repeticions i metres recorreguts (Fig. 48-55).

Stretch	Sets	Time/repetition/ distance
Walking high knee to chest. While walking, lift knee towards chest, raise body on toes	2	10 repetitions each leg
Leg swinging—antero-posterior direction. With the arm outstretched to the side and leaning against a wall, the opposing leg is stretched through full range of movement in the sagittal plane, undergoing both hip flexion on the forwards motion and hip extension on the backwards motion	1	10 repetitions each leg
Leg swinging—medio-lateral direction. With the arm outstretched to the side and leaning against a wall, the opposing leg is stretched through a dynamic, full range movement in the coronal plane (side to side direction)	1	10 repetitions each leg
Hurdler's knee raise—forward movement. Whilst travelling forwards, participant raises trailing leg and places hip in flexion (approximately 90°) in an abducted and externally rotated position, with the knee flexed at 90°. In this position the limb is displaced forwards as though they were stepping over an object just below waist height and returned to normal walking stride position	1	10 m
Hurdler's knee raise—reverse movement. Same as above but traveling in reverse direction	1	10 m
Heel ups. Rapidly kick heels towards buttocks while moving forward	2	10 m
Tip-toe walking. Travelling forward to prescribed distance whilst completing alternating plantar flexion (tip-toe) with every step forwards. Aim is to raise the body as high as possible through tip-toeing	2	10 m

Phase lasted 12–15 min

Fig. 48: Protocol d'estirament dinàmic

Font: Pearce AJ.(2009)



Fig. 49: Estirament dinàmic 1

Caminar portant els genolls al pit i aixecant el cos des dels dits dels peus. 2 sèries de 10 repeticions per cada extremitat.



Fig. 50: Estirament dinàmic 2

Maluc, pla sagital. Realitzar un moviment alternant flexió extensió. 1 sèrie de 10 repeticions per cada extremitat. Per facilitar l'execució el subjecte recolza l'extremitat superior.



Fig. 51: Estirament dinàmic 3
Maluc, pla frontal. Realitzar un moviment alternant abducció adducció. 1 sèrie de 10 repeticions per cada extremitat. Per facilitar l'execució el subjecte recolza l'extremitat superior.



Fig. 52: Estirament dinàmic 4
Maluc i genoll realitzen un moviment circular cap a la flexió, rotació externa i abducció, realitzant al mateix temps un desplaçament endavant d'una sèrie per 10 m.



Fig. 53: Estirament dinàmic 5
Maluc i genoll realitzen un moviment circular cap a la flexió, rotació interna i adducció, realitzant al mateix temps un desplaçament endavant d'una sèrie per 10 m.



Fig. 54: Estirament dinàmic 6
Portar els talons alternativament cap als glutis realitzant al mateix temps un desplaçament endavant de 2 sèries per 10 m.



Fig. 55: Estirament dinàmic 7
Tip-toe walking : caminar rebotant com si fos una molla col·locada en el turmell i es fa un moviment de flexoextensió. Aquest moviment de *Tip-toe walking* realitza al mateix temps un desplaçament endavant de 2 sèries per 10 m.

C) Pla proposat en les dues fases de l'estudi

L'estudi es va realitzar en les instal·lacions del Consell Català de l'Esport, situades a Esplugues de Llobregat (Barcelona). La presa de dades es féu concretament al pavelló poliesportiu i al Centre de Medicina de l'Esport del propi Consell Català de l'Esport.

El pla proposat en les dues fases de l'estudi fou:

Sessions informatives per fidelitzar la mostra. En total tres, la primera de presentació i signatura del consentiment informat (vegeu annex 16.1.1 i 16.1.2), la segona al voltant dels tests de salt i el POMS i la tercera sobre l'escalfament i estiraments aplicats a l'estudi.

Els subjectes de l'estudi es convocaren en sessions diferents. A la sessió corresponent s'assignà aleatòriament quina intervenció es proposaria: Mostra amb escalfament convencional sense estirament, mostra amb escalfament convencional i estiraments (vegeu figura 56).

D'aquesta manera tots els subjectes de l'estudi van provar en sessions diferents l'escalfament amb o sense estirament i a tots se'ls aplicaren els tests escollits.

Primera fase de l'estudi:

Estirament estàtic passiu (P).

Estirament estàtic actiu en tensió passiva (TP).

Contracció relaxació estirament (CRE).

Estirament estàtic actiu en tensió activa (TA).

Segona fase de l'estudi:

Estirament estàtic actiu en tensió activa (TA).

Estirament dinàmic (ED)

Tots els alumnes van realitzar les proves abans i després de cada intervenció. Per facilitar la recollida de dades es va fer un circuit i es va subdividir el grup en subgrups de 6 persones. A cada estació del circuit hi havia un explorador que supervisava i dirigia les actuacions, que van ser:

Explorador 1: dirigí el test de salt previ i posterior.

Explorador 2: controlà i supervisà l'escalfament (carrera contínua).

Explorador 3: controlà i supervisà l'estirament (l'explorador va fer de model realitzant l'estirament i indicant la seqüència a seguir).

Les sessions es van programar en diferents dies a la mateixa hora. La flexibilitat en ser una qualitat física complementària, no suposa una càrrega física per a l'organisme, i això fa que no calgui aplicar el concepte de càrrega i adaptació(168). De tota manera, es va deixar un marge de 72 hores entre sessions per evitar l'efecte d'arrossegament de la sessió anterior. El subjecte no havia realitzat activitat física prèvia. Es permeté als participants beure aigua (200 ml) en finalitzar l'escalfament general.

En finalitzar la recollida de dades es féu una última sessió en què el voluntari respongué el qüestionari de preferència.

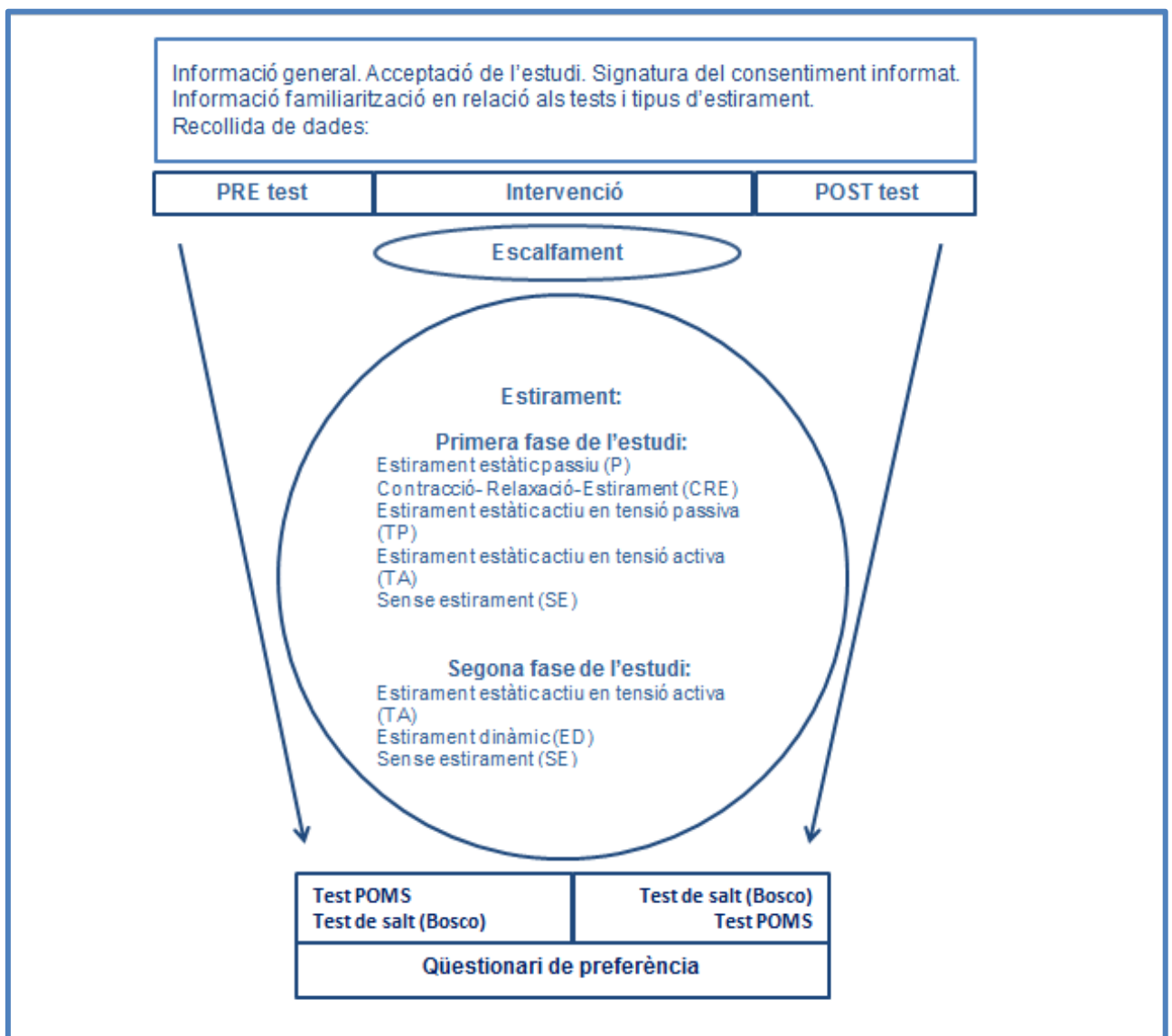


Fig. 56: Protocol
Font: Elaboració pròpia.

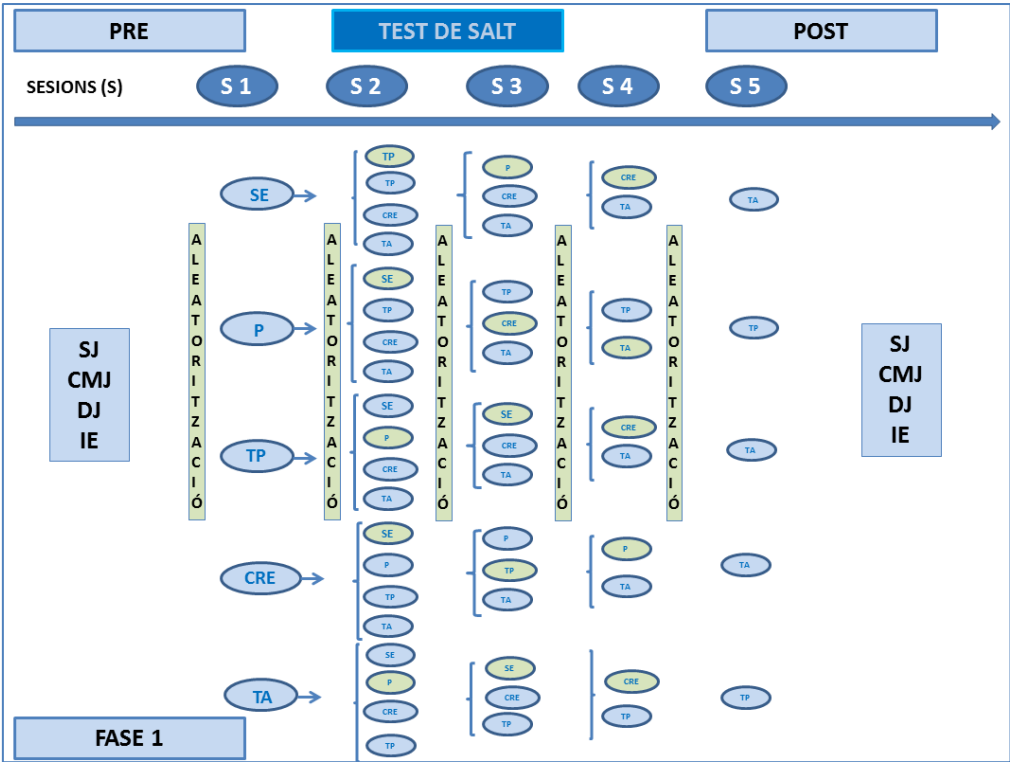


Fig. 57: Esquema de l'ordre de les intervencions en la primera fase de l'estudi
Font: Elaboració pròpia.

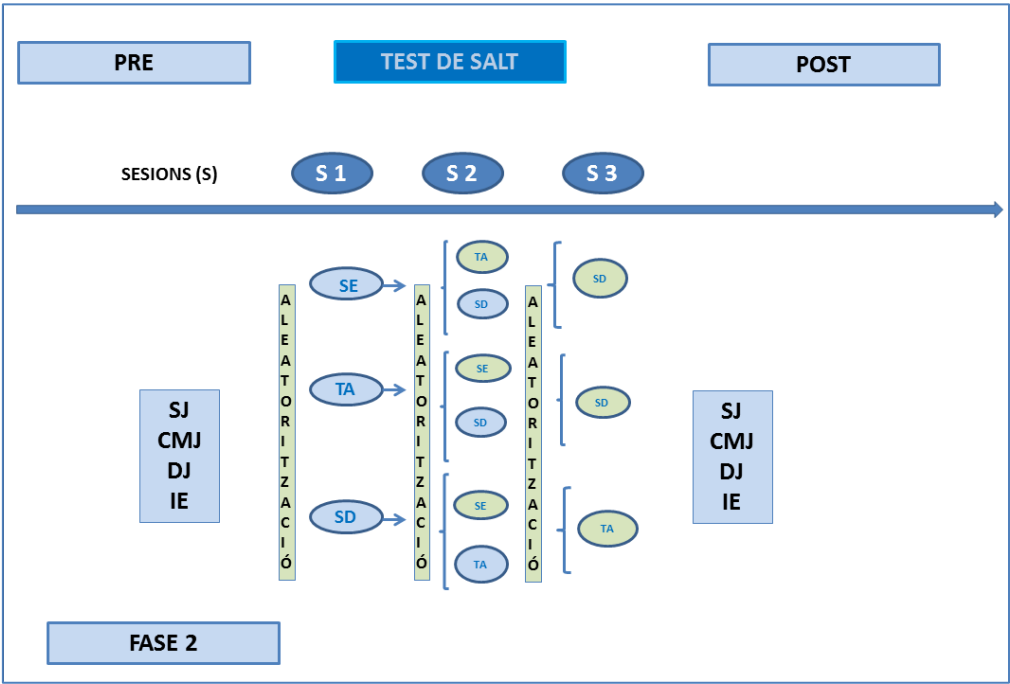


Fig. 58: Esquema de l'ordre de les intervencions en la segona fase de l'estudi
Font: Elaboració pròpia.

10.7. ANÀLISI ESTADÍSTICA

L'anàlisi de les dades que s'ha realitzat és la mateixa a les dues fases de l'estudi, és per això que s'exposa a continuació de forma conjunta.

El software utilitzat és el paquet estadístic SPSS v.21. En primer lloc s'ha realitzat una anàlisi descriptiva de les variables estudiades.

Per les variables quantitatives contínues en el test de salt (Test de Bosco) i en el test dels perfils d'estat d'ànim (POMS) es descriuen mitjançant mesures de tendència central i dispersió, en concret: la mitjana, desviació estàndard, mediana, mínim-màxim i l'Interval de confiança al 95% de la mitjana (IC95%). Per les variables qualitatives obtingudes en el qüestionari de preferència es descriuen mitjançant freqüències absolutes i relatives.

Per a la comparació entre intervencions i entre la mesura pre i post intervenció, en primer lloc es comprova si les variables de resposta quantitatives segueixen una distribució Normal mitjançant el test Kolmogórov-Smirnov.

En les variables que presenten una distribució normal, es realitzen proves paramètriques. En concret el test t-Student per a mostres relacionades permet comparar per cada variable resposta i per cada estirament de forma independent si hi ha canvi entre el salt POST intervenció en relació al salt PRE intervenció, i en el cas de no haver-hi Normalitat s'ha utilitzat el test de Wilcoxon. A continuació per comparar l'increment de les diferents variables entre les diferents intervencions s'aplica la prova H de Kruskal-Wallis. En aquells casos que hi ha diferències significatives es realitza una anàlisi Post-hoc per veure on rauen les diferències entre les intervencions (estiraments).

Per a tots els tests s'ha considerat un nivell de significació del 5%

10.8. CONSIDERACIONS ÈTIQUES

Ambdós estudis van ésser aprovats pels següents Comitès: Comitè d'Ètica en Investigació Humana (CEIC) i el Comitè d'Ètica d'Investigacions Clíniques de

l'Administració Esportiva de Catalunya (CEICEGC). Tots els voluntaris signaren el corresponent consentiment informat (vegeu annex 16.1.2.). Totes les persones que aporten la seva imatge en fotografies i vídeos per la tesi signaren la corresponent autorització (vegeu annex 16.3.6.). La gestió de les dades personals dels participants segueix la llei orgànica de protecció de dades (LOPD).

RESULTATS

11. RESULTATS

En aquest capítol es mostren els resultats de les dues fases de l'estudi, en aquest ordre. És a dir en un primer apartat els resultats de la comparació entre els estiraments estàtics i neuromusculars i, en un segon, els de la comparació entre els diferents tipus d'estiraments actius.

11.1. RESULTATS DE LA PRIMERA FASE DE L'ESTUDI (FASE 1)

En aquest apartat es presenta la comparació entre els quatre tipus d'intervencions, les tres d'estirament estàtic (P, TP, TA), i la d'estirament neuromuscular (CRE), com també quant no es realitza cap estirament (SE), segons el disseny *cross-over* descrit al capítol de material i mètodes. Abans de presentar els resultats obtinguts, cal destacar que aquests resultats han estat objecte de dues publicacions, i una tercera que està en fase de submissió en una revista internacional amb un factor d'impacte considerable.

Als dos articles publicats es presenten els resultats del test de salt i una revisió del tema respectivament (vegeu annex 16.2.1 i 16.2.2)

- Pacheco L, Balias R, Aliste L, Pujol M, Pedret C. The acute effects of different stretching exercises on jump performance. *J Strength Cond Res* 2011 Nov;25(11):2991-2998.

Factor d'impacte (JCR): 1.831. Q2. *Sport Science*

Scimago Journal Rank: 1.029. Q1. *Orthopedics and Sports Medicine*

- Pacheco L, García JJ. Sobre l'aplicació d'estiramens en l'esportista sa i lesionat. *Apunts Med Esport* 2010 jun;45((166)):109-125.

Scimago Journal Rank: 0.132.

Q3. *Physical Therapy. Sports Therapy and Rehabilitation*

Q4. *Orthopedics and Sports Medicine*

Latindex: 34/36

Al tercer article es mostraran els resultats referents a les variables psicològiques i preferències dels esportistes, mesurades a través del test POMS i un qüestionari específic respectivament.

- Pacheco, L.; Balius, R.; Galilea, B.; Bagur, C.; Girabent-Farrés, M.; Aliste, L.; Pujol, M.; Poll, I.; Pedret, C. Repercusión de diferentes tipos de estiramiento durante el calentamiento deportivo sobre variables psicológicas y preferencias del deportista.

La mostra final de la primera fase de l'estudi fou conformada per 49 participants (14 dones i 35 homes) dels 57 que firmaren el consentiment informat inicialment. Les 8 pèrdues foren degudes a la no assistència a les sessions programades). La mitjana d'edat dels participants a l'estudi fou de 20,4 (1,9) en un rang entre 18 i 27 anys. Tot i que, cal mencionar que només 43 van contestar el qüestionari de preferència, i no tots van assistir a totes les sessions. En aquest sentit, s'especifica a la taula la *n* total per a cada una de les variables en funció del nombre d'individus que han complimentat tots els registres de cada una de les variables.

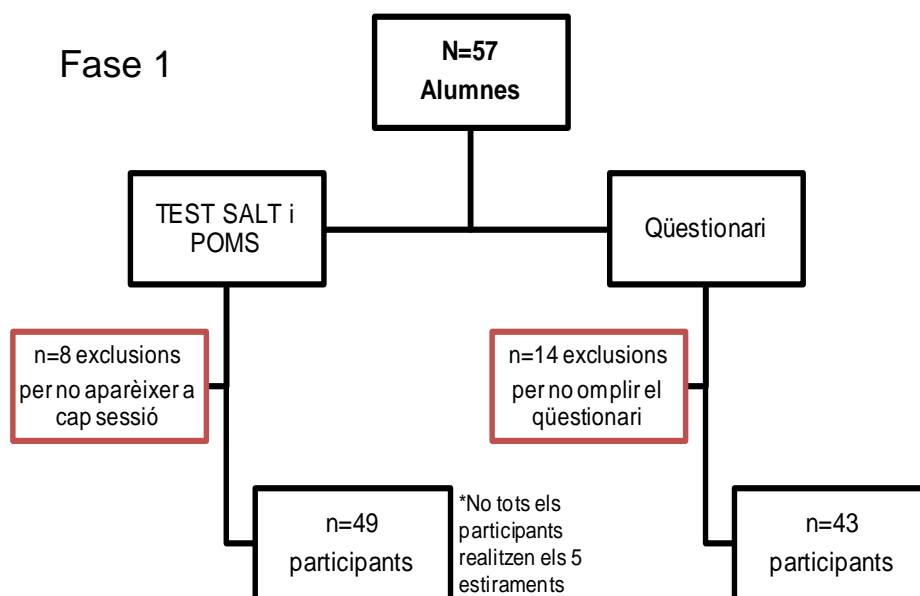


Fig. 59: Diagrama de flux del reclutament de la mostra.
Font: pròpia

11.1.1. TEST DE SALT FASE 1

Pel que respecta a les variables que es registren en el test de salt, en primer lloc, es comprova, tant en la mesura PRE-intervenció com POST-intervenció,

que la distribució segueixi una llei Normal ($p\text{-valor}>0,05$), amb el test de Kolmogorov-Smirnov(K-S) (vegeu Taula 3:). Així mateix, per aquestes variables es comprova que en totes elles hi hagi igualtat de variàncies (homoscedasticitat), tant abans com després de la intervenció, amb el test de Levene ($p\text{-valor}>0,05$)

Taula 3:Test de Normalitat de les variables del Test de Salt (Fase 1)

Test de Salt	Intervenció	PRE-Intervenció		POST -Intervenció	
		Z-score (K-S)	p-valor	Z-score (K-S)	p-valor
SJ	SE	0,104	0,200	0,971	0,309
	P	0,099	0,200	0,959	0,132
	TP	0,068	0,200	0,954	0,083
	CRE	0,059	0,200	0,984	0,800
	TA	0,096	0,200	0,988	0,931
CMJ	SE	0,082	0,200	0,989	0,937
	P	0,116	0,169	0,965	0,203
	TP	0,088	0,200	0,978	0,572
	CRE	0,084	0,200	0,978	0,594
	TA	0,088	0,200	0,964	0,221
DJ	SE	0,125	0,075	0,978	0,541
	P	0,099	0,200	0,973	0,401
	TP	0,077	0,200	0,973	0,399
	CRE	0,063	0,200	0,979	0,621
	TA	0,095	0,200	0,973	0,447
IE	SE	0,111	0,200	0,920	0,004
	P	0,103	0,200	0,971	0,337
	TP	0,126	0,083	0,976	0,490
	CRE	0,097	0,200	0,955	0,100
	TA	0,127	0,105	0,962	0,190

p-valor: prova Kolmogórov-Smirnov; * $p<0,05$

Z-score (K-S) resultat del test Kolmogórov-Smirnov

Test de Salt: **SJ**:Squat jump, **CMJ**:Counter Mouvement jump, **DJ**: Drop jump (cm), **IE**: index elasticitat.

Intervencions: **SE**:Sense estirament, **P**:Estirament passiu, **TP**:Estirament tensió passiva, **CRE**:Contracció relaxació estirament, **TA**: Estirament tensió activa.

En comprovar que el test de salt segueix una distribució normal, es pot triar un test paramètric: en aquest cas la prova *t*-student per a mostres relacionades per comparar per a cada variable i per cada estirament de forma independent si hi ha canvi entre el salt POST intervenció versus el salt PRE intervenció i deduir si el salt va a millor o a pitjor després de realitzar la intervenció (escalfar o escalfar i aplicar estirament) (vegeu taula 4).

La taula 4 mostra totes les intervencions tant dels participants que van complir amb totes les preses de dades ($n=38$) com amb els que varen fer un compliment parcial ($n=11$).

El resultat d'aquest anàlisi mostra amb una significació $p < 0,05$ que entre el salt PRE i POST hi ha diferències significatives, indicant que el salt ha estat major després d' aplicar l'estirament. Per altra banda els participants quan van rodar sense estirar (SE), no mostren diferències significatives abans i després de realitzar els salts testats SJ, CMJ, DJ.

Els resultats obtinguts en l' *squat jump* SJ han estat significatius en tots els estiraments testats. Els resultats mostren que en la intervenció estirament actiu en tensió activa (TA) és produeix un major canvi en relació amb els altres estiraments amb una estimació de 2,2 cm i un p-valor $p < 0,001$.

Els resultats obtinguts en el "*counter movement jump*" CMJ succeeix el mateix, destaca l'estirament estàtic actiu en tensió activa (TA) amb una estimació de 2,4 cms i un p-valor $p < 0,001$.

Els resultats obtinguts en el "*drop jump*" DJ mostren resultats significatius en els estiraments estàtic passiu (P), CRE i TA, mentre que el estirament estàtic actiu en tensió passiva (TP) no ha estat significatiu. L'estirament que produeix un major canvi ha estat el TA, amb una estimació de 1,7 cm i un p-valor $p < 0,001$

Així les diferències de les mitjanes en els salts realitzats abans i després de cada intervenció (POST-PRE salt en cada estirament) indiquen que (excepte en el cas del SE, i el estirament TP en el DJ amb resultats no significatius), després de l'intervenció P, TP, CRE, TA, han saltat més. Aquesta diferència ha estat més accentuada per el TA en els tres salts analitzats.

Els resultats en l'índex d'elasticitat (IE), mostren poca significació estadística en l'SE, CMJ, TA i TP. Excepte en el cas del estirament passiu (P) amb una estimació de -3,5% i un p-valor $p = 0,046$.

Taula 4: Comparació POST intervenció versus PRE intervenció per a cada registre dels test de salt (Fase 1)

Test de Salt	Intervenció	n	Pre-intervenció	Post-intervenció	Diferència (post-pre)	
			Mitjana ±DE (min, màx)	Mitjana ±DE (min, màx)	Mitjana, IC95%	p-valor
SJ	SE	46	30,3 ± 5,5 (17,3, 39,6)	30,9 ± 5,5 (14,8, 41,6)	0,7 [-0,1, 1,4]	0,088
	P	43	27,4 ± 4,9 (12,9, 36,3)	29,1 ± 5,0 (14,0, 39,9)	1,8 [1,0, 2,5]	<0,001*
	TP	43	27,7 ± 5,1 (14,7, 38,3)	29,0 ± 5,3 (12,6, 38,1)	1,3 [0,5, 2,1]	0,003*
	CRE	42	27,6 ± 4,5 (16,8, 38,3)	29,1 ± 5,2 (15,1, 39,0)	1,6 [0,8, 2,3]	<0,001*
	TA	40	28,5 ± 4,3 (17,4, 35,7)	30,7 ± 4,5 (18,5, 41,5)	2,2 [1,3, 3,2]	<0,001*
CMJ	SE	45	32,6 ± 7,1 (17,0, 53,3)	32,3 ± 6,5 (16,2, 49,6)	-0,3 [-1,5, 0,9]	0,636
	P	43	29,2 ± 4,9 (15,0, 40,6)	30,3 ± 5,6 (13,5, 42,6)	1,0 [0,3, 1,7]	0,006*
	TP	43	29,0 ± 5,6 (13,2, 39,1)	30,3 ± 5,6 (15,6, 41,1)	1,3 [0,7, 1,9]	<0,001*
	CRE	42	29,0 ± 5,2 (19,3, 42,2)	30,4 ± 5,3 (16,2, 42,8)	1,4 [0,7, 2,1]	<0,001*
	TA	40	30,1 ± 4,3 (18,8, 39,8)	32,5 ± 4,6 (19,5, 43,2)	2,4 [1,8, 3,0]	<0,001*
DJ	SE	46	33,2 ± 6,4 (17,4, 42,9)	33,9 ± 6,6 (17,1, 53,1)	0,7 [-0,3, 1,7]	0,181
	P	43	30,1 ± 5,3 (14,5, 39,7)	31,3 ± 6,0 (16,4, 41,9)	1,1 [-0,4, 1,8]	0,003*
	TP	43	30,3 ± 6,3 (15,0, 50,9)	31,0 ± 5,8 (14,5, 41,2)	0,7 [0,0, 1,5]	0,063
	CRE	42	29,9 ± 5,1 (19,6, 40,4)	30,7 ± 5,2 (18,3, 41,6)	0,8 [0,3, 1,4]	0,005*
	TA	40	30,4 ± 4,5 (19,6, 38,3)	32,1 ± 4,7 (19,7, 40,4)	1,7 [0,9, 2,5]	<0,001*
IE	SE	45	7,7 ± 10,3 (12,3, 50,1)	4,9 ± 10,4 (20,5, 45,0)	-2,8 [-6,9, 1,3]	0,179
	P	43	7,4 ± 8,0 (6,0, 37,9)	3,9 ± 7,9 (21,6, 19,5)	-3,5 [-6,9, -0,1]	0,046*
	TP	43	4,7 ± 7,9 (23,1, 25,0)	4,9 ± 6,8 (7,6, 23,7)	0,2 [-3,1, 3,4]	0,922
	CRE	42	5,5 ± 9,3 (23,1, 27,1)	4,8 ± 7,0 (7,6, 27,7)	-0,7 [-3,8, 2,3]	0,628
	TA	40	6,2 ± 8,1 (17,4, 23,2)	6,1 ± 6,4 (7,0, 26,1)	-0,1 [-3,8, 3,5]	0,951

p-valor: prova t-student per a mostres relacionades; *p<0,05

Test de Salt: **SJ**: Squat jump, **CMJ**: Counter Mouvement jump, **DJ**: Drop jump (Unitats: cm), **IE**: índex elasticitat(%).

Intervencions: **SE**:Sense estirament, **P**:Estirament passiu, **TP**:Estirament tensió passiva, **CRE**:Contracció relaxació estirament, **TA**: Estirament tensió activa.

Test de Salt

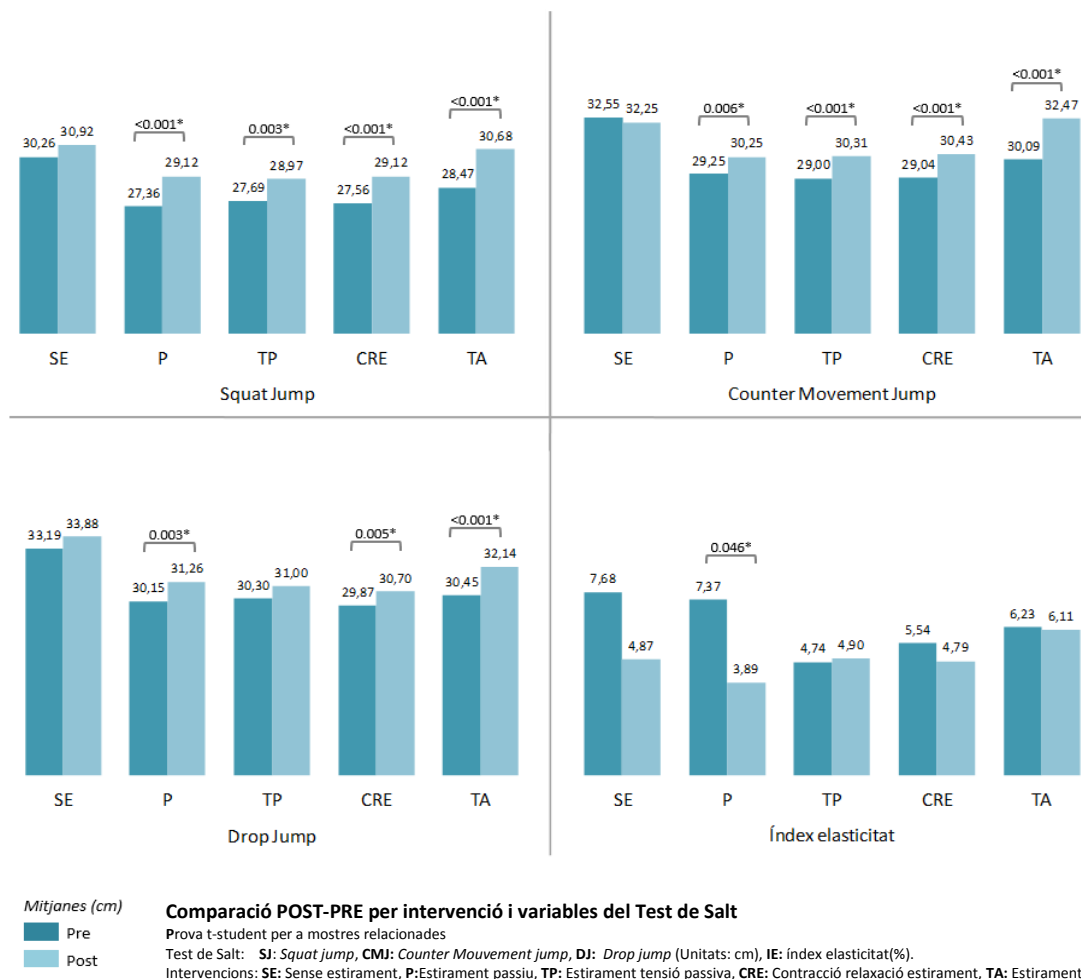


Fig. 60: Comparació POST-PRE per intervenció i variables del Test de Salt (Fase 1)

Un cop obtinguts els resultats de la comparació POST-PRE per intervenció i variables del test de salt, es crea la variable increment entre el PRE i el POST i es compara aquest increment entre els diferents tipus d'estiraments.

En primer lloc, tal i com es pot veure a la taula 5 es comprova si la distribució segueix una llei Normal per a cada una de les variables increment creades (POST-PRE).

Taula 5: Tests de Normalitat de l'increment de les variables del Test de Salt (Fase 1)

Test de Salt	Intervenció	Z-score (K-S)	p-valor
Increment SJ	SE	0,968	0,225
	P	0,879	0,000*
	TP	0,948	0,052
	CRE	0,939	0,027*
	TA	0,958	0,145
Increment CMJ	SE	0,669	0,000*
	P	0,973	0,394
	TP	0,976	0,486
	CRE	0,975	0,471
	TA	0,975	0,515
Increment DJ	SE	0,893	0,000*
	P	0,967	0,247
	TP	0,861	0,000*
	CRE	0,986	0,887
	TA	0,986	0,902
Increment IE	SE	0,904	0,001*
	P	0,895	0,001*
	TP	0,889	0,001*
	CRE	0,928	0,011*
	TA	0,878	0,000*

p-valor: prova Kolmogórov-Smirnov; *p<0,05

Test de Salt: **SJ**: Squat jump, **CMJ**: Counter Mouvement jump, **DJ**: Drop jump (cm), **IE**: índex elasticitat(%).

Intervencions: **SE**: Sense estirament, **P**: Estirament passiu, **TP**: Estirament tensió passiva, **CRE**: Contracció relaxació estirament, **TA**: Estirament tensió activa.

Com que no hi ha normalitat (vegeu taula 5) s'utilitza el test H de Kruskal-Wallis per a comparar l'increment entre les 5 intervencions (vegeu taula 6).

Taula 6: Comparació entre les intervencions de l'increment post-pre intervenció (Fase 1)

Test de Salt	Intervenció	n	Diferència (post-pre)	p-valor
			Mitjana ±SD (min, màx)	
SJ	SE	46	0,7±2,6 (-5,6, 9,0)	0,016*
	P	43	1,8±2,5 (-2,6, 10,9)	
	TP	43	1,3±2,7 (-6,3, 6,6)	
	CRE	42	1,6±2,5 (-6,1, 5,6)	
	TA	40	2,2±2,9 (-7,0, 9,1)	
CMJ	SE	45	-0,3±7,9 (-34,2, 33,6)	0,001*
	P	43	0,9±2,2 (-3,6, 7,9)	
	TP	43	1,1±1,9 (-2,1, 6,3)	
	CRE	42	1,2±2,1 (-3,1, 6,8)	
	TA	40	2,0±2,0 (-1,5, 6,3)	
DJ	SE	46	0,7±3,5 (-6,2, 13,9)	0,131
	P	43	1,1±2,3 (-4,6, 6,3)	
	TP	43	0,7±2,4 (-9,7, 5,7)	
	CRE	42	0,8±1,8 (-2,8, 4,8)	
	TA	40	1,7±2,4 (-4,7, 6,5)	

Test de Salt	Intervenció	n	Diferència (post-pre)	p-valor
			Mitjana \pm SD (min, màx)	
IE	SE	45	-2.8 \pm 13.2 (-51.5, 29.8)	0.791
	P	43	-3.5 \pm 11.1 (-49.1 16.9)	
	TP	43	0.2 \pm 10.7 (-20.7, 35.5)	
	CRE	42	-0,7 \pm 9.9 (-20.7, 35.5)	
	TA	40	-0,1 \pm 11,4 (-17,6, 43,5)	

p-valor: prova H de Kruskal-Wallis; *p<0,05

Test de Salt: **SJ**: Squat jump, **CMJ**: Counter Mouvement jump, **DJ**: Drop jump (cm), **IE**: índex elasticitat(%).

Intervencions: **SE**:Sense estirament, **P**:Estirament passiu, **TP**:Estirament tensió passiva, **CRE**:Contracció relaxació estirament, **TA**: Estirament tensió activa.

Com es pot observar a la taula 6, els resultats en l'squat jump i en el countermovement jump han estat significatius amb un valor $p=0,016$, al SJ i un valor $p=0,001$ al CMJ. Entre les diferents intervencions realitzades, destaca l'increment en l'estirament estàtic actiu en tensió activa essent TA: $2,2\pm 2,9$ en el salt SJ i $2,0\pm 2,0$ en el salt CMJ.

En el cas de les variables SJ i CMJ, a la taula 7, es mostra l'anàlisi Post-Hoc de Scheffe i Bonferroni, per veure entre quines intervencions hi ha diferències significatives.

Per a la variable SJ hi ha diferències significatives entre el TA i el SE ($p=0,002$), entre CRE i SE ($p=0,017$), i entre el P i SE ($p=0,019$), essent l'increment, en els tres casos superior quant es realitza estirament. En concret s'incrementa 1,5 cm, 0,9 cm i 1,1 cm més quant es fa l'estirament TA, CRE o P respectivament.

En el cas del CMJ es destaquen les diferències d'increment entre TA i CRE versus SE, havent-hi sempre menys increment quant no s'ha realitzat estirament. Així mateix es troben diferències entre l'estirament TP, P i CRE versus el TA. Es destaca que sempre és l'estirament TA el que pren valors d'increment majors que la resta (Vegeu taula 6)

Taula 7: Anàlisi Post-hoc de l'increment de Salt (Fase 1)

Squat jump		SE	P	TP	CRE	TA
SE		--	0,019	ns	0,017	0,002
P		0,019	--	ns	ns	Ns
TP		ns	ns	--	ns	Ns
CRE		0,017	ns	ns	--	Ns
TA		0,002	ns	ns	ns	--
Counter Mouvement jump		SE	P	TP	CRE	TA
SE		--	ns	0,05	0,016	<0,001
P		ns	--	ns	ns	0,006
TP		0,05	ns	--	ns	0,030
CRE		0,016	ns	ns	--	0,020
TA		<0,001	0,006	0,030	0,020	--

p-valor: prova U de Mann-Whitney; significatiu per $p < 0,05$

Intervencions: **SE**:Sense estirament, **P**:Estirament passiu, **TP**:Estirament tensió passiva, **CRE**:Contracció relaxació estirament, **TA**: Estirament tensió activa.

11.1.2. TEST DE POMS FASE 1

Pel que respecta a les variables que es registren en el test dels perfils d'estat d'ànim (POMS), en primer lloc, es comprova, tant en la mesura PRE-intervenció com POST-intervenció, que la distribució segueixi la llei Normal ($p\text{-valor} > 0,05$), amb el test de Kolmogorov-Smirnov (K-S) (vegeu taula 8).

Taula 8: Test de Normalitat de les variables del Test de POMS (Fase 1)

Test de POMS	Intervenció	Pre-Intervenció		Post -Intervenció	
		Z-score (K-S)	p-valor	Z-score (K-S)	p-valor
TMD	SE	0,990	0,960	0,896	0,001*
	P	0,941	0,029	0,935	0,017*
	TP	0,887	0,001*	0,929	0,012*
	CRE	0,938	0,024*	0,882	0,000*
	TA	0,890	0,001*	0,914	0,005*
Tensió	SE	0,891	0,000*	0,884	0,000*
	P	0,801	0,000*	0,893	0,001*
	TP	0,884	0,001*	0,887	0,001*
	CRE	0,934	0,017*	0,936	0,021*
	TA	0,900	0,002*	0,872	0,000*
Depresión	SE	0,863	0,000*	0,749	0,000*
	P	0,677	0,000*	0,639	0,000*
	TP	0,742	0,000*	0,666	0,000*
	CRE	0,738	0,000*	0,651	0,000*
	TA	0,621	0,000*	0,614	0,000*
Cólera	SE	0,889	0,000*	0,850	0,000*

Test de POMS	Intervenció	Pre-Intervenció		Post -Intervenció	
		Z-score (K-S)	p-valor	Z-score (K-S)	p-valor
	P	0,760	0,000*	0,754	0,000*
	TP	0,674	0,000*	0,640	0,000*
	CRE	0,800	0,000*	0,809	0,000*
	TA	0,778	0,000*	0,715	0,000*
Vigor	SE	0,956	0,087	0,968	0,253
	P	0,943	0,034*	0,950	0,059
	TP	0,948	0,054	0,981	0,693
	CRE	0,905	0,002*	0,953	0,084
	TA	0,934	0,023*	0,885	0,001*
Fatiga	SE	0,936	0,016*	0,922	0,005*
	P	0,879	0,000*	0,903	0,002*
	TP	0,909	0,003*	0,935	0,019*
	CRE	0,796	0,000*	0,740	0,000*
	TA	0,827	0,000*	0,891	0,001*
Confusió	SE	0,945	0,034*	0,918	0,004*
	P	0,922	0,006*	0,892	0,001*
	TP	0,955	0,097	0,896	0,001*
	CRE	0,934	0,017*	0,806	0,000*
	TA	0,873	0,000*	0,927	0,012*

p-valor: prova Kolmogorov-Smirnov; *p<0,05

Intervencions: **SE**:Sense estirament, **P**:Estirament passiu, **TP**:Estirament tensió passiva, **CRE**:Contracció relaxació estirament, **TA**: Estirament tensió activa.

En comprovar que el test POMS no segueix una distribució normal, es pot triar un test no paramètric: en aquest cas la prova de rangs amb signe de Wilcoxon per a mostres no relacionades per comparar per cada variable i per cada estirament de forma independent si hi ha canvi entre el test de POMS POST intervenció versus el test de POMS PRE intervenció i valorar si els factors del test POMS augmenten o disminueixen després de realitzar la intervenció (escalfar o escalfar i aplicar estirament).

La taula 9 mostra els resultats entre el post i pre de cada intervenció de tots els participants que van complimentar cadascuna de les sessions. S'observen diferències significatives (p<0,05) per a les variables "vigor, depressió, cólera i fatiga". Mentre que per a la tensió no mostra canvis dels valors entre l'inici i el final de la intervenció.

A fi de seguir l'ordre en que es mostren els resultats a la taula, a continuació es destaquen en cada un dels factors mesurats:

- Factor "vigor", diferencia (POST – PRE) positiva, a l'estirament "P" (p=0,024) i "PNF" (p=0,018), indica que l'estat d'ànim "Vigor" (ebullició,

energia) després d'aquests estiraments és significativament superior al d'abans.

- Factor “depresión”, diferencia (POST – PRE) negativa a l'estirament “P” ($p=0,001$) i “TP” ($p=0,002$), per tant després de realitzar estiraments passius l'estat d'ànim “deprimido” (no adequació personal) és significativament inferior en comparació al d'abans en el pre estirament.
- Factor “cólera”, diferencia (POST – PRE) negativa a l'estirament “TP” ($p=0,009$), indica disminució de l'estat d'ànim “cólera” (antipatia) després de realitzar aquest estirament.
- Factor “fatiga”, diferencia (POST – PRE) negativa, a l'estirament en “TP” ($p=0,037$), indica que l'estat d'ànim “Fatiga” (laxitud, inèrcia i baix nivell d'energia) és significativament inferior després de realitzar aquest estirament.
- Factor “confusión”, diferencia (POST – PRE) negativa, a “SE” ($p=0,044$), “TP” ($p=0,031$), “P” ($p=0,022$), “TA” ($p=0,016$), mostra que l'estat d'ànim “confusión” (falta de concentració inseguretad) és significativament inferior després de la intervenció.
- Factor “tensión”, no existeix evidència sobre variacions estadísticament significatives entre estirament i factor tensió en aquest estudi.

A mode de resum s'il·lustra a la figura 61 els resultats comentats.

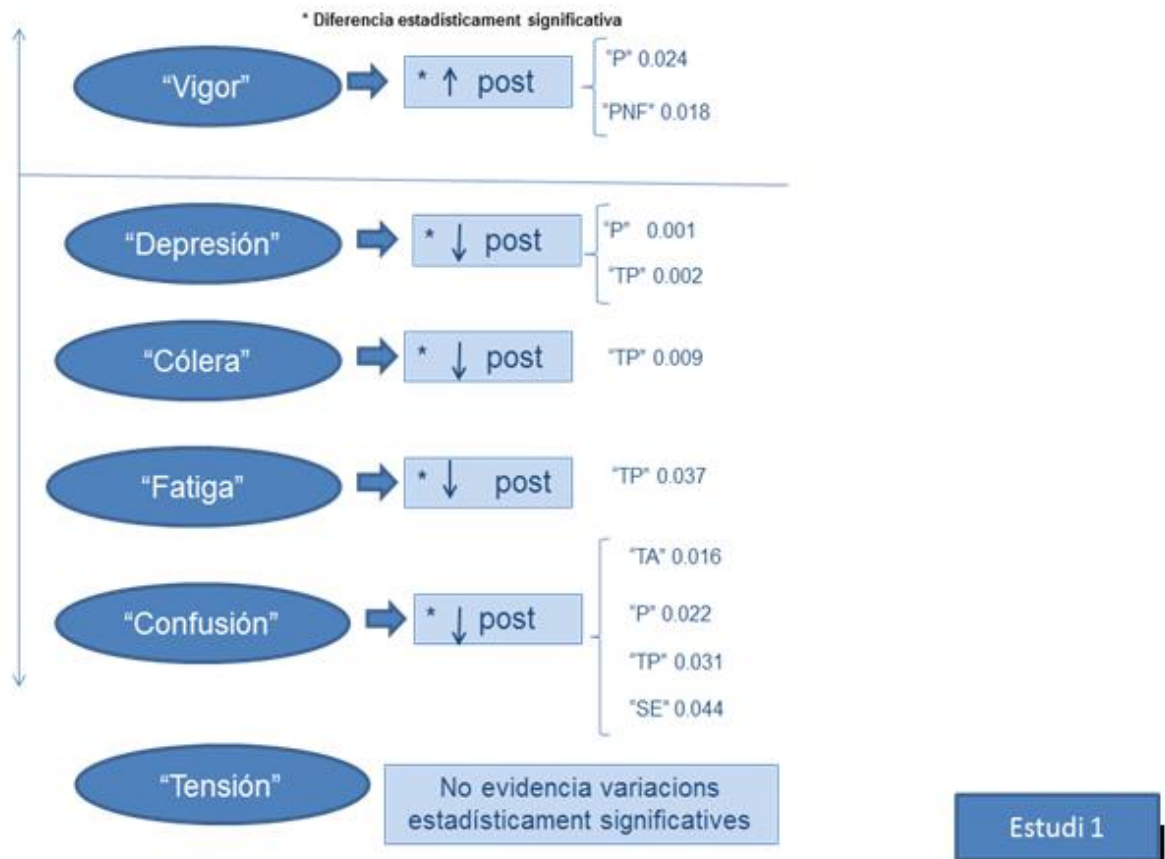


Fig. 61: Esquema resum dels resultats del test POMS de la fase 1

*. Significació estadística, $p < 0,05$

SE: Sense estirament. **Estirament:** P: Passiu; TP: Tensió passiva; **PNF (CRE):** Contracció relaxació estirament; **TA:** Tensió activa

Font: Elaboració pròpia.

Taula 9: Comparació POST intervenció versus PRE intervenció per a cada registre dels test de POMS (Fase 1)

Test de POMS	Intervenció	n	Pre,intervenció	Post,intervenció	Diferència (post,pre)	
			Mitjana ±DE (min, màx)	Mitjana ±DE (min, màx)	Mitjana, IC95%	p,valor
TMD	SE	46	111,6 ± 14,7 (79, 145)	110,8 ± 15,6 (84, 174)	-0,8 (-3,8, 2,2)	0,655
	P	43	113,6 ± 18,5 (81, 174)	109,0 ± 14,9 (78, 155)	-4,7 (-8,2, -1,1)	0,016*
	TP	43	114,1 ± 20,0 (87, 173)	110,5 ± 15,6 (83, 152)	-3,6 (-6,5, -0,7)	0,035*
	CRE	42	114,3 ± 17,0 (84, 159)	112,5 ± 17,9 (88, 180)	-1,8 (-4,8, 1,2)	0,027*
	TA	40	113,3 ± 19,3 (85, 172)	110,1 ± 16,5 (80, 161)	-3,2 (-6,8, 0,4)	0,245
Tensió	SE	46	41,4 ± 6,7 (33, 67)	42,1 ± 5,3 (33, 63)	0,7 (-1,0, 2,4)	0,363
	P	43	38,2 ± 5,5 (33, 60)	39,1 ± 5,5 (31, 54)	0,9 (-0,8, 2,6)	0,366
	TP	43	39,2 ± 6,1 (31, 58)	41,0 ± 6,8 (33, 66)	1,7 (0,0, 3,4)	0,057
	CRE	42	39,0 ± 4,7 (31, 51)	39,6 ± 4,5 (33, 51)	0,6 (-0,7, 2,0)	0,363
	TA	40	40,4 ± 5,4 (34, 54)	40,2 ± 5,8 (31, 63)	-0,2 (-2,0, 1,6)	0,120
Depresión	SE	46	39,9 ± 3,0 (37, 48)	39,5 ± 3,3 (37, 53)	-0,3 (-1,0, 0,3)	0,126
	P	43	40,1 ± 4,6 (37, 59)	39,0 ± 3,4 (37, 52)	-1,1 (-1,8, -0,5)	0,001*
	TP	43	40,4 ± 4,7 (37, 57)	39,2 ± 3,6 (37, 53)	-1,2 (-1,9, -0,5)	0,002*
	CRE	42	39,7 ± 3,9 (37, 53)	39,8 ± 4,9 (37, 59)	0,2 (-0,8, 1,2)	0,708
	TA	40	39,9 ± 5,0 (37, 59)	39,2 ± 4,1 (37, 55)	-0,7 (-1,8, 0,4)	0,345
Cólera	SE	46	43,9 ± 5,4 (37, 64)	43,4 ± 5,2 (37, 65)	-0,5 (-1,4, 0,4)	0,239
	P	43	42,0 ± 6,1 (37, 64)	41,6 ± 4,8 (37, 56)	-0,5 (-1,5, 0,6)	0,510
	TP	43	44,0 ± 7,7 (37, 80)	42,5 ± 6,7 (37, 77)	-1,4 (-2,5, -0,4)	0,009*
	CRE	42	42,0 ± 5,5 (37, 62)	41,8 ± 5,1 (37, 60)	-0,3 (-1,3, 0,8)	0,735
	TA	40	43,2 ± 6,7 (37, 62)	41,7 ± 5,5 (37, 64)	-1,5 (-3,0, 0,0)	0,057
Vigor	SE	46	48,6 ± 9,5 (33, 70)	47,6 ± 8,3 (33, 66)	-1,0 (-3,1, 1,2)	0,252
	P	43	40,9 ± 8,4 (30, 63)	43,1 ± 8,8 (30, 68)	2,2 (0,3, 4,1)	0,024*
	TP	43	43,4 ± 9,0 (30, 63)	44,0 ± 8,2 (30, 65)	0,7 (-1,6, 3,0)	0,747
	CRE	42	38,5 ± 7,2 (30, 62)	40,3 ± 7,2 (30, 59)	1,9 (0,5, 3,3)	0,018*
	TA	40	40,6 ± 7,7 (30, 60)	41,1 ± 9,7 (30, 66)	0,5 (-1,8, 2,8)	0,803
Fatiga	SE	46	42,1 ± 6,5 (34, 60)	41,1 ± 5,8 (34, 54)	-1,0 (-2,8, 0,8)	0,264
	P	43	43,1 ± 8,5 (34, 67)	40,8 ± 5,4 (34, 57)	-2,3 (-4,6, 0,1)	0,129

Test de POMS	Intervenció	n	Pre,intervenció	Post,intervenció	Diferència (post,pre)	
			Mitjana ±DE (min, màx)	Mitjana ±DE (min, màx)	Mitjana, IC95%	p,valor
	TP	43	42,7 ± 7,5 (34, 60)	40,5 ± 5,1 (34, 54)	-2,2 (-4,1, -0,4)	0,037*
	CRE	42	40,9 ± 7,0 (34, 66)	40,5 ± 7,2 (34, 70)	-0,5 (-1,7, 0,8)	0,548
	TA	40	39,1 ± 5,5 (34, 60)	39,5 ± 4,8 (34, 52)	0,4 (-0,9, 1,7)	0,189
Confusió	SE	46	39,9 ± 5,0 (32, 55)	38,7 ± 5,3 (32, 55)	-1,2 (-2,3, -0,1)	0,044*
	P	43	39,0 ± 5,3 (32, 55)	37,7 ± 5,0 (32, 52)	-1,2 (-2,2, -0,2)	0,022*
	TP	43	38,7 ± 4,4 (32, 48)	37,7 ± 4,3 (32, 52)	-1,1 (-2,0, -0,1)	0,031*
	CRE	42	39,6 ± 5,0 (32, 53)	38,7 ± 6,3 (30, 63)	-0,9 (-2,0, 0,2)	0,057
	TA	40	30,3 ± 6,3 (32, 57)	37,5 ± 4,5 (30, 53)	-1,9 (-3,4, -0,4)	0,016*

p-valor: prova Wilcoxon; *p<0,05 Test de POMS:

Intervencions: **SE**:Sense estirament, **P**:Estirament passiu, **TP**:Estirament tensió passiva, **CRE**:Contracció relaxació estirament, **TA**: Estirament tensió activa.

Test de POMS

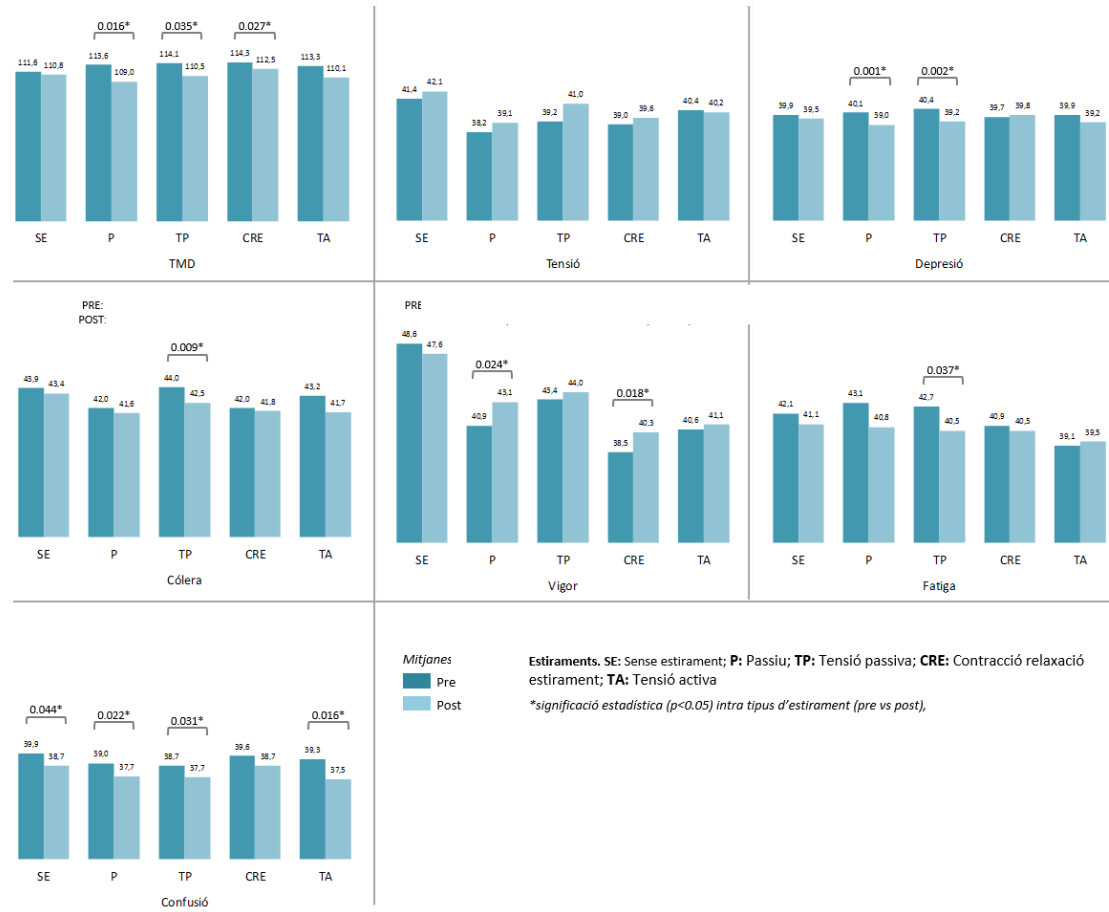


Fig. 62: Comparació POST-PRE per intervenció i variables del Test POMS (Fase 1)

Un cop obtinguts els resultats de la comparació POST-PRE per intervenció i variables del test POMS, es crea la variable increment entre el PRE i el POST i es compara aquest increment entre els diferents tipus d'estiraments.

En primer lloc, tal com es pot veure a la taula 10 es comprova si la distribució segueix una llei normal per a cada una de les variables d'increment creades(POST-PRE).

Taula 10: Tests de Normalitat de l'increment de les variables del Test de POMS (Fase 1)

Test de POMS	Intervenció	Z-score (K-S)	p-valor
Increment TMD	SE	0,896	0,001*
	P	0,935	0,017*
	TP	0,929	0,012*
	CRE	0,882	0,000*
	TA	0,914	0,005*
Increment Tensión	SE	0,884	0,000*
	P	0,893	0,001*
	TP	0,887	0,001*
	CRE	0,936	0,021*
	TA	0,872	0,000*
Increment Depresión	SE	0,749	0,000*
	P	0,639	0,000*
	TP	0,666	0,000*
	CRE	0,651	0,000*
	TA	0,614	0,000*
Increment Cólera	SE	0,850	0,000*
	P	0,754	0,000*
	TP	0,640	0,000*
	CRE	0,809	0,000*
	TA	0,715	0,000*
Increment Vigor	SE	0,968	0,253
	P	0,950	0,059
	TP	0,981	0,693
	CRE	0,953	0,084
	TA	0,885	0,001*
Increment Fatiga	SE	0,922	0,005*
	P	0,903	0,002*
	TP	0,935	0,019*
	CRE	0,740	0,000*
	TA	0,891	0,001*
Increment Confusión	SE	0,918	0,004*
	P	0,892	0,001*
	TP	0,896	0,001*
	CRE	0,806	0,000*
	TA	0,927	0,012*

p-valor: prova Kolmogórov-Smirnov (K-S); *p<0,05

Intervencions: **SE**:Sense estirament, **P**:Estirament passiu, **TP**:Estirament tensió passiva, **CRE**:Contracció relaxació estirament, **TA**: Estirament tensió activa.

Com que no hi ha una distribució normal, tal i com es motra a la taula 10, per a la comparació de l'increment, POST-PRE, de cada una de les variables s'utilitza el test H de Kruskal-Wallis. Comparació, que, com s'observa a la taula 11 no es troben diferències estadísticament significatives entre els estiraments en cap de les variables del Test de POMS.

Taula 11: Comparació de l'increment entre intervencions (Fase 1)

Test de POMS	Intervenció	n	Diferència (post-pre)	p-valor
			Mitjana \pm SD (min, màx)	
TMD	SE	46	-0,8 \pm 9,9 (-21, 29)	0,679
	P	43	-4,5 \pm 11,3 (-39,16)	
	TP	43	-3,5 \pm 9,2 (-32,10)	
	CRE	42	-1,8 \pm 9,7 (-34, 33)	
	TA	40	-3,1 \pm 11,2 (-49,10)	
Tensió	SE	46	0,7 \pm 5,6 (-14,17)	0,199
	P	43	0,9 \pm 5,5 (-12, 21)	
	TP	43	1,7 \pm 5,3 (-8,19)	
	CRE	42	0,6 \pm 4,3 (-11,14)	
	TA	40	-0,2 \pm 5,4 (-9, 29)	
Depresió	SE	46	-0,3 \pm 2,2 (-5, 9)	0,243
	P	43	-1,0 \pm 2,1 (-10, 2)	
	TP	43	-1,0 \pm 2,2 (-9, 2)	
	CRE	42	0,1 \pm 2,9 (-6, 13)	
	TA	40	-0,6 \pm 3,2 (-20,3)	
Còlera	SE	46	-0,4 \pm 2,8 (-7, 5)	0,339
	P	43	-0,4 \pm 3,2 (-12, 7)	
	TP	43	-1,2 \pm 3,2 (-17, 3)	
	CRE	42	-0,2 \pm 3,1 (-10, 10)	
	TA	40	-1,3 \pm 4,4 (-23, 6)	
Vigor	SE	46	-1,0 \pm 7,2 (-17, 21)	0,064
	P	43	2,2 \pm 6,0 (-13, 18)	
	TP	43	0,7 \pm 7,3 (-14, 30)	
	CRE	42	1,9 \pm 4,5 (-7, 12)	
	TA	40	0,5 \pm 7,1 (-11, 31)	
Fatiga	SE	46	-1,0 \pm 6,0 (-17, 11)	0,117
	P	43	-2,2 \pm 7,5 (-22, 10)	
	TP	43	-2,2 \pm 5,9 (-23, 8)	
	CRE	42	-0,5 \pm 4,0 (-16, 7)	
	TA	40	0,4 \pm 4,1 (-14, 8)	
Confusió	SE	46	-1,2 \pm 3,6 (-11, 7)	0,997
	P	43	-1,2 \pm 3,3 (-11, 7)	
	TP	43	-1,0 \pm 3,1 (-11, 6)	
	CRE	42	-0,9 \pm 3,6 (-8, 11)	
	TA	40	-1,8 \pm 4,6 (-15, 6)	

p-valor: prova H de Kruskal-Wallis; *p<0,05

Intervencions: **SE**:Sense estirament, **P**:Estirament passiu, **TP**:Estirament tensió passiva, **CRE**:Contracció relaxació estirament, **TA**: Estirament tensió activa.

11.1.3. QÜESTIONARI FASE 1

43 participans respongueren el qüestionari de preferències que es va passar al final de les sessions. Els resultats del qual es mostren a la taula 12, i s'expressa la freqüència de resposta de cada una de les preguntes.

Taula 12: Freqüència i percentatge de resposta del qüestionari (Fase 1)

Pregunta del Qüestionari	n	%
1. Calentamiento previo a la practica deportiva *	43	100
Calentamiento a realizar (n=43)		
Rodar	0	0
Rodar y estirar	19	44,2
Rodar , estirar y "Otros"	23	53,5
No especifica	1	2,3
2. Inclusión del estiramiento dentro de la rutina de calentamiento *	43	100
Estiramiento a aplicar (n=43)		
Pasivo	16	37,2
Tensión passiva	21	48,8
Contracción relajación estiramiento	11	25,6
Tensión activa	16	37,2
3. Estiramiento no indicado en el calentamiento *	22	51,2
Estiramiento que no funciona (n= 22)		
Pasivo	6	27,3
Tensión passiva	4	18,2
Contracción relajación estiramiento	10	45,5
Tensión activa	4	18,2
4. Conocimiento de todas las modalidades de estiramientos practicadas **	31	72,1
No se conocía (n=31)		
Pasivo	6	19,4
Tensión passiva	14	45,2
Contracción relajación estiramiento	18	58,1
Tensión activa	15	48,4
5. Conocimiento de otra modalidad no propuesta por el estudio *	7	16,3
Cuál (n=7)		
Estiramientos con rebote	3	42,9
Con fuerza externa	1	14,3
CRAC	1	14,3
PNF	1	14,3
No especifica	1	14,3
6. Incluirá estiramiento en la rutina de calentamiento *	43	100
Estiramiento que incluirá (n=43)		
Pasivo	22	51,2
Tensión passiva	18	41,9
Contracción relajación estiramiento	18	41,9
Tensión activa	16	37,2
7. Aplicará lo practicado a todos los grupos musculares **	8	18,6
A cuáles (n=8)		
Cuadríceps		
Isquiosurales	6	75,0
Tríceps sural	4	50,0
8. Grupos musculares considerados más importantes para la aplicación de estiramientos en el calentamiento.		
Cuadríceps	34	79,1
Isquiosurales	36	83,7
Tríceps sural	25	58,1

*Percentatge de respostes afirmatives. **Percentatge de respostes negatives

Pel que respecta al'escalfament tots els participants consideren que s'ha d'escalfar abans de la pràctica esportiva, la majoria manifesten fer un escalfament "rodar i estirar i/o "altres". Com a altres aspectes rellevants remarquen la realització d'exercicis específics previs a l'activitat esportiva, sobretot en disciplines de velocitat.

Tots els participants consideren la inclusió d'estiraments en la rutina d'escalfament. La majoria trien l'estirament TP, seguit per el P i TA. Cap dels alumnes considera la possibilitat d'aplicar una combinació d'estiraments.

La majoria dels participants consideren que tots els estiraments practicats funcionen, la majoria de la resta d'alumnes consideren que l'estirament que no està indicat és el CRE.

La majoria dels participants manifesten una desconeixença sobretot del CRE, seguit pel TA i el TP. Es destaca que la majoria d'individus, la modalitat que també coneixen, apart de les experimentades a l'estudi és la de "Estiramientos con rebote".

De les intervencions practicades inclouran, a partir d'ara, estiraments en la rutina d'escalfaments, la majoria inclourà l'estirament P. La majoria en tots els grups musculars practicats, predominant el músculs isquiosurals.

Al final del qüestionari se'ls planteja una pregunta oberta per conèixer opinions, aportacions que vulguin fer i responen: llistat d'observacions:

- Coneixia els estiraments però no el nom concret.
- Coneixia els estiraments però no el nom concret; estirar tots els grups musculars per igual (no un més que l'altre).
- Tots els estiraments o quasi tots els coneixia però no sabia que havien tants tipus, potser hi ha algun tipus que no m'ha quedat clar perquè a l'hora de practicar-lo no sentia el que hauria de sentir.
- Els havia estudiat però no els havia practicat.

- No està clar si s'ha d'estirar a l'escalfament. Coneixia tots els estiraments però no els havia practicat. Estirament segons esport. El millor el TA.
- Creu que el CRE és el menys apropiat. El TA és el millor però tenint en compte que és complicat de realitzar. Els inclourà si l'edat i la capacitat del grup ho permet.
- Durant l'escalfament P, al finalitzar la sessió estiraments en TA.
- Sempre fa P, creu que al fer CRE el múscul queda molt més relaxat. No ha provat de fer CRE abans esport. Creu que pot anar millor que el passiu. A vegades sobrecàrrega a bessons i quàdriceps, no sap si aniria millor fer l'estirament abans.
- “Siempre se aplica el estiramiento más fácil que te han enseñado y no los aplicas todos, por regla general es P”.
- Depèn de l'activitat marcaria un grup muscular o un altre.
- Estiraments dirigits a aquells grups musculars que treballarà després. Si em noto carregat estiraré mes o menys.
- Depenent de l'edat. Entrena a nens de 4 a 5 anys i considera que no els fa falta estirar.
- Els salts previs al escalfament són perjudicials i deixen ressentit.
- “Necesidad de crear sesiones para concienciar al deportista, mucha gente no es consciente de la importancia del estiramiento”.
- “Si hay buen calentamiento no hace falta estirar. Las lesiones serían las mismas. Se estira por costumbre, efecto más psicológico que fisiológico”.
- Sóc pivot necessito potencia a les cames.
- També influeix en el resultat l'alimentació i la motivació.
- En relació a la importància de l'escalfament, un esportista remarca desconfort en el pre, argumentant que per ell saltar en fred és perjudicial i els salts previs aplicats en el pre test el deixen ressentit.

11.2. RESULTATS DE LA SEGONA FASE DE L'ESTUDI (FASE 2)

En aquest apartat es presenta la comparació entre dos tipus d'estirament actiu: un l'estirament estatic actiu en tensió activa (TA) i l'altre, l'estirament dinàmic (ED) i no realitzar estirament (SE). Els resultats d'aquesta fase de l'estudi conduiran a la publicació d'un article d'impacte internacional, en redacció en aquests moments.

En aquesta fase la mostra final fou de 48 participants, (11 dones i 37 homes) dels 60 que firmaren el consentiment informat inicialment. Les 12 i 13 pèrdues es van donar degut a que aquests esportistes no van assistir a les sessions d'entrenament o no complimentaren el qüestionari. La mitjana d'edat dels participants a l'estudi fou de 22,3 (4,1) en un rang entre 20 i 31 anys. En aquest cas els 48 participants de la mostra van complir amb totes les preses de dades: sense estiraments, estirament en tensió activa i estirament dinàmic (vegeu figura 60).

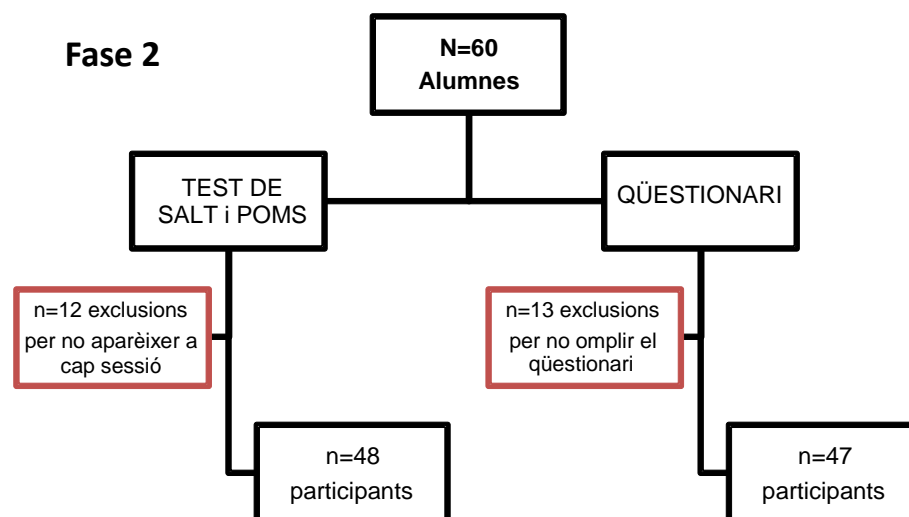


Fig. 63: Diagrama de flux del reclutament de la mostra
Font: Elaboració propia.

11.2.1. TEST DE SALT FASE 2

De la mateixa manera que s’ha fet en la fase 1, pel que respecta a les variables que es registren en el test de Salt, en primer lloc, es comprovà, tant en la mesura PRE-intervenció com POST-intervenció, que la distribució seguís una llei Normal ($p\text{-valor} > 0,5$), amb el test de Kolmogorov-Smirnov (K-S) (vegeu taula 13). Així mateix, per aquestes variables es comprova que en totes hi ha igualtat de variàncies (homoscedasticitat), tant abans com després de la intervenció, tal com es pot observar a la taula 13 amb el test de Levene ($p\text{-valor} < 0,05$)

Taula 13: Test de Normalitat de les variables del Test de Salt (Fase 2)

Test de Salt	Intervenció	PRE-Intervenció		POST -Intervenció	
		Z-score (K-S)	p-valor	Z-score (K-S)	p-valor
SJ	SE	0,965	0,175	0,969	0,246
	TA	0,971	0,293	0,986	0,831
	ED	0,971	0,290	0,974	0,379
CMJ	SE	0,973	0,350	0,978	0,505
	TA	0,981	0,638	0,987	0,879
	ED	0,977	0,478	0,967	0,200
DJ	SE	0,989	0,938	0,972	0,315
	TA	0,958	0,087	0,972	0,308
	ED	0,983	0,701	0,983	0,735
IE	SE	0,984	0,745	0,976	0,454
	TA	0,947	0,033*	0,957	0,085
	ED	0,981	0,651	0,977	0,483

p-valor: prova Kolmogorov-Smirnov; * $p < 0,05$

Z-score (K-S) resultat del test Kolmogórov-Smirnov

Test de Salt: **SJ**: Squat jump, **CMJ**: Counter Mouvement jump, **DJ**: Drop jump (cm), **IE**: index elasticitat.

Intervencions: **SE**: Sense estirament, **TA**: Estirament tensió activa, **ED**: Estirament dinàmic.

En comprovar que el test de salt segueix una distribució normal, es pot triar un test paramètric: en aquest cas la prova *t*-student per a mostres relacionades per comparar per a cada variable i per cada estirament de forma independent si hi ha canvi entre el salt POST intervenció versus el salt PRE intervenció i deduir si el salt va a millor o a pitjor després de realitzar la intervenció (escalfar o escalfar i aplicar estirament). Els resultats obtinguts es mostren en la taula 14.

Els resultats d'aquesta anàlisi mostren amb una significació $p < 0,05$ que entre el PRE i POST hi ha diferències significatives indicant que el salt ha estat major després de la intervenció amb una significació del p-valor $p < 0,001$.

En analitzar els resultats en cada salt, s'observa que en els salt *squat jump* SJ la intervenció estirament actiu en tensió activa (TA) predomina per damunt de l'estirament dinàmic i no estirar, amb una estimació de 2,8 cm. En el salt *counter movement jump* CMJ també el TA amb una estimació de 2 cm i en el *drop jump* DJ predomina l'estirament dinàmic (ED) amb una estimació de 2,1 cms.

El resultat de l'índex d'elasticitat, no ha estat significatiu en la intervenció sense estirament (SE), mentre que si ho ha estat en l'estirament en tensió activa (TA) -3,6% i un p-valor $p = 0,023$ i l'estirament dinàmic (SD) essent aquest el que dóna valors més alts amb una estimació de -4,3% i un p-valor $p = 0,05$.

Taula 14: Comparació POST intervenció versus PRE intervenció per a cada registre dels test de salt (Fase 2)

Test de Salt	Intervenció	n	PRE-intervenció	POST-intervenció	Diferència (post-pre)	
			Mitjana \pm DE (min, màx)	Mitjana \pm DE (min, màx)	Mitjana, IC95%	p-valor
SJ	SE	47	28,1 \pm 6,6 (16,3, 39,8)	30,1 \pm 6,6 (18,0, 44,0)	1,9 [-2,6, -1,2]	<0,001*
	TA	47	27,7 \pm 6,3 (15,8, 39,9)	30,5 \pm 7,0 (16,0, 45,5)	2,8 [-3,5, -2,1]	<0,001*
	ED	47	28,4 \pm 6,3 (16,4, 39,6)	31,1 \pm 7,1 (18,5, 45,5)	2,7 [-3,4, -2,0]	<0,001*
CMJ	SE	47	30,4 \pm 7,1 (16,9, 42,7)	32,3 \pm 6,7 (18,6, 45,0)	1,9 [-2,7, -1,0]	<0,001*
	TA	47	30,8 \pm 6,7 (17,9, 44,1)	32,8 \pm 7,4 (15,0, 47,7)	2,0 [-2,7, -1,4]	<0,001*
	ED	47	31,3 \pm 6,4 (19,2, 43,6)	33,0 \pm 7,0 (20,6, 47,3)	1,7 [-2,4, -0,9]	<0,001*
DJ	SE	47	28,4 \pm 6,7 (12,9, 44,6)	30,5 \pm 6,5 (19,2, 42,4)	2,1 [-3,0, -1,3]	<0,001*
	TA	47	28,6 \pm 6,8 (6,8, 39,5)	30,5 \pm 7,0 (9,9, 44,6)	1,9 [-3,0, -0,8]	<0,001*
	ED	47	29,3 \pm 6,4 (14,1, 42,4)	31,5 \pm 7,3 (13,3, 44,7)	2,1 [-3,1, -1,2]	<0,001*
IE	SE	47	8,4 \pm 8,1 (-8,8, 25,5)	8,1 \pm 8,2 (-8,4, 33,0)	-0,3 [-3,0, 3,7]	0,843
	TA	47	11,9 \pm 9,4 (-6,6, 43,2)	8,3 \pm 8,6 (-10,7, 34,1)	-3,6 [0,5, 6,7]	0,023*
	ED	47	10,7 \pm 8,5 (-12,9, 31,5)	6,5 \pm 7,9 (-11,9, 30,0)	-4,3 [1,3, 7,2]	0,005*

p-valor: prova t-student per a mostres relacionades; *p<0,05

Test de Salt: **SJ**: Squat jump, **CMJ**: Counter Mouvement jump, **DJ**: Drop jump (cm), **IE**: índex elasticitat.

Intervencions: **SE**:Sense estirament, **TA**: Estirament tensió activa, **ED**: Estirament dinàmic.

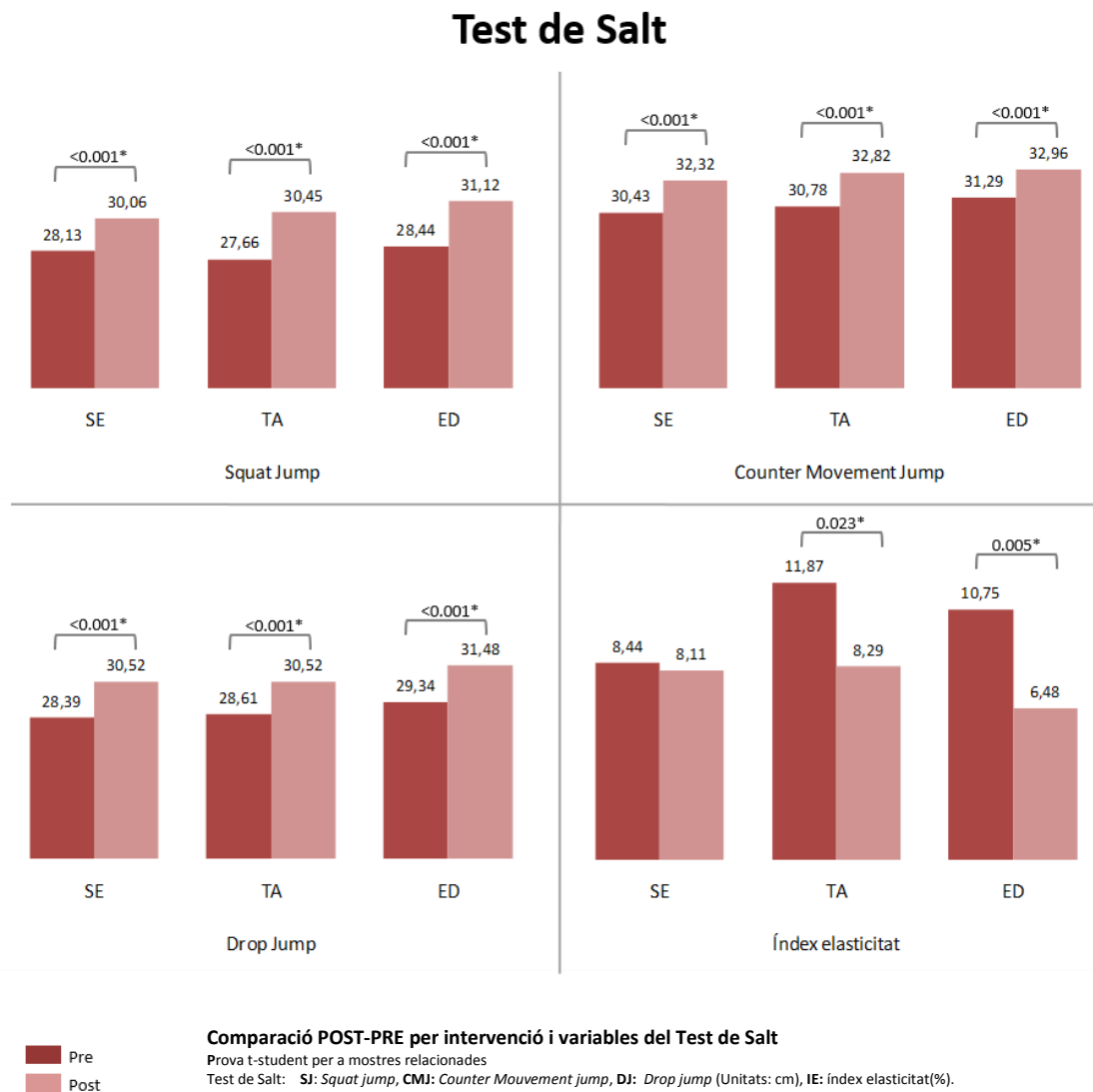


Fig. 64: Comparació Post-Pre per intervenció i variable del Test de Salt (fase 2)

Un cop obtinguts els resultats de la comparació POST-PRE per intervenció i variables del test de salt, es crea la variable increment entre el PRE i el POST i es compara aquest increment entre els diferents tipus d'estiraments.

En primer lloc, tal i com es pot veure a la taula 15 es comprova si la distribució segueix una llei Normal per a cada una de les variables d'increment creades (POST-PRE).

Taula 15: Testos de Normalitat de l'increment de les variables del Test de Salt (Fase 2)

Test de Salt	Intervenció	Z-score (K-S)	p-valor
Increment SJ	SE	0,976	0,444
	TA	0,967	0,211
	ED	0,976	0,454
Increment CMJ	SE	0,960	0,110
	TA	0,978	0,500
	ED	0,971	0,283
Increment DJ	SE	0,989	0,928
	TA	0,927	0,006
	ED	0,986	0,826
Increment IE	SE	0,943	0,022
	TA	0,971	0,298
	ED	0,976	0,428

p-valor: prova Kolmogórov-Smirnov; *p<0,05

Test de Salt: **SJ**: Squat jump, **CMJ**: Counter Mouvement jump, **DJ**: Drop jump (cm), **IE**: índex elasticitat.

Intervencions: **SE**:Sense estirament, **TA**: Estirament tensió activa, **ED**: Estirament dinàmic.

Quan hi ha normalitat (vegeu la taula 15) s'utilitza la prova ANOVA a 1 factor, per comparar l'increment entre les 3 intervencions (vegeu taula 16).

En la taula 16 és mostra que els resultats no han estat estadísticament significatius comparant l'increment en les tres intervencions i en aquest cas no és pot afirmar si ha existit aquest increment. Tot i això mirant els resultats de la mitjana de la diferència POST PRE s'observa que en l'SJ (2,8±2,5) i en el CMJ (2,0±2,3) en l' estirament en TA sembla estar augmentat, mentre que en el DJ s'observa l'augment en l'estirament dinàmic SD(2,1±3,1) .

Taula 16: Comparació entre les intervencions de l'increment POST-PRE intervenció (Fase 2)

Test de Salt	Intervenció	n	Diferència (post-pre)	
			Mitjana ±DE (min, màx)	p-valor
SJ	SE	47	1,9±2,4 (-3,4, 6,5)	0,189
	TA	47	2,8±2,5 (-1,4, 9,1)	
	ED	47	2,7±2,5 (-2,0, 8,5)	
CMJ	SE	47	1,9±2,9 (-6,6, 11,3)	0,788
	TA	47	2,0±2,3 (-3,7, 7,7)	
	ED	47	1,7±2,6 (-4,0, 6,3)	
DJ	SE	47	2,1±2,9 (-5,2, 9,2)	0,924
	TA	47	1,9±3,7 (-11,5, 8,3)	
	ED	47	2,1±3,1 (-5,6, 9,4)	
IE	SE	47	-0,3±11,4 (-30,3, 36,5)	0,164
	TA	47	-3,6±10,5 (-32,4, 16,9)	
	ED	47	-4,3±10,0 (-32,1, 14,1)	

p-valor: prova ANOVA a 1 factor; *p<0,05

Test de Salt: **SJ**: Squat jump, **CMJ**: Counter Mouvement jump, **DJ**: Drop jump (cm), **IE**: índex elasticitat.

Intervencions: **SE**:Sense estirament, **TA**: Estirament tensió activa, **ED**: Estirament dinàmic.

11.2.2. TEST DE POMS FASE 2

Pel que respecta a les variables que es registren en el test dels perfils d'estat d'ànim (POMS), es realitzà el mateix anàlisi que en la primera fase de l'estudi, en primer lloc, es comprovà, tant en la mesura PRE-intervenció com POST-intervenció que la distribució seguis la llei Normal (p -valor $>0,05$), amb el test de Kolmogórov-Smirnov (K-S) (vegeu taula 17).

Taula 17: Test de Normalitat de les variables del Test de POMS (Fase 2)

Test de POMS	Intervenció	PRE-Intervenció		POST -Intervenció	
		Z-score (K-S)	p-valor	Z-score (K-S)	p-valor
TMD	SE	0,926	0,005*	0,908	0,001*
	TA	0,753	0,000*	0,792	0,000*
	ED	0,828	0,000*	0,941	0,019*
Tensió	SE	0,932	0,008*	0,903	0,001*
	TA	0,802	0,000*	0,938	0,013*
	ED	0,930	0,008*	0,919	0,003*
Depresió	SE	0,739	0,000*	0,593	0,000*
	TA	0,616	0,000*	0,613	0,000*
	ED	0,640	0,000*	0,733	0,000*
Còlera	SE	0,751	0,000*	0,777	0,000*
	TA	0,678	0,000*	0,671	0,000*
	ED	0,779	0,000*	0,819	0,000*
Vigor	SE	0,817	0,000*	0,968	0,220
	TA	0,810	0,000*	0,851	0,000*
	ED	0,845	0,000*	0,981	0,642
Fatiga	SE	0,901	0,001*	0,768	0,000*
	TA	0,830	0,000*	0,873	0,000*
	ED	0,860	0,000*	0,912	0,002*
Confusió	SE	0,870	0,000*	0,866	0,000*
	TA	0,874	0,000*	0,913	0,002*
	ED	0,884	0,000*	0,926	0,005*

p-valor: prova Kolmogórov-Smirnov; * $p<0,05$

Intervencions: **SE**:Sense estirament, **TA**: Estirament tensió activa, **ED**: Estirament dinàmic.

En comprovar que el test POMS no segueix una distribució normal, es pot triar un test no paramètric: en aquest cas la prova de Rangs amb signe de Wilcoxon per a mostres no relacionades per comparar per a cada variable i per cada estirament de forma independent si hi ha canvi entre el test de POMS POST intervenció versus el test de POMS PRE intervenció i valorar si els factors del test POMS augmenten o disminueixen després de realitzar la intervenció (escalfar o escalfar i aplicar estirament).

La taula 18 mostra els resultats entre el POST i PRE de cada intervenció en tots els participants que van complimentar cadascuna de les sessions. S'observen diferències estadísticament significatives ($p < 0,05$) per a les variables "tensión, vigor, depresión, confusión". Mentre que a les variables "colera i fatiga" no mostra canvis dels valors entre l'inici i el final de la intervenció. A fi de seguir l'ordre en què es mostren els resultats a la taula 18, a continuació es destaquen aquests per a cada un dels factors mesurats:

El factor de l'estat d'ànim ha augmentat significativament en:

- El factor T: "tensión" inclou adjectius que incrementen la tensió musculoesquelètica com "tenso, agitado", s'observa un increment de tensió significatiu en el post en les tres intervencions, essent l'estirament estàtic actiu en tensió activa (TA) el que més augment mostra (0,029).
- El factor V: "vigor" indica que l'estat d'ànim "Vigor" (ebullició, energia) incrementa significativament en les tres intervencions (0,001) essent significativament superior al d'abans.

El factor de l'estat d'ànim ha disminuït significativament en:

- El factor D: "Depresión" per tant després de realitzar les intervencions l'estat d'ànim "deprimido" (no adequació personal) és significativament inferior en comparació al d'abans en el PRE estirament, essent l'estirament estàtic actiu en tensió activa (TA) el que més disminució mostra (0,032).
- El factor C "Confusión", mostra que l'estat d'ànim "confusión" (falta de concentració inseguretat) és significativament inferior després de la intervenció, essent l'estirament estàtic actiu en tensió activa (TA) el que més disminució mostra (0,012).

Els factors “colera i fatiga” no evidencien variacions estadísticament significatives.

A mode de resum s’il·lustren a la figura els resultats comentats.

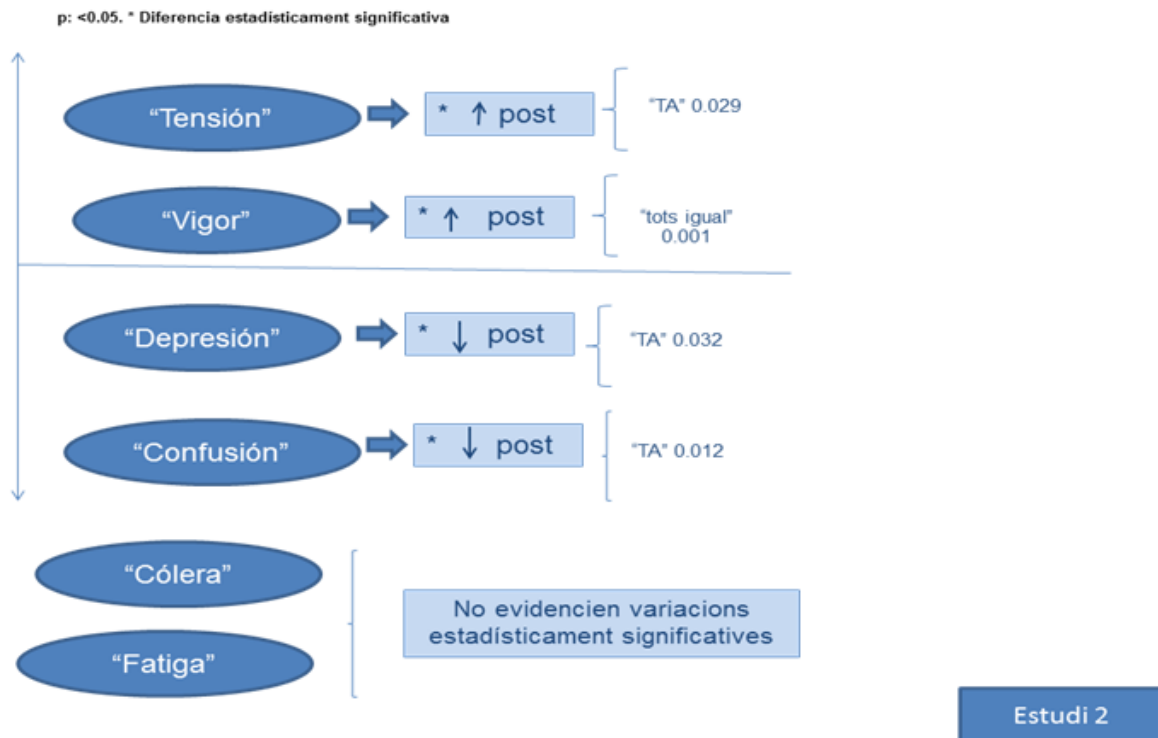


Fig. 65: Esquema resum dels resultats del test POMS de la fase 2.

*. Significació estadística, $p < 0,05$

SE: Sense estirament. **Estirament:** TA: Tensió activa; ED: Estirament dinàmic.

Font: Elaboració pròpia.

Taula 18: Comparació post intervenció versus pre intervenció per a cada registre dels test de POMS (Fase 2)

Test de POMS	Intervenció	n	Pre, intervenció	Post, intervenció	Diferència (post, pre)	
			Mitjana \pm DE (min, màx)	Mitjana \pm DE (min, màx)	Mitjana, IC95%	p, valor
TMD	SE	48	112,1 \pm 14,8 (89, 153)	108,6 \pm 13,1 (88, 155)	3,5 [0,9, 6,1]	0,021*
	TA	48	114,4 \pm 25,4 (86, 234)	109,5 \pm 17,4 (87, 188)	4,9 [1,0, 8,8]	0,037*
	ED	48	113,7 \pm 21,9 (87, 203)	107,8 \pm 15,3 (77, 158)	5,9 [0,6, 11,2]	0,017*
Tensió	SE	48	39,0 \pm 4,7 (31, 51)	41,4 \pm 5,4 (33, 58)	-2,4 [-3,9, -0,8]	0,001*
	TA	48	40,5 \pm 8,1 (31, 76)	42,2 \pm 6,1 (33, 63)	-1,7 [-3,3, -0,2]	0,029*
	ED	48	40,0 \pm 5,8 (31, 54)	41,9 \pm 5,7 (31, 58)	-2,0 [-3,6, -0,3]	0,016*
Depressió	SE	48	39,6 \pm 3,6 (37, 53)	38,9 \pm 3,4 (37, 55)	0,7 [0,2, 1,2]	0,008*
	TA	48	40,6 \pm 6,3 (37, 69)	39,3 \pm 4,1 (37, 59)	1,2 [0,1, 2,4]	0,032*
	ED	48	40,4 \pm 5,7 (37, 67)	38,7 \pm 2,5 (37, 47)	1,7 [0,3, 3,0]	0,007*
Cólera	SE	48	43,2 \pm 6,2 (37, 66)	42,9 \pm 4,7 (37, 62)	0,3 [-0,7, 1,3]	0,836
	TA	48	43,9 \pm 7,0 (37, 80)	43,1 \pm 5,6 (37, 73)	0,8 [-0,2, 1,8]	0,192
	ED	48	43,3 \pm 6,3 (37, 70)	42,3 \pm 3,7 (37, 54)	1,0 [-0,4, 2,4]	0,598
Vigor	SE	48	40,8 \pm 13,0 (0, 60)	46,4 \pm 9,5 (30, 65)	-5,6 [-8,4, -2,9]	< 0,001*
	TA	48	40,3 \pm 14,3 (0, 63)	45,9 \pm 12,9 (0, 68)	-5,6 [-8,3, -2,8]	< 0,001*
	ED	48	41,9 \pm 13,9 (0, 62)	48,6 \pm 9,2 (30, 68)	-6,7 [-9,7, -3,7]	< 0,001*
Fatiga	SE	48	41,3 \pm 6,5 (34, 63)	40,1 \pm 6,0 (34, 69)	1,2 [-0,1, 2,5]	0,127
	TA	48	40,6 \pm 7,0 (34, 69)	40,0 \pm 5,4 (34, 61)	0,6 [-0,7, 2,0]	0,410
	ED	48	41,9 \pm 8,0 (34, 67)	40,1 \pm 4,8 (34, 51)	1,9 [0,0, 3,7]	0,128
Confusió	SE	48	38,2 \pm 5,3 (32, 59)	36,6 \pm 4,9 (30, 57)	1,6 [0,7, 2,4]	0,001*
	TA	48	38,5 \pm 5,9 (30, 57)	37,1 \pm 4,6 (30, 50)	1,4 [0,3, 2,4]	0,012*
	ED	48	38,3 \pm 7,7 (32, 57)	36,6 \pm 4,4 (30, 44)	2,1 [0,7, 3,3]	0,004*

p-valor: prova Wilcoxon; *p<0,05 Test de POMS:

Intervencions: **SE**: Sense estirament, **TA**: Estirament tensió activa, **ED**: Estirament dinàmic.

Test de POMS

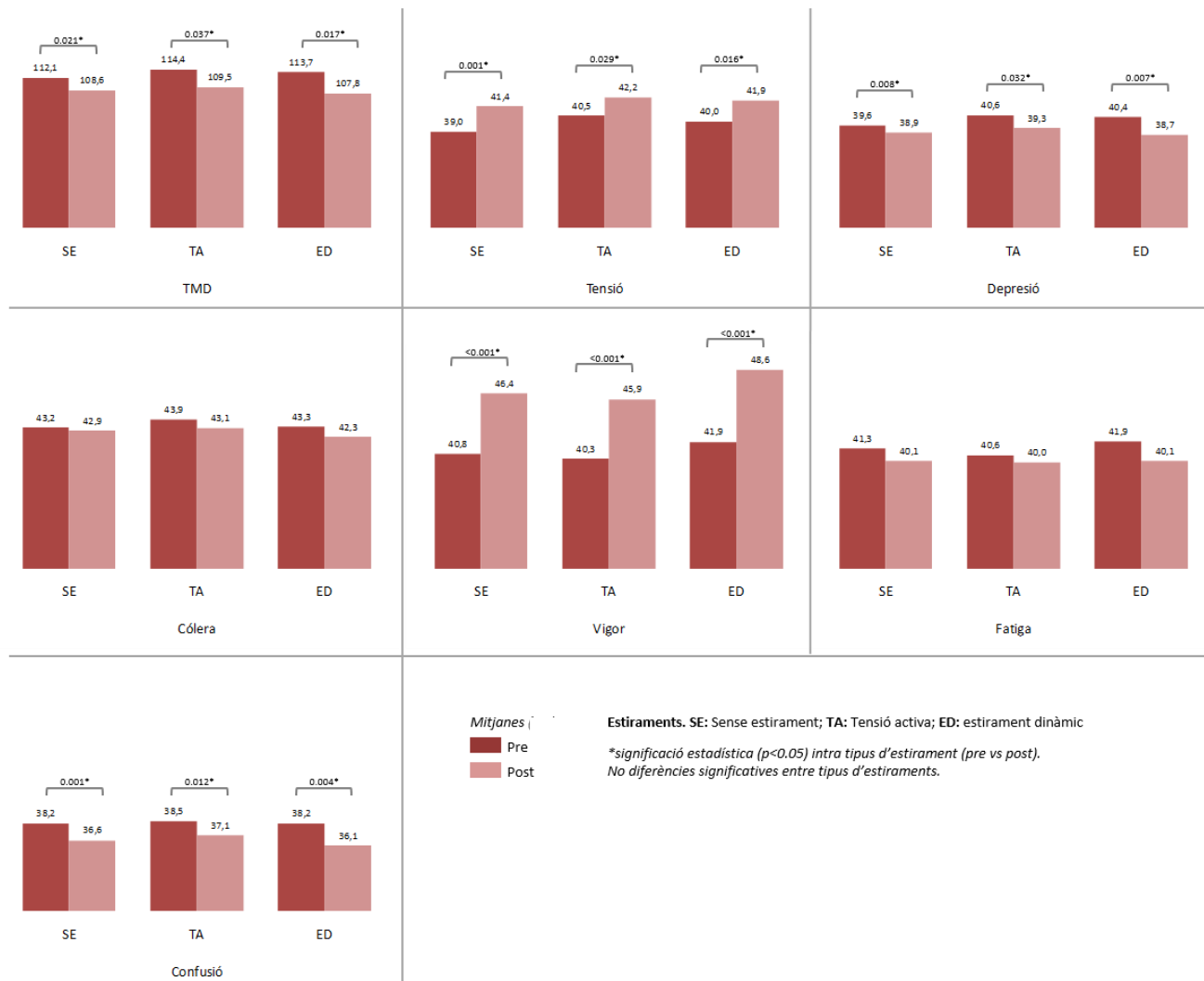


Fig. 66 Comparació Post-Pre per intervenció i variables del Test POMS (Fase2)

Un cop obtinguts els resultats de la comparació POST-PRE per intervenció i variables del test POMS, es crea la variable increment entre el PRE i el POST i es compara aquest increment entre els diferents tipus d'estiraments.

En primer lloc, tal i com es pot veure a la taula 19 es comprova si la distribució segueix una llei normal per cada una de les variables d'increment creades (POST-PRE).

Taula 19: Tests de Normalitat de l'increment de les variables del Test de POMS (Fase 2)

Test de POMS	Intervenció	Z-score (K-S)	p-valor
Increment TMD	SE	0,890	0,000*
	TA	0,786	0,000*
	ED	0,855	0,000*
Increment Tensión	SE	0,808	0,000*
	TA	0,967	0,195
	ED	0,935	0,012*
Increment Depresión	SE	0,846	0,000*
	TA	0,897	0,001*
	ED	0,953	0,057
Increment Cólera	SE	0,928	0,006*
	TA	0,807	0,000*
	ED	0,898	0,001*
Increment Vigor	SE	0,957	0,074
	TA	0,959	0,096
	ED	0,944	0,025*
Increment Fatiga	SE	0,983	0,712
	TA	0,843	0,000*
	ED	0,970	0,260
Increment Confusión	SE	0,971	0,276
	TA	0,932	0,008*
	ED	0,977	0,459

p-valor: prova Kolmogórov-Smirnov; (K-S)*p<0,05

Intervencions: **SE**:Sense estirament, **TA**: Estirament tensió activa, **ED**: Estirament dinàmic.

En no haver-hi una distribució normal, tal i com es motra a la taula 19, per a la comparació de l'increment, POST-PRE, de cada una de les variables s'utilitza el test H de Kruskal-Wallis. Comparació en que, com s'observa a la taula 20, no es troben diferències estadísticament significatives entre els estiraments en cap de les variables del Test de POMS.

Taula 20: Comparació de l'increment entre intervencions (Fase 2)

Test de POMS	Intervenció	n	Diferència (post-pre)	p-valor
			Mitjana \pm DE (min. màx)	
TMD	SE	48	-73,1 \pm 13,3 (-118, -55)	0,958
	TA	48	-73,9 \pm 18,9 (-158, -49)	
	ED	48	-73,7 \pm 18,3 (-149, -48)	
Tensión	SE	48	3,6 \pm 5,2 (-4, 24)	0,778
	TA	48	3,4 \pm 3,3 (-4, 11)	
	ED	48	2,9 \pm 2,8 (-5, 10)	
Depresión	SE	48	0,5 \pm 16,2 (-22, 63)	0,958
	TA	48	0,3 \pm 17,2 (-26, 51)	
	ED	48	0,0 \pm 16,5 (-27, 37)	
Cólera	SE	48	70,4 \pm 10,2 (54, 100)	0,901
	TA	48	71,0 \pm 13,3 (53, 131)	
	ED	48	69,6 \pm 13,9 (45, 125)	
Vigor	SE	48	-2,5 \pm 6,0 (-21, 12)	0,607
	TA	48	-2,9 \pm 4,7 (-18, 6)	
	ED	48	-3,2 \pm 4,3 (-17, 6)	
Fatiga	SE	48	3,5 \pm 9,8 (-19, 24)	0,564
	TA	48	2,7 \pm 13,3 (-45, 21)	
	ED	48	6,3 \pm 9,1 (-11, 26)	
Confusión	SE	48	-3,4 \pm 4,9 (-16, 7)	0,612
	TA	48	-2,9 \pm 4,2 (-17, 9)	
	ED	48	-3,9 \pm 4,7 (-15, 6)	

p-valor: prova H de Kruskal-Wallis; *p<0.05

Intervencions: **SE**:Sense estirament, **TA**: Estirament tensió activa, **ED**: Estirament dinàmic.

11.2.3. QÜESTIONARI FASE 2

Participaren 47 persones que a través del qüestionari, expressaren la seva opinió en relació amb l'estirament, el salt i el test de POMS. La taula 21 mostra la distribució de les respostes d'aquests alumnes.

Taula 21: Freqüència i percentatge de resposta del qüestionari (Fase 2)

Pregunta del Qüestionari	n	%
1. ¿Qué importancia das al estiramiento en el calentamiento?		
a) Poca	5	10,6
b) Moderada	11	23,4
c) Bastante	22	46,8
d) Muchísima	9	19,1
2. ¿Qué intervención eliges como la más indicada en el calentamiento?		
a) Rodaje y No estirar	2	4,3
b) Rodaje y estiramiento dinámico	31	66,0
c) Rodaje y estiramiento activo en tensión activa	14	29,8
d) Ninguna de las anteriores (justifica por qué (1)	2	4,3

Pregunta del Qüestionari	n	%
3. ¿Has notado en alguna intervención diferencia positiva en el salto antes y después?		
a) Rodaje y No estirar	3	6,4
b) Rodaje y estiramiento dinámico	28	59,6
c) Rodaje y estiramiento activo en tensión activa	16	34,0
d) No he notado ninguna diferencia	2	4,3
e) En todas he notado diferencia positiva	1	2,1
4. Especifica en relación a la pregunta anterior en que salto has notado la diferencia positiva¹		
a) Squat jump	4	8,9
b) Counter movement jump	16	35,6
c) Drop jump	2	4,4
d) En todos he saltado más en el post	27	60,0
5. ¿Has notado en alguna intervención diferencia positiva en el estado de ánimo antes y después?		
a) Rodaje y No estirar	0	
b) Rodaje y estiramiento dinámico	16	34,0
c) Rodaje y estiramiento activo en tensión activa	11	23,4
d) No he notado ninguna diferencia	14	29,8
e) He notado diferencia en todas	11	23,4
6. ¿Has notado en alguna intervención diferencia negativa en el salto antes y después?		
a) Rodaje y No estirar	5	10,6
b) Rodaje y estiramiento dinámico	1	2,1
c) Rodaje y estiramiento activo en tensión activa	6	12,8
d) No he notado ninguna diferencia	30	63,8
7. Especifica en relación a la pregunta anterior en que salto has notado la diferencia negativa²		
a) Squat jump	3	17,6
b) Counter movement jump	1	5,9
c) Drop jump	5	29,4
d) En todos he saltado menos en el post	5	29,4
8. ¿Has notado en alguna intervención diferencia negativa en el test de estado de ánimo antes y después?		
a) Rodaje y No estirar	7	14,9
b) Rodaje y estiramiento dinámico	1	2,1
c) Rodaje y estiramiento activo en tensión activa	2	4,3
d) No he notado ninguna diferencia	33	70,2
e) No recuerdo mi estado de animo	4	8,5
9. ¿Hay algún estiramiento que pienses está contraindicado en el calentamiento?		
a) Estiramiento estático activo en tensión activa	8	17,0
b) Estiramiento dinámico	4	8,5
c) Otros ((justifica cuál (2))	5	10,6
d) Ninguno	30	63,8

Preguntas multi respuesta, excepte pregunta 1. ¹. Subjectes que han notat diferencia positiva en mínim 1 salt = 45. ². Subjectes que han notat diferencia negativa en mínim 1 salt = 17.

Justificació (1)

1. *“escalfament rodatge estirament dinàmic i finalment tensió activa”*

2. *“proposta de seqüència 1 TA 2 rodar 3 ED”*

Justificació (2)

3. *“contraindica estiramiento pasivo (no activa física y psicológicamente interés por los resultados, empatía investigadora”*
4. *“creo que el estiramiento estático (sin tensión activa) perjudica el rendimiento”*
5. *“estirament passiu no indicat a l'escalfament i si en la tornada a la calma per relaxar la musculatura. ED plena d'energia. Estat d'ànim + a totes, TA i agulletes”*
6. *“l'estirament passiu es negatiu al escalfament.(La seva funció es relaxar el múscul i no activar-lo)”*
7. *“otros los estiramientos pasivos relajan y no son adecuados para calentar”*

Quant a les preguntes tancades:

Donen bastant importància a l'estirament, s'inclinen cap a l'escalfament format per rodatge i ED. Un participant proposa rodatge més ED més TA i un altre proposa TA, rodar i finalment ED.

La majoria expressen que salten més després de la intervenció, noten especialment millora en el CMJ i tenen major sensació de salt amb el ED.

Els que expressen que salten menys després de la intervenció amb el salt DJ, principalment en el rodatge sense estirament i en el rodatge amb tensió activa.

En relació amb el test dels perfils d'estat d'ànim la majoria noten diferència positiva en el seu estat d'ànim després d'haver realitzat estirament dinàmic.

Tot i que en general no noten, o no recorden empitjorament en el estat d'ànim abans i després de cada intervenció, alguns han tingut sensació d'empitjorament en el seu estat d'ànim amb l'escalfament sense estirament.

En relació a la opinió referent a les contraindicacions de l'estirament, la majoria creuen que no està contraindicats els estiraments proposats a l'estudi en

l'escalfament. La resta, que no estan a favor de realitzar estirament a l'escalfament citen l'estatic passiu.

En les preguntes obertes:

En relació a l'aplicació de l'estirament en l'escalfament:

Uns el potencien i altres no ho tenen clar, un participant es mostra escèptic comenta "si se demuestra la eficacia del estiramiento en el calentamiento, entonces estiraré", un altre comenta que prefereix escalfar únicament amb rodatge, molts expressen dubtes sobre quin es el millor, un altre opina que no havia estat conscient fins al moment de la importància de l'estirament.

Un participant afirma que l'estirament és fonamental a l'escalfament sigui actiu o dinàmic. Un altre "quan era petita m'inculcaven l'estirament, en aquell moment no li veia cap lògica, ara considero l'estirament com una part fonamental de l'entrenament".

Un alumne expressa que "els estudis i les estadístiques són nombres, cada individu és diferent i els monitors l'han de conèixer al 100% abans de recomanar-li un estirament concret".

Altres opinions:

"El múscul perd força quan l'estires" (1 participant)

Preferències variades:

Un prefereix rodar estiraments TA i després ED, un sols rodar, un ED i després TA, un TA rodar i ED.

"Sóc entrenador escalfament amb ED i tornada a la calma després de la competició amb estàtic".

Alguns troben correctes els dos, altres es declinen per el tensió activa i sobretot mostren preferència per l'estirament ED, concorda aquesta opinió amb les preguntes tancades.

Sobre el TA:

Un participant comenta "Prefereixo el TA perquè és més localitzat i analític, millora el salt i hem prepara sobretot a l'isquiosural"

Un altre "Necesito primero el TA sobretodo en gemelos para estirar hasta el final del recorrido i después el ED, para mi los dos son importantes para preparar mi cuerpo para el esfuerzo"

Un altre manifesta que "el TA pot lesionar a una persona, justificant que a l'endemà de fer TA, va sentir el cruiximent".

Un opina que "l'estirament és important per preparar les diferents parts del meu cos si en algun exercici noto molèstia poder parar a temps".

Dos participants: "M'agradaria tenir mes informació del TA".

Sobre el ED:

"L'estirament dinàmic és més ràpid, divertit i no tan estricte com el TA".

"L'estirament ED és el que més m'activa".

"Quan faig estirament ED tinc la sensació de que hem lesionaré".

"Considero el ED com una part de l'escalfament però no com a un estirament" ("quizás porque asi no hay influencia psicológica de que estás estirando"),

En general tenen molt clara la importància de l'estirament en la tornada a la calma (refredament un cop finalitzada l'activitat física). Tots proposen en aquesta fase estiraments estàtics de predomini passiu. No utilitzarien estirament passiu en l'escalfament.

Alguns creuen més important l'estirament en el refredament altres estirar en abans i després (no hi ha consens).

En relació a l'estat d'ànim:

No entenc la relació entre estats d'ànim i tipus d'estirament (1 participant).

Canvis en l'estat d'ànim després dels 2 estiraments (2).

Quan escalfo el meu estat anímic i físic millora (4).

Amb els 3 he notat millora però especialment en l'estirament ED (1).

En relació amb el salt:

Algun dia he saltat pitjor perquè venia cansat (influència externa): (1).

He saltat més al POST (2).

El salt al PRE costa més (salt en fred): (4).

DISCUSSIÓ

12. DISCUSSIÓ

12.1. ELECCIÓ DE LA MOSTRA

La mostra s'escull perquè són subjectes físicament actius, majors d'edat i amb interès per la pràctica esportiva, donat que són estudiants de cicles formatius en activitat física. És un grup de fàcil accés, perquè es troba dins les instal·lacions del Consell Català de l'Esport. Aquest estudi ha estat considerat per l'equip docent com una activitat enriquidora per la formació dels participants, perquè a més d'experimentar el que és un assaig clínic i veure'n el seu procés, en finalitzar s'adquireix una formació que resol dubtes, reforça els coneixements i complementa la formació professional dels estudiants.

12.2. ELECCIÓ DELS ESTIRAMENTS APLICATS A L'ESTUDI

En el context de la fisioteràpia esportiva aquest estudi ha volgut incidir principalment en dos aspectes, per una banda donar a conèixer l'estirament estàtic actiu en tensió activa, que és un estirament molt utilitzat en l'àmbit de la fisioteràpia i poc conegut en altres col·lectius professionals relacionats amb l'esport. Per una altra, aporta dades sobre la globalitat del participant i es té en compte; a més de l'efecte fisiològic, l'efecte psicològic i les creences o coneixements que tenen de l'estirament.

En no existir un consens en la classificació i nomenclatura de l'estirament es produeix confusió en la seva aplicació, donat que l'objectiu pot ésser diferent o fins i tot antagònic. Per exemple l'estirament estàtic pot ser passiu (sense moviment i sense acció muscular) o pot ser actiu (sense moviment però amb contracció muscular). Tots dos són estàtics, però un no és recomanat a l'escalfament en disciplines de força explosiva i l'altre sí. A més, els autors proposen diferents noms per a un mateix estirament . (vegeu annex 16.2.1.)

Els esportistes i els professionals que treballen en el món de l'esport fan ús de les diferents modalitats d'estirament abans, durant i després de la pràctica

esportiva. Tradicionalment l'aplicació d'estiraments es relaciona amb l'augment de l'amplitud de moviment, però en el cas de l'escalfament no es cerca incrementar-la sinó que es cerca assolir el nivell de flexibilitat òptim, entès com el que permet l'execució eficient del moviment, prepara per a la acció, s'adapta a les característiques individuals de cada persona i a l'esport que ha de realitzar (168).

En tots els estiraments proposats es cerquen estiraments senzills, però efectius donat que són autoestiraments. S'incideix en fer l'estirament conscientment, amb un bon aprenentatge, seguint la seqüència de l'estirament i amb una actitud adient d'activació i concentració del participant, millorant l'efecte de l'estirament a l'escalfament i així obtenir la flexibilitat òptima per a l'acció esportiva.

En l'estudi es tria la classificació d'estirament proposada per Esnault, donat que inclou l'estirament en tensió activa (19).

La prescripció de l'estirament s'adequa als objectius proposats, considerant la intensitat, el temps d'aplicació i el nombre de repeticions.

En relació amb la intensitat de l'estirament, es tria una seqüència d'execució lenta, perquè el pacient o esportista pugui informar de la sensació de tensió (tibantor) produïda en la fase de posada en tensió(9). L'estirament ha de respectar el límit de tolerància al dolor. S'indica que cal arribar al punt de molèstia controlada, el dolor és un signe d'alerta. Les publicacions consultades citen aquest terme com *point of discoinfort* POD(114,140). Per valorar el POD, es proposa la escala de Borg adaptada a la sensació d'estirament(140). Utilitzar una escala analògica visual (EVA) previa a l'ensenyament del estirament dóna informació al terapeuta i al pacient i permet quantificar la intensitat d'estirament que es requereix en cada intervenció afavorint-ne l'aprenentatge. Aquest aspecte es tindrà en compte en futures investigacions que valorin la sensació de tibantor, terme que té una repercussió més positiva.

En relació al nombre de repeticions en els estiraments estàtics, per evitar fatiga, han de ser un màxim de quatre per grup muscular(19,140). L'allargament en les primeres i segones repeticions equival al 80% de l'allargament total possible. Com que l'objectiu de l'estudi és preparar per l'esforç i no incrementar l'ADM, es decideix, per tant, aplicar dues repeticions per grup muscular en tots els estiraments estàtics i en contracció relaxació estirament.

En l'estirament estàtic passiu s'escull una durada de 30"(57,64,114,169) per cada grup muscular (isquiosurals, quàdriceps i tríceps sural). Per sobre d'aquest llindar, es poden produir modificacions mecàniques que poden alterar la capacitat de generar força, i considerem més que probable que si l'estirament és perllongat, l'activació sensitiva de la unió músculotendinosa pugui activar la contracció reflexa. Si això es produeix, el concepte "passiu es perd". Es cerquen posicions en què es produeixi la màxima relaxació. Dues repeticions per sota del límit de tensió.

L'estirament en Contracció relaxació estirament (CRE) s'escull com a tècnica neuromuscular més utilitzada. La relaxació post isomètrica produïda per la inhibició de la motoneurona pot emascarar la sensació real de tensió en la fase d'estirament. Degut a això, s'instrueix l'esportista a parar la intensitat quan noti una mínima tensió i que vagi "deixant-se anar relaxadament per augmentar la ADM". S'escull la proposta d' Esnault (19) : C 4 segons/ R 4 segons/ E 15 segons.

En l'estirament estàtic actiu en tensió passiva (TP) la contracció del antagonista es deté quan el múscul agonista que es pretén estirar està al límit de sensació de tibantor. S'escull un temps inferior a 6 segons en la fase de posada en tensió, ja que d'aquesta manera es millora la sinèrgia agonista-antagonista(19).

En l'estirament estàtic actiu en tensió activa (TA) la fase de posada en tensió la marca la sensació final del recorregut excèntric. Així l'estirament en TA es realitza al límit de sensació de tibantor. S'escull un temps de 4" que genera

rigidesa activa(19). Es tracta d'una seqüència de moviments que obliga el participant a tenir un alt nivell de concentració.

L'estirament dinàmic, té una seqüència de posada en tensió més ràpida, i el temps d'estirament molt curt, així no es valora el temps sinó que es valoren altres paràmetres com poden ser les repeticions o els metres recorreguts. Així, es proposen, en funció del protocol, bé nombre de repeticions o de metres(61,131,170-172). L'objectiu és generar amplituds de treball específiques per l'esport que exclouen ADM màximes. Per tant, es treballa amb tensions submàximes, segons grup muscular. En l'elecció del protocol d'estirament dinàmic, s'analitzen diferents estudis(61,131,170-172), i s'escull el protocol de Pearce (61), degut a què s'adapta al protocol d'estiraments en TA, en relació als grups musculars estudiats i temps de durada dins l'escalfament. L'estirament dinàmic no incrementa l'ADM, activa el reflex miotàtic, incrementa la tensió muscular i activa la funció protectora dels OTG en músculs preparats per absorbir aquestes sol·licitacions. En cas contrari pot produir microlesions a músculs no entrenats donat que aquests estiraments requereixen molta destresa en l'execució. És habitual que la majoria d'alumnes de fisioteràpia que aprenen els estiraments actius presentin DOMS a les 24- 48 hores post classe pràctica d'estirament en tensió activa i dinàmic, donat que alguns d'aquests alumnes no tenen el teixit preparat per absorbir les accions excèntriques que produeixen aquests estiraments(157,160). Tot i que és una observació no demostrada es considera aquest fet altament suggeridor.

12.3. ELECCIÓ DELS TEST

Els test escollits són el test de salt proposat per Bosco i el test del perfil d'estat d'ànim (POMS), perquè responen a la necessitat d'avaluar la resposta abans i després dels estiraments, tot quantificant-ne les diferències.

12.3.1. TEST DE SALT

Per valorar de manera indirecta les diferents expressions de la força a les extremitats inferiors (EEII) s'escull el test de Bosco(77), que és una de les proves estàndard de la valoració de la força explosiva. Aquesta prova marca un

protocol estricte de la forma d'aplicació i és, a més, un test validat i fiable(163-165).

En la primera fase del estudi s'utilitzà la plataforma i sistema ERGO-JUMP® Plus Bosco System® mentre que en la segona fase s'utilitzà el sistema i el software Chronojump.org.

De Blas(166), en la seva tesi doctoral, demostrà que ambdós sistemes mesuraven el mateix. Per justificar el canvi de maquinari s'exposa que Ergojump, té un preu elevat i un programa de llicència tancada que dificulta la revisió i actualització per part dels usuaris. En canvi Chronojump, és un programari i maquinari lliure, públic, gratuït, que permet un ús general (software lliure, hardware obert) i permet compartir dades participant activament en la millora del sistema. A més, Chronojump, com que va connectat directament a l'ordinador redueix el temps de registre i processament de les dades.

S'estima que el Software lliure, aplicat a l'àmbit científic, facilita que els resultats puguin reproduir-se per altres investigadors. El software lliure permet accedir a totes les versions publicades disponibles en els servidors oficials.

També s'ha modificat la plataforma de contactes de manera que en la primera fase de l'estudi s'utilitzà una plataforma flexible amb vares metàl·liques, mentre que a la segona fase de l'estudi s'utilitzà una plataforma rígida. La plataforma rígida és més petita, ofereix contacte en tota la seva superfície, en canvi la plataforma flexible no garanteix el contacte lateral de manera que si el peu cau entre les vares es podia alterar el resultat(165). Malgrat això, com que el salt és controlat per un investigador, l'ús de les plataformes és uniforme.

12.3.2. TEST DELS PERFILS D'ESTAT D'ÀNIM

Per valorar i quantificar els canvis de l'estat d'ànim abans i després de la realització dels diferents estiraments, s'escull el test dels perfils d'estat d'ànim, conegut com a "test de POMS". Aquest test analitza com percep el participant els canvis en l'aplicació de determinats estímuls, detecta canvis en curts espais

de temps i a més es considera un predictor idoni per conèixer com incideixen els estiraments en el rendiment humà.

Els articles consultats en relació al test del perfil d'estats d'ànim, no analitzen les repercussions del test en l'escalfament i en l'estirament. Aquest nou aspecte obre camí a futures investigacions.

12.3.3. QÜESTIONARI DE PREFERÈNCIA

La recollida d'informació dels tests anteriors es complementa amb el qüestionari de preferència. Aquest qüestionari permet conèixer a més de les nostres observacions les opinions dels subjectes que participen a l'estudi. Donat que aquest estudi pretén millorar el coneixement i prescripció dels estiraments per una banda, i per l'altra la mostra la formen estudiants d'activitat física, es creu convenient valorar els seus coneixements, creences i opinions sobre els estiraments. De fet, després d'avaluar aquests resultats s'han escollit estratègies pedagògiques dins l'institut d'ensenyança secundària (IES) per millorar aquesta mancança.

12.4. INTERPRETACIÓ DELS RESULTATS

La interpretació dels resultats permet avaluar i comparar l'eficàcia aguda o immediata de diferents tipus d'estirament en l'escalfament esportiu i veure com influeixen sobre aspectes fisiològics, psicològics i de percepció del participant.

12.4.1. INTERPRETACIÓ DEL TEST DE SALT

Es realitzen dos tipus d'anàlisi, per una banda l'anàlisi de comparació POST versus PRE intervenció i per una altra l'anàlisi de la comparació entre les intervencions de l'increment POST-PRE intervenció.

12.4.1.1. Anàlisi de comparació POST versus PRE intervenció.

L'anàlisi intraintervencions mostra si la intervenció agrupada per estirament té algun efecte de millora o empitjorament sobre el salt. Es compara el salt després i abans.

En la primera fase de l'estudi s'analitzen estiraments estàtics i tècniques neuromusculars; els resultats intraintervencions mostren que estirar abans de l'activitat no és contraproductiu sobre la força explosiva i que fins i tot alguns estiraments tenen efectes beneficiosos en els salts testats (vegeu taula 4). Quant als estiraments, l'estàtic actiu en Tensió Activa ha estat el més significatiu en els tres salts, especialment en el salt amb contramoviment CMJ (2,4, $p < 0,001$), per bé que el Passiu (1, $p = 0,006$), el tensió passiva (1,3, $p < 0,001$) i el Contracció-Relaxació-Estirament (1,4, $p < 0,001$) també ho han estat, però amb menor significació.

Quant l'estirament en Tensió Passiva no ha estat significatiu en la prova el Drop Jump (DJ) (0,7, $p = ns$) però mostra resultats significatius sobre el SJ i el CMJ (1,3, $p = 0,003$ i -1,3, $p < 0,001$). La prova DJ valora específicament l'activació reflexa que regula la rigidesa (stiffness)(77). L'estirament en tensió passiva pot activar el reflex sensitiu d'inhibició recíproca i afectar la rigidesa. Aquest aspecte podria justificar que no hi hagin diferències significatives en aquest test.

Comparant els diferents tipus d'estirament estàtic s'observa que és clarament significativa la seva realització si es compara al fet de no estirar.

En la segona fase de l'estudi s'analitzen estiraments actius. Els resultats intraintervencions mostren diferències significatives en: no estirar, fer l'estirament en tensió activa o l'estirament dinàmic, així els salts han estat significativament superiors després de la intervenció (en tots ells la $p < 0,001$) (vegeu taula 14). L'estirament en tensió activa predomina en el SJ (2,8) i el CMJ (2) mentre que l'SD (2,1) i no estirar (2,1) predominen en el DJ (vegeu taula 14). Els resultats indiquen que l'escalfament juntament amb els estiraments actius per definició són de curta durada i poques repeticions ja que el seu objectiu es preparar, millorar i facilitar les qualitats naturals de la UMT que ha de respondre a accions explosives.

12.4.1.2. Anàlisi de la comparació entre les intervencions de l'increment POST-PRE intervenció.

Aquesta anàlisi estudia l'augment produït als diferents salts després d'una de les intervencions. Indica, doncs, la magnitud del canvi i això permet quantificar-lo (vegeu taula 7).

En la primera fase de l'estudi, en línies generals, no s'han trobat diferències significatives entre els diferents estiraments. Únicament, com sembla lògic, les diferències s'han trobat en comparar el fet de no estirar amb qualsevol estirament en l'SJ i el CMJ. Aquest fet posa en evidència la necessitat palesa d'aplicar estirament en l'escalfament. Per tant, les dades avalen la importància dels estiraments en un protocol d'escalfament, que en algunes ocasions es posa en dubte(46). Si comparem la repercussió que té cadascun dels estiraments respecte al fet de no estirar, observem que el que presenta una major magnitud de canvi és el Tensió Activa i el CRE, específicament en el salt SJ ($p = 0,002$) i CMJ ($p < 0,001$), cosa que confirma que l'estirament actiu és el més indicat a l'escalfament.

En la segona fase de l'estudi, es pot afirmar que el salt ha estat millor en totes les valoracions, però això no es significatiu perquè no n'hi ha cap que domini damunt els altres. Cap, però, és contraproductiu, és a dir, les tres intervencions incrementen el salt en el post intervenció. Aquest aspecte reforça la indicació de l'estirament actiu a l'escalfament, malgrat que la intervenció que realment té un protagonisme important en l'escalfament és la carrera contínua.

Quant l'índex d'elasticitat en l'anàlisi de comparació POST versus PRE intervenció ha estat estadísticament significatiu en el cas del estirament passiu ($p = 0,046$). En aquest cas es podria afirmar que aquest estirament pot alterar l'elasticitat i perjudicar l'emmagatzematge d'energia elàstica prèvia a una acció de força explosiva. En la segona fase de l'estudi, per contra, s'observa que els estiraments actius proposats milloren aquest aspecte. Així els resultats han estat significatius en l'estirament en tensió activa i en l'estirament dinàmic, essent aquest el que dóna valors més alts (4,3 i $p = 0,005$). Aquesta dada

esdevé molt important. per què reflecteix la idoneïtat dels estiraments actius a l'escalfament (vegeu taula 4).

D'altra banda. els resultats de l'anàlisi de la comparació entre les intervencions de l'increment POST-PRE intervenció de l'índex d'elasticitat, tant en la primera fase de l'estudi com en la segona demostren, en la comparació entre grups, que cap intervenció no és significativa, i per tant no predomina per damunt de les altres.

12.4.2. INTERPRETACIÓ DEL TEST DE POMS.

Anàlisi de comparació POST versus PRE intervenció. Els resultats valoren l'efecte immediat que produeixen els estiraments sobre l'estat d'ànim, comparant abans i després de l'escalfament. Com hem vist als resultats, l'estudi mostra algunes diferències significatives, tant en la primera fase com en la segona fase de l'estudi (vegeu taula 8 i 17).

Quant a la primera fase de l'estudi s'han observat diferències en els factors "depresión", "cólera", "fatiga" i "confusión" que disminueixen, i en el factor "vigor" que augmenta. El factor tensió no evidència variacions significatives.

El factor "Depresión" disminueix després dels estiraments passius ($p=0,001$) i en tensió passiva ($p=0,002$). Aquest factor comporta una disminució dels adjectius: "infeliç", "dolido", "triste", "abatido", "desesperanzado", "torpe", "desanimado", "solo", "desdichado", "deprimido", "desesperado", "desamparado", "inútil", "aterrorizado", "Culpable", per tant disminueix un sentiment de no adequació personal.

El factor "Cólera", disminueix després de realitzar l'estirament en tensió passiva ($p=0,001$) i disminueixen els adjectius "enfadado", "enojado", "irritable", "resentido", "molesto", "rencoroso", "amargado", "luchador", "rebelde", "decepcionado", "furioso", "de mal genio", per tant disminueix el sentiment de colera i antipatia envers els altres.

Ambdós estiraments precisen una actitud relaxada. L'estirament passiu és un estirament perllongat que requereix concentració per incrementar l'ADM sense produir contracció de defensa i el tensió passiva implica fenòmens neuromusculars que poden inhibir el to del múscul. L'actitud envers aquests estiraments és "deixar-se anar" i respectar el temps de manteniment, la intensitat i les repeticions.

El factor "Fatiga" disminueix després de realitzar l'estirament en tensió passiva ($p=0,009$), i disminueixen els adjectius "agotado", "apático", "fatigado", "exhausto", "espeso", "sin fuerzas", "cansado", per tant, disminueix l'estat d'ànim de laxitud, inèrcia i baix nivell d'energia, i millora la percepció de "tenir energia".

La disminució del factor fatiga en el "TP" es pot relacionar en que el temps curt d'aplicació d'aquesta modalitat d'estirament posa en marxa les sinergies agonista antagonista i afavoreix la coordinació i facilita el moviment.

El factor "Vigor" augmenta després de realitzar estiraments passius ($p=0,024$) i contracció relaxació estirament "CRE" ($p=0,018$) els adjectius que augmenten són: "animado", "activo", "enérgico", "alegre", "alerta", "lleno de energia", "despreocupado", "vigoroso", per tant augmenta l'estat de vigor, ebullició i energia elevada. Produeix en l'esportista una sensació immediata d'augment d'energia, actitud més pro - activa envers els estímuls, potser com a resposta a l'efecte relaxant, que té efectes positius sobre el rendiment immediat dels esportistes.

Aquests resultats poden mostrar els efectes positius de les intervencions relacionant-los amb la resposta positiva que té l'efecte relaxant, l'efecte sobre el to muscular, la percepció de millora d'energia i la millora en la concentració. Aquests aspectes poden influir sobre el rendiment immediat dels esportistes en pre-competició. Tenint en compte aquests resultats, qualsevol estirament podria esser una eina més a tenir en compte a l'hora de gestionar l'estrès pre-competició, donat que en l'aspecte cognitiu, si l'esportista aprèn correctament els estiraments proposats i els associa a la millora d'aquests estats, pot influir

en el canvi de la seva actitud negativa sobre els successos immediats, com ara el moment previ a la competició, i a nivell somàtic millorant la concentració i afavorint la disminució del to, que pot tenir efectes sobre el sistema nerviós simpàtic envers una situació d'ansietat(173,174).

El factor "Confusión" es inferior després de realitzar estiraments passius ($p=0,022$), tensió passiva ($p=0,031$), tensió activa ($p=0,016$) i sense estirament ($p=0,044$) i disminueixen els adjectius "confundido", "incapaz de concentrarse", "aturdido", "desorientado", "eficiente", "olvidadizo", "inseguro" i, per tant, disminueix la confusió i el desordre. La percepció immediata del subjecte és que "té el cap clar". Aspecte positiu en l'acció tècnica que s'ha de desenvolupar després de l'escalfament. El fet que, fins i tot si no s'estira durant l'escalfament, disminueix la confusió fa pensar en el benefici de la pròpia carrera continua abans de la competició.

Quant a la segona fase de l'estudi s'han trobat diferències significatives en els tres tipus d'intervenció (estiraments actius o no estirament) per a cada un dels ítems de la prova de POMS ($p<0,05$) (vegeu figura 65). Així, els factors "depresión" i "confusión" disminueixen i els de "vigor" i "tensión" augmenten. Tant "Còlera" com "Fatiga" són els únics factors que no evidencien diferències significatives.

En termes generals, en qualsevol intervenció disminueix el factor depressiu (TA $p=0,032$; ED $p=0,007$; SE $p=0,008$). Per tant, si disminueix el factor depressió la persona és més optimista i menys irritable i afronta millor una competició. El factor "Confusión" (falta de concentració, inseguretat) és significativament inferior després de la intervenció (SE $p=0,001$; ED $p=0,004$; TA. $p=0,012$) i per tant, millora la concentració i la seguretat. Com hem dit, el factor "tensión" (tens, agitat) mostra un increment significatiu en el post en les tres intervencions (SE $p=0,001$; ED $p=0,016$; TA $p=0,029$). Per tant, en els participants es mostrava en un major estat d'alerta. El factor "vigor" indica ebullició i energia i el seu resultat és significatiu en les tres intervencions (SE, ED i TA. $p=0,001$) perquè s'està més proactiu a la hora d'afrontar la competició (vegeu taula 18).

Com hem pogut observar en ambdós estudis, els estiraments estàtics afecten positivament l'estat d'ànim en les seves diverses vessants, però no així el fet de no estirar. D'altra banda, qualsevol tipus d'estirament actiu en l'escalfament produeix canvis en l'estat d'ànim similars al fet de no estirar.

Anàlisi de la comparació entre les intervencions de l'increment POST-PRE intervenció.

Tant en la primera com en la segona fase de l'estudi (vegeu taula 11 i 20) no troben diferències significatives entre les mitjanes d'estat d'ànim de les diferents modalitats d'estirament. Les conclusions són les mateixes, tant abans com després de les intervencions, és a dir, no predomina cap estat d'ànim per damunt dels altres.

12.4.3. INTERPRETACIÓ DELS RESULTATS DEL QÜESTIONARI DE PREFERÈNCIA

S'ha considerat important incloure un qüestionari de preferència per saber què pensen les persones que hi han participat. L'investigador té la possibilitat d'exposar dades i també opinions que enriqueixen la recerca. En la experiència clínica s'aprèn molt del que expliquen els esportistes sobre la manera de fer els estiraments i la seva opinió sobre els beneficis i inconvenients. Conèixer les seves creences també pot ser un mitjà per l'aprenentatge donat que podem complementar els seus coneixements amb la nostra formació, coneixements i experiència.

La unanimitat bibliogràfica sobre què cal escalfar abans de la pràctica esportiva, especialment en disciplines de velocitat, contrasta amb la manca de consens en l'elecció de l'estirament, l'ordre d'execució dins de l'escalfament i la seva nomenclatura(42,132,134,136,142,149,175). Aquest seria un dels motius de la manca d'unanimitat de la mostra. Quant a la metodologia dels estiraments: potser la informació que tenien dels estiraments era, a més, molt variada. El fet, però, de tractar-se d'alumnes en formació en activitat física, fa pensar directament en una desinformació important, segurament produïda perquè en el moment de la presa de dades no havien estudiat aquest bloc de

coneixement. Aquest fet avala els resultats que obtenim en el test de Bosco i en el perfil de l'estat d'ànim, ja que la mostra, com que no coneixia cap estirament en particular, es mostra absolutament imparcial en el moment d'executar-los.

Es tendeix a aplicar l'estirament "més fàcil" que s'ha après -generalment l'estirament estàtic passiu- ja que estirar és un costum i té més efecte psicològic que físic. Com hem vist als resultats, succeeix el contrari ja que l'efecte dels estiraments s'observa més en l'aspecte mecànic (test de Bosco) que en el psicològic (estat d'ànim). Quant l'estirament en tensió activa, donada la seva dificultat de realització, tot i recomanar-lo, mostren la seva inseguretat en l'execució i demanen formació.

La majoria associen l'estirament a la relaxació i no a l'activació i també la relació de l'estirament amb l'augment de l'amplitud articular i no com ajut per obtenir la flexibilitat òptima. Per tant i tenint en compte que l'escalfament necessita activació i flexibilitat òptima aquest aspecte podria haver influït en els resultats del test POMS.

Una gran majoria de participants considera necessari aprendre prèviament les diferents modalitats d'estirament. Aquest és un acte de responsabilitat molt positiu, ja que l'estirament actiu, tant en tensió activa com en dinàmic mal prescrit o mal ensenyat, pot tenir efectes negatius en la persona que s'està ensenyant.

Tot el col·lectiu avaluat reflecteix la necessitat que els estiraments siguin divertits i de fàcil execució. En aquest sentit, és important que la persona estigui ben informada sobre els beneficis dels estiraments i que tingui la percepció que l'estirament és adequat. També s'ha de considerar que en la intensitat d'un estirament s'hauria de canviar el concepte "punt de discomfort" relacionat amb el dolor, per punt de sensació de tensió, com aspecte més positiu que podria canviar la seva percepció.

En general, els participants consideren poc necessaris els estiraments en els nens. Creiem que el col·lectiu educatiu del futur hauria de millorar la seva formació, quant a la importància de l'adquisició d'hàbits saludables des de la infància.

Estem, doncs, d'acord amb Jutge (176,177) en què és important la formació del personal que educa als esportistes. En el cas dels infants i joves que s'inicien a la pràctica d'un esport aquest fet esdevé imprescindible. Malauradament, aquest personal no té sempre la formació necessària.

12.5. Disseny de l'escalfament

A l'hora de plantejar un escalfament s'ha de tenir en compte la inclusió d'intervencions suficientment intenses per incrementar la temperatura corporal, generar suor, donar l'amplitud articular sense arribar a la fatiga, preparant al cos per a la realització òptima de les accions específiques(4,45). La durada total de l'escalfament oscil·la entre els deu i els quinze minuts, en funció de la modalitat esportiva. L'escalfament previ a la realització dels estiraments incrementa la temperatura i influeix en la vascularització de l'estructura músculotendinosa, tot millorant-ne la viscoelasticitat(23,35).

En relació als resultats, l'ordre adequat en l'escalfament seria: primerament una activitat aeròbica de 10 minuts de trot. Seguidament, aplicar estiraments actius amb l'objectiu de assolir el nivell de flexibilitat òptim. Primerament, realitzar l'estirament en tensió activa per afavorir l'anticipació a estímuls inesperats durant la pràctica esportiva, aquest efecte protector de l'estirament en tensió activa s'enllaça amb un treball dinàmic en la cadena del grup muscular corresponent. Finalment, s'introdueixen els exercicis de força elàstica explosiva(19,132,134,136,175). L'objectiu d'aquesta part de l'escalfament és l'activació mecànica i neural musculoesquelètica, tot sol·licitant les parts toves, protegint el teixit articular i afavorint l'entrada de l'esportista en una actitud positiva a la competició. Com exemple, si estirem en tensió activa els isquiosurals farem seguidament un treball d'estirament dinàmic en flexió de genolls talons - glutis alternatiu i després, rodatge amb esprint (19).

El disseny de l'escalfament depèn també de l'esport que es vagi a practicar. Diversos autors desaconsellen realitzar estiraments estàtics durant l'escalfament en esports de velocitat i força explosiva (56,57,61,124,132,148,175,178-182). Per a la resta dels esports s'aconsellen estiraments dintre del nivell de flexibilitat òptim, d'1 o 2 repeticions(42,46). L'aplicació de l'estirament estàtic a l'escalfament pot estar indicada en certes situacions. En esports que necessiten grans amplituds de moviment, com la natació sincronitzada o gimnàstica, ajuda a aconseguir una flexibilitat òptima l'aplicar primer estiraments passius i després actius dins la rutina d'escalfament(12). En esports de resistència, en què es realitzen contraccions constants i que cal una major compliància(143) s'ha demostrat que l'estirament estàtic passiu de curta durada no altera el rendiment(14); l'estirament passiu facilita un múscul més elàstic (*compliant*) i millora la transferència d'energia en esforços de llarga durada(144) o de velocitat submàxima(145). Per contra, en els esforços de curta durada, aquest tipus d'estirament afecta la rigidesa (*stiffness*) ja que disminueix la velocitat de contracció, i empitjora la força explosiva. En l'estudi s'ha valorat la força explosiva.

Tenint en compte els resultats observats en el qüestionari de preferència, es recomana potenciar, en pretemporada, l'aprenentatge dels estiraments actius, estàtics actius en tensió activa i els estiraments dinàmics, donada la seva complexitat i la necessitat d'adaptació a la càrrega. L'objectiu és que els puguin aplicar en el període competitiu d'una manera òptima i eficaç.

Igualment, és important considerar el tipus de participant (sedentari, físicament actiu) així com el nivell (alt rendiment, esportista amateur, lleure o laboral) a l'hora de prescriure un programa d'estiraments. Cal valorar l'experiència i coneixements de la persona. Els objectius varien segons el tipus de participant al que prescrivim estiraments: per exemple cal respectar l'esportista veterà que sempre ha utilitzat un escalfament en concret i convèncer-lo de fer alguna modificació en la seva rutina només si és estrictament necessari. En el mateix sentit cal indicar estiraments en tensió

activa a esportistes d'alt nivell, per millorar el control del seu cos, aprofitant la seva capacitat d'aprenentatge.

Behm(142), en la seva revisió detecta en vint estudis de salt que l'estirament estàtic afecta a l'esport d'alta velocitat i potència, en canvi aquests estiraments provoquen menor afectació en els esports en què es realitzen esprints o carrera de mitja o llarga distancia, i també en persones que volen estar en forma. Aquest col·lectiu de persones físicament actives és molt nombrós i en canvi la majoria d'estudis es centren en l'alt rendiment. Seria necessari estudiar-los per valorar la intervenció adequada.

Des d'un punt de vista mecànic, malgrat que l'estirament estàtic passiu escollit no arribava a alterar la força, els resultats de l'estudi mostren que el resultats dels tests de salt són més baixos que en la resta dels salts (*CMJ*: 1cm; $p=0,006$) (*DJ*: 1,1cm; $p=0,003$) i l'índex d'elasticitat està alterat (IE: 3'5%; $p=0,046$). Per tant, l'estirament estàtic passiu no és el més indicat durant l'escalfament (vegeu taula 4 i 7).

La inhibició de la motoneurona durant l'estirament estàtic i la tècnica de CRE es limita a la durada de la maniobra d'estirament. Els estiraments a velocitats lentes i perllongats incrementen l'ADM(14). En el cas de l'escalfament es busca l'efecte contrari, és a dir, no incrementar la ADM sinó buscar la flexibilitat òptima per al gest esportiu. Aquest aspecte podria justificar que en els resultats de l'estudi els estiraments de curta durada hagin millorat el salt post intervenció. L'estudi de la força del salt ha evidenciat que els estiraments actius de curta durada milloren i complementen l'escalfament en accions de salt, (*SJ*: 2,2; $p < 0,001$) (*CMJ*: 2,4. $p < 0,001$) (*DJ*: 1,7. $p < 0,001$). Si la UMT és rígida (*stiff*) es milloren qualitats de força isomètrica i concèntrica, i millora la corba força-velocitat i longitud- tensió(143). D'altra banda, aquesta UMT rígida millora la transmissió inicial de la força. Això facilita l'explosivitat dels corredors de velocitat(183,184) i la màxima velocitat dels esprintadors(185) (vegeu taula 4).

L'anàlisi intragrups mostra que la força explosiva obté millors resultats en l'estirament en Tensió Activa en els estiraments estàtics. Així, doncs, l'estudi

realitzat avala des d'un punt de vista mecànic l'estirament en Tensió Activa com el més indicat dels estiraments estàtics estudiats. Aquest estirament s'ha mostrat amb major significació en el SJ, el DJ i especialment en el CMJ que la resta d'estiraments (vegeu taula 6).

Des del punt de vista psicològic, les variables "depresión", "cólera", "fatiga" i "confusión" disminueixen amb els estiraments estàtics, però augmenten en el factor *Vigor*. Si ens fixem en els resultats, els factors que afavoreixen l'estat d'ànim no mostren cap millora en "tensión" (no hi ha diferències) i "*vigor*", en què s'observen diferències en l'estirament passiu i el Contracció-Relaxació-Estirament (vegeu taula 7).

Si avaluem específicament l'estirament Contracció-Relaxació-Estirament (CRE) -també conegut com uns dels *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF)*- observem que, tot i que és l'estirament que més positivament influeix en l'estat d'ànim, presenta un rendiment mecànic baix en el test de salt, i diversos estudis determinen que és el que influeix de manera més negativa en l'explosivitat(55,58) i en la resistència(126). Degut a aquest fet, no és recomanable incloure'l en el protocol d'escalfament.

Quant als estiraments actius, s'han observat millores tant en l'estirament Dinàmic com en el de Tensió Activa, per bé que el fet de no estirar també ha mostrat certa millora, encara que inferior quantitativament. Si observem els resultats dels estiraments actius, objectivem una millora en el factor "tensión" i el "*vigor*" i una disminució de la "depresión" i "confusión". Per tant, des d'un punt de vista actiu, es pot utilitzar tant l'estirament en Tensió Activa com l'estirament dinàmic (vegeu taula 17).

Un cop analitzats els resultats, en la fase 1 de l'estudi s'observen diferències significatives en l'increment del salt en favor de l'estirament en tensió activa (vegeu taula 6) durant la realització del salt CMJ en comparar-lo al fet de no estirar (vegeu taula 7). Quant als estiraments actius analitzats a la fase 2, observem una milloria tant en l'estirament dinàmic com en el de tensió activa, així com en el fet de no estirar (vegeu taula 14).

CONCLUSIONS

13. CONCLUSIONS

1. La comparació entre les diferents intervencions proposades demostra que estirar abans de l'activitat no és contraproduent sobre la força explosiva. Tots els estiraments actius proposats en l'escalfament milloren el resultat de la força explosiva. L'estirament estàtic actiu en tensió activa ha estat el més eficaç entre els estiraments estàtics i tècniques neuromusculars.
2. De la comparació entre no realitzar estirament amb l'estirament passiu, contracció relaxació estirament, tensió passiva i tensió activa, es conclou que el major increment de salt es dona quant l'estirament és en tensió activa, particularment durant la realització del salt CMJ i sobretot en comparar-lo amb no realitzar estirament.
3. Entre tensió activa, dinàmic i no realitzar estirament hi ha una millora en els tres casos sense diferències significatives entre ells.
4. Els estiraments estàtics actius i dinàmics influeixen sobre l'estat d'ànim durant el propi escalfament.
5. El disseny de l'escalfament proposat en base als resultats obtinguts, i considerant les particularitats de l'esport, el nivell de l'esportista, les repercussions sobre les qualitats mecàniques i psicològiques, permet proposar un ordre d'execució concret. En primer lloc rodar, seguit d'estirament en tensió activa, i finalitzar amb un estirament dinàmic. Aquest ordre permet assolir el nivell de flexibilitat òptim per a continuació introduir el treball de força explosiva.
6. De les preferències dels participants es conclou que els estiraments s'associen erròniament a la relaxació i a l'augment de l'amplitud articular.

Així mateix, hi ha confusió entre les modalitats d'estiraments. En conseqüència, es posa de manifest la necessitat de formació del personal educador dels esportistes, especialment en l'esport escolar en la infància.

14. LÍNIES DE FUTUR

Aquest estudi no analitza l'efecte de l'estirament actiu a llarg termini. Seria interessant considerar-lo en propers estudis comparant-lo durant un període de temps igual o superior a 6 mesos, avaluant el test de salt, perfils d'estat d'ànim i preferències de l'esportista.

L'ús de la percepció del participant a través d'una escala analògica visual (EVA) podria ésser un bon mètode en l'aprenentatge de la intensitat de l'estirament i, per tant, en la seva prescripció. La percepció de discomfort s'associa a un efecte negatiu, mentre que la percepció de tensió no. Amb la finalitat de valorar de forma objectiva els estiraments, cal determinar l'efecte que tenen els termes "punt de discomfort" i "punt de tensió" sobre la percepció de l'estirament i la seva execució en el participant. Un cop resolta aquesta qüestió, es podria implementar i personalitzar i quantificar la intensitat de l'estirament.

Seguir incloent en l'elaboració de futurs estudis tests psicològics que permetin valorar aspectes globals en les intervencions de fisioteràpia.

BIBLIOGRAFIA

15. BIBLIOGRAFIA

- (1) Diccionari de la llengua catalana (DIEC2). 2a.ed. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans, 2007. [Data de consulta: 5 març, 2009]. Disponible a: <http://dlc.iec.cat>.
- (2) Arnheim DD. Medicina deportiva. Fisioterapia y entrenamiento atlético. 2a. ed. Madrid: Mosby/Doyma; 1995.
- (3) Serra Grima JR, Bagur Calafat C, coordinadors. Prescripción de ejercicio físico para la salud. Barcelona: Paidotribo; 2004.
- (4) Alter MJ. Science of Stretching. Champaign: Human Kinetics; 1988.
- (5) Sharman J, Cresswell A, Riek S. Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. Sport Med 2006;36:929-39.
- (6) López Miñarro, PA. Actividad física para la salud (2011). OCW. Universidad de Murcia. [Imatges extretes de] [Data de consulta: 5 juny, 2014]. Disponible a: http://ocw.um.es/gat/contenidos/palopez/contenidos/estiramientos_musculares2.html
- (7) Ylinen J. Estiramientos terapéuticos: en el deporte y en las terapias manuales. Barcelona: Elsevier; 2009.
- (8) Pacheco L, García J, Monné L, Marí B, Cabanes T. Tècniques d'estirament. Palma de Mallorca: Institut de Serveis Socials i Esportius de Mallorca, 2003.
- (9) Guissard N, Duchateau J. Neural aspects of muscle stretching. Exerc Sport Sci Rev 2006;34,(4):154-58.
- (10) Kandel ER, Schwartz, JH, Jessel T. M. Principios de neurociencia. 4a. ed. Madrid: McGraw-Hill Interamericana; 2001.
- (11) Esnault M. Columna vertebral y stretching. Badalona: Paidotribo; 2009.
- (12) Di Santo M. Amplitud de movimiento. Badalona: Paidotribo; 2011.
- (13) Pacheco L, García JJ. Sobre l'aplicació d'estiramens en l'esportista sa i lesionat. Apunts Med Esport 2010 jun;(166):109-25.
- (14) Guissard N, Duchateau J, Hainaut K. Muscle stretching and motoneuron excitability. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1988;58(1-2):47-52.
- (15) Avela J, Kyröläinen H, Komi P. Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. J Appl Physiol 1999 Apr;86(4):1283-91.
- (16) Fowles JR, Sale DG, MacDougall J. Reduced strength after passive stretch of the human plantar flexors. J Appl Physiol 2000 Sep;89(3):1179-88.
- (17) Chaitow L, Liebeson C, Hartman L. Técnicas de energía muscular. Barcelona: Paidotribo; 2000.

- (18) Guissard N, Duchateau J. Decrease of motoneuron excitability during stretching of the human soleus. *Biomed Biochim Acta* 1989;48(5-6):489-92.
- (19) Esnault M, Viel E. *Stretching. Estiramientos de las cadenas musculares*. 2º ed. Barcelona: Masson; 2003.
- (20) Neiger H. *Estiramientos analíticos manuales: técnicas pasivas*. Madrid: Médica Panamericana; 1998.
- (21) Sabbattino VE. *Biología celular y humana*. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires. Genomasur, 2008. [Imatge estreta de:] [Data de consulta: 6 maig, 2014]. Disponible a: http://www.genomasur.com/BCH/BCH_libro/capitulo_10.htm#mecanismo
- (22) Balius R, Pedret C, coordinadors. *Lesiones musculares en el deporte*. Madrid: Médica Panamericana; 2013.
- (23) De Deyne P. Application of passive stretch and its implications for muscles fibers. *Phys Ther* 2001 Feb;81(2): 819-27.
- (24) Lovering RM, De Deyne PG. Contractile function, sarcolemma integrity, and the loss of dystrophin after skeletal muscle eccentric contraction-induced injury. *Am J Physiol Cell Physiol* 2004 Feb;286(2):C230-8.
- (25) Lieber RL. *Estructura del músculo esquelético, función y plasticidad: bases fisiológicas de la fisioterapia*. 2ª ed. Madrid: Mc Graw Hill. Interamericana; 2004.
- (26) Esnault M. *Rééducation dans l'eau: étirements et renforcement musculaire du tronc et des membres*. Paris: Masson; 1991.
- (27) Souchard PE. *RPG: Principios de la reeducación postural global*. Barcelona: Paidotribo; 2005.
- (28) Sala F, Boada M, Comas C, Roset J, Cos F, Cos M. *Prevenió de lesions en els castellers*. A: 1a. Jornada sobre la prevenió de lesions en els castellers. Sant Cugat del Vallès; Centre d'Alt Rendiment, 4 de juny 1994. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Centre de Promoció de la Cultura Popular i Tradicional Catalana, 1994.
- (29) Hill AV. The series elastic component of muscle. *Proc R Soc Lond B Biol Sci* 1950 Jul 24;137(887):273-80.
- (30) Huijing PA. Muscle as a collagen fiber reinforced composite: a review of force transmission in muscle and whole limb. *J Biomech* 1999 Apr;32(4):329-45.
- (31) Tous Fajardo J. *Nuevas tendencias en fuerza y musculación*. Barcelona: Julio Tous Fajardo, 1999.
- (32) Taylor KL, Sheppard JM, Lee H, Plummer N. Negative effect of static stretching restored when combined a sport specific warm-up component. *J Sci Med Sport* 2009 Nov;12(6):657-661.
- (33) Garret W. Muscle strain injuries. *Am J Sports Med* 1996;24(6 Suppl):S2-8.
- (34) Balius Matas R. *Patología muscular en el deporte: diagnóstico, tratamiento y recuperación funcional*. Barcelona: Masson; 2004.
- (35) Gajdosik RL. Passive extensibility of skeletal muscle: review of the literature with clinical implications. *Clinical Biomechanics* 2001;16:87-101.

- (36) Avela J, Finni T, Liikavainio T, Niemela E, Komi PV. Neural and mechanical responses of the triceps surae muscle group after 1 h of repeated fast passive stretches. *J Appl Physiol* 2004 Jun;96(6):2325-32. [Data de consulta: 5 març, 2009]. Disponible a: <http://jap.physiology.org/content/96/6/2325>
- (37) Padullés Riu, JM. Valoración de los parámetros mecánicos de carrera: desarrollo de un nuevo instrumento de medición [tesi doctoral]. Barcelona: Universidad de Barcelona. Departament de Teoria i Història de l'Educació, INEFC, 2011.
- (38) Shrier I. Stretching before exercise does not reduce the risk of local muscle injury: a critical review of the clinical and basic science literature. *Clin J Sport Med* 1999 Oct;9(4):221-7.
- (39) Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J Appl Physiol* 2001 Feb;90(2):520-7.
- (40) Witvrouw E, Mahieu N, Danneels L, McNair P. Stretching and injury prevention: an obscure relationship. *Sports Med* 2004;34(7):443-9.
- (41) La Nación (Buenos Aires) [Imatge extreta de] [Data de consulta: 6 juny, 2014]. Disponible a: http://www.lanacion.com.py/cache/fotos/8e690c1e5e79440b563028e5c7bb98cc_510x280.jpg
- (42) Prévost P. Étirements et performance sportive. *Kinésithérapie Scientifique* 2004;446:5-13.
- (43) Fort Vanmeerhaeghe A, Romero Rodriguez D. Análisis de los factores de riesgo neuromusculares de las lesiones deportivas. *Apunts. Med Esport* 2013;48(179):109-120.
- (44) Fort Vanmeerhaeghe, A. Valoració i entrenament del control neuromuscular per a la millora del rendiment esportiu [tesi doctoral]. Barcelona: Universitat Ramon Llull. Facultat de Psicologia, Ciències de l'Esport i l'Educació Blanquerna, 2010.
- (45) Norris CM. Guía completa de los estiramientos. Barcelona: Paidotribo; 2001.
- (46) Cometti G. Les limites du stretching pour la performance sportive. Dijon: Centre d'Expertise de la Performance. [Data de consulta: 3 agost,2002]. Disponible a: <http://expertise-performance.u-bourgogne.fr/pdf/stretching1.pdf>.
- (47) Proske U, Morgan DL. Do cross-bridges contribute to the tension during stretch of passive muscle? *J Muscle Res Cell Motil* 1999 Aug;20(5-6)(Review):433-42.
- (48) Shrier I. Does stretching improve performance? A systematic and critical review of the literature. *Clin J Sport Med* 2004 Sep;14(5):267-73.
- (49) Kokonen J, Nelson AG, Cornwell A. Acute muscle stretching inhibits maximal strenght performance. *Res Q Exerc Sport* 1998;69:411-5.
- (50) Kokonen J, Nelson AG, Eldredge C, Winchester JB. Chronic static stretching improves exercise performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2007 Oct; 39(10):1825-31.
- (51) Nelson RT, Bandy WD. Eccentric training and static stretching improve hamstring flexibility of high school males. *J Athl Train* 2004 Sep;39(3):254-58.
- (52) Wiemann K, Klee A. Filamentäre Quellen der Muskel-Ruhespannung und die Behandlung muskuläre dysbalanced. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 1998;44(4):111-18.
- (53) Pozo Rosado, P. El tipo de trabajo muscular y su influencia en la función. [Imatge extreta de]: Educación física y deportes. *Revista digital* 2010 Marzo;142. [Data de consulta: 6 juny,

2014]. Disponible a: <http://www.efdeportes.com/efd142/el-tipo-de-trabajo-muscular-y-su-influencia.htm>

(54) Behm DG, Kibele A. Effects of differing intensities of static stretching on jump performance. *Eur J Appl Physiol* 2007 Nov;101(5):587-94.

(55) Church JB, Wiggins MS, Moode FM, Crist R. Effect of warm-up and flexibility treatments on vertical jump performance. *J Strength Cond Res* 2001 Aug;15(3):332-6.

(56) Holt BW, Lambourne K. The impact of different warm-up protocols on vertical jump performance in male collegiate athletes. *J Strength Cond Res* 2008 Jan;22(1):226-9.

(57) Hought PA, Ross EZ, Howatson G. Effects of dynamic stretching on vertical jump performance and EMG activity. *J Strength Cond Res* 2009 Mar;23 (2):507-12.

(58) Jagers JR, Swank AM, Frost KL, Lee CD. The acute effects of dynamic and ballistic stretching on vertical jump height, force and power. *J Strength Cond Res* 2008 Nov;22(6):1844-9.

(59) Lin JD, Liu Y, Lin JC, Tsai FJ, Chao CY. The effects of different stretch amplitudes on electromyographic activity during drop jumps. *J Strength Cond Res* 2008 Jan;22 (1):32-9.

(60) Mc Neal J, Sands WA. Static stretching reduces power production in gymnasts. *Technique: official publication of USA Gymnastics*. 2011. Nov-Dec;21(10):5-6.

(61) Pearce AJ, Kidgell DJ, Zois J, Carlson JS. Effects of secondary warm up following stretching. *Eur J Appl Physiol* 2009 Jan;105 (2):175-83.

(62) Rey S, Vaillant J, Hugonnard A. Echauffement musculaire: comparaison des effets sur la force musculaire des étirements passifs et des étirements actifs raisonnés myotendineux (1^a partie). *Kinésithérapie Scientifique* 2002;425:41-51.

(63) Rey S, Vaillant J, Hugonnard A. Echauffement musculaire: comparaison des effets sur la force musculaire des étirements passifs et des étirements actifs raisonnés myotendineux (2^a partie). *Kinésithérapie Scientifique* 2002;426:43-8.

(64) Samuel MN, Holcomb WR, Guadagnoli MA, Rubley MD, Wallmann H. Acute effects of static and ballistic stretching on measures of strength and power. *J Strength Cond Res* 2008 sept;22 (5):1422-8.

(65) Rassier DE, MacIntosh BR, Herzog W. Length dependence of active force production in skeletal muscle. *J Appl Physiol* (1985).1999 May;86(5):1445-57.

(66) Covert CA, Alexander MP, Petronis JJ, Davis DS. Comparison of ballistic and static stretching on hamstring muscle length using an equal stretching dose. *J Strength Cond Res* 2010 Nov;24(11):3008-14.

(67) Cramer JT, Housh TJ, Johnson GO, Miller JM, Coburn JW, Beck TW. Acute effects of static stretching on peak torque in women. *J Strength Cond Res* 2004 May;18(2):236-41.

(68) Nelson RT, Bandy WD. Eccentric training and static stretching improve hamstring flexibility of high school males. *J Athl Train* 2004 Sep;39(3):254-58.

(69) Torres EM, Kraemer WJ, Vingren JL, Volek JS. Effects of stretching on upper-body muscular performance. *J Strength Cond Res* 2008 Jul;22 (4):1279-85.

- (70) Kawakami Y, Kubo K, Kanehisa H, Fukunaga T. Effect of series elasticity on isokinetic torque–angle relationship in humans. *Eur J Appl Physiol* 2002;87(4-5):381-87.
- (71) Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Effects of resistance and stretching training programmes on the viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *Journal of Physiology* 2002 Jan1;538(Pt 1):219-26.
- (72) Noonan TJ, Garret W. Injuries at the myotendinous junction. *Clin Sports Med* 1992 Oct;11(4):783-806.
- (73) Fletcher IM, Annes R. The acute effects of combined static and dynamic stretch protocols on fifty-meter sprint performance in track-and-field athletes. *J Strength Cond Res* 2007 Aug;21(3):784-7.
- (74) Turki O, Chaouachi A, Drinkwater EJ, Chtara M, Chamari K, Amri M, et al. Ten minutes of dynamic stretching is sufficient to potentiate vertical jump performance characteristics. *J Strength Cond Res* 2011 Sep;25(9):2453-63.
- (75) Turki O, Chaouachi A, Behm DG, Chtara H, Chtara M, Bishop D, et al. The effect of warm-ups incorporating different volumes of dynamic stretching on 10- and 20-m sprint performance in highly trained male athletes. *J Strength Cond Res* 2012 Jan;26(1):63-72.
- (76) Wong DP, Chaouachi A, Lau PWC, Behm DG. Short durations of static stretching when combined with dynamic stretching do not impair repeated sprints and agility. *Journal of Sports Science & Medicine* 2011 Jun 1;10(2):408-16.
- (77) Bosco C. La valoración de la fuerza con el test de Bosco. Barcelona: Paidotribo; 1994.
- (78) McNair DM, Lorr M, Droppleman LF. Profile of Mood States Manual. San Diego, CA: Educational and Industrial Testing Services, 1971.
- (79) Morgan WP. Test of the champions: the iceberg profile. *Psychology Today*, 1980 6 July:92-108.
- (80) Pérez-Recio G, Marí J. Perfil de estados de ánimo. Área de ciencias del deporte. Centre d'Alt Rendiment, Sant Cugat [Document inèdit].
- (81) Balaguer I, Fuentes I, Meliá JL, García-Mérita ML, Pérez-Recio G. El perfil de los estados de ánimo (POMS): Baremo para estudiantes valencianos y su aplicación en el contexto deportivo. *Revista de psicología del deporte* 1993;4:39-52.
- (82) Beedie CJ, Terry PC, Lane AM. The profile of mood states and athletic performance: Two meta-analyses. *Journal of Applied Sport Psychology* 2000;12(1):49-68.
- (83) Barrios R. Los estados de ánimo en el deporte: fundamentos para su evaluación. Educación física y deportes. *Revista digital* 2007 jul;110. [Data de consulta: 12 set, 2011]. Disponible a: <http://www.efdeportes.com/efd110/los-estados-de-animo-en-el-deporte.htm>.
- (84) Leunes A, Burger J. Profile of mood states research in sport and exercise psychology: past, present, and future. *Journal of Applied Sport Psychology* 2000;12(1):5-15.
- (85) Hagber J, Mullin M, Bahrke M, Limburg J. Physiological profiles and selected physiological characteristics of national class American cyclist. *Journal of Sports Medicine* 1979;19:341-346.
- (86) Horvat M, Roswell G, Henschen K. Psychological profiles of disabled male athletes before and after competition. *Clinical Kinesiology* 1991;45:14-18.

- (87) Segura J, Molist E, Arcarons M, Piqué N. Práctica deportiva y estado de ánimo en deportistas discapacitados físicos. *Apunts. Med Esport* 1999; 131: 11-18.
- (88) Pérez-Recio G, Solanas A, Ferrer M. Monitorització continua de l'estat d'ànim en els nedadors. *Apunts. Educació Física* 1993;116:87-95.
- (89) Tharion W, Strowman R, Rauch M. Profile and changes in mood of ultramarathoners. *Journal of Sport and Exercise Psychology* 1988;10:229-35.
- (90) Sánchez A, González E, Ruiz M, San Juan M, Abando J, de Nicolás L, et al. Estados de ánimo y rendimiento deportivo en fútbol: ¿Existe la ventaja de jugar en casa?. *Revista de Psicología del Deporte* 2001;10(2):197-210.
- (91) Riddick C. Comparative psychological profiles of three groups of female collegians: swimmers, recreational swimmers, and inactive swimmers. *Journal of Sport Behaviour* 1984;7(4):160-74.
- (92) Skirka N. The relationship of hardiness, sense of coherence, sports participation, and gender to perceived stress and psychological symptoms among college students. *J Sports Med Phys Fitness* 2000;40(1):63-70.
- (93) Chan C, Grossman H. Psychological effects of running loss on consistent runner's. *Percept Mot Skills* 1988 Jul; 66(3):875-83
- (94) Berger B, Grove J, Prapavessis H, Butki B. Relationship of swimming distance, expectancy, and performance to mood states of competitive athletes. *Percept Mot Skills* 1997 Jun;84(2):1199-1210.
- (95) Arruza J, Balagué G, Arrieta M. Rendimiento deportivo e influencia del estado de ánimo, de la dificultad estimada y de la autoeficacia en la alta competición. *Revista de Psicología del Deporte* 1998;7(2):193-204.
- (96) Terry P. The efficacy of mood state profiling with elite performers: A review and synthesis. *Sport Psychologist* 1995;9:309-309.
- (97) Barrios R. Consecuencias sociopsicológicas del ejercicio con fines de salud: una actualización. *Educación Física y Deporte. Revista digital* 2006 Febr;93. [Data de consulta: 20 set, 2011]. Disponible a: <http://www.efdeportes.com/efd93/sociops.htm>.
- (98) Katsura Y, Yoshikawa T, Ueda S, Usui T, Motobayashi D, Nakao H, et al. Effects of aquatic exercise training using water-resistance equipment in elderly. *Eur J Appl Physiol* 2010 Mar 108;5:957-64.
- (99) Taylor-Piliae R, Haskell W, Waters C, Froelicher E. Change in perceived psychosocial status following a 12-week Tai Chi exercise programme. *J Adv Nurs* 2006 May;54(3):313-29.
- (100) Ungerleider S, Golding J, Porter K. Mood profiles of masters track and field athletes. *Percept Mot Skills* 1989 Apr; 68(2):607-17.
- (101) McAtte RE, Charland J. Estiramientos facilitados. Los estiramientos de FNP con y sin asistencia. Barcelona: Paidotribo; 2000.
- (102) De Miguel Muñoz F, Hernández Mendo A, Bueno Martín D, García Chica L, Ruiz Santiago D, Aguilar Blanco M, et al. Introducción del entrenamiento psicológico en un equipo de natación. *Educación Física y Deportes. Revista digital* 2002 Febr;45. [Data de consulta: 20 set, 2011]. Disponible a: <http://www.efdeportes.com/efd45/entrpsi.htm>

- (103) Abenza L, Olmedilla A, Ortega E, Esparza F. Estados de ánimo y adherencia a la rehabilitación de deportistas lesionados. *Apunts. Med Esport* 2009;161:29-37. [Data de consulta: 20 set, 2011]. Disponible a: <http://www.apunts.org/es/estados-animo-adherencia-rehabilitacion-deportistas/articulo/13135387/>
- (104) Abenza L, Olmedilla A, Ortega E, Ato M, García-Mas A. Análisis de la relación entre el estado de ánimo y las conductas de adherencia en deportistas lesionados. *Anales de Psicología* 2010;26(1):159-68.
- (105) Glazer D. Development and preliminary validation of the Injury-Psychological Readiness to Return to Sport (I-PRRS) scale. *J Athl Train* 2009 Mar-Apr;44(2):185-9.
- (106) Hutchison M, Mainwaring L, Comper P, Richards Bisschop S. Differential emotional responses of varsity athletes to concussion and musculoskeletal injuries. *Clin J Sport Med* 2009; Jan;19(1):13-9.
- (107) Hutchison M, Mainwaring L, Bisschop S, Comper P, Richards D. Emotional response to sport concussion compared to ACL injury. *Brain Inj* 2010; 24(4):589-97.
- (108) Colt G, Kirkby R. Injury, anxiety, and mood in competitive gymnasts. *Percept Mot Skills* 1994 Jun;78(3 Pt 1):955-962.
- (109) Lavallée L, Flint F. The relationship of stress, competitive anxiety, mood state, and social support to athletic injury. *J Athl Train* 1996; Oct; 31(4):296-9.
- (110) Smith AM, Scott SG, O'Fallon WM, Young ML. Emotional responses of athletes to injury. *Mayo Clin Proc.* 1990 Jan;65(1):38-50.
- (111) León Prados JA, Calvo Lluch A, Ramos Casado AM. Actividad física y perfil anímico en un sector de la población sevillana. *Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte* 2012;12(46):271-286. [Data de consulta: 5 feb, 2014]. Disponible a: <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista46/artactividad296.htm>
- (112) Allison SJ, Bailey DM, Folland JP. Prolonged static stretching does not influence running economy despite changes in neuromuscular function. *J Sports Sci* 2008 Dec;26(14):1489-95.
- (113) Alpkaya U, Koceja D. The effects of acute static stretching on reaction time and force. *J Sports Med Phys Fitness* 2007 Jun;47(2):147-50.
- (114) Behm DG, Kibele A. Effects of differing intensities of static stretching on jump performance. *Eur J Appl Physiol* 2007 Nov;101(5):587-94.
- (115) Yamaguchi T, Ishii K, Yamanaka M, Yasuda K. Acute effects of dynamic stretching exercise on power output during concentric dynamic constant external resistance leg extension. *J Strength Cond Res* 2007 Nov;21 (4):1238-44.
- (116) Fletcher IM. An investigation into the effect of a pre-performance strategy on jump performance. *J Strength Cond Res* 2013 Jan 27(1):107-15.
- (117) Samukawa M, Hattori M, Sugama N, Takeda N. The effects of dynamic stretching on plantar flexor muscle-tendon tissue properties. *Man Ther* 2011;16(6):618-22.
- (118) Bacurau RF, Monteiro GA, Ugrinowitsch C, Tricoli V, Cabral LF, Aoki MS. Acute effects of ballistic and static stretching bout on flexibility and maximal strength. *J Strength Cond Res* 2009 Jan;23 (1):304-8.

- (119) Beedle B, Leydig N, Carnucci M. No difference in pre-and postexercise stretching on flexibility. *J Strength Cond Res* 2007 Aug;21(3):780-83.
- (120) Herda TJ, Cramer JT, Ryan ED, Mc Hught MP, Stout JR. Accute effects of static versus dynamic stretching on isometric peak torque, electromyography and mehanomyography on the biceps femoris muscle. *J Strength Cond Res* 2007 Aug;21(3):809-17.
- (121) Little T, Williams GA. Effects of Differential Stretching Protocols During Warm-Ups on High- Speed Motor Capacities in Professional Soccer Players. *J Strength Cond Res* 2006 Feb;20(1):203-07.
- (122) McMillian DJ, Moore JH, Hatler BS, Taylo DC. Dynamic vs. Static stretching warm up: the effect on power and agility performance. *J Strength Cond Res* 2006 Aug;20 (3):492-99.
- (123) Moran K, McGrath T, Marshall B, Wallace E. Dynamic stretching and golf swing performance. *Int J Sports Med* 2009 Feb;30(2):113-8. doi: 10.1055/s-0028-1103303. Epub 2009 Jan 28.
- (124) Vetter RE. Effects of six warm-up protocols on sprint and jump performance. *J Strength Cond Res* 2007 Aug;21(3):819-23.
- (125) Christensen BK, Nordstrom BJ. the effects of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation and dynamic stretching techniques on vertical jump performance. *J Strength Cond Res* 2008 Nov;22 (6):1826-31.
- (126) Franco BL, Signorelli GR, Trajano GS, De Oliveira CG. Acute effects of different stretching exercises on muscular endurance. *J Strength Cond Res* 2008 Aug;22 (6):1832-37.
- (127) Bryan KC, Nordstrom BJ. The effects off PNF and dynamic stretching techniques on vertical jump performance. *J Strength Cond Res* 2008 Aug;22(6):1826-31.
- (128) Manoel ME, Harris-Love MO, Danoff JV, Miller TE. Acute effects of static, dynamic, and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation stretching on muscle power in women. *J Strength Cond Res* 2008 Sept;22 (5):1528-34.
- (129) Puentedura E, Huijbregts P, Celeste S, Edwards D, In A, Landers M R, et al. Immediate effects of quantified hamstring stretching: hold-relax proprioceptive neuromuscular facilitation versus static stretching. *Phys Ther Sport* 2011 Aug;12(3):122-6. Disponible a: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ptsp.2011.02.006> [Data de consulta: 20 set, 2011]
- (130) Siatras TA, Mittas VPM, D.N., Vamvakoudis EA. The duration of the inhibitory effects with static stretching on quadriceps peak torque production. *J Strength Cond Res* 2008 May;22(3):809-17.
- (131) Van Gelder L, Bartz S. The effect of static, ballistic, and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation stretching on vertical jump performance. *J Strength Cond Res* 2007;21(1):223-26.
- (132) Young W, Elliott S. Acute effects of static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation stretching, and maximum voluntary contractions on explosive force production and jumping performance. *Res Q Exerc Sport* 2001 Sep;72(3):273-79.
- (133) Bradley PS, Olsen PD, Portas MD. The effect of static, ballistic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on vertical jump performance. *J Strength Cond Res* 2007 Feb;21(1):223-26.
- (134) Pacheco L, Balius R, Aliste L, Pujol M, Pedret C. The acute effects of different stretching exercises on jump performance. *J Strength Cond Res* 2011 Nov;25(11):2991-98.

- (135) Esnault M. Estiramientos analíticos en fisioterapia activa. Barcelona: Masson; 1994.
- (136) Geoffroy C. Guide des étirements du sportif. Paris: Geoffroy édition; 2000.
- (137) Cahors B. Stretching, dossier spécial. Sport Med 1991;34:27-31.
- (138) Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. Phys Ther 1997 Oct;77(10):1090-96.
- (139) Anderson B. Estirándose. Barcelona: Integral; 1989.
- (140) Ylinen J, Kankaian T, Kautiainen H, Rezasoltani A, Kuukkanen T. Effects of stretching on hamstring muscle compliance. J Rehabil Med 2009 Jan;41(1):80-4.
- (141) Rubini EC, Costa AL, Gomes PS. The effects of stretching on strength performance. Sports Medicine 2007;37(3):213-24.
- (142) Behm DG, Chaouachi A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. Eur J Appl Physiol 2011;111(11):2633-51.
- (143) Wilson GJ, Wood GA, Elliott BC. The relationship between stiffness of the musculature and static flexibility: an alternative explanation for the occurrence of muscular injury. Int J Sports Med 1991 Aug;12(4):403-7.
- (144) Godges JJ, MacRae H, Longdon C, Tinberg C, MacRae P. The effects of two stretching procedures on hip range of motion and gait economy. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy 1989;10(9):350-57.
- (145) Hayes PR, Walker A. Pre-exercise stretching does not impact upon running economy. J Strength Cond Res 2007 Nov;21(4):1227-32.
- (146) Sölveborn SA. Stretching. Barcelona: Martínez Roca; 1984
- (147) Kjaer M, Langberg H, Skovgaard D, Olesen J, Bülow J, Krogsgaard M, et al. In vivo studies of peritendinous tissue in exercise. Scand J Med Sci Sports 2000;10(6):326-31.
- (148) Fletcher IM. The effect of different dynamic stretch velocities on jump performance. Eur J Appl Physiol 2010 feb;109:491-98.
- (149) Eisingbach T, Klümper A, Biedermann L. Fisioterapia y rehabilitación en el deporte. Barcelona: Scriba; 1989.
- (150) Souchard P. Stretching global activo: de la perfección muscular a los resultados deportivos. Barcelona: Paidotribo; 2000.
- (151) Pacheco L, García JJ. Recursos terapéuticos. A: Vilar E, Sureda S. Fisioterapia del aparato locomotor. Madrid: McGraw-Hill; 2005 p.206-20.
- (152) Van Mechelen W, Twisk J, Molendijk A, Blom B, Snel J, Kemper HC. Subject-related risk factors for sports injuries: a 1-yr prospective study in young adults. Med Sci Sports Exerc 1996 Sep;28(9):1171-9.
- (153) Pope RP, Herbert R, Kirwan J. Effects of ankle dorsi- flexion range and pre-exercise calf muscle stretching on injury risk in army recruits. Aust Physiother 1998;44:165-72.

- (154) Pope RP, Herbert R, Kirwan J. A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. *Sci Sports Exerc* 2000;32:271-7.
- (155) McHugh MP, Cosgrave C. To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scand J Med Sci Sports* 2010;20(2):169-81.
- (156) Woods K, Bishop P, Jones E. Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports Medicine* 2007;37(12):1089-99.
- (157) Herbert RD, Gabriel M. Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. *BMJ* 2002 Aug;325:1-5.
- (158) Thacker SB, Gilchrist J, Stroup DF, Kimsey Jr CD. The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2004;36(3):371-78.
- (159) Gremion G. Is stretching for sports performance still useful? A review of the literature. *Rev Med Suisse* 2005 Jul 27;1(28):1830-34.
- (160) Herbert RD, de Noronha M. Stretching to prevent or reduce muscle soreness after exercise. *Cochrane Database Syst Rev* 2007 Oct;17;(4)(CD004577).
- (161) Arnason A. ¿Cuál es la evidencia científica en los programas de prevención de la lesión muscular?. *Apunts. Med Esport* 2009;44(164):174-78. [Data de consulta: 5 set, 2011]. Disponible a: <http://www.apunts.org/es/cual-es-evidencia-cientifica-los/articulo/13146031/>
- (162) Pacheco Arajol L. Repercussió dels diferents tipus d'estirament durant l'escalfament esportiu sobre les qualitats musculars. Treball de recerca presentat en la defensa del diploma de suficiència investigadora DEA 2009. Sant Cugat del Vallès: Universitat Internacional de Catalunya, 2009.
- (163) Slinde F, Suber C, Suber L, Edwén C, Svantesson U. Test-retest reliability of three different countermovement jumping tests. *J Strength Cond Res* 2008 Mar;22(2):640-4.
- (164) Markovic G, Dizdar D, Jukic I, Cardinale M. Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *J Strength Cond Res* 2004 Aug;18(3):551-5.
- (165) De Blas X, Padullés JM, López del Amo, JL, Guerra-Balic M. Creation and Validation of Chronojump-Boscosystem: A Free Tool to Measure Vertical Jumps. *International Journal of Sport Science* 2012 Oct; 30: 334-56.
- (166) De Blas, X. Proyecto Chronojump-Boscosystem. Herramienta informática libre para el estudio cinemático del salto vertical: medición del tiempo, detección del ángulo de flexión sin marcadores y elaboración de tablas de percentiles [tesi doctoral]. Barcelona: Universitat Ramon Llull. FPCEEB - Ciències de l'Activitat Física i l'Esport, 2012.
- (167) Pacheco L, Monné L, Pujol M, Araolaza M. La columna vertebral nuestro eje vital. Barcelona: Recuperación Electrolitos. Diponible a: <http://www.recuperation.com/es/downloads2/la-columna-vertebral.pdf>. [Data de consulta: 21 febrer,2006].
- (168) Serra Grima, JR, coordinador. Prescripción de ejercicio físico para la salud. Barcelona: Paidotribo;1996
- (169) Ross MD. Effect of a 15-day pragmatic hamstring stretching program on hamstring flexibility and single hop for distance test performance. *Res Sports Med* 2007 Oct-Dec;15(4):271-81.

- (170) Fletcher IM, Jones B. The effect of different warm-up stretch protocols on 20 meter sprint performance in trained rugby union players. *J Strength Cond Res* 2004 Nov;18(4):885-88.
- (171) Yamaguchi T, Ishii K. Effects of static stretching for 30 seconds and dynamic stretching on leg extension power. *J Strength Cond Res* 2005 Aug;19(3):677-83.
- (172) Fredrick GA, Szymanski DJ. Baseball (part I): dynamic flexibility. *Strength & Conditioning Journal* 2001;23(1):21.
- (173) Cox RH, Martens MP, Russell WD. Measuring anxiety in athletics: The revised competitive state anxiety inventory-2. *Journal of Sport and Exercise Psychology* 2003;25(4):519-33.
- (174) Guzmán JIN, Amar JR, Ferreras CG. Ansiedad pre-competitiva y conductas de autocontrol en jugadores de fútbol. *Revista de Psicología del Deporte* 1995;7(8):7-17.
- (175) Young W, Behm D. Effects of running, static stretching and practice jumps on explosive force production and jumping performance. *J Sports Med Phys Fitness* 2003 Mar;43(1):21-7.
- (176) Judge LW, Bellar D, Craig B, Petersen J, Camerota J, Wanless E, et al. An examination of preactivity and postactivity flexibility practices of National Collegiate Athletic Association Division I tennis coaches. *J Strength Cond Res* 2012 Jan;26(1):184-91.
- (177) Judge L, Bellar D, Gilreath E, Petersen J, Craig B, Popp, et al. An examination of pre-activity and post-activity stretching practices of NCAA division I, NCAA division II, and NCAA division III track and field throws programs. 2013 Oct;27(10):2691-9.
- (178) Beckett JR, Schneiker KT, Wallman KE, Guelfi KJ. Effects of static stretching on repeated sprint and change of direction performance. *Med Sci Sports Exerc* 2009 Feb;41 (2):444-50.
- (179) Chaouachi A, Chamari K, Wong P, Castagna C, Chaouachi M, Moussa-Chamari I, et al. Stretch and sprint training reduces stretch-induced sprint performance deficits in 13- to 15-year-old youth. *Eur J Appl Physiol* 2008 Oct;104(3):515-22.
- (180) Sayers AL, Farley RS, Fuller DK, Jubenville CB, Caputo JL. The effect of static stretching on phases of sprint performance in elite soccer players. *J Strength Cond Res* 2008 Set;22 (5):1416-21.
- (181) Winchester JB, Nelson AG, Landin D, Young MA, Schexnayder IC. Static stretching impairs sprint performance in collegiate track and field athletes. *J Strength Cond Res* 2008 Jan;22(1):13-9.
- (182) Yamaguchi T, Ishii K, Yamanaka M, Yasuda K. Acute effect of static stretching on power output during concentric dynamic constant external resistance leg extension. *J Strength Cond Res* 2006 Nov;20(4):804-10.
- (183) Farley CT, Morgenroth DC. Leg stiffness primarily depends on ankle stiffness during human hopping. *J Biomech* 1999;32(3):267-73.
- (184) Kuitunen S, Komi PV, Kyrolainen H. Knee and ankle joint stiffness in sprint running. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34(1):166-73.
- (185) Chelly SM, Denis C. Leg power and hopping stiffness: relationship with sprint running performance. *Med Sci Sports Exerc* 2001 Feb;33(2):326-33.

ANNEXOS

16. Annexos

16.1. ANNEXOS RELACIONATS AMB L'ESTUDI

16.1.1. ANNEX 1: FULL D'INFORMACIÓ PER AL PARTICIPANT

S'adjunta la informació que van rebre les persones abans de signar el consentiment informat. La versió es fa en català i castellà.

16.1.1.1. Primera fase de l'estudi

Full informatiu per participar en el projecte d'investigació

A continuació rebràs informació que pot ser d'interès per què puguis decidir lliurement si vols participar en aquest projecte d'investigació. En cas afirmatiu, has de saber, que si sorgís algun imprevist que t'impedís continuar sigui per motius personals o per complir amb alguns del requisits que es detallen als "criteris d'exclusió", podràs abandonar l'estudi en qualsevol moment.

L'estudi té com a objectius principals:

Estudiar si els estiraments son adequats durant l'escalfament previ a l'esport.
Comparar la resposta músculotendinosa a les diferents modalitats d'estirament durant l'escalfament amb diferents tests.

Per aconseguir-ho, es faran 8 sessions, de 45 minuts de durada, repartides en un període màxim de 3 mesos.

La teva col·laboració seria de gran ajut, perquè ets una persona que compleix els requisits necessaris per ser inclosa a l'estudi:

Ets esportista

Ets alumne dels cicles formatius de grau superior de l'IES Joaquim Blume en animació d'activitats físiques i esportives.

No pateixes cap lesió en el moment d'incloure't a l'estudi.

Estàs familiaritzat amb els tests de valoració i tens nocions sobre estirament.

Amb els resultats obtinguts podràs aportar coneixements i donar suport científic a teories no demostrades sobre l'eficàcia dels estiraments.

Les propostes de l'estudi serviran per complementar els continguts que estàs rebent a les assignatures del cicle formatiu, permetent completar la teva formació teòrica amb les aplicacions pràctiques derivades del mateix.

Las causes que determinen l'abandonament de l'estudi (criteris d'exclusió) són: patir lesions que contraindiquen la pràctica de l'estirament o dels tests de valoració proposats.

aparició de molèsties o dolor derivats de la pràctica de l'estirament o els tests que contraindiquen la realització de l'estudi.

situacions imprevistes que poden influir en els resultats de l'estudi, per exemple embaràs, malalties infeccioses (grip).

Per assolir els objectius proposats es duran a terme les següents activitats:

Tots els esportistes en sessions diferents proven les diferents modalitats d'estirament i s'en realitza la valoració.

Sessions prèvies a l'estudi (informació i familiarització)

Sessió 1: s'explicaran i provaran els tests que s'aplicaran a l'estudi

Sessió 2: s'explicaran i provaran l'escalfament i els estiraments que es desenvoluparan durant l'estudi.

Sessions de recollida de dades:

- a. Test de valoració prèvia
Realitzar l'escalfament convencional sense estirament
Tornar a mesurar les variables d'estudi (Test post)
- b. Test de valoració prèvia
Realitzar l'escalfament convencional i l'estirament en tensió activa
Tornar a mesurar les variables d'estudi (Test post)
- c. Test de valoració prèvia
Realitzar l'escalfament convencional i l'estirament estàtic passiu
Tornar a mesurar les variables d'estudi (Test post)
- d. Test de valoració prèvia
Realitzar l'escalfament convencional i l'estirament en contracció relaxació.
Tornar a mesurar les variables d'estudi (Test post)
- e. Test de valoració prèvia
Realitzar l'escalfament convencional i l'estirament en tensió passiva.
Tornar a mesurar les variables d'estudi (Test post)



Els tests per valorar els efectes de l'estirament sobre l'escalfament seran:

- Per valorar la força explosiva es mesurarà la potència del salt amb el test de Bosco
- Per conèixer la preferència de l'esportista s'aplicarà un mètode d'elecció subjectiva en l'escalfament
- Per valorar el perfil dels estats d'ànim prova POMS. Es tracta d'un test escrit.

Barcelona, ____ d _____ de _____
Signatura

Hoja informativa para participar en el proyecto de investigación

A continuación recibirás una información que puede ser de tu interés para que decidas libremente si quieres participar en este proyecto de investigación. En caso afirmativo, debes saber, que si surgiera algún imprevisto que te impidiera continuar ya sea por motivos personales o por cumplir con algunos de los requisitos que se detallan en “los criterios de exclusión, podrás abandonar el estudio en cualquier momento.

El estudio tiene como objetivos principales

Estudiar si los estiramientos son adecuados durante el calentamiento deportivo.
Comparar la respuesta músculotendinosa a las diferentes modalidades de estiramiento durante el calentamiento a través de la aplicación de diferentes tests.

Para ello se aplicará la intervención en 8 sesiones, de 45 minutos de duración, repartidas en un periodo máximo de 3 meses.

Tu colaboración sería de gran ayuda, ya que eres una persona que cumple con los requisitos necesarios para ser incluida en este estudio:

- Eres deportista
- Eres alumno de los ciclos formativos de grado superior del IES Joaquim Blume en animación de actividades físicas y deportivas.
- No sufres patología alguna en el momento de la inclusión en el estudio.
- Estás familiarizado con los tests de valoración y tienes nociones sobre estiramiento.

Con los resultados obtenidos podrás aportar conocimientos y respaldar científicamente teorías no demostradas sobre la eficacia de los estiramientos.

Las propuestas del estudio servirán para reforzar los conocimientos que estás recibiendo en las asignaturas del ciclo formativo, permitiendo complementar tu formación teórica con las aplicaciones prácticas derivadas del mismo.

Las causas que determinan el abandono del estudio (criterios de exclusión) son:

- sufrir lesiones que contraindican la práctica del estiramiento o de los tests de valoración propuestos.
- aparición de molestias o dolor derivados de la práctica del estiramiento o los tests que contraindican la realización del estudio.
- situaciones imprevistas que pueden influir en los resultados del estudio, por ejemplo embarazo, enfermedades infecciosas (gripe).

Para llegar a los objetivos propuestos se llevarán a cabo las siguientes actividades:

Todos los deportistas, en diferentes sesiones, probarán las diferentes modalidades de estiramiento y se realizará la valoración.

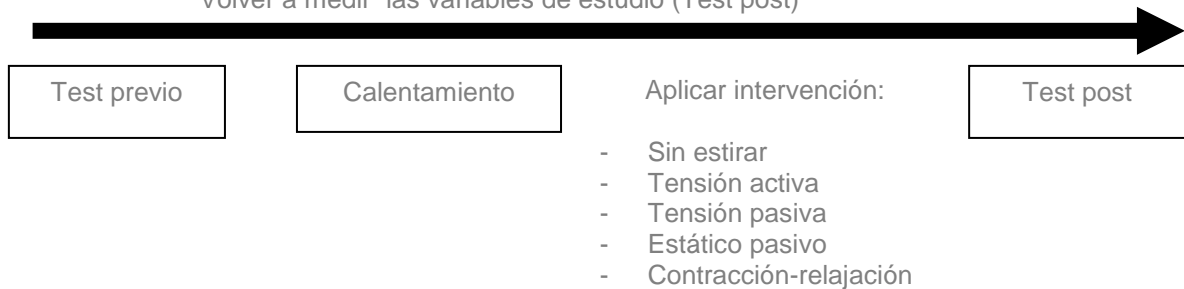
Sesiones previas al estudio, (información y familiarización)

- Sesión 1: se explicarán y probarán los tests que se aplicarán en el estudio
- Sesión 2: se explicarán y probarán el calentamiento y los estiramientos que se desarrollarán durante el estudio.

Sesiones de recogida de datos:

- a. Test de valoración previa
Realizar el calentamiento convencional sin estiramiento
Volver a medir las variables de estudio (Test post)
- b. Test de valoración previa
Realizar el calentamiento convencional y el estiramiento en tensión activa

- Volver a medir las variables de estudio (Test post)
- c. Test de valoración previa
Realizar el calentamiento convencional y el estiramiento estático pasivo
Volver a medir las variables de estudio (Test post)
- d. Test de valoración previa
Realizar el calentamiento convencional y el estiramiento en contracción-relajación.
Volver a medir las variables de estudio (Test post)
- e. Test de valoración previa
Realizar el calentamiento convencional y el estiramiento en tensión pasiva.
Volver a medir las variables de estudio (Test post)



Los tests que se aplicaran para valorar los efectos del estiramiento sobre el calentamiento serán:

- Para valorar la fuerza explosiva se medirá la potencia de salto con el test de Bosco
- Para conocer la preferencia del deportista se aplicará un método de elección subjetiva en el calentamiento
- Para valorar el perfil de estado de ánimo POMS. Se trata de un test escrito.

Barcelona, ____ d _____ de _____

Firma

16.1.1.2. Segona fase de l'estudi

Full informatiu per participar en el projecte d'investigació

A continuació rebràs informació que pot ser d'interès per què puguis decidir lliurement si vols participar en aquest projecte d'investigació. En cas afirmatiu, has de saber, que si sorgís algun imprevist que t'impedís continuar sigui per motius personals o per complir amb alguns dels requisits que es detallen als "criteris d'exclusió", podràs abandonar l'estudi en qualsevol moment.

L'estudi té com a objectius principals:

Estudiar si els estiraments són adequats durant l'escalfament previ a l'esport.
Comparar la resposta musculotendinosa a les diferents modalitats d'estirament durant l'escalfament amb diferents tests.

Per aconseguir-ho, es faran 4 sessions, de 45 minuts de durada, repartides en un període màxim de 3 mesos.

La teva col·laboració seria de gran ajut, perquè ets una persona que compleix els requisits necessaris per ser inclosa a l'estudi:

- Ets esportista
- Ets alumne dels cicles formatius de grau superior de l'IES Joaquim Blume en animació d'activitats físiques i esportives.
- No pateixes cap lesió en el moment d'incloure't a l'estudi.
- Estàs familiaritzat amb els tests de valoració i tens nocions sobre estirament.

Amb els resultats obtinguts podràs aportar coneixements i donar suport científic a teories no demostrades sobre l'eficàcia dels estiraments.

Les propostes de l'estudi serviran per complementar els continguts que estàs rebent a les assignatures del cicle formatiu, permetent completar la teva formació teòrica amb les aplicacions pràctiques derivades del mateix.

Las causes que determinen l'abandonament de l'estudi (criteris d'exclusió) són:

- patir lesions que contraindiquen la pràctica de l'estirament o dels tests de valoració proposats.
- aparició de molèsties o dolor derivats de la pràctica de l'estirament o els tests que contraindiquen la realització de l'estudi.
- situacions imprevistes que poden influir en els resultats de l'estudi, per exemple embaràs, malalties infeccioses (grip).

Per assolir els objectius proposats es duran a terme les següents activitats:

Tots els esportistes en sessions diferents proven les diferents modalitats d'estirament i se'n realitza la valoració.

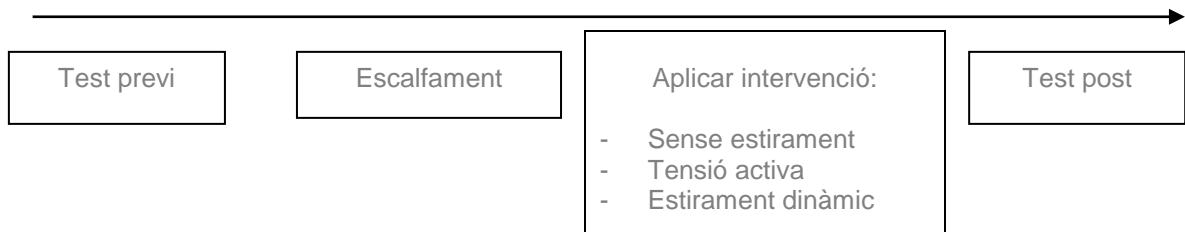
Sessions prèvies a l'estudi (informació i familiarització)

- Sessió 1: s'explicaran i provaran els tests que s'aplicaran a l'estudi
- Sessió 2 i 3: s'explicaran i provaran l'escalfament i els estiraments que es desenvoluparan durant l'estudi.
- Sessió 4, 5, 6: Sessions de recollida de dades:

Aleatòriament faràs la sessió a, b o c dins de la recollida de dades. T'anirem informant del que has de fer en el transcurs de les sessions

- a. Test de valoració prèvia

Realitzar l'escalfament convencional sense estirament
 Tornar a mesurar les variables d'estudi (Test post)
 Test de valoració prèvia
 b. Realitzar l'escalfament convencional i l'estirament en tensió activa
 Tornar a mesurar les variables d'estudi (Test post)
 c. Test de valoració prèvia
 Realitzar l'escalfament convencional i l'estirament dinàmic
 Tornar a mesurar les variables d'estudi (Test post)



Els Tests per valorar els efectes de l'estirament sobre l'escalfament seran:

- Per valorar la força explosiva es mesurarà la potència del salt amb el test de Bosco
- Per valorar el perfil dels estats d'ànim prova POMS
- Per conèixer la teva preferència es realitzarà test escrit en finalitzar la presa de dades.

Barcelona, ____ d _____ de _____

Signatura

Hoja informativa para participar en el proyecto de investigación

A continuación recibirás una información que puede ser de tu interés para que decidas libremente si quieres participar en este proyecto de investigación. En caso afirmativo, debes saber, que si surgiera algún imprevisto que te impidiera continuar ya sea por motivos personales o por cumplir con algunos de los requisitos que se detallan en “los criterios de exclusión”, podrás abandonar el estudio en cualquier momento.

El estudio tiene como objetivos principales

Estudiar si los estiramientos son adecuados durante el calentamiento deportivo.
Comparar la respuesta músculotendinosa a las diferentes modalidades de estiramiento durante el calentamiento a través de la aplicación de diferentes tests.

Para ello se aplicará la intervención en 8 sesiones, de 45 minutos de duración, repartidas en un periodo máximo de 3 meses.

Tu colaboración sería de gran ayuda, ya que eres una persona que cumple con los requisitos necesarios para ser incluida en este estudio:

- Eres deportista
- Eres alumno de los ciclos formativos de grado superior del IES Joaquim Blume en animación de actividades físicas y deportivas.
- No sufres patología alguna en el momento de la inclusión en el estudio.
- Estás familiarizado con los tests de valoración y tienes nociones sobre estiramiento.

Con los resultados obtenidos podrás aportar conocimientos y respaldar científicamente teorías no demostradas sobre la eficacia de los estiramientos.

Las propuestas del estudio servirán para reforzar los conocimientos que estás recibiendo en las asignaturas del ciclo formativo, permitiendo complementar tu formación teórica con las aplicaciones prácticas derivadas del mismo.

Las causas que determinan el abandono del estudio (criterios de exclusión) son:

- sufrir lesiones que contraindican la práctica del estiramiento o de los tests de valoración propuestos.
- aparición de molestias o dolor derivados de la práctica del estiramiento o los tests que contraindican la realización del estudio.
- situaciones imprevistas que pueden influir en los resultados del estudio, por ejemplo embarazo, enfermedades infecciosas (gripe).

Para llegar a los objetivos propuestos se llevarán a cabo las siguientes actividades:

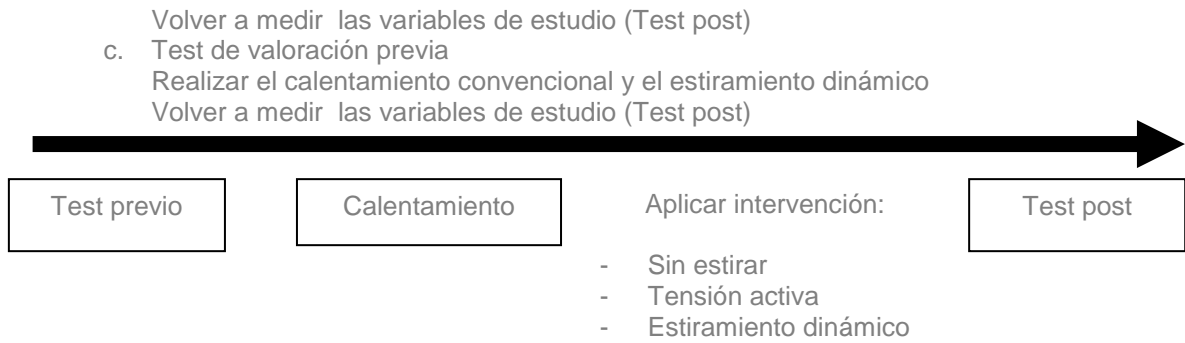
Todos los deportistas, en diferentes sesiones, probarán las diferentes modalidades de estiramiento y se realizará la valoración.

Sesiones previas al estudio (información y familiarización)

- Sesión 1: se explicarán y probarán los tests que se aplicarán en el estudio
- Sesión 2: se explicarán y probarán el calentamiento y los estiramientos que se desarrollarán durante el estudio.

Sesiones de recogida de datos:

- a. Test de valoración previa
Realizar el calentamiento convencional sin estiramiento
Volver a medir las variables de estudio (Test post)
- b. Test de valoración previa
Realizar el calentamiento convencional y el estiramiento en tensión activa



Los Tests que se aplicarán para valorar los efectos del estiramiento sobre el calentamiento serán:

- Para valorar la fuerza explosiva se medirá la potencia de salto con el test de Bosco
- Para conocer la preferencia del deportista se aplicará un método de elección subjetiva en el calentamiento
- Para valorar el perfil de estado de ánimo POMS. Se trata de un test escrito.

Barcelona, ____ d _____ de _____

Firma

16.1.2. ANNEX 2: CONSENTIMENT INFORMAT

S'adjunta el consentiment informat. La versió es fa en català i castellà.

Consentimiento informado para la participación en el proyecto de investigación

El abajo firmante D. _____, con DNI núm. _____ domicilio en _____ de _____ provincia de _____,

manifiesta haber recibido la información necesaria para participar en el proyecto de investigación sobre la aplicación de las diferentes modalidades de estiramiento durante el calentamiento deportivo.

Y declara que:

He estado informado de la posibilidad de padecer dolor muscular ligero ("agujetas") después de la realización de las sesiones.

Han sido respondidas todas mis preguntas de forma satisfactoria y por tanto doy mi consentimiento para participar en el estudio.

He estado informado del derecho a renunciar en cualquier momento a continuar con la realización del estudio.

Exonero, tanto a los investigadores como al "Consell Català de l'esport" (CCE) y a sus miembros, de cualquier tipo de responsabilidad que pudiera derivarse durante o a causa de la realización del presente estudio.

Por otra parte, y en el marco del proyecto de investigación:

- AUTORIZO a la unidad de medicina del deporte del CCE a difundir la información y las imágenes que se deriven de esta prueba siempre con la voluntad y el interés sanitario, docente y científico. EXIJO que se salvaguarde mi identidad e intimidad en todo momento.
- La unidad de medicina del deporte del CCE conservará todos los registros realizados por medios mecánicos, electrónicos, magnéticos, registros por cualquier medio, que se realicen a lo largo de las pruebas, así como la información que se derive de los mismos, en los términos legalmente previstos.

Barcelona, ____ d _____ de _____

Nombre del Deportista

—

Nombre del informante:

Laura Pacheco Arajol

Cargo: Diplomada en Fisioterapia

Teléfono de contacto:

Firma:

Consentiment informat per a la participació en el projecte d'investigació

El signant D. _____, amb DNI núm. _____ domicili a _____ de _____ província de _____,

manifesta haver rebut la informació necessària per participar en el projecte d'investigació sobre l'aplicació de les diferents modalitats d'estirament durant l'escalfament esportiu.

I declara que:

He estat informat de la possibilitat de patir dolor muscular lleuger ("tiretes") ??? després de la realització de les sessions.

S'han respost totes les meves preguntes de manera satisfactòria i així dono el meu permís per participar a l'estudi.

He estat informat del dret a renunciar en qualsevol moment a continuar amb la realització de l'estudi.

Exonero, tan els investigadors com el Consell Català de l'esport i els seus membres, de qualsevol tipus de responsabilitat que és pogués derivar durant o a causa de la realització del present estudi.

Per altre banda, i en el marc del projecte d'investigació:

- AUTORITZO la unitat de medicina de l'esport del CCE a difondre la informació i les imatges que es derivin d'aquesta prova sempre amb la voluntat i interès sanitari, docent i científic. EXIGEIXO que és guardi la meva identitat i intimitat en tot moment.
- La unitat de medicina de l'esport del CCE conservarà tots els registres realitzats per mitjans mecànics, electrònics, magnètics, registres per qualsevol mitjà, que es realitzin durant les proves, així com la informació que es derivi dels mateixos, en els termes legalment previstos.

Barcelona, ____ d _____ de _____

Nom de l'esportista

—

Telèfon de contacte:

Signatura:

Nom de l'informant:

Laura Pacheco Arajol

Càrrec: Diplomada en Fisioteràpia

Telèfon de contacte:

93.480.49.00 - 685.19.89.36

Signatura:

16.1.3. ANNEX 3: QUESTIONARI PER A LA DETECCIÓ DE POSSIBLES ALTERACIONS ORGÀNIQUES DELS VOLUNTARIS DE L'ESTUDI

La versió es fa en català i castellà.

DATA:

1. DADES PERSONALS:

Cognoms i nom _____

Sexe:

Home

Dona

Lloc i data de naixement _____

Direcció actual _____

Telèfon de contacte _____

Professió _____

Hàbits tòxics

NO

SI

Tabac

Quantitat diària setmanal

Alcohol

Quantitat diària setmanal

Altres

Tipus

Quantitat diària setmanal

OBSERVACIONS _____

2. PRÀCTICA D'ACTIVITAT FÍSICA:

Ha realitzat en els últims 3 mesos algun tipus d'activitat física i/o esport amb una freqüència de pràctica superior a una vegada per setmana?

NO

SI

Quin tipus d'activitat?

Nivell:

Federat

No federat

Competitiu

Illiure

des de quan realitza aquesta activitat?

freqüència setmanal

ha deixat de realitzar activitat física recentment?

NO

SI

indiqueu el motiu

OBSERVACIONS _____

3. EXISTÈNCIA D'ALGUN TIPUS DE MALALTIA I/O LESIÓ

3.1- Té algun tipus de lesió i/o malaltia de l'aparell locomotor i/o sistema nerviós?

NO

SI

En cas afirmatiu indicar quina malaltia o lesió:

Quan va patir la malaltia (inici i final)

Estat actual de la malaltia

3.2- Té o ha tingut alguna afectació del sistema cardiocirculatori i/o respiratori?

NO

SI

Si resposta afirmativa, l'individu es descarta de l'estudi

3.3- Té o ha tingut algun altre tipus de lesió i/o malaltia

NO

SI

En cas afirmatiu indicar quina malaltia o lesió

Quan va patir la malaltia (inici i final)

Estat actual de la malaltia

OBSERVACIONS

Signatura de l'entrevista't

CUESTIONARIO PARA LA DETECCIÓN DE POSIBLES ALTERACIONES ORGÁNICAS DE LOS VOLUNTARIOS DEL ESTUDIO

FECHA _____

1. DATOS PERSONALES:

Apellidos y nombre _____

Sexo:

Hombre Mujer

Lugar y fecha de nacimiento _____

Dirección actual _____

Teléfono de contacto _____

Profesión _____

Hábitos tóxicos

NO

SI

Tabaco

Cantidad diaria o semanal

Alcohol

Cantidad diaria o semanal

Otros

Tipo

Cantidad diaria o semanal

OBSERVACIONES _____

2. PRÁCTICA DE ACTIVIDAD FÍSICA:

¿Ha realizado en los últimos 3 meses algún tipo de actividad física y/o deporte con una frecuencia de práctica superior a una vez por semana?

NO

SI

¿Qué tipo de actividad?

Nivel:

Federado

No federado

Competitivo

libre

¿desde cuándo realiza esta actividad?

frecuencia semanal

¿ha dejado de realizar actividad física recientemente?

NO

SI

indique el motivo

OBSERVACIONES _____

3. EXISTENCIA DE ALGÚN TIPO DE ENFERMEDAD Y/O LESIÓN**3.1- ¿Tiene algún tipo de lesión y/o enfermedad del aparato locomotor y/o sistema nervioso?**

NO

SI

En caso afirmativo indicar qué enfermedad o lesión

Cuándo sufrió la enfermedad (inicio y final)

Estado actual de la enfermedad

3.2- ¿Tiene o ha tenido alguna afectación en el sistema cardiocirculatorio y/o respiratorio?

NO

SI

Si respuesta afirmativa, el individuo se descarta del estudio

3.3- ¿Tiene o ha tenido algún otro tipo de lesión y/o enfermedad

NO

SI

En caso afirmativo indicar qué enfermedad o lesión

Cuándo sufrió la enfermedad (inicio y final)

Estado actual de la enfermedad

OBSERVACIONES

Firma del entrevistado

16.1.4. ANNEX 4: TEST DE POMS

POMS

C. Roca R. SA.

Toma nº



Nombre: _____ Fecha: _____

Más abajo hay una lista de palabras que describen sensaciones que tiene la gente. Por favor, lee cada una cuidadosamente. Después marca con una cruz UNO de los números que hay al lado, el que mejor describa COMO TE SIENTES EN ESTE INSTANTE

	NADA	UN POCO	MODERADAMENTE	BASTANTE	MUCHISIMO		NADA	UN POCO	MODERADAMENTE	BASTANTE	MUCHISIMO
	0	1	2	3	4		0	1	2	3	4
1. Tenso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	33. Alegre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Enfadado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	34. Amargado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Agotado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	35. Exhausto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Infeliz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	36. Ansioso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Animado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	37. Luchador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Confundido	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	38. Deprimido	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Dolido por actos pasados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	39. Desesperado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Agitado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	40. Espeso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Apático	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	41. Rebelde	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Enojado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	42. Desamparado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Triste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	43. Sin fuerzas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Activo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	44. Desorientado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. A punto de estallar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	45. Alerta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Irritable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	46. Decepcionado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Abatido	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	47. Furioso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Enérgico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	48. Eficiente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Descontrolado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	49. Lleno de energía	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Desesperanzado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	50. De mal genio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Relajado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	51. Inútil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. Torpe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	52. Olvidadizo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. Rencoroso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	53. Despreocupado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22. Intranquilo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	54. Aterrorizado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23. Inquieto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	55. Culpable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24. Incapaz de concentrarme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	56. Vigoroso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25. Fatigado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	57. Inseguro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26. Molesto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	58. Cansado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27. Desanimado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
28. Resentido	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
29. Nervioso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
30. Solo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
31. Desdichado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
32. Aturdido	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						

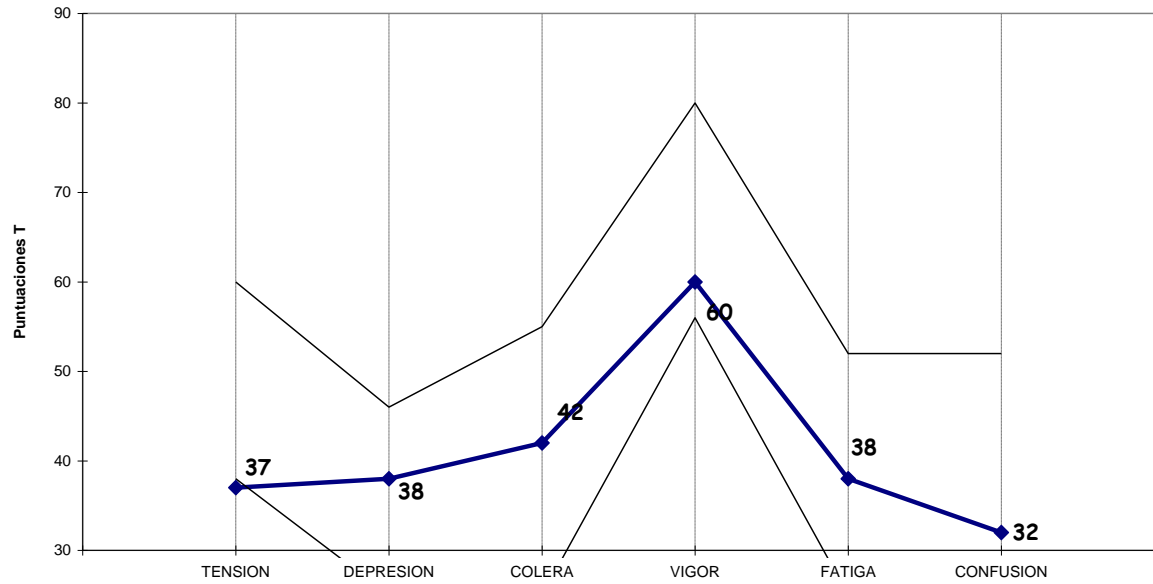
PERFIL ICEBERG

Puntuacions Directes

"TENSIÓN" "DEPRESIÓN" "CÓLERA" "VIGOR" "FATIGA" "CONFUSIÓN"

Gràfic

P.O.M.S. (Perfil de Estados de Animo)



La línea superior negra marca l'estat òptim

La línea blava és un exemple de resultat després d'haver realitzat el test

La línea inferior marca l'estat de baix rendiment o de sobreentrenament

16.1.5. ANNEX 5: QÜESTIONARI DE PREFERÈNCIA:**16.1.5.1. Primera fase de l'estudi**

La versió es fa en català i castellà.

Aquest qüestionari es fa al final de la recollida de dades, el seu objectiu és conèixer la teva opinió en relació amb l'estirament. Ha de ser individual, contesta el que pensis. Moltes gràcies per la teva col·laboració

NOM _____

DATA _____

ESPORT PRACTICAT _____

HORES SETMANA _____

1. Creus que s'ha d'escalfar abans d'iniciar la pràctica esportiva?

Si	
No	

Què has de fer en un escalfament?

Rodar	
Rodar i estirar	
Rodar i estirar i	

2. Creus que s'han d'incloure els estiraments en la rutina d'escalfament?

Si	
No	

Quin estirament s'ha d'aplicar en la rutina d'escalfament?

Cap	
Tensió passiva	
Passiu	
Contracció relaxació estirament	
Tensió activa	
Combinació d'estiraments indicar quins:	

3. Hi ha algun estirament que pensis que no funciona durant l'escalfament?

Si	
No	

Dels estiraments practicats en l'estudi, n'hi ha algun que penses que no funciona o no va bé per escalfar?

Tensió passiva	
Passiu	
Contracció relaxació estirament	
Tensió activa	

4. Coneixies totes les modalitats d'estirament que hem practicat en l'estudi?

Si	
No	

Quina/quines no coneixies?

Tensió passiva	
Passiu	
Contracció relaxació estirament	
Tensió activa	

5. En coneixes alguna més que no haguem fet?

No	
Si	
Quina coneixes?.....	

6. A partir d'ara, inclouràs estiraments en la teva rutina d'escalfament?

Si	
No	

Quins estiraments?

Tensió passiva	
Passiu	
Contracció relaxació estirament	
Tensió activa	

7. Els aplicaràs a tots els grups musculars que hem practicat?

Si	
No	

Indica a quins ho aplicaràs?

Quàdriceps	
Isquios	
Bessons	

8. Quin/quins grups musculars consideres més important d'aplicar estirament a l'escalfament?

Quàdriceps	
Isquios	
Bessons	

OBSERVACIONS

En aquest apartat pots indicar aspectes que creguis que poden ser rellevants o interessants d'aportar segons la teva opinió en relació al tema, que potser no hem preguntat en el qüestionari.

Data i signatura

Este cuestionario se hace al final de la recogida de datos, su objetivo es conocer tu opinión en relación al estiramiento. Ha de ser individual, contesta lo que pienses. Muchas gracias por tu colaboración

NOMBRE _____

FECHA _____

DEPORTE PRACTICADO _____

HORAS SEMANA _____

1. ¿Crees que se tiene que realizar calentamiento antes de iniciar la práctica deportiva?

Si	
No	

¿Qué debes hacer en un calentamiento?

Rodar	
Rodar y estirar	
Rodar y estirar y	

2. ¿Crees que se deben incluir estiramientos en una rutina de calentamiento?

Si	
No	

¿Qué estiramiento debemos realizar en la rutina de calentamiento?

Ninguno	
Tensión pasiva	
Pasivo	
Contracción relajación estiramiento	
Tensión activa	
Combinación de estiramientos. Indicar cuales:	

3. ¿Hay algún estiramiento que pienses no funciona durante el calentamiento?

Si	
No	

De los estiramientos practicados en el estudio ¿hay alguno que pienses no funciona o no va bien para calentar?

Tensión pasiva	
Pasivo	
Contracción relajación estiramiento	
Tensión activa	

4. ¿Conocías todas las modalidades de estiramiento que hemos practicado en el estudio?

Si	
No	

¿Cual / cuales no conocías?

Tensión pasiva	
Pasivo	
Contracción relajación estiramiento	

Tensión activa	
----------------	--

5. ¿Conocías alguna más que no hayamos hecho?

No	
Si	
¿Cual conocías?.....	

6. A partir de ahora, ¿incluirás estiramientos en tu rutina de calentamiento?

Si	
No	

¿Qué estiramientos?

Tensión pasiva	
Pasivo	
Contracción relajación estiramiento	
Tensión activa	

7. ¿Los aplicarás a todos los grupos musculares que hemos practicado?

Si	
No	

Indica a cuales lo aplicarás

Cuádriceps	
Isquiotibiales	
Gemelos	

8. ¿ Cual / Cuales grupos musculares consideras más importante aplicar estiramiento en el calentamiento?

Cuádriceps	
Isquiotibiales	
Gemelos	

OBSERVACIONES

En este apartado puedes indicar aspectos que creas pueden ser relevantes o interesantes aportar según tu opinión, en relación al tema, que quizás no hemos preguntado en el cuestionario

Fecha y firma

16.1.5.2. Segona fase de l'estudi

En aquest cas només es fa en castellà per petició dels participants

Cuestionario de preferencia. Nombre: _____

1. **¿Qué importancia das al estiramiento en el calentamiento?**
 - a. Ninguna
 - b. Poca
 - c. Moderada
 - d. Bastante
 - e. Muchísima
2. **¿Qué intervención eliges como la más indicada en el calentamiento?**
 - a. Rodaje y No estirar
 - b. Rodaje y estiramiento dinámico
 - c. Rodaje y estiramiento activo en tensión activa
 - d. Ninguna de las anteriores (justifica porqué al final del cuestionario en el apartado observaciones)
3. **¿Has notado en alguna intervención diferencia positiva en el salto antes y después? (es decir he saltado mejor en el post en relación al pre)**
 - a. Rodaje y No estirar
 - b. Rodaje y estiramiento dinámico
 - c. Rodaje y estiramiento activo en tensión activa
 - d. No he notado ninguna diferencia
4. **Especifica en relación a la pregunta anterior en qué salto has notado la diferencia positiva? (es decir he saltado mejor en el post en relación al pre)**
 - a. Squat jump
 - b. Counter movement jump
 - c. Drop jump
 - d. En todos he saltado más en el post
5. **¿Has notado en alguna intervención diferencia positiva en el estado de ánimo antes y después?**
 - a. Rodaje y No estirar
 - b. Rodaje y estiramiento dinámico
 - c. Rodaje y estiramiento activo en tensión activa
 - d. No he notado ninguna diferencia
 - e. He notado diferencia en todas
6. **¿Has notado en alguna intervención diferencia negativa en el salto antes y después? (es decir he saltado peor en el post en relación al pre)**
 - a. Rodaje y No estirar
 - b. Rodaje y estiramiento dinámico
 - c. Rodaje y estiramiento activo en tensión activa
 - d. No he notado ninguna diferencia
 - e. No recuerdo mi estado de ánimo
7. **Especifica en relación a la pregunta anterior en que salto has notado la diferencia negativa? (es decir he saltado peor en el post en relación al pre)**
 - a. Squat jump
 - b. Counter movement jump
 - c. Drop jump
 - d. En todos he saltado menos en el post
 - e. No he notado diferencia negativa
8. **¿Has notado en alguna intervención diferencia negativa en el test de estado de ánimo antes y después?**

16.2. ANNEXOS RELACIONATS AMB LES PUBLICACIONS RELACIONADES AMB LA TESI

16.2.1. THE ACUTE EFFECTS OF DIFERENT STRECHING EXERCISES ON JUMP PERFORMANCE

THE ACUTE EFFECTS OF DIFFERENT STRETCHING EXERCISES ON JUMP PERFORMANCE

LAURA PACHECO,^{1,2} RAMON BALIUS,² LUISA ALISTE,³ MONTSE PUJOL,^{1,2} AND CARLES PEDRET^{4,5}

¹International University of Catalunya, Sant Cugat del Valles, Spain; ²Catalan Sports Council, Government Institution of Catalunya, Barcelona, Spain; ³Catalan Cancer Strategy, Department of Health, Duran i Reynals Hospital, Hospitalet, Spain; ⁴Sports Medicine Department of Consorci Sanitari del Garraf, Barcelona, Spain; and ⁵Center of Diagnosis for Image of Tarragona, Tarragona, Spain

ABSTRACT

Pacheco, L, Balius, R, Aliste, L, Pujol, M, and Pedret, C. The acute effects of different stretching exercises on jump performance. *J Strength Cond Res* 25(11): 2991–2998, 2011—The purpose of this study was to demonstrate the short-term effects of different stretching exercises during the warm-up period on the lower limbs. A controlled, crossover clinical study involving 49 volunteers (14 women and 35 men; mean age: 20.4 years) enrolled in a “physical and sporting activities monitor” program. The explosive force was assessed using the Bosco test. The protocol was as follows: The test involved a (pre) jump test, general warm-up, intervention and (post) jump test. Each volunteer was subjected to each of the 5 interventions (no stretching [NS] and stretching: static passive stretching [P]; proprioceptive neuromuscular facilitation [PNF] techniques; static active stretching in passive tension [PT]; static active stretching in active tension [AT]) in a random order. The jump test was used to assess the squat jump, countermovement jump (CMJ), elasticity index (EI), and drop jump. An intragroup statistical analysis was performed before and after each intervention to compare the differences between the different stretching exercises. An intergroup analysis was also performed. Significant differences ($p < 0.05$) were found between all variables for the interventions “P,” “PNF,” and “TA” in the intragroup analysis, with each value being higher in the postjump test. Only the “P” intervention showed a significant difference ($p = 0.046$) for “EI,” with the postvalue being lower. Likewise, significant differences ($p < 0.05$) were observed for the “CMJ” measurements during the intergroup analysis, especially between “NS” and the interventions “P,” “PNF,” “AT,” and “PT,” with each value, particularly that for “AT,” being higher after stretching. The results of this study suggest that

static active stretching in AT can be recommended during the warm-up for explosive force disciplines.

KEY WORDS sport and physical activity, stretching, warming-up, explosive force (jump)

INTRODUCTION

This study falls within the field of physical activity and sport, specifically the flexibility warm-up program (flexibility work to improve performance during the warm-up) in healthy sportspeople.

Flexibility (1) refers to the range of motion (ROM) and depends on both the extensibility of the muscle, tendon, ligament, and joint capsule (passive extensibility) and on the muscle force required to generate the movement (active flexibility) (25). The aim of a flexibility warm-up program is to prepare the muscle for action, without increasing the existing ROMs, by enhancing joint amplitudes related to the sporting movement. Furthermore, the choice of stretching exercise is important to ensure that the muscle and tendon respond to the demands of the sport, because the exercise chosen should not affect the mechanical and sensory properties of the muscle. Thus, in mechanical terms, contractile elements interact with conjunctive elements surrounded by the sarcoplasm. This heterogeneity leads to a viscoelastic dynamic behavior (25) that is noted as an internal resistance to stretching (passive tension [PT]), which is directly proportional to the speed of stretching and inversely proportional to the temperature (15). These concepts are related to the *stiffness* and *compliance* (40) and effects on the stretch-shortening cycle (SSC) (33,20). In sensory terms, there is a response from the muscle spindles and the Golgi tendon organs ([1,11,32]; see Table 1).

The acute or immediate effect of static stretching is a change in the stiffness and viscoelasticity (15,27). It should be noted at this point that this effect is particularly noticeable after lengthy and prolonged stretching (creeping effect). This type of stretching is not suitable during warming up for various reasons, including the fact that it reduces the ability of the tendon to store energy (1,33,36) and because it produces changes in the stiffness, thereby affecting the speed with

Address correspondence to Laura Pacheco, lpacheco@uic.es.
25(11)/2991–2998

Journal of Strength and Conditioning Research
© 2011 National Strength and Conditioning Association

VOLUME 25 | NUMBER 11 | NOVEMBER 2011 | 2991

“P”; proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) techniques; static active stretching in PT; static active stretching in “AT” (Figure 2), of the quadriceps muscle, hamstrings, and triceps surae complex.

A circuit was designed, and the study group was subdivided into groups of 4, with each stage of the test being supervised by the same researcher, to optimize data collection. Thus, the first researcher was responsible for the pre- and post-warm-up jump, the second for controlling the time and execution of the continual running and the third for supervising and demonstrating the stretching exercise proposed for that particular session. Furthermore, because it was impossible to have 5 researchers controlling different stretching exercises in the same session, it was decided that all groups should undertake the same stretching exercise, although neither the researcher nor the participants were aware of which stretching exercise they were to perform until they had finished warming up. The sessions were held on different days at the same time (11 AM), with a period of 72 hours between tests to prevent any after-effects from the previous session and without having performed any physical activity beforehand. All participants were allowed to drink water (200 ml) immediately after completing the warm-up.

Description of the Interventions and Equipment

Jump Test. An SJ, which assesses the concentric force, a CMJ, which assesses the explosive force and reuse of the elastic energy during inversion of eccentric to concentric movement, and a DJ, which assesses the reactive-ballistic explosive force (a jump from a height of 40 cm was chosen to assess the quadriceps and triceps surae complex) were performed following the Bosco methodology (5). The EI, which compares the SJ with the CMJ and provides information regarding the viscoelastic and neuromuscular capacities ($[SJ - CMJ/CMJ] \times 100$), was also determined. Each jump was repeated 3 times, with a 20-second rest between each

repeat and a 1-minute rest between each jump type; the best value was chosen for each jump.

The Bosco platform was used together with the ERGO-JUMP® Bosco System® (Byomedic 2008, Barcelona, Spain). This system allows the jump time and the distance covered by the subject to be recorded and can receive and store this information and subsequently visualize and analyze it by way of an RS232 connection. Likewise, the system allows the information to be downloaded in Excel format for subsequent storage and manipulation. The accuracy was 0.00001 seconds. This test is reliable and has been validated (24,34).

Warm-Up. A conventional (continual running), time-limited (10 minutes), low-intensity warm-up was performed (26). A Geonaute TRTL 100 chronometer was used for timekeeping.

Stretching Exercises. There is currently no single, internationally accepted classification for stretching exercises (1,25,26). Herein, we analyzed the effect of the following static stretching exercises on the quadriceps, hamstrings, and triceps surae complex.

Static passive stretching (P) places a muscle group under progressive, slow tension with assistance from an external force, in this case the person’s own weight, in a comfortable and relaxed position. The stretch is held for 30 seconds and repeated twice for each muscle group (1,2).

The PNF techniques, in this case contract relax stretching, isometrically contract (4 seconds) the muscle that is to be stretched in the preelongation state. The muscle is then allowed to relax (4 seconds). The following period takes advantage of the postisometric inhibition state to stretch passively (15 seconds). This process is repeated twice for each muscular group, and the execution position is the same as that for static passive stretching (1,11,35).

Static active stretching in passive tension produces tension by contracting the antagonist muscle. This stretch is maintained for 6 seconds and is repeated twice for each muscle group (6,11).

Static active stretching in active tension involves simultaneous contraction and stretching of the previously lengthened muscle (put under tension by a prior eccentric activation). The stretch is performed in a position similar to that taken during the sporting movement, usually in standing position. Stretching is maintained for 4 seconds and repeated twice for each muscle group (6,11).

Statistical Analyses

Sample homogeneity was checked using the Kolmogorov-Smirnov

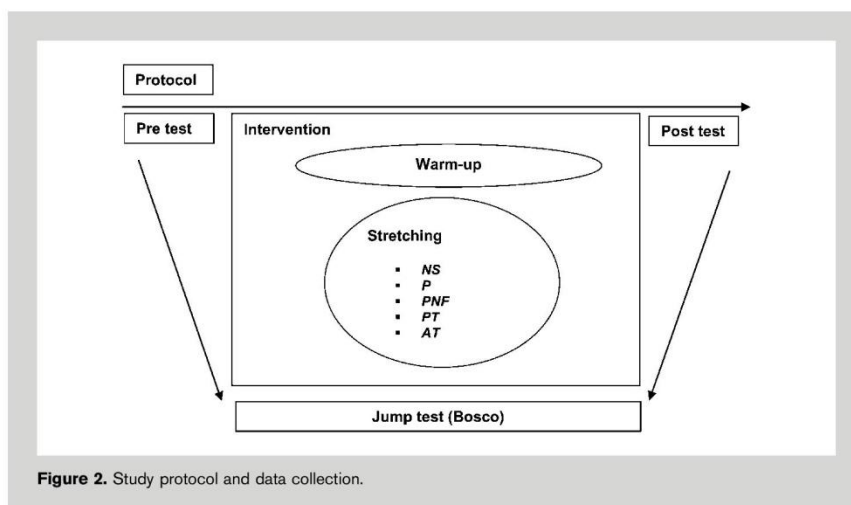


Figure 2. Study protocol and data collection.

Acute Effects of Different Stretching Exercises

TABLE 2. Description of the jump test.*†

Jump test stretching	Measurements				Difference (post-prejump)		Comparison (<i>p</i> value)		
	Prejump		Postjump		Mean	SD	Intragroup	Intergroup	
	Mean	SD	Mean	SD				Diff	Diff
Squat jump (m)								0.084	0.130
NS	0.303	0.055	0.309	0.055	0.007	0.026	0.088		
P	0.274	0.049	0.291	0.050	0.018	0.025	<0.001‡		
PT	0.277	0.051	0.290	0.053	0.013	0.027	0.003‡		
PNF	0.276	0.045	0.291	0.052	0.016	0.025	<0.001‡		
AT	0.285	0.043	0.307	0.045	0.022	0.030	<0.001‡		
Countermovement jump (m)								0.001*	0.250
NS	0.326	0.071	0.323	0.065	-0.003	0.041	0.636	NS-PT, <i>p</i> 0.040	
P	0.292	0.049	0.303	0.056	0.010	0.023	0.006‡	NS-PNF, <i>p</i> 0.028	
PT	0.290	0.056	0.303	0.056	0.013	0.020	<0.001‡	NS-AT, <i>p</i> < 0.001	
PNF	0.290	0.052	0.304	0.053	0.014	0.021	<0.001‡		
AT	0.301	0.043	0.325	0.046	0.024	0.019	<0.001‡		
Drop jump (m)								0.351	0.181
NS	0.332	0.064	0.339	0.066	0.007	0.035	0.181		
P	0.301	0.053	0.313	0.060	0.011	0.023	0.003‡		
PT	0.303	0.063	0.310	0.058	0.007	0.024	0.063		
PNF	0.299	0.051	0.307	0.052	0.008	0.018	0.005‡		
AT	0.304	0.045	0.321	0.047	0.017	0.024	<0.001‡		
Elasticity index (%)								0.474	0.643
NS	7.7	10.3	4.9	10.4	-2.8	13.5	0.179		
P	7.4	7.9	3.9	7.9	-3.5	11.1	0.046‡		
PT	4.7	7.9	4.9	6.8	0.2	10.6	0.922		
PNF	5.5	9.3	4.8	6.9	-0.7	9.9	0.638		
AT	6.2	8.1	6.1	6.4	-0.1	11.4	0.951		

*Stretching: NS = no stretching; P = static passive stretching; PT = static active stretching in passive tension; PNF = proprioceptive neuromuscular facilitation techniques; ANOVA = analysis of variance; Diff = difference between pre and postmeasurements (post - pre); |Diff| = absolute value of the difference between tests (post - pre); AT = static active stretching in active tension.

†Statistical analysis: intragroup *t*-test for related samples; inter-group: ANOVA 1-way test and Tukey test.

‡Statistical significance, *p* < 0.05.

test and the Levene test to check that the sample variance was constant. The sample was found to be homogeneous in terms of all the jump test variables; therefore, the data were analyzed using parametric tests. The descriptive analysis was performed on the basis of variable type (Table 2).

Intragroup Analysis. The post and premeasurements for each intervention group (NS, P, PT, PNF, and AT) were analyzed and any significant changes determined. Student's *t*-test was applied to compare the pre and postmeasurements for paired samples.

Intergroup Analysis. The variables were analyzed by performing pairwise comparisons of the means of the differences (post - pre) for each pair of intervention groups (NS, P, PT, PNF, and AT) focusing successively on the pre/post difference and the absolute value of this difference. A 1-way analysis of variance and Tukey's post hoc tests were used to perform this analysis.

The type 1 error (α) was set to 5% (95% confidence interval). All analyses were performed using the R statistical

software package (the R Foundation for Statistical Computing) (18).

RESULTS

The sample consisted of 49 volunteers, 38 of whom provided full data sets. The remaining 11 provided partial data sets either because of injury or nonattendance at 1 of the sessions.

The results of the intragroup analysis show that the difference between the post and prejump measurements for each stretching exercise was positive. Thus, the jump performed after stretching was significantly higher than the jump performed beforehand. Statistically significant differences ($p < 0.05$) were found for static passive stretching, PNF, and static active stretching in AT, with the latter showing the greatest difference. For static active stretching in PT, the results were statistically significant for SJ and CMJ ($p < 0.05$; see Table 2 and Figure 3).

The EI showed little statistically significant relevance ($p > 0.05$), except in static passive stretching ($p = 0.046$),

Acute Effects of Different Stretching Exercises

aspects of such exercises and have subsequently indicated or contraindicated (27,40) stretching during warm-up. These studies have involved different techniques, ranging from the classical static passive stretching (31,39) to dynamic forms (12), or both (3,4,13,16,17,22,30,38), and some have included PNF (8,9,14,23). The methods for evaluating the effect of stretching, if any, have also differed. Thus, several clinical studies have assessed different manifestations of force, including maximum force (3,23,37), resistance force (14), or explosive force (7–9,12,21,22,28,30,38,39). Finally, such studies have tended to assess the effect of stretching in either the short or long term (19,41). In this context, this study has assessed the short-term effect of different stretching exercises on explosive force, specifically the vertical jump.

The majority of studies designed to assess “explosive force” have been based on the sprint (7,13,31,36,38,39) and the vertical jump test (8,9,12,21,22,28,30,36,38), and we decided to use the latter in our study. Thus, we used the Bosco test (5) to assess the explosive force because of our need to quantify the change in explosive force before and after stretching in a controlled and objective manner. The Bosco test assesses the different manifestations of explosive force indirectly and the majority of previous studies that have used this test have assessed the CMJ (8,22,28,30,36,38). This is probably because the CMJ assesses the SSC in terms of harnessing of the elastic energy, which is the key to assessing the acute effects of stretching on the explosive force studied, and possibly because it is the most sensitive for detecting changes in pre and posttest values.

We analyzed the behavior of the SJ, CMJ, and DJ in combination with the different stretching exercises and found that static passive stretching, PNF, and static active stretching in AT all produced improvements, with the latter showing the greatest difference for the CMJ.

The EI is an indication of the viscoelastic and neuromuscular capacities of the muscle (5). However, despite the fact that these capacities are undoubtedly the key to the immediate effects of stretching on explosive force, several of the aforementioned studies have not assessed them fully. Somewhat surprisingly, we have been unable to find any previous study that has assessed the EI. In our study, the EI was only significant for static passive stretching. Indeed, the negative value obtained for this parameter suggests that this stretching exercise could reduce the muscle’s viscoelasticity. Thus, although the result for the jump test was positive, this aspect should be taken into account when using it during warm-up. This finding is in accordance with those of previous studies, which found that stretching exercises can affect the explosive force (3,7,9,14,17,38,39).

Those studies that assessed a jump did so with respect to a certain type of stretching exercise or by comparing different types. Thus, in light of their results, some authors advise against static passive stretching (3,7,17,31,38,39), whereas others advise against PNF (9,14), and yet others recommend dynamic stretching (12,17,22,23,36). The most similar study to ours is that undertaken by Rey et al. (28), who compared

static passive stretching with static active stretching in AT over an 8-second time period. This study involved a slow yet constant backward and forward movement, and the authors obtained similar results to ours for the CMJ, thus indicating that active stretching is more effective than passive stretching during warm-up.

A comparison of our short-term results with those of other studies that assessed any type of force manifestation as regards the acute effects of stretching shows that the best results in our study were obtained with static active stretching in AT. This static stretching exercise involves a short and low-amplitude activating stretching after prior contraction of the muscle group. It is adapted and can be specifically designed, for application during warm-up, and prepares the muscle both mechanically and sensorially for an immediate effort. Furthermore, its short duration increases the internal muscle temperature by increasing the vascularization (6,11). However, it requires that both the posture to be adopted and the sequence of movements involved in the setup be carefully learned so that its effectiveness is not reduced. This complexity can nevertheless be considered to be an additional benefit because it promotes concentration and an understanding and preparation of posture tone and control.

Some authors recommend avoiding stretching during warm-up for speed disciplines (27) other than those in which wide amplitudes of movement are required. In this case, the use of short, low-amplitude stretching exercises, with few repetitions and in muscle activation, is recommended. This proposal can be combined with static active stretching in AT (11,26).

The studies referred to herein have tended to involve long-term stretching exercises (creeping effect), which reduce the ability of the tendon to store energy (15), or techniques that activate those neuromuscular mechanisms that inhibit muscle tone (32). The longest-lasting stretching exercise in our study, namely, static passive stretching, showed significant differences in terms of EI, which decreased after the intervention. We believe that this type of stretching, together with PNF, is indicated after physical activity to normalize the ROM, during flexibility training to increase the ROM, but is not indicated during warm-up.

Referring to the stretch in the warm-up concludes (a) Stretching before physical activity does not affect explosive force. (b) Static active stretching in AT showed the most significant differences for the jumps tested. Furthermore, it is the most indicated during the warm-up for explosive force disciplines. (c) Static passive stretching can affect the EI in such a way that the mechanical properties of the muscle-tendon group change negatively; therefore, this type of stretching is not recommended during warm-up.

PRACTICAL APPLICATIONS

The results of this study suggest that static active stretching in AT can be recommended during the warm-up for explosive force disciplines.

The recommended warm-up in this context therefore consists of initial general work (low-intensity training), followed by static stretching with AT, then a series of dynamic exercises for the various muscle groups, and finally explosive elastic force exercises appropriate for the sporting discipline concerned (29).

Although it was not one of the primary objectives of this work, it should be noted that static passive stretching and PNF would be more indicated during posteffort recovery, in other words during the return to basal state because they aid recovery of amplitudes and the drainage of metabolic waste products (primary recovery) and the recovery and normalization of tone 2 hours postexercise (deep recovery). Second, the regular performance of stretching exercises has positive long-term effects and can maintain or increase the flexibility as a result of "stretch tolerance" and the so-called "Goldspink" effect, without affecting the explosiveness, and can also have a positive effect on the elastic energy restitution capacity (19,41). Such stretching exercises fall within the scope of a flexibility training program, and their performance means that the organism subsequently initiates adaptation and recovery mechanisms. Those stretching exercises that are contraindicated for the warm-up may therefore provide long-term benefits in terms of flexibility training. Finally, although not assessed herein, dynamic stretching is often used by trained athletes and should therefore be included in future studies in this field.

ACKNOWLEDGMENTS

We would like to dedicate this study to the memory of our colleague Asun Estruch Massana, MD. We would also like to thank the IES J. Blume, Byomedics, the Universitat Internacional de Catalunya and the Catalan Sports Council (Consell Català de l'Esport) for their collaboration. The results of this study do not constitute endorsement of the product by the authors. Competing interests: none.

REFERENCES

- Alter, MJ. *Science of Stretching*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books, 1988.
- Anderson, B. *Estirandose*. Barcelona, Spain: Integral, 1989.
- Bacurau, RF, Monteiro, GA, Ugrinowitsch, C, Tricoli, V, Cabral, LF, and Aoki, MS. Acute effects of ballistic and static stretching bout on flexibility and maximal strength. *J Strength Cond Res* 223: 304-308, 2009.
- Beedle, B, Rytter, SJ, and Ward, TR. Pretesting static and dynamic stretching does not affect maximal strength. *J Strength Cond Res* 22: 1838-1843, 2008.
- Bosco, C. *La Valoración De La Fuerza Con El Test De Bosco*. Barcelona, Spain: Paidotribo, 1994.
- Cahors, B. Stretching, dossier spécial. *Sport Med* 34: 27-31, 1991.
- Chaouachi, A, Chamari, K, Wong, P, Castagna, C, Chaouachi, M, Moussa-Chamari, I, and Behm, DG. Stretch and sprint training reduces stretch-induced sprint performance deficits in 13- to 15-year-old youth. *Eur J Appl Physiol* 104: 515-522, 2008.
- Christensen, BK and Nordstrom, BJ. The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation and dynamic stretching techniques on vertical jump performance. *J Strength Cond Res* 22: 1826-1831, 2008.
- Church, JB, Wiggins, MS, Moode, FM, and Crist, R. Effect of warm-up and flexibility treatments on vertical jump performance. *J Strength Cond Res* 15: 332-336, 2001.
- De Deyne, P. Application of passive stretch and its implications for muscles fibers. *Phys Ther* 81: 819-827, 2001.
- Esnault, M and Viel, E. *Stretching. Estiramientos de las Cadenas Musculares*. Barcelona, Spain: Masson, 2003.
- Fletcher, IM. The effect of different dynamic stretch velocities on jump performance. *Eur J Appl Physiol* 109: 491-498, 2010.
- Fletcher, IM and Annes, R. The acute effects of combined static and dynamic stretch protocols on fifty-meter sprint performance in track-and-field athletes. *J Strength Cond Res* 21: 784-787, 2007.
- Franco, BL, Signorelli, GR, Trajano, GS, and De Oliveira, CG. Acute effects of different stretching exercises on muscular Endurance. *J Strength Cond Res* 22: 1832-1837, 2008.
- Gajdosik, RL. Passive extensibility of skeletal muscle: Review of the literature with clinical implications. *Clin Biomech* 16: 87-101, 2001.
- Holt, BW and Lambourne, K. The impact of different warm-up protocols on vertical jump performance in male collegiate athletes. *J Strength Cond Res* 22: 226-229, 2008.
- Hought, PA, Ross, EZ, and Howatson, G. Effects of dynamic stretching on vertical jump performance and EMG activity. *J Strength Cond Res* 23: 507-512, 2009.
- Ihaka, R and Gentleman, RR. A language for data analysis and graphics. *J Comp Graph Stat* 5: 299-314, 1996.
- Kokkonen, J, Nelson, AG, Eldredge, C, and Winchester, JB. Chronic static stretching improves exercise performance. *Med Sci Sports Exerc* 39: 1825-1831, 2007.
- Kubo, K, Kanehisa, H, Kawakami, Y, and Fukunaga, T. Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J Appl Physiol* 90: 520-527, 2001.
- Lin, JD, Liu, Y, Lin, JC, Tsai, FJ, and Chao, CY. The effects of different stretch amplitudes on electromyographic activity during drop jumps. *J Strength Cond Res* 22: 32-39, 2008.
- Little, T and Williams, GA. Effects of differential stretching protocols during warm-ups on high-speed motor capacities in professional soccer players. *J Strength Cond Res* 20: 203-207, 2006.
- Manoel, ME, Harris-Love, MO, Danoff, JV, and Miller, TE. Acute effects of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle power in women. *J Strength Cond Res* 22: 1528-1534, 2008.
- Markovic, G, Dizdar, D, Jukic, I, and Cardinale, M. Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *J Strength Cond Res* 18: 551-555, 2004.
- Neiger, H. *Estiramientos Analíticos Manuales. Técnicas Pasivas*. Madrid, Spain: Panamericana, 1998.
- Pacheco, L and Garcia, JJ. Sobre l'aplicació d'estiraments en l'esportista sa i lesionat. *Apunts Med Esport* 45: 109-125, 2010.
- Prévost, P. Etirements et performance sportive. *Kinesithérapie Scientifique* 446: 5-13, 2004.
- Rey, S, Vaillant, J, and Hugonnard, A. Echauffement musculaire: Comparaison des effets sur la force musculaire des étirements passifs et des étirements actifs raisons myotendineux (1^{re} partie). *Kinesithérapie Scientifique* 425: 41-51, 2002.
- Rodas G, Pedret C, Pruna R, Til L, Garau J, and Salmeron J. Guia de Pràctica Clínica de les lesions musculars. Epidemiologia, diagnòstic, tractament i prevenció. *Apunts Med Esport* 164: 179-203, 2009.
- Samuel, MN, Holcomb, WR, Guadagnoli, MA, Rubley, MD, and Wallmann, H. Acute effects of static and ballistic stretching on measures of strength and power. *J Strength Cond Res* 22: 1422-1428, 2008.

Acute Effects of Different Stretching Exercises

31. Sayers, AL, Farley, RS, Fuller, DK, Jubenville, CB, and Caputo, JL. The effect of static stretching on phases of sprint performance in elite soccer players. *J Strength Cond Res* 22: 1416–1421, 2008.
32. Sharman, J, Cresswell, A, and Riek, S. Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *Sport Med* 36: 929–939, 2006.
33. Shrier, I. Does stretching improve performance? A systematic and critical review of the literature. *Clin J Sport Med* 14: 267–273, 2004.
34. Slinde, F, Suber, C, Suber, L, Edwén, C, and Svantesson, U. Test-retest reliability of three different countermovement jumping tests. *J Strength Cond Res* 22: 640–644, 2008.
35. Sölvebom, SA. *Stretching*. Madrid, Spain: Martinez Roca, 1982.
36. Taylor, KL, Sheppard, JM, Lee, H, and Plummer, N. Negative effect of static stretching restored when combined a sport specific warm-up component. *J Sci Med Sport* 12: 657–661, 2009.
37. Torres, EM, Kraemer, WJ, Vingren, JL, and Volek, JS. Effects of stretching on upper-body muscular performance. *J Strength Cond Res* 22: 1279–1285, 2008.
38. Vetter, RE. Effects of six warm-up protocols on sprint and jump performance. *J Strength Cond Res* 21: 819–823, 2007.
39. Winchester, JB, Nelson, AG, Landin, D, Young, MA, and Schexnayder, IC. Static stretching impairs sprint performance in collegiate track and field athletes. *J Strength Cond Res* 22: 13–19, 2008.
40. Witvrouw, E, Mahieu, N, Danneels, L, and McNair, P. Stretching and injury prevention: An obscure relationship. *Sports Med* 34: 443–449, 2004.
41. Yuktasir, B and Kaya, F. Investigation into the long-term effects of static and PNF stretching exercises on range of motion and jump performance. *J Body Mov Ther* 13: 11–21, 2009.

16.2.1. SOBRE L'APLICACIÓ D'ESTIRAMENTS EN L'ESPORTISTA SA

Documento descargado de <http://www.apunts.org> el 20/12/2011. Copia para uso personal, se prohíbe la transmisión de este documento por cualquier medio o formato.

Apunts Med Esport. 2010;45(166):109-125



REVISIÓ

Sobre l'aplicació d'estiraments en l'esportista sa i lesionat

Laura Pacheco Arajol^{a,b,*} i Juan José García Tirado^b

^aConsell Català de l'Esport, Barcelona, Espanya

^bDepartament de Fisioteràpia, Facultat de Medicina i Ciències de la Salut, Universitat Internacional de Catalunya, Sant Cugat del Vallès, Barcelona, Espanya

Rebut el 21 de gener de 2010; acceptat el 4 de febrer de 2010

Disponible en Internet el 7 de abril de 2010

PARAULES CLAU

Estirament;
Esport;
Lesió muscular

KEYWORDS

Stretching;
Sport;
Muscle injury

Resum

L'estirament és una tècnica que manté o millora l'amplitud de moviment a una articulació o un conjunt d'articulacions. Sol·licita el teixit muscular i sensitiu gràcies a una acció de tracció i allargament. Suposa una tècnica que es pot aplicar en clínica o des del vessant de l'entrenament a esportistes sans o lesionats. És una tècnica indicada per a la cura, la prevenció i el manteniment de les capacitats de cada individu o per al seu desenvolupament. No tots els estiraments es realitzen de la mateixa manera o persegueixen el mateix objectiu. En revisar la literatura, s'observa que no hi ha consens en la classificació o en la manera d'aplicar els estiraments: hi ha molts dubtes sobre els efectes beneficiosos de l'estirament durant l'escalfament, i manca recolzament científic.

L'objectiu de la revisió és ubicar l'estirament, desenvolupar la classificació, exposar cinc modalitats d'estiraments i fer una proposta d'aplicació: en l'escalfament, tornada a la calma i entrenament, en l'esportista sa i en les lesions musculars.

© 2010 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicat per Elsevier España, S.L. Tots els drets reservats.

Stretching exercises in the healthy and injured athlete

Abstract

Stretching is a technique that maintains or improves the range of movement in a joint or group of joints. It serves the muscle and sensory tissue due to an extended traction action. It is a technique that can be applied in the clinic or from a training perspective in health and injured athletes. The technique is indicated for the care, prevention and maintenance of the abilities of each individual or for their development. Not all stretches are done in the same way or seek the same objective.

On reviewing the literature, it is seen that there is no consensus on the classification or way in which to apply stretches. There is doubt on the beneficial effects of stretching

*Autor per correspondència.

Correu electrònic: lpacheco@gencat.net (L. Pacheco Arajol).

during warming up. A study needs to be done to provide scientific support. The aim of the review is to recognise stretching, develop the classification, show five stretching methods and propose their application: in warming up, cooling down and training, in the healthy athlete and the athlete with muscle injuries.

© 2010 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Generalitats

Definició d'estirament

Si busquem la definició d'estirament al diccionari, diu: "Acció d'estirar, especialment els membres"¹.

Podem classificar les qualitats físiques en bàsiques o condicionals i en complementàries o facilitadores² (fig. 1).

Neiger es plantejava. "Per què estirem?". I conclouia en que ho fèiem "per ser més flexibles"; certament, l'acció de l'estirament forma part de la qualitat física mobilitat-flexibilitat.

Les *qualitats físiques bàsiques o condicionals* es coneixen també com a orgànico-funcionals, ja que depenen del treball de contracció muscular i de l'energia necessària per aquest treball; es basen, per tant, en l'eficiència dels mecanismes energètics i en l'aplicació dels principis de l'entrenament. Requereixen produir una adaptació òptima de l'organisme a la càrrega aplicada. Comprenen: la força, la resistència i la velocitat².

- La *força* és la capacitat de generar tensió intramuscular, és a dir, la capacitat que tenim per vèncer una resistència. Podem subdividir-la en *força màxima*, que és la major força que el sistema neuromuscular és capaç de desenvolupar mitjançant la contracció voluntària (p. ex., un halteròfil), en *força velocitat o força explosiva*, capacitat del sistema neuromuscular per vèncer una resistència en el menor temps possible (p. ex., el salt de voleibol) i en *força resistència* o capacitat de repetició continuada, és a dir, capacitat de l'organisme per resistir a la fatiga en esforços de llarga durada (p. ex., el rem).
- La *resistència* és la capacitat de resistir física i psíquicament a una càrrega durant un temps determinat i la capacitat de recuperar-se ràpidament. La *resistència aeròbica* correspon a exercicis de llarga durada i baixa intensitat, i es disposa de l'oxigen suficient per a l'oxidació del glicogen i dels àcids grassos. La *resistència anaeròbica* es produeix en exercicis de curta durada a alta intensitat, on no existeix una aportació suficient d'oxigen com a substrat energètic i els processos

metabòlics es produeixen en absència d'oxigen, formant-se de manera constant àcid làctic en el múscul.

- La *velocitat* és una qualitat complexa, que qualifica a l'esportista per reaccionar amb la màxima rapidesa davant d'un senyal i realitzar un moviment tan ràpid com sigui possible dintre d'una determinada unitat de temps.

Les qualitats físiques *complementàries o facilitadores* comprenen la coordinació i la flexibilitat-mobilitat, i són les que possibiliten la preservació de l'amplitud de moviments i una major economia gestual. Si les desenvolupem òptimament, l'aprenentatge, la pràctica i el rendiment del moviment s'assoliran abans, amb major destresa, confiança, elegància i facilitat en el gest, tant en la pràctica esportiva com en el desenvolupament de les activitats de la vida diària.

- La *coordinació* és l'efecte conjunt del sistema nerviós central i de la musculatura esquelètica en l'execució d'un moviment determinat i que marca la direcció d'una seqüència de moviments. Es tracta d'una qualitat determinada pels processos de control i de regulació del moviment, i el desenvolupament comporta l'ampliació del repertori motor i gestual.
- La *mobilitat-flexibilitat* és la mobilització, la llibertat de moviments i tècnicament l'amplitud de moviments (ADM) en una articulació o conjunt d'articulacions³. Depèn de les propietats biomecàniques de les articulacions, concretament de la morfologia de les superfícies articulars per un cantó i de les propietats de les parts toves que envolten l'articulació, és a dir, de la capacitat de extensibilitat del múscul, tendó, lligament i càpsula articular, així com de la força muscular necessària per generar el moviment.

Tipus de flexibilitat

La *flexibilitat estàtica* es relaciona amb l'ADM d'una articulació produïda per una força externa, sense la participació de la contracció muscular voluntària. La

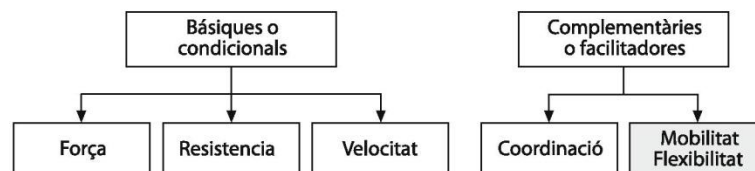


Figura 1 Qualitats físiques.

flexibilitat dinàmica és la capacitat d'utilitzar l'ADM d'una articulació per mitjà de la contracció muscular voluntària, durant o en el transcurs de l'activitat física, tant a velocitat normal com accelerada. Una bona flexibilitat estàtica no garanteix necessàriament una bona flexibilitat dinàmica, però a la inversa sí⁴.

El *nivell de flexibilitat òptim* és el que permet l'execució eficient del moviment i que disminueix el risc de patir lesions, i s'adapta a les característiques individuals de cada persona i a l'esport que ha de realitzar. Requereix el plantejament en cada moment de l'estirament més adient, basat en els fonaments fisiològics i metodològics de la flexibilitat. Un nivell de flexibilitat superior al desitjat, a part de no suposar una millora en el desenvolupament o en la prevenció de la lesió, produirà una ADM que no és una qualitat sinó l'expressió de la relaxació excessiva de les fibres musculars, de la càpsula articular i dels lligaments, que afavorirà la possibilitat de patir inestabilitats articulars⁵.

La mobilitat articular s'ha de desenvolupar fins al punt d'assolir una òptima tècnica gestual i una utilització eficaç de les capacitats motores en l'esport corresponent⁴, fent menció de Matveiev, exposen que la mobilitat articular s'ha de desenvolupar fins al punt d'assolir una òptima tècnica gestual i una utilització eficaç de les capacitats motores en l'esport corresponent. Es diferencien tres tipus de flexibilitat, en funció de la seva aplicació pràctica: la *flexibilitat absoluta* o màxim grau de mobilitat que es pot obtenir; la *flexibilitat de treball* o grau màxim d'ADM que es pot obtenir en un moviment esportiu concret, i la *flexibilitat residual*, que representa el marge de seguretat per prevenir lesions que es poden situar a grans trets entre la flexibilitat absoluta i la de treball. La flexibilitat residual suposa el marge de seguretat imprescindible per a la pràctica segura i és d'especial importància en esports col·lectius, on situacions inesperades d'interacció i contacte amb els altres poden sol·licitar ADM molt elevades.

Entrenament de flexibilitat versus la flexibilitat com prevenció de lesions i millora del rendiment

El *programa d'entrenament* de la flexibilitat és un programa d'exercicis planificat, intencional i regular que en un temps

Taula 1 Entrenament versus prevenció	
Entrenament de la flexibilitat	Flexibilitat per prevenció i millora del rendiment
Ampliació de l'arc de moviment existent Increment de l'ADM	Treball dins l'arc de moviment existent Optimització del rendiment prevenció de lesions
Sessions d'entrenament on es treballa la flexibilitat de manera exclusiva	Preparació per a l'activitat, abans de l'entrenament (escalfament) i després (tornada a la calma)
ADM: amplitud de moviments.	

determinat pot incrementar plena i progressivament l'ADM d'una o de diverses articulacions.

El *programa de flexibilitat* amb l'objectiu de millorar el rendiment i disminuir el risc de patir lesions és el que s'aplica a l'escalfament i en la fase de tornada a la calma entesa com refredament que segueix l'activitat física.

Ambdós tenen objectius i intervencions diferents⁶ que es resumeixen a la taula 1.

Plantejament del treball de flexibilitat durant la temporada

El plantejament del treball de flexibilitat es va modificant en funció del moment de la temporada⁶, fent menció dels autors Matveiev i Zaccarov, el plantejament del treball de flexibilitat es va modificant en funció del moment de la temporada, que al mateix temps es subdivideix en períodes o cicles: de preparació, de competició i de transició.

- Durant el *període de preparació* es realitza un treball de tipus general o treball bàsic, per passar a continuació a un treball més específic. El programa de flexibilitat serà actiu i passiu, adaptat a la pràctica esportiva i respectant les amplituds necessàries per afavorir la execució del gest però assegurant la seva estabilitat. Haurà de ser individualitzat. Es tracta d'un *programa d'entrenament de la flexibilitat*.
- Durant el *període de competició* es realitza un ajustament de les qualitats per poder desenvolupar-les adequadament, l'esportista no ha d'adquirir majors habilitats amb l'entrenament sinó que ha de mantenir el que havia assolit durant el període previ. Es pretén mantenir les ADM i prevenir lesions. Es planteja durant aquest període un *programa de flexibilitat*.
- En el *període de transició*, l'atleta es dirigeix cap a un estat de repòs actiu, amb la finalitat de regenerar-lo per al següent cicle d'entrenament. Durant aquest període busquem el manteniment de les qualitats físiques bàsiques obtingudes en la preparació física prèvia, al mateix temps que l'esportista es recupera física i psicològicament.

Estructures sobre les que incideix l'estirament

Per poder entendre com incideix l'aplicació d'una modalitat d'estirament o una altra, hem de considerar a la unitat múscul i tendó com una estructura amb un component *sensitiu* per una banda, i per l'altra, un *mecànic*; ambdós^{7,8} marcaran el seu comportament (fig. 2).

Component sensitiu

En relació al *component sensitiu* parlarem dels fusos neuromusculars (FNM) i l'òrgan tendinós de Golgi (OTG)^{9,10}.

Els FNM són sensibles als canvis de longitud i a la velocitat amb la que aquests es produeixen. Si són estimulats, informen:

- A la motoneurona alfa, que es troba a la medul·la, activant el reflex miotàctic o d'estirament i produint com a resposta la contracció.

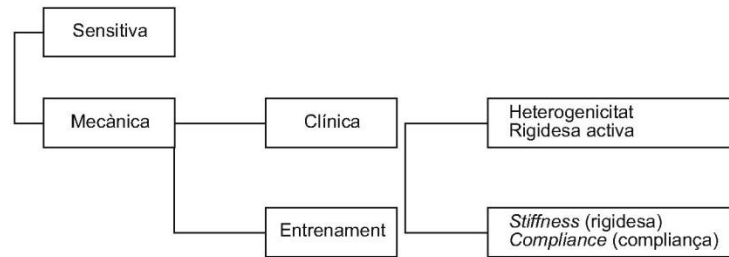


Figura 2 Resum dels components del múscul.

- A través d'una interneurona a la motoneurona alfa de l'antagonista, produint-se el reflex miotàtic invers que produeix la inhibició recíproca, és a dir, la relaxació de l'antagonista.

Aquest sistema mecanoreceptor regula el seu llindar perceptiu mitjançant la innervació motora de les fibres gamma, i la descàrrega neuronal gamma modularà el llindar mínim d'estímul pels receptors intrafusals (terminacions en ramillets i terminacions anuloespirals).

L'OTG s'estimula si es produeix un augment de tensió a nivell medul·lar, i també es troba sota la influència de centres suprasegmentaris, fonamentalment el sistema reticular. Hi ha dos tipus d'influències dels propioreceptors: les que provoquen estímuls positius a nivell medul·lar (contracció desencadenada pels FNM), i les que provoquen estímuls negatius a nivell medul·lar (inhibició del to per activació de l'OTG). Aquest aspecte influirà sobre la viscoelasticitat muscular per resistència passiva a l'estirament¹¹.

La regulació del to muscular es produeix, com hem vist, a nivell medul·lar, i també es troba sota la influència de centres suprasegmentaris, fonamentalment el sistema reticular. Hi ha dos tipus d'influències dels propioreceptors: les que provoquen estímuls positius a nivell medul·lar (contracció desencadenada pels FNM), i les que provoquen estímuls negatius a nivell medul·lar (inhibició del to per activació de l'OTG). Aquest aspecte influirà sobre la viscoelasticitat muscular per resistència passiva a l'estirament¹¹.

Component mecànic

En relació al component mecànic, podem diferenciar dos corrents: el vessant clínic i el relacionat amb l'entrenament. En el vessant clínic, Neiger introdueix la perspectiva d'heterogenicitat dels components que conformen el múscul¹². Esnault introdueix el concepte de preregulació com la rigidesa protectora d'anticipació a qualsevol acció¹³. En relació al vessant d'entrenament, a més, s'introdueixen conceptes relacionats amb el *stiffness* (rigidesa) i la *compliance* (compliança) i els seus efectes en el cicle d'estirament-escurçament per generar la força explosiva¹⁴⁻¹⁷.

En quant al component mecànic, Neiger explica que la unitat múscul-tendinosa és una estructura heterogènia on 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 moviment¹².

En l'organització del complex músculo-tendinós podríem considerar dos tipus de teixit bàsics: el teixit contràctil o fibra muscular, i el teixit conjuntiu, expressat de diferent manera en les capes conjuntives que embolcalen les estructures

tendinoses i musculars, on de superficial a profunda trobem: l'epimisi, el perimisi, l'endomisi i el sarcolema.

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

La unitat funcional del múscul està representada pel sarcòmer, les miofibril·les presenten una disposició seriada de sarcòmers, 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 del sarcòmer, és l'element elàstic del sarcòmer), la desmina (relaciona les miofibrilles entre si) i la nebulina (és la proteïna estructural de l'actina)^{9,18,10}.

Aquesta organització heterogènia està representada en el model mecànic de Hill, on trobem elements contràctils i conjuntius.

Aquests components tenen diferent capacitat d'extensibilitat, i de més a menys podem ordenar de la següent manera: els elements contràctils (CC), el component elàstic en paral·lel (CEP) i l'elongació de la part elàstica (CES).

El teixit conjuntiu muscular s'organitza establint interconnexions que convergeixen al tendó. Obviant el component contràctil o fibra muscular, podríem parlar d'un "esquelet conjuntiu" deformable tant a nivell longitudinal com transversal^{13,19}. Aquest conjunt, compost per diferents estructures relacionades, amb propietats contràctils i no contràctils, està banyat per un líquid viscos, el sarcoplasma, que dona al múscul la capacitat de comportar-se en l'acció dinàmica com un material viscoelàstic^{3,12}, propietat que s'expressa per la resistència interna a l'estirament (anomenada també com tensió passiva) i que és directament proporcional a la velocitat amb la que varia la longitud del teixit (a més velocitat, més resistència) i inversament a la temperatura (a més temperatura, menys viscositat i menys resistència o tensió passiva).

La propietat oposada a l'extensibilitat és la rigidesa, i en el vessant clínic quan parlem de *rigidesa muscular* diferenciem dos tipus¹³: la passiva i l'activa. La *passiva* és produïda per la pèrdua d'extensibilitat del teixit conjuntiu que es relaciona amb patologia de les parts toves, i l'*activa* es relaciona amb l'augment del to muscular que prepara per l'acció donant una major capacitat reactiva al múscul. Aquest últim concepte es relaciona amb la modulació propioceptiva del bucle gamma a nivell medul·lar.

La *unió miotendinosa* (UMT) és un element molt important per a la reunió de dos teixits amb diferents propietats mecàniques (extensibilitat). Es tracta d'una zona de transició que suporta càrregues de transmissió tensil d'alta intensitat. Per adaptar-s'hi, els sarcòmers de la UMT són més rígids i no s'estiren tant com els centrals en resposta a una força aplicada. Aquesta regió menys extensible es pot situar a 1 mm de la UMT²⁰. Les lesions per mecanisme excèntric es produeixen en aquesta zona de transició. L'estirament en tensió activa sol·licita preferentment aquestes zones d'unió, i és per aquest motiu que se'ls atribueix efectes positius en la prevenció de lesions³.

El tendó és una estructura jerarquitzada, on el col·lagen forma les fibrilles i aquestes els fascicles. La funció del tendó és transmetre les impulsions mecàniques derivades de la contracció muscular a l'esquelet. Això fa necessari que existeixi una relació constant entre la força de la contracció muscular i la resistència a la tensió del tendó.

En el vessant de l'entrenament apareixen els termes *stiffness* (rigidesa) i *compliance* (compliancia). El primer es refereix a la capacitat del teixit per oposar-se a l'estirament, i el segon a la facilitat amb la que un múscul es pot estirar. Són conceptes oposats²¹.

A l'entrenament el model mecànic s'amplia per poder comprendre com actua la tensió passiva i el cicle estirament-escurçament (CEA). L'objectiu del CEA és convertir l'energia elàstica proporcionada tant pel pes del cos com per la força de la gravetat, durant la fase excèntrica, en una força igual i contrària durant la fase concèntrica^{21,22,23}.

En esports que requereixen accions explosives que posen en marxa el CEA (cicle estirament-escurçament) és necessària una unitat músculo-tendinosa compliant, que permeti emmagatzemar energia elàstica durant la fase excèntrica i alliberar-la durant la fase concèntrica. Els esports que utilitzen accions més concèntriques, que són de baixa intensitat o CEA limitat (com la natació), necessiten generar un treball contràctil concèntric que transmeti l'energia de la contracció a les palanques òssies articulades per generar el moviment. El múscul en aquest cas ha de ser menys compliant i més *stiffness*¹⁵.

Si el múscul és *stiffness*, transmet més ràpidament l'energia de la contracció concèntrica, i si és compliant té major capacitat per emmagatzemar energia elàstica i alliberar-la ràpidament (CEA).

Si el tendó té una bona compliancia i el múscul una bona activació contràctil activa, l'energia elàstica s'absorbirà pel tendó¹⁵ i disminuiran els traumes sobre la fibra muscular. Si el tendó té una mala compliancia (és *stiffness*), les forces elàstiques es transferiran a l'aparell contràctil del múscul i hi haurà una baixa absorció d'energia per part del tendó. Aquest mecanisme ajuda a relacionar el fet que la baixa flexibilitat incrementa el risc d'aparició de dolors musculars en individus més *stiffness* després d'un entrenament excèntric (taula 2).

Cometti²³, citant a Proske i Morgan²⁴, analitza les estructures implicades quan es realitza un estirament estàtic agut. L'estirament crea una tensió passiva que actua sobre tres elements, que per ordre d'importància de reclutament són: els ponts d'actina miosina estables, la titina com element elàstic del sarcòmer i, si incrementem l'amplitud, es sol·licita el teixit conjuntiu i tendó.

A nivell agut, l'estirament produeix canvis que afecten a la rigidesa i a la viscoelasticitat i les disminueix.

A llarg termini, l'increment d'ADM es produeix per la *stretch tolerance*¹⁴ (adaptació sensitiva a l'estirament, variació de la percepció de dolor i estirament per fenòmens d'acomodament sensitiu, disminució de l'activació dels FNM i disminució del llindar d'excitabilitat de l'OTG) i l'efecte Goldspink²³ (addició de sarcòmers en sèrie com efecte de l'estirament passiu i acció excèntrica: adaptació miogènica relacionada amb la força).

L'efecte *creeping* ve de l'anglès *to creep* (arrossegar) i es relaciona amb el manteniment de l'estirament^{3,14,25}. En estiraments llargs i perllongats es produeix un efecte plàstic i una reorganització en el teixit sol·licitat. Hi ha un guany d'ADM, però s'acompanya d'una disminució d'eficàcia del tendó per emmagatzemar energia; per tant, aquests tipus d'estiraments no estan indicats en l'escalfament, ja que precisen un temps d'adaptació i de recuperació (indicats a l'entrenament de la flexibilitat).

Quan es produeix una força externa de tracció, es produeix una resposta del teixit en allargament, i la corba de tensió-deformació explica el comportament del teixit tou enfront d'una situació en allargament^{5,12}. Hi ha diferents fases: elàstica, plàstica i de ruptura.

Estirament per a la millora del rendiment i possible prevenció de lesions

Estirament i escalfament

Els esportistes i els professionals que treballen en el món de l'esport fan ús de les diferents modalitats d'estirament abans, durant i després de la pràctica esportiva. Si ens plantejem si hi ha consens en relació a quins estiraments o al fet de si s'ha de realitzar estirament a l'escalfament, veiem que alguns autors dubten sobre els efectes beneficiosos de certs estiraments durant l'escalfament^{15,23}. En relació a la modalitat d'estirament utilitzat, els estudis es centren en l'escola anglosaxona i no parlen de les modalitats d'estirament proposades per l'escola francesa, la qual cosa fa necessari l'estudi per donar-li recolzament científic^{8,11,13,26}.

Definició d'escalfament

L'escalfament és un conjunt d'exercicis, realitzats abans d'una activitat, que proporcionen al cos un període d'ajust del descans a l'exercici. Pretén millorar el rendiment i reduir la possibilitat de lesió mitjançant la mobilització i l'activació tant mental com física³.

Fisiològicament suposa un període per canviar d'estat i arribar a un punt en el que els teixits treballin amb major eficiència, gràcies a l'augment de la temperatura sobre les parts toves i les articulars, i la facilitació de la conducció nerviosa, essent el subjecte capaç d'aconseguir el màxim rendiment²⁷.

A nivell psicològic, estimula el rendiment, suposa un assaig mental del gest esportiu i de les situacions abans de posar-les en pràctica.

Diferenciem dos tipus d'escalfament: *general* (són moviments variats no relacionats amb l'activitat a desenvolupar, calistènics suaus com el rodatge o la bicicleta estàtica) i

Taula 2 Comportament mecànic del múscul				
	Definició	Esports	Requeriments	Observacions
<i>Stiffness</i>	Capacitat del teixit per oposar-se a l'estirament	Concèntrics, contracció per la transmissió de la força	Múscul menys <i>compliant</i> i més <i>stiffness</i>	Si entrenament excèntric té major facilitat per patir miàlgies
<i>Compliant</i>	Facilitat amb la que un múscul es pot estirar	Excèntrics, reutilització de l'energia elàstica relacionada amb el CEA	Múscul més <i>compliant</i> i menys <i>stiffness</i>	Si hi ha una bona activació contràctil activa del múscul es produeix una alta absorció de l'energia elàstica per al tendó, l'estructura muscular no patirà microtraumatismes i hi haurà major tolerància al treball excèntric amb menys lesió tipus DOMS

CEA: cicle estirament-escurçament; DOMS: *delayed onset muscular soreness*.

formal (són moviments que simulen l'execució tècnica de l'activitat a realitzar).

L'escalfament "ideal" seria aquell que fos suficientment intens com per incrementar la temperatura corporal, generar suor, donar l'amplitud articular necessària per realitzar la tècnica i tot això sense arribar a la fatiga, preparant al cos per a la realització òptima de les accions específiques. La durada va dels 10 als 15 min.

Esnault recomana la realització d'estiraments que posin a l'estructura en alerta sense esgotar-la^{11,13}. També incideix en la importància de sol·licitar les parts toves i protegir el teixit articular, i per aquest motiu el sistema músculo-tendinós ha d'assegurar una protecció o rigidesa activa. Els estiraments s'enllacen amb un treball dinàmic del grup muscular corresponent.

Geoffroy²⁸ recomana aplicar un estirament estàtic en tensió activa i, seguidament, un treball dinàmic en cadena del grup muscular (molts cops es considera com si fos un exercici de mobilitat i en realitat són accions dinàmiques) per fer seguidament els exercicis de força elàstica explosiva.

Cometti⁴⁰ recomana evitar l'estirament durant l'escalfament de disciplines de velocitat, i tant sols està permès si aquestes demanen altes ADM, amb la finalitat de preparar l'atleta per arribar a aquestes amplituds sense risc. Han de ser estiraments de baixes ADM, amb un màxim d'1 o 2 repeticions (no cita a Esnault, però es pot veure la coincidència amb la proposta d'estirament en tensió activa). Desaconsella la contracció-relaxació-estirament (CRE).

Cometti²³ i Prevost²⁹ fomenten l'escalfament "rus", que consisteix en realitzar contraccions submàximes de la musculatura implicada en els principals grups musculars per aconseguir la seva preparació òptima a l'esforç.

Coneixements actuals en relació a l'estirament en l'escalfament

En els últims anys es produeix un increment de revisions crítiques en relació a l'eficàcia immediata de l'estirament (efectes aguts). El discurs crític s'estructura respecte: els fenòmens de reacció i d'adaptació del múscul a l'entrenament (la disminució de la força, la potència i la velocitat després d'una sessió d'estiraments); els diferents tipus d'efectes immediats i a llarg termini de l'estirament, i el paper preventiu de l'estirament.

Fenòmens de reacció i d'adaptació del múscul a l'entrenament

Diversos autors consultats coincideixen en afirmar que els estiraments tenen efectes negatius sobre les qualitats físiques. Prevost²⁹, fent menció de Wilson et al³⁰, afirma que "tota modificació de la rigidesa sobre el sistema músculo-tendinós, tindrà repercussions sobre la forma física, afectant a la força la velocitat i la potència musculars". Prevost²⁹ argumenta que la variació en la rigidesa muscular pot influir en la rapidesa en la que es genera i transmet la força cap a les palanques òssies articulades. L'augment de rigidesa del sistema músculo-tendinós accelera la velocitat de transmissió i, per tant, la rapidesa del moviment, mentre que si hi ha una variació d'extensibilitat (més extensible) hi ha un retard en la transmissió i, per tant, un alentiment de l'acció de transmissió.

Per generar força és important que el sarcòmer tingui una longitud òptima. La força activa (tensió activa) que pot generar un múscul està en funció de la seva longitud inicial. En repòs, el múscul es troba en la seva longitud òptima per generar força, donat que la imbricació entre els ponts d'actina i miosina és màxima. El sarcòmer escurçat o allargat perd capacitat per generar força. La longitud òptima del sarcòmer es relaciona també amb la posició o angle articular, la màxima força coincideix amb l'òptim cavalcament entre els filaments d'actina i miosina (ja que són útils el màxim nombre de ponts). Si es valora en el colze el múscul bíceps, relacionant longitud òptima del sarcòmer i l'angle articular òptim, aquest es troba a uns 90 graus, que és l'angle on es desenvolupa la força activa màxima²⁹.

La tensió passiva és la força que s'oposa a l'allargament produït per un estirament en el múscul en repòs. Aquesta força d'allargament sol·licita i modifica les propietats elàstiques del múscul, de manera que disminueix després dels estiraments perllongats. Amb això podem afirmar que l'estirament perllongat implica que faci falta menys força externa per produir l'allargament del múscul relaxat i arribar a un angle articular determinat, i la resistència a l'estirament, per tant, apareix més tard.

La corba tensió longitud diferencia la tensió que es produeix a les estructures contràctils i no contràctils per preservar l'estructura del sarcòmer. La tensió disponible a les fibres contràctils assoleix el seu màxim al voltant de la

posició de repòs articular. En canvi, la tensió a les fibres de col·lagen apareix en posició intermèdia i augmenta exponencialment fins arribar a l'extensió complerta.

Per tant, la força que pot generar un múscul estimulat està en funció de la seva longitud inicial. Si aquesta és inferior a la longitud de repòs, es sol·liciten solament les proteïnes contràctils. Aquestes, juntament amb les proteïnes elàstiques, es mobilitzen quan la longitud d'allargament s'allunya de la seva longitud de repòs, prenent progressivament el relleu¹⁴.

El múscul relaxat genera una força passiva en funció de la seva longitud d'allargament superior a la longitud de repòs. Estirant passivament el múscul, les estructures elàstiques (conectina, titina) es posen en tensió fins al seu límit d'elasticitat^{18,29,31,32}.

L'estirament perllongat pot alterar la longitud òptima produint efectes negatius sobre la força. Es pot afectar la força màxima (1RM)^{31,33-37}, la força resistència (el test de repeticions màximes)^{33,38} i la força explosiva amb el test de salt³⁹⁻⁴⁹.

Elevació de la temperatura intramuscular

L'augment de la temperatura depèn de la vascularització. Diferents autors estan en contra de la utilitat de l'estirament en l'escalfament i el seu efecte sobre l'augment de la temperatura intramuscular.

Per Masterovoi (citad per Prevost²⁹), Alter³, Wiemann, Klee^{32,50} l'estirament crea isquèmia i és millor obtenir l'efecte de bomba muscular utilitzant les contraccions concèntriques. Segons Freiwald et al, citad per Prevost²⁹, l'estirament estàtic produeix un efecte isquèmic que no afavoreix la recuperació. Per Schöber et al²⁹, l'estirament estàtic perllongat i la contracció-relaxació-estirament (CRE) no milloren la vascularització i sí que ho fan els estiraments intermitents dinàmics. Masterovoi²⁹ creu que els estiraments no milloren el drenatge sanguini i proposa fer contraccions de bombeig.

Cahors²⁶ i Esnault^{13,19} estan a favor i defensen l'estirament en tensió activa ben realitzat, breu durant l'escalfament, però també alerten que si s'excedeixen els 6 segons es pot produir isquèmia vascular arterial i, per tant, ser perjudicials.

Entrenament de la flexibilitat: efectes de l'estirament a llarg termini

Els estiraments regulars poden tenir efectes positius a llarg termini sobre les capacitats de restitució d'energia elàstica, i per tant serien beneficiosos en exercicis que impliquessin potència muscular^{9,29,31,51,52}. L'entrenament amb estiraments modifica les propietats visco-elàstiques del tendó, de manera que l'estirament millora la compliància sobre el tendó, redueix l'*stiffness*^{15,16}, essent de gran importància en esports que utilitzen el CEA⁵³. Aquest entrenament de la flexibilitat ha d'estar ben plantejat durant la temporada, serà dirigit i progressiu, respectant els períodes de recuperació necessaris perquè l'estructura músculo-tendinosa pugui fer les adaptacions necessàries.

Estiraments i prevenció de lesions

Existeixen estudis amb un gran volum de subjectes, diverses revisions bibliogràfiques i metanàlisis que no poden demostrar l'efectivitat de l'estirament com a factor preventiu de lesions. En la majoria dels estudis, s'argumenta que l'etiopatogènia de les lesions és multifactorial, i per tant és difícil afirmar que l'estirament pot ser preventiu o que, per contra, està relacionat o que pot incidir en l'aparició de lesions^{16,55-61}.

Els subjectes *stiffnes* són més propensos a patir miàlgies després de càrregues que impliquin treball excèntric¹⁵.

En relació als efectes aguts de l'estirament, l'entrenament de flexibilitat incrementa la tolerància al dolor (*stretch tolerance*). Aquest efecte analgèsic pot potenciar el risc de lesió si s'apliquen determinats estiraments durant l'escalfament. L'estirament que probablement més incideix en l'*stretch tolerance* és el de contracció-relaxació-estirament (CRE)⁵⁸.

La coordinació entre musculatura agonista i antagonista es pot veure compromesa si durant l'escalfament muscular s'utilitzen estiraments de predomini passiu de llarga durada.

L'estirament llarg i perllongat elonga el tendó i provoca un canvi de disposició i reorganització del col·lagen^{9,23}, i tot i haver-hi un guany en allargament, el tendó perd eficàcia per emmagatzemar energia elàstica (compliància). És un fenomen reversible, amb latència important, i és per aquest motiu que hi ha autors que desaconsellen l'estirament en l'escalfament.

Estirament i tornada a la calma

Eisenback et al⁶¹ i Cos et al^{62,63} citen el sistema de Wolkow per explicar els períodes de preparació i recuperació de l'esportista després de l'esforç. Es diferencien quatre fases de recuperació:

- **Restitució sincrònica o continuada.** És la recuperació que es realitza prèvia i durant la realització de l'esforç, i comprèn l'escalfament i l'acció. S'utilitzen mecanismes relacionats amb la capacitat per acumular energia durant l'esforç i transformar les reserves energètiques.
- **Restitució primària o recuperació ràpida.** Comprèn el període que va des de finalitzat l'esforç fins a dues hores posteriors a l'activitat. Requereix una tornada a la calma (*cool-down*) correcte. Cal normalitzar l'estat de congestió i l'hipertò muscular que es generen per l'acumulació de substàncies de desfeta metabòlica. És molt important aplicar un bon refredament actiu (rentat actiu) amb una activitat rítmica de predomini aeròbic que activi el bombeig muscular per millorar la irrigació (neteja) del múscul, així com aplicar els estiraments adients per aquest fi.
- **Restitució secundària o recuperació profunda.** Es produeix passades 2 a 3 h un cop finalitzada l'activitat i es pot allargar fins a 72 h post esforç. Es pretén normalitzar l'estat muscular i neurovegetatiu. Predominen les mesures passives.
- **Restitució al sobreentrenament i esgotament crònic.** Situació on no es produeix una recuperació, hi ha un

desequilibri en el sistema simpàtic parasimpàtic i necessita un abordatge multidisciplinari (taula 3).

Estirament en l'esportista que pateix lesió de parts toves

A continuació s'aborda la aplicació d'estiraments en l'esportista que pateix lesió de parts toves, tenint en compte la classificació de la lesió, la ubicació, quina estructura es veu afectada (mecànica o sensitiva) i justificant per què s'aplica una modalitat o una altra d'estirament.

Classificació de la lesió muscular

Les lesions musculars es classifiquen, segons el mecanisme de lesió, en *extrínseques* (causades per un agent extern, per contusió directe sobre un oponent o un objecte) i *intrínseques* (causades per el propi individu)^{63,64}.

Les lesions intrínseques poden ser causades per sobresol·licitació o per traumatisme indirecte. La sobresol·licitació muscular pot crear modificacions metabòliques i canvis a nivell sensitiu (rampes) o mecànic (contractura). En el cas del traumatisme indirecte, les *strain injury* o lesions per estirament i/o acció excèntrica sobre l'estructura muscular produeixen una pèrdua de continuïtat que pot anar des de la lesió microscòpica DOMS (*delayed onset muscular soreness*) grau 0, l'elongació o grau I considerades com lleus fins a la ruptura completa o grau II i III considerades com a greus^{63,64} (fig. 3).

Rampa

És una contracció brusca amb desplaçament segmentari incontrolable, dolorosa i violenta. És relacionada amb l'acumulació en el sí muscular de substàncies de desfeta derivades de la contracció muscular i sol ser secundària a una inadequada dosificació de les càrregues, sobre tot si s'utilitzen vies anaeròbiques. Aquesta causa produeix una alteració de polarització de la membrana (calcí, potassi, magnesi), desequilibris hídrics locals (deshidratació) i altres factors com excés de estrès o sobreentrenament^{3,65}. En el desencadenament de la rampa es creu que es produeix un reflex espinal anòmal quan el múscul es fatiga, l'OTG deixa de modular la inhibició del to, arribant a un punt crític de contracció en el que es produeix la rampa⁶⁶.

L'estirament atura i normalitza aquest reflex espinal anòmal. Preferentment triarem estiraments passius, estàtics i mantinguts fins que s'aturi la rampa. Després es realitzaran mobilitzacions suaus del segment i s'intentaran aplicar les mesures actives post esforç (veure restitució sincrònica o continuada).

La durada és variable, i generalment es tracta d'un fenomen transitori i autolimitat.

Contractura muscular

A diferència de la *strain injury*, la contractura afecta el ventre muscular. L'escurçament de les miofibril·les

Taula 3 Resum dels períodes de preparació i de recuperació de l'esportista després de l'esforç					
Esportista sa Període	Moment	Estat muscular	Objectius	Tipus d'estirament	Comentaris
Restitució sincrònica	Durant	Activació escalfament	Ajut i suport (actitud positiva)	Actiu en tensió activa. Dinàmic balístic	
Restitució primària	De 0 a 2 h post-esforç	Fatiga, hipertònic, congestió. Tornada a la calma	Col·laborar a normalitzar l'estat basal	Passiu. Tensió passiva en decliu. CRE amb precaució	Predomini de mesures actives (rodar, estirar, aplicació de gel, hidratació)
Restitució secundària	> 2 h fins a 72 h	Hipertònic	Recuperació profunda, ↓to, normalitzar	Passiu analític. Tècniques neuromusculars (CRE)	Predomini de mesures passives: massatge, calor, estiraments

CRE: contracció-relaxació.

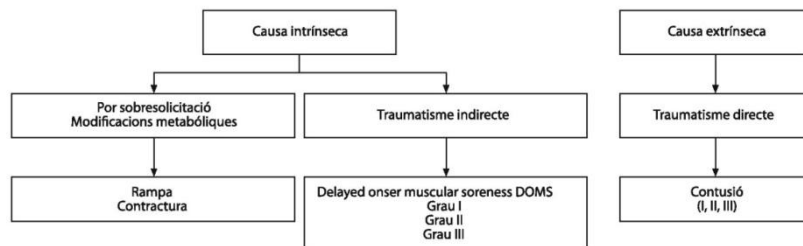


Figura 3 Classificació de les lesions musculars.

es perllonga en absència d'activitat de potencial d'acció sarcolèmica⁶⁷. El motiu pot ser l'alliberació continuada de calci per part del reticle sarcoplàsmic per una banda o, per l'altra, un defecte de relaxació, en el que la careència d'ATP cel·lular no permet la recaptació de calci durant la relaxació muscular. Clínicament apareix dolor a la massa muscular afectada i certa impotència muscular (fig. 4).

La durada oscil·la entre 2 i 4 dies. Si es perllonga, el múscul s'anirà modificant i evolucionarà cap a la fibrosi i la retracció, amb la conseqüent pèrdua d'extensibilitat, i el múscul experimentarà canvis metabòlics que fomenten la transformació del teixit contràctil en teixit conjuntiu⁶⁸.

S'aplicarà termoteràpia (calor o fred segons la valoració prèvia i la zona afectada), massatge i electroteràpia. L'estirament indicat ha de ser lent, progressiu i mantingut, preferentment passiu analític i tècniques neuromusculars en CRE.

Lesió per traumatisme indirecte

En analitzar el mecanisme de producció de les lesions per traumatisme indirecte s'observen punts en comú, ja que aquestes lesions son produïdes per mecanisme excèntric, afecten a músculs poliarticulars amb predomini de fibres ràpides i les alteracions (micro o macroscòpiques) es produeixen a zones de transició: les unions miofibril·lars (UMT). L'UMT juga un paper molt important en la transmissió de la força, és una zona de transició entre el teixit conjuntiu i muscular i és el punt on es produeix la lesió⁶⁹. A la figura 5 es mostra de menor a major gravetat aquestos punts en comú.

DOMS (delayed onset muscular soreness)

Miàlgia d'aparició tardana que es produeix després de realitzar una activitat fora del que estem acostumats, relacionada amb accions de predomini excèntric. El dolor és causat per microlesions que es produeixen en el si de la cèl·lula muscular i eix conjuntiu (elements elàstics del sarcòmer i entre miofilaments⁹). Aquest fenomen s'acompanya d'una resposta inflamàoria a les 24-72h que és la responsable del dolor, que es pot perllongar de 5 a 7 dies segons la gravetat. Es calcula que la recuperació de la força

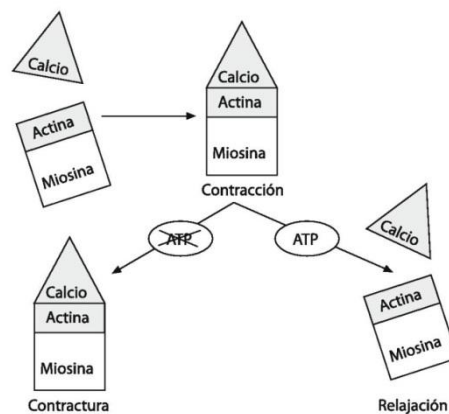
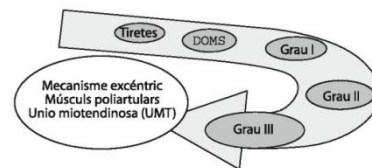
Figura 4 Mecanisme de la contractura⁶⁴.

Figura 5 Lesió muscular intrínseca, punt en comú segons mecanisme de producció i gradació de la lesió de menys a més gravetat.

màxima es produeix passades dues a tres setmanes en els casos més importants^{3,7,18,65,70}.

A la fase inflamàoria s'aplica crioteràpia, massatge suau, electroteràpia i treball aeròbic perllongat (efecte de drenatge i neteja), incrementant progressivament d'intensitat segons la tolerància del pacient. En relació als estiraments, a l'inici seran infradolorosos, ja que estem intervenint sobre un teixit inflammat, buscarem el drenatge per mitjà d'estirament en tensió passiva en posició de

Taula 4 Lesió aguda per estirament					
Esportista lesionat	Definició/classificació	Mecanisme de producció	Aparició del dolor	Evolució	
Grau I (lleu)	Sol·licitació de les fibres al límit de les seves possibilitats d'elasticitat, però mantenint la seva integritat.	No té constància del moment en què s'ha produït la lesió	En acabar l'activitat esportiva, tenir constància de la presència del múscul	Normalment pot prosseguir amb l'activitat esportiva (l'esportista veterà para per prudència)	
Grau II (moderat)	Lesió i desestructuració de les fibres. Formació d'hematoma	Inici de la simptomatologia en una arrancada brusca, xut a l'aire o canvi de ritme	Instantani, viu, caiguda per dolor. Persisteix en repòs s'incrementa en qualsevol sol·licitació activa	Impossible continuar (camina coix)	
Grau III (greu)	La lesió altera de forma evident la contracció	Moviment bruscat d'alta intensitat	Instantani, brutal, caiguda. Permanència del dolor en repòs	Impotència funcional greu. No tolera el recolzament	

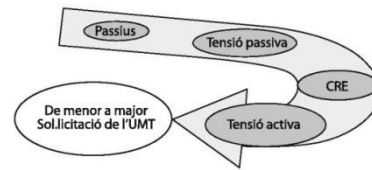


Figura 6 Gradació de l'estirament segons sol·licitació de la unió musculotendinosa (UMT), de menys a més.

decliu, i normalització de les ADM amb estiraments de baixa intensitat i de predomini passiu per passar progressivament a estiraments actius en tensió activa per normalitzar la musculatura.

És molt important la prevenció⁶⁴, planificant adientment els programes de condicionament i aplicant les mesures protectores oportunes tant en l'escalfament com en la tornada a la calma (taula 4).

Lesió aguda per estirament (*strain injury*)

És la lesió intrínseca, l'afectació macroscòpica de la UMT resumida a la taula 4.

Es diferencien tres fases en la regeneració muscular^{63,64,69,71-73}: de destrucció o inflamatòria; de proliferativa o regeneració, i de remodelació final.

A la fase aguda o inflamatòria⁷³ és molt important una actuació immediata correcta, amb l'aplicació del RICE (*rest*: repòs; *ice*: gel; *compression*: compressió externa, i *elevation*: elevació). És de gran importància l'aplicació de gel amb compressió per evitar la formació d'un hematoma important i per promoure que la lesió tissular hipòxica secundària es redueixi al mínim. L'estirament estarà contraindicat. Com la normalització de la funció facilita la forma, hem d'intentar normalitzar les activitats de la vida diària. En el cas d'extremitats inferiors, s'aconsella, si és necessari, la marxa amb suport extern i crosses. El límit el marca el dolor, i es treballa en l'anomenada molèstia suportable (escala visual analògica [EVA] entre el 5 i 10%)⁶⁴.

A la fase proliferativa, o de regeneració, s'inicien les sol·licitacions actives, i la mobilització activa precoç afavoreix el drenatge i la regeneració del teixit per l'acció mecànica sobre l'orientació i organització del teixit regenerat^{9,28,63,71,72,74}. El treball serà progressiu i adaptat seguint el control del dolor-molèstia. L'estirament es sol iniciar entre el tercer i el cinquè dia, segons la gravetat. Es comença per tensió passiva i es va progressant a la fase de maduració-remodelació final cap al estirament en tensió activa. Aquesta fase coincideix en la readaptació a la pràctica esportiva (figs. 6 i 7 i taula 5).

Classificació dels estiraments musculars

L'estirament manté o millora l'ADM per una acció d'allargament i tracció en les estructures que sol·licita. Suposa una tècnica per a la cura, la prevenció i el manteniment de les capacitats de cada individu, o pel manteniment i el desenvolupament d'aquestes. No tots els estiraments es

realitzen de la mateixa manera o tenen el mateix objectiu, segons l'aplicació tenen un efecte o un altre^{11,13,26}. Actualment podem dir que no existeix una classificació consensuada internacionalment, i és per aquest motiu que existeixen diferents classificacions que utilitzen diferent terminologia.

Les tendències sobre el tipus o modalitat d'estirament més adequat han anat canviant en el temps, de manera que hi ha hagut diferents propostes. Destaquen autors com Bob Anderson⁷⁵, que proposa l'estirament passiu; Solberborn⁷⁶, que trasllada la tècnica neuromuscular proposada per Kabbat⁷⁷ a l'esport, la contracció-relaxació-estirament (CRE); Penninou i Tixà, que perfeccionen i fan



Figura 7 Exemple d'estirament en tensió passiva a isquiosural lesionat.

analític l'estirament amb "*les levées des tensions*"⁷⁸; Moureau^{11,13,79}, amb l'*stretching* postural, que introdueix el concepte d'estirament *tònic* o tònic i estirament *lourde* o tou, i Esnault¹¹, que introdueix el concepte de tensió activa.

Proposta de classificació dels estiraments segons diferents autors

Proposta de l'escola anglosaxona (taula 6)⁶⁵

- Classificació general: dinàmics i estàtics taula 6.
- Proposta segons el responsable de la acció sobre la ADM: passiu (per l'acció d'un agent extern sense la participació de l'individu), passiu-actiu (estirament passiu seguit del manteniment actiu de la posició per contracció isomètrica del antagonista), estirament actiu-assistit (contracció inicial activa del antagonista; quan s'arriba al límit, s'aplica una força externa que incrementa l'ADM, relació agonista antagonista que millora la realització del moviment coordinat) i l'estirament actiu (estirament realitzat per la contracció del individu sense cap ajut extern).

Proposta de l'escola francesa

- Neiger¹² classifica els estiraments segons la modalitat i el caràcter (taula 7).
- Esnault^{11,13,19} (fig. 8):
 - Estirament dinàmic (amb rebot tipus balístic o dinàmic lent proposat per Kurtz).
 - *Stretching* estàtic: es tracta d'obtenir el punt d'estirament màxim i mantenir-lo.
 - *Stretching* passiu (sense contracció, màxima relaxació del múscul sol·licitat).
 - *Stretching* isomètric, estirament estàtic (PNF).
 - *Stretching* actiu (adoptar una posició d'estirament i

Taula 5 Taula resum de l'aplicació d'estiraments a l'esportista lesionat

Esportista lesionat Lesió	Estructura afectada	Objectius	Moment d'aplicació	Tipus d'estirament
Rampa	Component sensitiu (reflex espinal anormal quan el múscul es fatiga)	Normalitzar	Moment de la lesió	Passiu
Contractura	Component mecànic (component contràctil, ponts d'actina miosina)	↓ Hipertó	Dins del tractament, segons la valoració prèvia de l'estat muscular	Passiu analític. Tècniques neuromusculars CRE
DOMS	Component mecànic (lesió microscòpica, a nivell del sarcòmer. (desmina, titina)	Ajudar en la resolució del procés inflamatori	Segons clínica. Passada la fase inflamatòria (3r a 5è dia)	Passiu. TP en declivi i anar evolucionant cap a TA quan vagi resolent-se el quadre de dolor
Ruptura muscular	Component mecànic (lesió macroscòpica grau I, II, III, que afecta a la UMT)	Progressió activa amb sol·licitació progressiva de la UMT	Passada la fase inflamatòria (seguir la regla "no dolor, si molèstia controlada")	TP, passiu, TA i estirament dinàmic a la fase de resolució

CRE: contracció-relaxació; DOMS: *delayed onset muscular soreness*; TP: tensió passiva; TA: tensió activa; UMT: unió miotendinosa.

Taula 6 Taula resum de la proposta de l'escola anglosaxona		
Proposta de l'escola anglosaxona		
Classificació general	Dinàmics	Estàtics
Classificació segons el responsable de l'acció sobre la ADM	Passiu	Acció d'un agent extern sense la participació de l'individu 1. Estirament passiu 2. Manteniment actiu de la posició per contracció isomètrica de l'antagonista
	Passiu-actiu	
	Actiu-assistit	1. Contracció activa de l'antagonista 2. Quan s'arriba al límit, s'aplica una força externa que incrementa l'ADM
	Estirament actiu	Estirament realitzat per la contracció de l'individu sense cap ajut extern
ADM: amplitud de moviments.		

Taula 7 Classificació dels estiraments musculars (Neiger)	
Proposta de l'escola francesa	
Neiger	
Modalitats	Passiva (força externa) Activa (contracció interna antagonista) Tensió activa (contracció interna agonista)
Caràcters	Analític Global

- mantenir generalment per l'acció de l'antagonista).
- *Stretching* en tensió activa (el múscul o grup muscular a estirar es col·loca prèviament en contracció).
 - *Stretching* en tensió passiva (el múscul no té tensió prèvia ni temps de resort, es col·loca en tensió per l'acció de la musculatura antagonista).
 - *Stretching* actiu individual (*active isolated stretching*), estirament analític.
 - *Stretching* postural (Moureau⁷⁹).
 - Cahors²⁷: Diferència l'estirament dinàmic i l'estàtic.
 - En relació a l'estirament estàtic:
 - Passiu (Bob Anderson⁷⁵).
 - Neuromuscular (CRE, Solveborn⁷⁶).
 - Estirament actiu (Moureau⁷⁹, per les co-contraccions de la musculatura profunda i antagonista).
 - Estirament actiu en rotació (múscul en contracció i component de rotació (Esnault¹¹)).

Modalitats d'estirament

Estiraments dinàmics

Són estiraments efectuats amb moviments llençats i rebots. La intensitat depèn de l'amplitud i la velocitat en què es desenvolupen. L'objectiu proposat és l'activació del reflex d'estirament (miotàtic) i la contracció muscular que

s'oposarà a aquest estirament, sense arribar a posicions extremes de recorregut articular. És un estirament d'escalfament o de preparació de les estructures, pel seu efecte de fricció i per la disminució de la capacitat d'elongació o reserva d'extensibilitat en el múscul. Amb aquest estirament existeix una controvèrsia important, ja que en la vessant clínica la majoria d'autors consultats el desaconsellen^{3,11,13,27,61,76,80}, i argumenten que aquests estiraments produeixen microtraumatismes i incrementen negativament la rigidesa del múscul. Proposen per aconseguir el mateix objectiu, l'execució lenta, que equivaldria a accions de flexibilitat estàtiques actives.

A la pràctica, els moviments de rebot i balanceig s'utilitzen a l'escalfament esportiu amb la finalitat de preparar les estructures perquè desenvolupin la iminent contracció ràpida i eficaçment, constitueixen una transició pel treball de força explosiva. No persegueixen un increment d'ADM. Es realitzaran accions properes al gest esportiu en subjectes entrenats. S'aplicaran en teixits que puguin resistir les tensions i absorbir les traccions que es sol·liciten amb aquest estirament^{3,63}, per aquest motiu no estan indicats en les fases inicials de recuperació de les lesions de parts toves.

Estiraments estàtics passius

Posada en tensió progressiva i lenta d'un grup muscular mitjançant l'ajut d'una força externa que pot ser el propi pes, la gravetat, l'ajut d'un company o un fisioterapeuta³.

L'estirament es manté durant un període entre 10 i 30 segons (dependent dels autors):

- Anderson⁷⁵: de 30 segons a 1 minut.
- Geoffroy²⁸: de 8 a 30 segons.
- Esnault^{11,13}: 12 segons.

Es realitzen en una posició confortable.

Constitueixen una modalitat d'estirament indicada per a la millora o el guany de la mobilitat articular (entrenament de la flexibilitat). També s'utilitzen després de l'activitat física amb l'objectiu de disminuir la rigidesa post-esforç i ajudar a normalitzar l'hipertò i la congestió muscular. Combinats amb altres tècniques (teràpia manual i massoteràpia), ajuden a

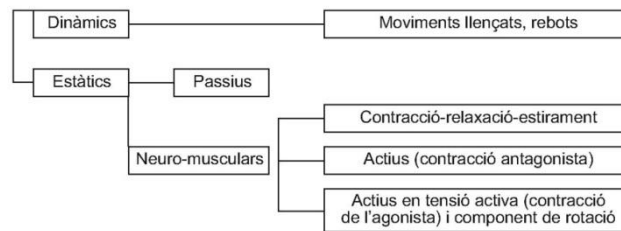


Figura 8 Classificació dels estiraments musculars segons l'escola francesa (Esnault, Cahors).



Figura 9 Estirament passiu. Exemple d'aplicació a quàdriceps: l'esportista es col·loca en decubitat pron, mà homolateral subjecta al turmell. La posada en tensió s'aconsegueix incrementant la flexió del genoll (dirigint el taló cap al gluti), es manté 30 segons i es repeteix 2 vegades.

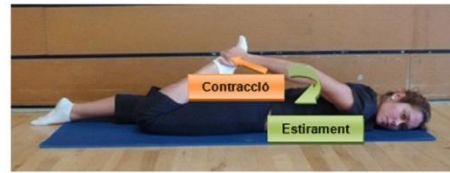


Figura 10 Estirament en CRE, quàdriceps. En la contracció isomètrica es realitza una força cap a l'extensió del genoll (4 segons). Seguidament el múscul es relaxa (4 segons). En el període següent s'aprofita l'estat d'inhibició post-isomètrica per estirar passivament incrementant la flexió del genoll, és a dir, dirigint el taló cap al gluti (15 segons).

normalitzar les amplituds en els casos de rigidesa articular i pèrdua d'extensibilitat periarticular (fig. 9).

Tècniques neuromusculars en contracció-relaxació-estirament (CRE)

En estat de pre-elongació es fa una sol·licitació isomètrica del múscul que volem estirar, en el període següent un cop acabada la contracció s'aprofita l'estat d'inhibició post-isomètrica que pateix el múscul per estirar-lo.

El temps de manteniment varia segons autors:

- Geoffroy²⁸: contracció (C) 10-15 segons/relaxació (R)/estirament (E) 20 segons.
- Solveborn⁷⁶: C 10-30 segons/R/E 10-30 segons.
- Janda⁵: C màxima 5-10 segons/E 10 segons.
- Esnault^{11,13}: C 4 segons/R 4 segons/E 15 segons.

Aquesta modalitat d'estirament està indicada en totes les situacions (esport o clínica) en les que vulguem normalitzar el to muscular augmentat. Després de l'exercici físic (tornada a la calma), per incrementar la ADM (entrenament de flexibilitat) i pel tractament de patologia muscular (contractures o espasmes musculars)⁸¹ (fig. 10).

Estiraments estàtics actius en tensió passiva

Posada en tensió mitjançant la contracció del múscul antagonista^{11,13,26}.

L'estirament es manté durant un període d'entre 6 a 10 segons.

Es poden utilitzar segons el temps de manteniment de la posició d'estirament: En l'escalfament, per activar les sinèrgies agonista-antagonista, evitant la fatiga (actius i breus).

En la tornada a la calma en posició de decliu, per ajudar a normalitzar l'hipertò i afavorir el retorn venós.

En els guanyos d'ADM es fan actius i més llargs, ja que l'aparició del reflex d'inhibició recíproca afavorirà l'increment d'amplitud en un múscul amb espasme.

És el primer estirament que s'introdueix en fisioteràpia un cop superada la fase aguda de la lesió muscular per ruptura⁶³ (fig. 11).

Estiraments estàtics actius en tensió activa

El múscul prèviament allargat es contrau i s'estira de manera simultània (posada en tensió per una prèvia activació excèntrica). La posició d'execució és pròxima a l'esforç, generalment en bipedestació. Actua selectivament a les unions del tendó amb la fibra muscular i amb l'os (unions miotendinosa i tendinoperiòstica)^{11,13,19,26}.

Aquests estiraments produeixen un augment de la rigidesa activa, i es tracta d'una modulació del to muscular preparatòria per a l'acció que permet estimular la capacitat reactiva del múscul, els estiraments s'enllacen amb un treball dinàmic del grup muscular corresponent. Com exemple, si estirem en tensió activa els isquiotibials



Figura 11 Estirament en tensió passiva. Isquiotibials: decúbit supí. (A) La cama es fixa en flexió de maluc amb les mans per darrera de la cuixa. (B) L'acció del quàdriceps, incrementant activament l'extensió del genoll, posa en tensió els isquiotibials. L'estirament es manté durant un període de 6 segons i es repeteix dues vegades per grup muscular.

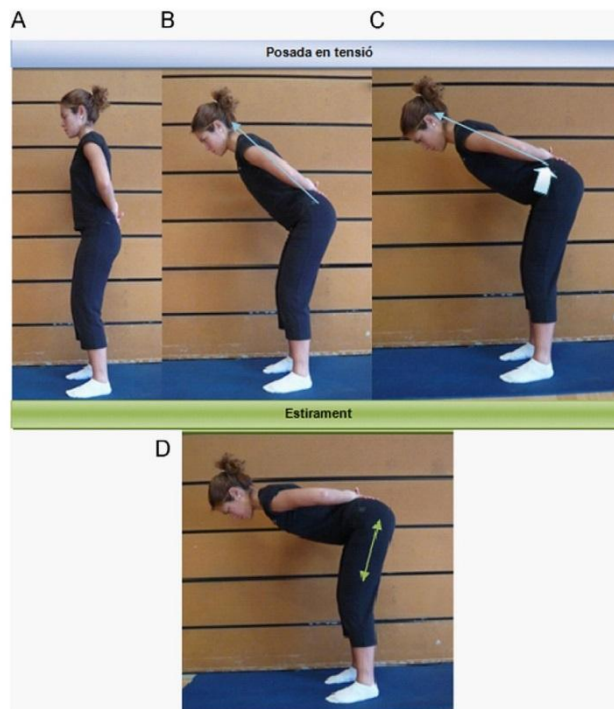


Figura 12 Estirament en tensió activa. Isquiotibials. (A) Bipedestació, els peus separats a la mida del maluc, genolls en lleugera semiflexió, columna vertebral alineada en conjunt amb lleugera activació del transvers, per mantenir la curvatura lumbar en posició correcta. (B) Flexió anterior de la part superior del cos pel maluc. (C) Dirigir l'isquí cap a cranial. (D) Posada en tensió; l'estirament es manté durant 4 segons i es repeteix dues vegades per grup muscular.

farem seguidament un treball dinàmic en flexió de genolls-talons-glutis alternatiu i després rodatge amb esprints¹³.

L'estirament es manté de 4 a 6 segons, genera una alta tensió intramuscular, i per aquest motiu, si s'excedeix el temps indicat es poden irritar les estructures vasculares i

Sobre l'aplicació d'estiraments en l'esportista sa i lesionat

Taula 8 Esquema resum sobre les modalitats d'estirament						
Tipus	Descripció	Finalitat	Actua: component mecànic	Actua: component sensitiu	Temps	Indicacions
Dinàmic	Estiraments realitzats amb moviments lliures o de rebot	Escalfament esportiu, activació	Les estructures elàstiques (en teixits entrenats)	FNM, activen el reflex miotàtic	Curt i breu	Escalfament a l'esport
Estàtic passiu	Posada en tensió progressiva i lenta d'un grup muscular mitjançant l'ajut d'una força externa	Entrenament de flexibilitat. Incrementar ADM. Recuperació ADM post exercici. Normalitzar les amplituds en els casos de rigidesa articular i pèrdua d'extensibilitat periarticular	El sarcòmer. El teixit conjuntiu	OTG, inhibició autògena per disminuir el to	8-30 s	Entrenament de la flexibilitat Tornada a la calma
CRE	En estat de pre-elongació, isomètric de l'agonista, pausa i estirament passiu	Entrenament de la flexibilitat Tornada a la calma Normalització de les amplituds de moviment	Disminució de la rigidesa i viscoelasticitat muscular	Inhibició (OTG i FNM) post-isomètrica	Segons autors	Rigidesa passiva o pèrdua d'extensibilitat del teixit Normalitzar el to muscular augmentat
Estàtic tensió passiva	Posada en tensió per la contracció del múscul antagonista	Escalfament esportiu per activar les sinèrgies agonista antagonista. Tornada a la calma en posició de declivi. Incrementar l'ADM en un múscul amb espasme. Lesió muscular per ruptura (fase subaguda)	El sarcòmer. El teixit conjuntiu	FNM (reflex d'inhibició recíproca i sinèrgies)	6-10 s	Escalfament (curts i breus). Tornada a la calma (posició de declivi, més llargs i progressius)
Estàtic tensió activa	En estat de pre-elongació, el múscul es contrau i estira simultàniament (activació excèntrica)	Augment de la rigidesa activa. Readaptació de les lesions musculars per ruptura (resposta correcta front accions explosives)	Unions músculo-tendinoses i osteo-tendinoses	FNM activen el reflex miotàtic	4-6 s	Escalfament

FNM: fusos neuromusculars; ADM: amplitud de moviments; OTG: òrgan tendinós de Golgi.

nervioses, amb la qual cosa apareixen rampes per isquèmia o parestèsies per irritació neurològica.

Estan indicats principalment en la preparació a l'acció (escalfament en l'activitat física o esportiva), se'ls atorga una funció preventiva de lesions músculo-tendinoses⁵ (fig. 12; taula 8).

Conflicte d'interessos

Els autors declaren no tenir cap conflicte d'interessos.

Bibliografia

- Diccionari de la llengua catalana. Institut d'Estudis Catalans. Disponible a <http://dlc.iec.cat/>.
- Bagur Calafat C, Serra Grima JR. Prescripció de exercici físic para la salut. Barcelona: Paidotribo; 2004.
- Alter MJ. Los estiramientos, desarrollo de ejercicios. 4.ª ed., Barcelona: Paidotribo; xxx.
- Serra Grima JR. Cardiología en el deporte. Revisión de casos clínicos. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica; 1998.
- Neiger H. Los estiramientos: desarrollo de ejercicios, 4.ª ed. Barcelona: Masson; 2000.
- Martin Dantas EH, Rodrigues Scartoni F, Soter Da Siveira PC. La flexibilidad en el entrenamiento del atleta de alto rendimiento. Archivos de medicina del deporte. 1998;16:162-70.
- Burke RB, Humphrey DR, Freund HJ. Selective recruitment of motoneurons. New York: John Wiley & Sons Ltd; 1991.
- García Tirado J, Pacheco Arajol L. Aplicación de los estiramientos en la lesión traumática. Fisioterapia del Aparato Locomotor. Madrid: McGraw-Hill Interamericana; 2005 p. 206-20.
- Lieber RL. Estructura del músculo esquelético, función y plasticidad, 2.ª ed. Madrid: McGraw Hill Interamericana; 2004.
- McAtte RE, Charland J. Estiramientos facilitados. Los estiramientos de FNP con y sin asistencia. Barcelona: Paidotribo; 2000.
- Esnault M. Estiramientos analíticos en fisioterapia activa. Barcelona: Masson; 1994.
- Neiger H. Estiramientos analíticos manuales. Técnicas pasivas. Madrid: Panamericana; 1998.
- Esnault M, Viel E. Stretching. Estiramientos de las cadenas musculares, 2.ª ed. Barcelona: Masson; 2003.
- Shrier I. Does stretching improve performance? A systematic and critical review of the literature. Clin J Sport Med. 2004;14:267-73.
- Witvrouw E, Mahieu N, Danneels L, McNair P. Stretching and injury prevention: an obscure relationship. Sports Med. 2004;34:443-9.
- Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. J Appl Physiol. 2001;90:520-7.
- Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. J Appl Physiol. 2001;90:520-7.
- De Deyne P. Application of passive stretch and its implications for muscles fibers. Phys Ther. 2001;81:819-27.
- Esnault M. Rééducation dans l'eau. Étirements et renforcement musculaire du tronc et des membres. Paris: Masson; 1991.
- Noonan TJ, Garret W. Clínicas en medicina deportiva. Lesiones en la unión miotendinosa. Madrid: Paidotribo; 1992.
- Tous Fajardo J. Nuevas tendencias en fuerza y musculación. Barcelona: Julio Tous Fajardo; 1999.
- Huijing PA. Muscle as a collagen fiber reinforced composite: a review of force transmission in muscle and whole limb. J Biomech. 1999;32:329-45.
- Commetti G. Les limites du stretching pour la performance sportive. Dijon: Faculté des Sciences du Sport-UFR STAPS; 2007.
- Proske U, Morgan DL. Do cross-bridges contribute to the tension during stretch of passive muscle? J Muscle Res Cell Motil. 1999;20:433-42.
- Taylor KL, Sheppard JM, Lee H, Plummer N. Negative effect of static stretching restored when combined a sport specific warm-up component. J Sci Med Sport. 2009;12:657-61.
- Cahors B. Stretching, dossier spécial. Sport Med. 1991;34:27-31.
- Norris CM. Guía completa de los estiramientos. Barcelona: Paidotribo; 2001.
- Geoffroy C. Guide des étirements du sportif. Paris: Geoffroy edition; 2000.
- Prévost P. Étirements et performance sportive. Kinesitherapy Scientifique. 2004;446:5-13.
- Wilson GJ, Wood GA, Elliott BC. The relationship between stiffness of the musculature and static flexibility: an alternative explanation for the occurrence of muscular injury. Int J Sports Med. 1991;12:403-7.
- Kokkonen J, Nelson AG, Buckingham P. Stretching combined with weight training improves strength more than weight training alone. Med Sci Sports Exerc. 2000;32.
- Wiemann K, Klee A. Filamentare quellen der Muskel-Ruhspeicherung und die behandlung muskulare dysbalanced. Deutsche Zeitschrift fur sportmedizin. 1998;44:111-8.
- Kokkonen J, Nelson AG, Cornwell A. Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance. Res Q Exerc Sport. 1998;69:411-5.
- Kokkonen J, Nelson AG, Arnall DA. Acute stretching inhibits strength endurance performance. J Strength Cond Res. 2005;19:338-43.
- Nelson AG, Kokkonen J, Eldredge C, Cornwell A, Glickman-Weiss E. Chronic stretching and running economy. Scand J Med Sci Sports. 2001;11:260-5.
- Fowles JR, Sale DG, MacDougall J. Reduced strength after passive stretch of the human plantar flexors. J Appl Physiol. 2000;89:1179-88.
- Bacurau RF, Monteiro GA, Ugrinowitsch C, Tricoli V, Cabral LF, Aoki MS. Acute effects of ballistic and static stretching bout on flexibility and maximal strength. J Strength Cond Res. 2009;23:304-8.
- Franco BL, Signorelli GR, Trajano GS, De Oliveira CG. Acute effects of different stretching exercises on muscular endurance. J Strength Cond Res. 2008;22:1832-7.
- Behm DG, Kibele A. Effects of differing intensities of static stretching on jump performance. Eur J Appl Physiol. 2007;101:587-94.
- Church JB, Wiggins MS, Moode FM, Crist R. Effect of warm-up and flexibility treatments on vertical jump performance. J Strength Cond Res. 2001;15:332-6.
- Holt BW, Lambourne K. The impact of different warm-up protocols on vertical jump performance in male collegiate athletes. J Strength Cond Res. 2008;22:226-9.
- Hought PA, Ross EZ, Howatson G. Effects of dynamic stretching on vertical jump performance and EMG activity. J Strength Cond Res. 2009;23:507-12.
- Jagers JR, Swank AM, Frost KL, Lee CD. The acute effects of dynamic and ballistic stretching on vertical jump height, force and power. J Strength Cond Res. 2008;22:1844-9.
- Lin JD, Liu Y, Lin JC, Tsai FJ, Chao CY. The effects of different stretch amplitudes on electromyographic activity during drop jumps. J Strength Cond Res. 2008;22:32-9.
- Mc Neal J, Sands WA. Static stretching reduces power production in gymnasts. Technique. 2001;21:5-6.
- Pearce AJ, Kidgell DJ, Zois J, Carlson JS. Effects of secondary warm up following stretching. Eur J Appl Physiol. 2009;105:175-83.
- Rey S, Vaillant J, Hugonnard A. Echauffement musculaire: comparaison des effets sur la force musculaire des étirements passifs et des étirements actifs raisonnés myotendineux (1ère partie). Kinesitherapy Scientifique. 2002;425:41-51.
- Rey S, Vaillant J, Hugonnard A. Echauffement musculaire: comparaison des effets sur la force musculaire des étirements

- passifs et des étirements actifs raisonnés myotendineux (2ème partie). *Kinesitherapy Scientifique*. 2002;426:43-8.
49. Samuel MN, Holcomb WR, Guadagnoli MA, Rubley MD, Wallmann H. Acute effects of static and ballistic stretching on measures of strength and power. *J Strength Cond Res*. 2008;22:1422-8.
 50. Wallmann HW, Mercer JA, McWhorter JW. Surface electromyographic assessment of the effect of static stretching of the gastrocnemius on vertical jump performance. *J Strength Cond Res*. 2005;19:684-8.
 51. Gleim GW, Stachenfeld NS, Nicholas JA. The influence of flexibility on the economy of walking and jogging. *J Orthop Res*. 1990;8:814-23.
 52. Worrell T, Perrin H. Hamstring muscle injury: the influence of strength, flexibility, warm-up and fatigue. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1992;16:12-8.
 53. Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Effects of resistance and stretching training programs on the viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *Journal of Physiology*. 2002;538:219-26.
 54. Herbert RD, Gabriel M. Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. *BMJ*. 2002;325:1-5.
 55. Van Mechelen W, Twisk J, Molendijk A, Blom B, Snel J, Kemper HC. Subject-related risk factors for sports injuries: a 1-yr prospective study in young adults. *Med Sci Sports Exerc*. 1996;28:1171-9.
 56. Van Mechelen W. Running injuries. A review of the epidemiological literature. *Sports Med*. 1992;14:320-35.
 57. Herbert RD, de Noronha M. Stretching to prevent or reduce muscle soreness after exercise. *Cochrane Database Syst Rev*. 2007;17:(CD004577).
 58. Shrier I. Stretching before exercise does not reduce the risk of local muscle injury: a critical review of the clinical and basic science literature. *Clin J Sport Med*. 1999;9:221-7.
 59. Casáis Martínez L. Revisió de les estratègies per a la prevenció de lesions des de l'activitat física. *Apunts Med Esport*. 2008;57:30-40.
 60. Arnason A. Quina és l'evidència científica als programes de prevenció de lesió muscular. *Apunts Med Esport*. 2009;64:174-8.
 61. Eisingbach T, Klümper A, Biedermann L. Fisioterapia y rehabilitación en el deporte. Barcelona: Scriba; 1989.
 62. Cos Morera M, Cos Boada A. Medidas fisioterápicas de recuperación del deportista tras el esfuerzo físico. *Red revista de entrenamietno deportivo*. 1992;VI:2-10.
 63. Balius Matas R. Patología muscular en el deporte: Diagnóstico, tratamiento y recuperación funcional. Barcelona: Masson; 2004.
 64. Rodas G, et al. Guia de Práctica Clínica de les lesions musculars. Epidemiologia, diagnòstic, tractament i prevenció Versió 4.5 (9 de febrer de 2009). *Apunts Med Esport*. 2009;44:179-203.
 65. Albert M. El entrenamiento muscular excéntrico en deporte y ortopedia. Barcelona: Paidotribo; 1999.
 66. Schwellnus M. Skeletal Muscle Cramps During Exercise. *Physician and Sportsmedicine*. 1999;27:12.
 67. Conejero J, Flórez M, Peña A. Contractura muscular y dolor. *Inflamación*. 1991;2:3-21.
 68. Kisner C, Colby L. Ejercicio terapéutico. Fundamentos y técnicas. Barcelona: Paidotribo; 2005.
 69. Garret W. Muscle strain injuries. *Am J Sports Med*. 1996;24(Suppl 6):S2-8.
 70. Alonso M, Uribe I. DOMS: Dolor Muscular d'Aparició Retardada. *Apunts Med Esport*. 2001;136:5-13.
 71. Järvinen M. Las lesiones musculares. En: Renström P, editor. *Practicas clinicas sobre asistencia y prevención de lesiones deportivas*. Barcelona: Paidotribo; 1999. p. 132-43.
 72. Kannus P, Józsa L, Natri A, Järvinen M. Effects of training, immobilization and remobilization on tendons. *Scand J Med Sci Sports*. 1997;7:62-6.
 73. Knight K. Crioterapia. Rehabilitación de las lesiones en la práctica deportiva. Barcelona: Bellaterra; 1996.
 74. Trudelle P. Plasticité musculaire et kinésithérapie. *KS*. 2001;416:7-8.
 75. Anderson B. Estirándose. Barcelona: Integral; 1989.
 76. Sölveborn S. Stretching. Barcelona: Martínez Roca; 1982.
 77. Viel E. El método Kabbat. Madrid: Masson; 1989.
 78. Péninou G, Tixa S. Les tensions musculaires. Du diagnostic au traitement. Paris: Masson; 2008.
 79. Moureau JP. Le stretching ou la gymnastique de l'instint. Paris: Sand & Chou; 1991.
 80. Souchard P. Stretching global activo: de la perfección muscular a los resultados deportivos. Barcelona: Paidotribo; 2000.
 81. Sharman J, Cresswell A, Riek S. Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *Sport Med*. 2006;36:929-39.

16.3. ANNEXOS RELACIONATS AMB L' ENTREGA DE DOCUMENTACIÓ DE LA TESI

16.3.1. Consentiment del Comitè d'Ètica en la Investigació Humana (CEIC)



Universitat
Internacional
de Catalunya

Informe de Valoració Comitè d'Ètica en la Investigació Humana

Dr. Albert Balaguer Santamaría, president del Comitè d'Ètica en la Investigació Humana de la Universitat Internacional de Catalunya,

Faig constar,

que un cop revisat el projecte de títol "Repercusión de los diferentes tipos del estiramiento durante el calentamiento deportivo sobre las cualidades musculares" versió de protocol 1, investigador principal Laura Pacheco Arajol rebut a la Facultat de Ciències de la Salut el dia 31 de juliol de 2007,

la seva valoració ha estat **ACEPTAT** segons els criteris del Comitè d'Ètica en la Investigació Humana de la UIC.

*Adjuntem còpia de les observacions presentades pels membres del Comitè d'Ètica que han valorat aquest projecte.

Dr. Albert Balaguer Santamaría
President del CEI de la UIC

Sant Cugat del Vallès, 2 de octubre de 2007

16.3.2. Consentiment del Comitè d'Ètica d'Investigacions Clíniques de l'Administració Esportiva de la Generalitat de Catalunya (CEICEGC)




CARLES TRULLOLS I CLEMENTE, RESPONSABLE DE SUPORT JURÍDIC I TÈCNIC DEL CONSELL CATALÀ DE L'ESPORT, ACTUANT COM A SECRETARI DEL COMITÈ D'ÈTICA D'INVESTIGACIONS CLÍNiques DE L'ADMINISTRACIÓ ESPORTIVA DE CATALUNYA

CERTIFICO

Que en la reunió duta a terme el dia 16 de desembre de 2010, aquest Comitè d'Ètica va acordar avaluar favorablement el projecte presentat per la senyora Laura Pacheco Arajol, titulat: "Repercussió de diferents tipus d'estirament actiu durant l'escalfament esportiu sobre la força explosiva".

La qual cosa faig constar als efectes oportuns

Esplugues de Llobregat, 16 de desembre de 2010



16.3.3. Consentiment i conformitat del cap de servei del Consell Català de l'Esport (CCE)

CONFORMITAT DEL CAP DE SERVEI O RESPONSABLE.

Model:

El signant D.
amb DNI núm.

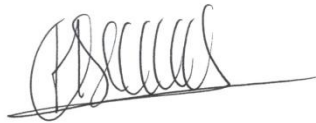
Havel Camarass i Dòrs
38067604

Fa Constar:

Que com responsable del CCE, coneix el projecte d'investigació titulat:

"Repercussió dels diferents tipus d'estirament durant l'escalfament esportiu sobre les qualitats musculars."

Que està d'acord i accepta la realització del projecte que es durà a terme per la investigadora principal: Laura Pacheco Arajol



Barcelona, 10 d'octubre de 2007.



Consell Català
de l'Esport
Unitat d'Esport i Salut
Centre Mèdic-CEARE Epluques de Lleida
Generalitat
de Catalunya

Av. Països Catalans, 12
08960 Espiugues de Ll. (Barcelona)

16.3.4. Aprovació d'admissió al programa de Doctorat de Fisioteràpia (UIC)



Universitat
Internacional
de Catalunya

Campus Barcelona
Immaculada 22. 08017 Barcelona
Tel. 93 254 18 00 Fax 93 254 18 50

Campus Sant Cugat
Josep Trueta s/n. 08195 Sant Cugat del Valles
Tel. 93 504 20 00 Fax 93 504 20 01

Sra. Laura Pacheco Arajol
Argimón 13 bis, 3r
08032 Barcelona

Benvolguda Sra.,

Per la present, l'informo que el Comitè d'Admissió al Període de Recerca del Doctorat en Fisioteràpia, en la seva sessió del 26 de novembre de 2010, i un cop estudiada la seva sol·licitud ha acordat:

Admetre a la Sra. Laura Pacheco Arajol al Període de Recerca del Doctorat en Fisioteràpia.

Aprovar el Projecte de Tesi titulat "Repercussió de diferents tipus d'estirament actiu durant l'escalfament esportiu sobre la força explosiva" i proposar a la Comissió de Doctorat de la UIC el nomenament del Dr. Ramon Balius Matas (Centre d'Estudis de l'Alt Rendiment Esportiu) com a Director de la Tesi. S'acorda nomenar la Dra. Caritat Bagur Calafat com a tutora.

Aprofito l'avinentsa per saludar-la cordialment,




Carlos Velilla Giménez
Secretari Acadèmic
Facultat de Medicina i Ciències de la Salut

Sant Cugat del Vallès, 29 de novembre de 2010

16.3.5. Consentiment del director de l'Institut d'Educació Secundària (IES) J. Blume

Consentiment del director del IES J. Blume per la participació dels alumnes dels cicles formatius de grau superior del IES Joaquim Blume en animació d'activitats físiques i esportives en el projecte d'investigació

El signant D. Víctor Cantos, amb DNI núm. 38.066.572 P, domicili a Sant Mateu s/n de Esplugues de Llobregat província de Barcelona,

manifesta haver rebut la informació necessària per donar el seu vist i plau en la participació dels seus alumnes en el projecte d'investigació sobre l'aplicació de les diferents modalitats d'estirament durant l'escalfament esportiu. Sota la supervisió dels investigadors del Consell Català de l'Esport.

I declara que:

Coneix el projecte, la metodologia, i les intervencions que s'aplicaran al grup d'alumnes

S'han respost totes les meves preguntes de manera satisfactòria i així dono el meu vist i plau per que els alumnes participin, sempre que aquests, majors d'edat decideixin lliurement participar-hi sota la seva responsabilitat i hagin signat la corresponent autorització (consentiment informat)

Barcelona, 10 d' Octubre de 2007

Nom del Director

Víctor Cantos

Telèfon de contacte:

93.480.49.00

Signatura:

Nom del informant:

Laura Pacheco Arajol

Càrrec: Diplomada en Fisioteràpia

Telèfon de contacte:

93.480.49.00 - 685.19.89.36

Signatura:



16.3.6. Consentiment de la model que surt a les fotografies

Per la present, jo Montse Pujol Marzo, autoritzo per presentar la meva imatge en les fotografies de la tesina: Repercussió dels diferents tipus d'estirament durant l'escalfament esportiu sobre les qualitats musculars, realitzada per la Sra. Laura Pacheco, dins del programa de doctorat en Aparell Locomotor i Esport.

Data 9/9/09

Signatura 

Per la present, jo Montserrat Pujol amb D.N.I número 47618281R. Autoritzo per presentar la meva imatge en les fotografies i vídeos de la tesi: Efectes aguts de diferents tipus d'estirament durant l'escalfament esportiu, realitzada per la Sra. Laura Pacheco dins del programa de doctorat en fisioteràpia de la Universitat internacional de Catalunya.

Data: 13 de juny de 2014

Signatura:

