

**Xavier García de Soria Sanz , Enric Gómez Barro
i Roger Gracian Mas**

**EFFECTE DELS ESTIRAMENTS ESTÀTICS EN ESPORTISTES AMATEURS:
PROVA PILOT**

Treball de Fi de Grau

dirigit pel Sr. Fernando Guerrico Gazpio

Grau de Fisioteràpia



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Reus

2017

ÍNDEX

RESUM	1
ABSTRACT	1
INTRODUCCIÓ	2
Justificació de l'estudi	3
Hipòtesi	3
Objectiu	3
MATERIAL I MÈTODES	3
Mostra	3
Disseny	3
Procediment.....	4
<i>Pes</i>	5
<i>Talla</i>	5
<i>Longitud de les extremitats inferiors (EEII)</i>	6
<i>Flexibilitat Quadricipital</i>	6
<i>Flexibilitat Isquiotibial</i>	6
<i>Flexibilitat de la musculatura adductora</i>	7
<i>Escalfament</i>	7
<i>Salt horitzontal</i>	7
<i>Sprint 20m</i>	7
<i>Course Navette</i>	8
Anàlisi de dades	8
RESULTATS	8
DISCUSSIÓ	10
Limitacions.....	13
Línies futures de treball.....	13
Conclusions	14
BIBLIOGRAFIA	15
ANNEX 1	23
ANNEX 2	24



RESUM

L'objectiu d'aquest estudi és determinar si la realització d'una pauta d'estiraments estàtics i el moment de l'entrenament en que es realitzen poden influir en les capacitats físiques d'un esportista amateur a llarg termini. Es va realitzar un estudi (prova pilot) en el que es va comptar amb la participació d'un únic subjecte ($n=1$), un baró de 16 anys i corredor amateur, que complia tant els criteris d'inclusió com els d'exclusió. L'estudi es va dividir en 3 fases (no estirar, estirar abans d'entrenar i estirar després d'entrenar) de 2 mesos cadascuna, seguint una pauta d'estiraments estàtics de les extremitats inferiors (EEII). Al començar i finalitzar cada fase, era avaluat de la flexibilitat dels músculs que apareixien al protocol d'estiraments, la velocitat, la resistència i la força explosiva. El participant va experimentar una millora de la flexibilitat a la fase 2 (estirar abans d'entrenar) i un declivi de la resta de qualitat físiques, al contrari que a la fase 3 (estirar després d'entrenar) on les proves físiques milloren però la flexibilitat empitjora. Per això els autors consideren important el moment de realització dels estiraments estàtics durant l'entrenament segons l'objectiu plantejat.

Paraules clau: estiraments estàtics, esportistes, rendiment.

ABSTRACT

The aim of this study is to determine whether the performance of a static stretching program and the moment of the training in which it is performed may influence the physical abilities of a long-term amateur athlete. This study had the participation of one subject ($n=1$), a 16-year-old male amateur runner that fulfilled both inclusion and exclusion criteria. The study has been carried out in three stages, (1) without stretching, (2) stretching before training and (3) stretching after training, which lasted two months each, following a static stretching pattern of the lower limbs. At the beginning and the end of every stage, the flexibility of the muscles that appeared in the stretching program has been assessed, as well as the speed, resistance and explosiveness force of the subject. The participant experienced an improvement of flexibility and a decline in the remaining physical abilities at the end of the second stage (stretching before training), whereas in stage three (stretching after training) the physical abilities improved while flexibility decreased. Therefore, authors consider that the moment in which static stretching is performed during exercise is important depending on the proposed objective.

Key words: static stretching, athletes, yield.



INTRODUCCIÓ

La planificació d'un bon entrenament és clau en qualsevol tipus de pràctica esportiva. Dins d'aquesta planificació, molt sovint, s'observa una substancial part dedicada a la realització d'estiraments ⁽¹⁾, ja sigui a l'escalfament o al final de l'entrenament.

L'escalfament és una de les parts més importants de l'entrenament ^(2,3,4), i com a tal, s'ha d'optimitzar el temps empleat i els exercicis que s'hi inclouen. Succeeix el mateix amb la popular "tornada a la calma", és a dir, la part final de l'entrenament o refredament.

Gran varietat d'estudis refereixen que una pauta d'estiraments estàtics abans de la realització de l'activitat física, és a dir, en el període d'escalfament, provoca una disminució del rendiment immediat en els esportistes ^(5, 6), havent-hi una menor evidència i significació quan es tracta de programes d'estiraments estàtics de llarga durada.

D'altra banda, existeix literatura que afirma que la realització d'estiraments estàtics no afecta en el rendiment de l'esportista ni positiva ni negativament.^(7, 8), trobant-ne també que en descriuen el seu caràcter positiu ^(9, 10), és a dir, hi ha força controvèrsia sobre el seu efecte.

S'entén per estirament, un exercici destinat a produir una tensió, fonamentalment, de les fibres musculoesquelètiques amb l'objectiu de produir algun tipus d'alteració en la capacitat d'elongació del mateix ⁽¹⁰⁾. Dins dels estiraments, es troben els estàtics (quan l'articulació es manté en una posició en que s'aconsegueix elongació d'un o més músculs però sense produir cap moviment en aquesta.) i els dinàmics (quan a través d'una força externa o interna s'aconsegueix un moviment de l'articulació produint un estirament en els seu rang articular), ambdós casos subdividits en "Actius" i "Passius" segons el mecanisme de realització. ⁽¹¹⁾

Els objectius atribuïts als estiraments són, generalment, recuperar la posició de repòs del múscul una vegada finalitzada l'activitat, recuperar la capacitat d'elongació d'un múscul després d'un període d'immobilització, ajudar a la relaxació general de l'aparell locomotor, millorar la flexibilitat, l'amplitud de moviment (ADM) i la capacitat elàstica dels teixits, reduir el risc potencial de lesió i l'augment de la temperatura muscular i corporal, entre d'altres.^(10, 11, 12)



Justificació de l'estudi

El que ha mogut a la realització d'aquest estudi ha estat:

- La poca profunditat d'estudi dels estiraments i els seus efectes dins del grau en fisioteràpia.
- Els estiraments estàtics són força estudiats però pràcticament sempre a curt termini i no en duracions més llargues.
- Són el tipus d'estiraments més utilitzats popularment pels esportistes amateurs.
- La literatura és contradictòria en el tema emprat.

Hipòtesi

Esdevé una tendència positiva en les capacitats físiques bàsiques derivada de la realització d'estiraments estàtics quan aquests es realitzen abans de l'activitat física.

Objectiu

Per tot això, l'objectiu principal d'aquest estudi és determinar si la realització d'una pauta d'estiraments estàtics, i el moment de l'entrenament en que es realitzen, poden influir en les capacitats físiques d'un esportista amateur.

MATERIAL I MÈTODES

Mostra

L'estudi ha comptat amb la participació voluntària d'un únic subjecte (n=1), un baró de 16 anys d'edat, corredor amateur que complia amb els criteris d'inclusió marcats: (a) corredor d'entre 60 i 100km setmanals, (b) lliure de qualsevol lesió, condició mèdica o restricció funcional que limités el procediment de valoració dels apartats a avaluar o pogués afectar en els entrenaments ⁽¹³⁾, (c) no estar subscrit a cap tipus de competició d'àmbit esportiu. A part, ha sigut primordial, el compliment dels següents criteris d'exclusió: (a) patir actualment o haver patit en el darrer any patologies mio-tendinoses de la musculatura a estudiar, (b) ser consumidor de relaxants musculars, o altres fàrmacs que alterin la fisiologia natural del múscul.

Disseny

La realització d'aquest estudi ha anat enfocada a establir un mètode per a poder avaluar l'efecte a llarg termini dels estiraments estàtics actius sobre les qualitats i el rendiment



físic de l'esportista (flexibilitat, força explosiva, velocitat i resistència) segons el moment de realització dels estiraments en cada entrenament (al inici de l'entrenament, al final de l'entrenament o no realitzar-ne). La variable independent ha sigut la anteriorment esmentada, el moment de realització dels estiraments. Les variables dependents han sigut: la flexibilitat muscular (quadricipital, isquiotibial i d'adductors), la distància de salt horitzontal, el temps d'esprint de 20m i l' $VO_{2\text{màx}}$ relativa i l' $VO_{2\text{màx}}$ absoluta, extretes de la prova *Course Navette*.

Pel que respecta al protocol d'estiraments a seguir, s'ha optat per un protocol de estiraments estàtics actius, ja que són els més emprats i estudiats en els articles que tracten aquest tema ⁽¹³⁻³¹⁾. Aquest està format per un total de 5 exercicis d'estirament, per a 5 grups musculars diferents (1. Musculatura glútia, 2. Quàdriceps, 3. Isquiotibials, 4. Adductors i 5. Tríceps sural). Per cada grup muscular, s'ha realitzat 3 repeticions de 20seg., alternant per a cada exercici, l'estirament de la musculatura de l'hemicòs contralateral; excepte en la musculatura adductora, en el que es realitzava l'estirament de ambdós hemicossos a la vegada. En total per cada grup muscular s'han realitzat 60seg ⁽¹²⁾, tenint en total una sessió d'estiraments de 9min. de durada [Annex 1].

La durada total de l'estudi ha estat de 6 mesos, dividits en 3 fases de 2 mesos cadascuna, basat en la bibliografia existent que recomana protocols d'estiraments d'unes 6 setmanes ^(32,33) que, de la mateixa manera, recomana no excedir en cap cas les 10 setmanes de protocol ^(34,35). A cada fase, el protocol d'estiraments s'ha realitzat en un moment diferent de l'entrenament. [Taula 1].

Taula 1.- Fases de l'estudi. Les seva distribució i característiques.

	Inici	Final	Dies	Dies d'entrenament	Moment dels estiraments
Valoració 0					
FASE 1	02/Ago/2016	04/Oct/2016	63	27	No estirar
Valoració 1					
FASE 2	04/Oct/2016	03/Dec/2016	60	25	Estirar abans d'entrenar
Valoració 2					
FASE 3	03/Dec/2016	06/Feb/2017	63	27	Estirar després d'entrenar
Valoració 3					

Procediment

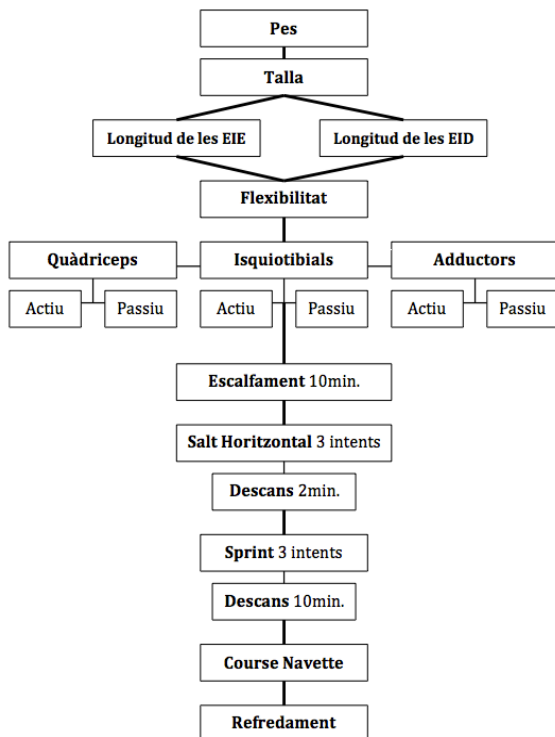
Primerament, el subjecte va ser sotmès a una sessió de familiarització amb els processos de valoració, les fases de l'estudi i el protocol d'estiraments a realitzar; una setmana



abans de començar amb l'estudi el dia 2 d'agost del 2016. Passada la setmana, el participant va ser avaluat en la data anterior (Valoració 0). En els dos mesos conseqüents a aquesta, el subjecte va realitzar la Fase 1, en la que no va realitzar estiraments de cap tipus. Un cop acabada aquesta fase es va realitzar una revaluació (Valoració 1), i es va començar amb la Fase 2, on va haver de realitzar el protocols d'estiraments estàtics actius un cop finalitzat l'escalfament inicial, però abans de

començar amb el cos de l'entrenament. A continuació, un cop finalitzats els 2 mesos de la Fase 2, es va retornar a fer una revaluació (Valoració 2) de les qualitats físiques bàsiques de l'esportista, i es va iniciar la Fase 3, per a acabar, en la que el subjecte havia de realitzar el protocol establert d'estiraments un cop acabés l'entrenament. Per últim, es va dur a terme una última revaluació del participant (Valoració 3).

Totes les avaluacions van ser realitzades pels mateixos avaluadors, amb el mateix material, en el mateix espai (Parc Francolí, Tarragona), a la franja horària de la tarda i en el mateix ordre de passos que a continuació es descriuen [Figura1]:



[Figura 1. Diagrama del procés i ordre dels passos en les avaluacions]

Pes

La mesura d'aquest va ser realitzada mitjançant una bàscula mecànica, calibrada cada dia abans de la avaluació. Es va realitzar amb el participant descalç i amb la mateixa roba cada dia d'avaluació (samarreta d'esport, pantaló d'esport, roba interior i mitjons).

Talla

La talla va ser mesurada amb una cinta mètrica enrotllable. El seu extrem inicial va ser fixat al terra, i es va col·locar en vertical paral·lelament a una paret. El subjecte es



col·locava lo més a prop possible de la paret, amb els peus descalços i els talons tocant a aquesta. A continuació, se li sol·licitava una erecció total del tronc.

Longitud de les extremitats inferiors (EEII)

Per realitzar aquest apartat, el subjecte es posicionava en decúbit supí (DC/S) amb les extremitats inferiors relaxades. Amb un retolador es marcaven a la pell els punts centrals del mal·lèol extern i del trocànter major del fèmur homolateral, i amb una cinta mètrica es realitzava la mesura de punt a punt.

Flexibilitat Quadricipital

La realització d'aquest punt ha seguit una dinàmica basada en el Test de Nachlas i el Test d'Ely⁽³⁶⁾. El subjecte es posiciona en decúbit pro (DC/P). Es realitza una flexió de genoll d'una extremitat, controlant en tot moment que la pelvis estigui equilibrada i en perfecte contacte amb el terra, i que l'extremitat contralateral (la no avaluada), romangui relaxada. Un cop realitzada tota la flexió possible, és a dir, fins a notar "tibantor" o una anteversió de la pelvis, es mesura la distància entre els punts centrals (marcats en l'anterior apartat de l'avaluació: *Longitud de les extremitats inferiors (EEII)*) de mal·lèol extern a trocànter major seguint la línia recta més curta entre els dos punts. Es varen realitzar dues avaluacions per cada extremitat: primer en actiu i seguidament en passiu, amb 1min de descans entre repetició i repetició.

Flexibilitat Isquiotibial

La dinàmica d'aquesta valoració ha sigut guiada i basada en el Test *Straight Leg Raising SLR*⁽³⁷⁾. El participant es col·loca en DC/S amb la pelvis en posició neutra, els genolls en extensió i els peus relaxats. Des d'aquesta posició es realitza una flexió de maluc lentament amb una extremitat, mantenint l'extensió de genoll i el peu en relaxació, fins que s'arriba a un punt de "tibantor", apareixen molèsties al maluc o la pelvis presenta retroversió. Un cop arribat aquest punt es mesura la distància del punt més posterior del taló de l'extremitat elevada, fins al punt d'inici al terra del que partia el mateix taló. Es varen realitzar dues avaluacions per cada extremitat: primer en actiu i seguidament en passiu, amb 1min de descans entre repeticions.



Flexibilitat de la musculatura adductora

Per l'avaluació de la musculatura adductora el subjecte es posiciona en DC/S amb els membres inferiors en posició neutra i la pelvis estabilitzada, amb ambdues espines ilíaques anteriors al mateix nivell ⁽³⁸⁾. Es marquen, a la pell del mateix subjecte, el punt central dels mal·lèols interns, i des de la posició de repòs, es realitza una abducció d'una extremitat fins a notar "tibantor", molèsties al maluc o desequilibris en la posició de la pelvis. Durant el recorregut d'abducció, un avaluador estabilitza i immobilitza l'extremitat inferior no avaluada. Un cop arribats al límit possible d'estirament, es mesura la distància de mal·lèol intern a mal·lèol intern. Es realitzen dos repeticions per extremitat, la primera activa i la segona passiva, amb 1 min de descans entre elles.

Escalfament

Aquest va consistir en realitzar 10 min de carrera continua per un terreny pla i a un ritme còmode pel subjecte.

Salt horitzontal

Per a aquesta prova, es va dibuixar amb guix al terra una ratlla per marcar la línia d'inici del salt. El subjecte es posicionava darrere d'aquesta, tocant el seu límit més posterior amb la punta dels dits, amb el peu descalç (només amb mitjons). Un cop establerta aquesta posició, el participant ha de saltar tant lluny com pugui en línia recta cap endavant, arrancant des de la posició estàtica inicial. Un cop han aterrat els peus del subjecte, es pren com a marca el límit posterior del taló del peu més posterior, i es mesura la distància entre aquest i la línia d'inici. Es realitzen un màxim de 3 intents (19,39,40,41).

Sprint 20m

Per a realitzar aquesta prova, es van marcar al terra 2 línies separades per 20m. El participant es posicionava darrere de la línia que marcava l'inici, en una posició estàtica i confortable, amb un peu avançat (tocant el límit posterior de la línia de sortida) i l'altre lliurement endarrerit. El subjecte començava l'esprint quan sonava un xiulet. Dos avaluadors, amb 2 cronòmetres diferents, realitzaven la valoració, iniciant el temps amb l'enlairament del peu endarrerit a la sortida, i aturant-lo quan el tronc del subjecte



passés el límit final. Un avaluador estava col·locat a la línia d'inici, i l'altre a la final. Ambdós cronometraven a la vegada cadascun dels 3 intents que componien la prova. De cada intent, es validava com a marca la mitjana entre la mesura d'ambdós cronòmetres, per tal d'eliminar l'efecte de reacció dels avaluadors.^(13,21,42,43)

Course Navette

Com a prova de resistència vam utilitzar la Course Navette⁽⁴⁴⁻⁴⁸⁾. Aquesta es va realitzar entre les dues marques de guix marcades al terra en la prova de l'*Sprint 20m*, ja que aquesta, també es realitza en aquesta distància. Per la correcta realització de la prova, es va utilitzar l'arxiu d'àudio oficial. Amb les dades extretes de la prova es va poder estimar l' $VO_{2\text{ màx.}} \text{ relativa}$ i l' $VO_{2\text{ màx.}} \text{ absoluta}$ mitjançant la fórmula: $VO_{2\text{ màx.}} = (31.025) + (3.238 \cdot V) - (3.248 \cdot A) + (0.1536 \cdot A \cdot V)$ ⁽⁵³⁾. En que V = velocitat del "palier" en que es va aturar el subjecte i A= edat del subjecte.

Anàlisi de dades

Com bé s'expressa en el títol del treball, aquest estudi té una naturalesa de prova pilot, i per tant el seu objectiu és generar dades que recolzin la hipòtesi de cara a realitzar estudis posteriors més complerts. Degut a que en el present estudi descriu el cas d'un sol individu s'han tractat les dades amb una estadística purament descriptiva.

S'han exposat les dades extretes de les diferents valoracions durant el transcurs del treball en dues taules [Taula 2 i Taula 3], s'han comentat els possibles valors rellevants a destacar i s'han representat en diferents gràfiques per a facilitar-ne la seva comprensió i proporcionar un altre punt de vista.

RESULTATS

Com bé es mostra a la *Taula 2*, i en referència als resultats obtinguts envers la flexibilitat, es contempla una millora en el 91,7% de les mesures (cadascuna del total de 12 columnes de la *Taula 2* que conté l'apartat de flexibilitat) observades si comparem les valoracions 1 i 2. Pel contrari, la comparació de les avaluacions 2 i 3, revela un empitjorament en el 100% de les mesures avaluades. Tot i que, si es realitza una comparació dels resultats de la valoració 1 amb els de la 3, és a dir, el final de la primera fase amb el final de la tercera fase, es mostra un empitjorament del 66,7% de les mesures.



Taula 2. *Mesures de flexibilitat*

Data	Pes (kg)	Talla (cm)	IMC	Longitud de les EEII (CM)		Flexibilitat (cm)												
						Quàdriceps				Isquibials				Adductors				
						Actiu		Passiu		Actiu		Passiu		Actiu		Passiu		
						E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	
VALORACIÓ 0	02/Ago/2016	50.5	164.5	18.66	80	80.5	26	28	18.5	20.8	73.5	74.5	80	85.5	81.2	90.3	106.7	107.5
VALORACIÓ 1	04/Oct/2016	50.5	164.5	18.66	80.5	80.5	27.2	28.5	16	15.5	79	74	93.7	89	91.5	87.5	100	98
VALORACIÓ 2	03/Dec/2016	49.5	165	18.18	80.5	80.7	22.5	27.5	14	16.8	85	82.5	102	95	96.5	96	108	107.5
VALORACIÓ 3	04/Feb/2017	53	165	19.47	80.5	81	26	28	16.5	17	70	74.5	84	90	83	78	93	95

Pel que respecta a les proves físiques, es veu a la *Taula 3*, que el Test de Salt horitzontal ha experimentat millora consecutivament a totes les valoracions, seguint així una dinàmica contrària a la dels resultats dels altres dos tests restants. Tal i com es mostra, el Test d'esprint 20m ha experimentat empitjorament de la valoració 0 fins a la 2, punt d'inflexió en el qual, si es compara amb la valoració 3, es revela una millora. I seguint aquesta línia, els resultats obtinguts amb la *Course Navette*, mostren que els de l'avaluació 2 són els pitjors, lloc on tot canvia i tornen a millorar els resultats si es comparen amb els de l'avaluació 3.

Però, si posem en comparació la valoració 1 amb la 3, és a dir els resultats de la primera fase amb en comparació amb els de la tercera, s'evidencia una millora de les 3 proves físiques realitzades.

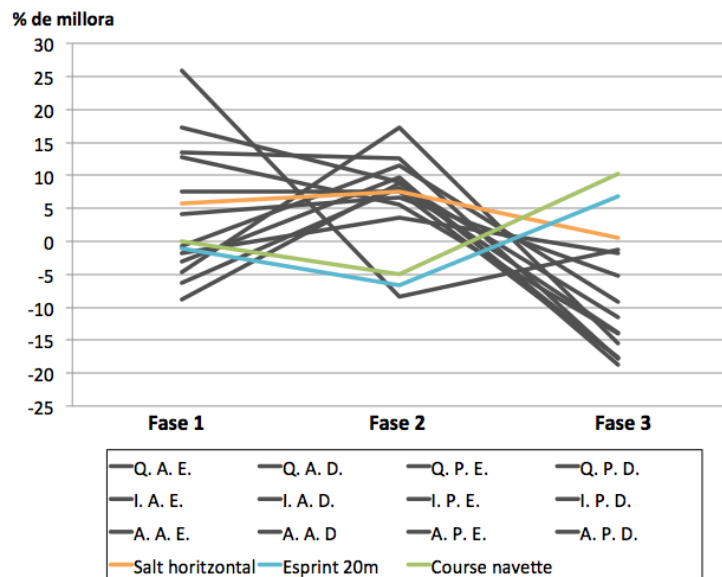
Taula 3. *Mesura de les proves físiques*

Data	Proves físiques									
	Salt Horitzontal (cm)			Sprint 20m (seg.)			Course Navette			
	1r Int.	2n Int.	3r Int.	1r Int.	2n Int.	3r Int.	Valor	VO2 màx. Relativo (ml/kg/min)	VO2 màx. Absoluta (l/min)	
	VALORACIÓ 0	02/Ago/2016	155	<u>167.3</u>	160	3.18	<u>3.10</u>	3.10	10	50.60
VALORACIÓ 1	04/Oct/2016	161	<u>177</u>	177	3.36	3.14	<u>3.13</u>	10	50.60	2.56
VALORACIÓ 2	03/Dec/2016	180.5	182	<u>190.5</u>	3.35	3.50	<u>3.34</u>	9,5	49.10	2.43
VALORACIÓ 3	04/Feb/2017	<u>191.5</u>	187	191	3.37	<u>3.10</u>	3.25	10	50.60	2.68

A la *figura 2*, presentada a continuació, es mostren els percentatges de millora i empitjorament de les mesures, tant de flexibilitat com de les proves físiques, durant el transcurs de les 3 fases de l'estudi. Totes les mesures de flexibilitat són representades en gris, ja que segueixen un corrent semblant, i les proves físiques són representades en diferents colors. En ell hi podem veure que, les dinàmiques que segueixen les proves físiques i la flexibilitat en el pic de la fase 2 (estirar abans d'entrenar) són contràries, ja que la majoria de mesures de flexibilitat milloren, però les proves físiques decauen. Al



contrari que en la fase 3 (estirar després d'entrenar), on les proves físiques milloren però la flexibilitat empitjora. Pel que respecta al salt horitzontal no segueix la mateixa línia que les altres dues proves físiques, però sempre es manté en percentatges de millora. Per últim, podem dir que la *Course Navette* i l'esprint de 20m són les dues proves físiques més afectades i que expressen més variació, segons la fase de l'experiment en la que es troben.



[Figura 2. Percentatges de millora de les mesures en flexibilitat i proves físiques.]

DISCUSSIÓ

Un cop observats els resultats expressats en l'anterior apartat, cal remarcar que aquests no són extrapolables degut al caràcter pilot de la prova, però sí que ens permeten extraure algunes conclusions de cara a futurs estudis.

En l'anàlisi dels resultats obtinguts, s'observa que la fase 2 (estirar abans d'entrenar) ha mostrat millorar la flexibilitat, però empitjorar la prova d'esprint 20m i la *Course navette*; pel contrari que a la fase 3 (estirar després d'entrenar), on s'ha mostrat que empitjora la flexibilitat, però milloren totes les proves físiques. D'aquesta manera, podem apreciar que la relació entre les proves i la flexibilitat es inversa, tot i que no proporcional, depenent del moment de realització d'un protocol d'estiraments estàtics.

Si ens centrem en les proves físiques, a la fase 2, veiem que un protocol d'aquest tipus d'estiraments, realitzat a la fase d'escalfament, proporciona una decaiguda dels resultats en la prova de velocitat, concordant amb diversos autors ^(19, 21, 54, 55, 56, 57). Una possible



hipòtesi, expressada per alguns d'ells, que busquen trobar la raó d'aquest fet, és que s'esdevingui una possible folgança al tendó causada per una disminució de la rigidesa muscular desencadenada per la realització d'estiraments estàtics ^(13, 43, 52). Això, pot alterar negativament les relacions longitud-tensió i força-velocitat, reduint així la taxa de producció de força ⁽²¹⁾. Mecanismes neurològics també han sigut exposats com a causa d'aquest fenomen. En aquest sentit, múltiples autors han trobat que els estiraments estàtics semblen inhibir l'activitat nerviosa, o com a mínim, disminuir-la, ja que la contracció muscular isomètrica durant aquests estiraments redueix l'activació dels husos musculars ^(21, 43, 52). Pel que a la resistència respecta, no s'ha trobat bibliografia que hi guardi relació. Envers el Test de Salt Horitzontal, que en aquesta fase 2 ha experimentat la seva major millora, es contradiu amb part de la bibliografia, que aconsellen excloure estiraments estàtics del escalfament quant les proves impliquen un salt ^(13, 16, 19, 21). Tot i això, existeixen autors a favor de la seva inclusió, defensant que aquest estiraments milloren les qualitats explosives del múscul estirat ⁽⁵³⁾. En aquesta fase, l'extensibilitat muscular millora, tal i com també mostra Ayala en un dels seus estudis, tot i no especificar el moment del dia en que es realitza el protocol ⁽⁵¹⁾.

En la fase 3, com s'ha vist a resultats, el 100% de les proves físiques milloren, resultats concordants amb d'altres autors com Kovacs, que recomana realitzar el protocol d'estiraments estàtics posteriorment a l'entrenament per tal de millorar el rendiment esportiu ⁽⁵⁸⁾, tot i que, no se li ha trobat més suport bibliogràfic a aquesta afirmació.

Un altre punt a destacar, ha sigut el predomini de variacions en les proves físiques. Es contempla com la *Course Navette* i el test d'esprint 20m són els més afectats pel tipus de fase, excloent així en solitari, al Test de Salt horitzontal, que ha experimentat lleus variacions. Com s'ha pogut entreveure a la bibliografia, la gran majoria d'autors estudien els efectes dels estiraments en tests de salt i de velocitat (esprint), ja que n'obtenen resultats semblants ^(13, 21, 24, 52), però en el present estudi no ha esdevingut d'aquesta manera. Tant és així, que es pot dir que, observant els resultats de l'actual estudi i posant-los en comparació amb els dels autors anteriors, a curt termini la musculatura presenta deficiències iguals en tests de salt i velocitat, però a llarg termini els resultats es mostren diferents.



També s'observa en els resultats, que en el cas de les mesures de l'extremitat inferior esquerra, quan aquesta presenta un declivi dels seus valors, aquest és de major magnitud que en el cas de l'extremitat inferior dreta. Aquesta dada però, es podria atribuir més fàcilment a la morfologia pròpia de l'esportista estudiat. I per últim fet a destacar, s'ha observat que els adductors són la musculatura més afectada, és a dir, amb més declivi de millora a la última fase, en la que totes les mesures de flexibilitat s'agreugen.

Com s'ha pogut visualitzar sobre la bibliografia envers els estiraments estàtics, la majoria defensen els efectes contraproductius d'aquests a curt termini. Però, en l'actualitat sobre aquest àmbit d'investigació, no només hi participen aquest tipus d'estiraments, sinó que també hi són presents d'altres com els estiraments dinàmics i els balístics, que presenten millors resultats i efectes beneficiosos sobre les qualitats físiques ^(19, 21, 43, 52).

Com s'ha vist, existeix bibliografia abundant i controvertida envers l'ajuda o no d'un protocol d'estiraments estàtics sobre les qualitats físiques de l'individu. Però la immensa majoria realitzen els estudis en relació als efectes aguts de l'estirament, i no a llarg termini com l'actual estudi. Es per això, que les argumentacions i suports de les afirmacions i hipòtesis formulades en aquesta discussió, no són aplicables al 100%. Seguir la línia de treball del present estudi podria ser clau per a determinar els efectes dels estiraments estàtics durant períodes llargs, i també, observar el millor moment de realitzar-los en el transcurs de l'entrenament, optimitzant d'aquesta manera el temps de l'entrenament d'esportistes amateurs. Degut a la facilitat de realització observada després de la prova pilot, el no excessiu temps de duració de l'estudi, així com el nombre assequible de participants per a la significació d'aquest [Annex 2] i el baix cost, els autors troben factible la realització total de la prova pilot duta a terme.

D'altra banda, aquesta prova pilot pot esdevenir una pauta d'inici per a estudis similars amb diferents investigacions i anàlisi. Tot això seria interessant per tal d'encarar línies de treball de molts altres estudis relacionats amb els estiraments, de diferents tipus, que no extreuen resultats significatius a llarg termini, i a partir dels quals ha sorgit la iniciativa de realitzar la recent prova pilot.



Limitacions

Tot i el rigor metodològic emprat, l'estudi exposat consta d'algunes limitacions que podrien ser millorades en a una futura investigació a gran escala, com per exemple, el control estricte dels entrenaments emprats en cada fase. Tot i que es van valorar els dies d'entrenament en cada període i es van estandarditzar els tipus d'entrenament que es realitzaven, qualsevol petita modificació en els entrenaments durant algun dels períodes podria afectar-ne els resultats. També seria convenient disposar d'un material d'anàlisi professional per a les avaluacions pre i post-període per tal de no acumular error en les dades obtingudes i que permetés seguir una línia de treball basada en les mesures cineantropomètriques. Aquest material podria ser: un analitzador corporal, sistema de cronometratge elèctric o bé una plataforma de CMJ (*Countermovement Jump*) de manera que substituïrem el salt horitzontal per un anàlisi de salt vertical amb CMJ ⁽⁴⁹⁾.

Es va observar també que el control de variables que podrien afectar als resultats de l'estudi i a l'efecte dels estiraments va ser acurat però no suficient, d'aquesta manera observem que, les condicions ambientals com el vent, temperatura i humitat no van poder ser controlades degut a la indisposició d'un espai tancat i climatitzat on poder realitzar les avaluacions ⁽¹³⁾. El temps de descans entre els períodes 2 i 3, així com les pauses entre els diferents intents i proves d'avaluació també podrien esdevenir un biaix en l'obtenció dels resultats, tot i que no s'ha trobat bibliografia que especifiqui el temps òptim per a cada una de les fases.

La limitació més específica de la prova pilot duta a terme ha estat l'edat del subjecte (16 anys), ja que aquest es troba en una fase puberal del creixement en la qual encara pot patir modificacions físiques pròpies del creixement i del sistema hormonal ⁽⁵⁰⁾. Seria interessant, afegir en els criteris d'exclusió edats inferiors als 18 anys, on es considera finalitzada l'etapa de creixement.

Línies futures de treball

Dins el marc dels resultats obtinguts a la prova pilot, s'observen diferents línies de treball que poden ser interessants per a la realització amb un major nombre de participants, podent d'aquesta manera, determinar la significació dels resultats observats en aquest únic subjecte que va dur a terme la prova pilot. Es pot afirmar doncs, que és d'interès realitzar l'estudi complet amb les modificacions que s'exposen dins d'aquest



mateix apartat, i amb una mostra, recomanada pels autors, de mínim 50 participants.
[Annex 2]

La funcionalitat de la prova pilot realitzada podria ser diversa, i estar encarada a diferents tipus d'estudis, com per exemple, l'efecte d'estiraments balístics a llarg termini, l'aplicació de la rutina d'estiraments conjuntament abans i després de l'entrenament, la comparació de diferents tipologies o programes d'estiraments, o fins i tot, ser aplicat en altres aspectes esportius fora del marc dels estiraments, sense oblidar la que ha estat la línia de treball d'aquesta prova, l'efecte dels estiraments estàtics en esportistes amateurs.

Els autors veuen interessant també aplicar aquesta metodologia en altres grups musculars, degut a que no tots els grups musculars responen de la mateixa manera als estiraments, i també en diferents esports i activitats, ja que l'especificitat d'aquestes poden mostrar una diferència en els resultats que se n'obtinguin ⁽¹³⁾.

Conclusions

Els resultats del present estudi, mostren una relació envers el moment de realització de l'estirament i les qualitats físiques com la flexibilitat, la força explosiva, la velocitat, i la resistència. D'aquesta manera, un protocol d'entrenament en el que s'inclou una rutina d'estiraments estàtics actius durant l'escalfament, sembla proporcionar millora en la flexibilitat, però empitjorament a la resta de qualitats físiques prèviament esmentades. Per altra banda, un protocol d'entrenament que inclogui la mateixa rutina d'estiraments a la fase de refredament, podria indicar l'efecte contrari al primer protocol. Per tant, els autors consideren important el moment de realització dels estiraments estàtics durant l'entrenament segons l'objectiu desitjat.

No obstant, cal recordar que aquestes conclusions són extretes d'una prova pilot, necessitant un major recolzament bibliogràfic i estadístic per a la seva significació.



BIBLIOGRAFIA

- 1- Ayala F, et Al. Acute and Time-Course Effects of Traditional and Dynamic Warm-Up Routines in Young Elite Junior Tennis Players. *PLoS One*. 2016 Apr 12;11(4):e0152790.
- 2- Morales-Artacho AJ, Lacourpaille L, Guilhem G. Effects of warm-up on hamstring muscles stiffness: Cycling vs foam rolling. *Scand J Med Sci Sports*. 2017 Jan;26.
- 3- McCrary JM, Ackermann BJ, Halaki M. A systematic review of the effects of upper body warm-up on performance and injury. *Br J Sports Med*. 2015 Jul;49(14):935-42.
- 4- Edwards DA, Kurlander LS. Women's intercollegiate volleyball and tennis: effects of warm-up, competition, and practice on saliva levels of cortisol and testosterone. *Horm Behav*. 2010 Sep;58(4):606-13.
- 5- Taylor KL, Sheppard JM, Lee H, Plummer N. Negative effect of static stretching restored when combined with a sport specific warm-up component. *J Sci Med Sport*. 2009 Nov;12(6):657-61.
- 6- 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 Aug;19(3):684-8.
- 7- Bazett-Jones DM, Gibson MH, McBride JM. Sprint and vertical jump performances are not affected by six weeks of static hamstring stretching. *J Strength Cond Res*. 2008 Jan;22(1):25-31.
- 8- Behm DG, Blazevich AJ, Kay AD, McHugh M. Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2016 Jan;41(1):1-11.



- 9- Beauliau J. Developing a stretching program. *Physician and Sports Medicine*. 1981;9(11):59-69.
- 10- Tramunt M. Los estiramientos: apuntes metodológicos para su aplicación. *Aloma: revista de psicología, ciencias de l'educació i de l'esport Blanquerna* 21. 2007: 203-221.
- 11- Moras G. Amplitud de moviment articular i la seva valoració. Test flexomètric [Tesi Doctoral]. Barcelona: Universitat de Barcelona, Facultat d'INEFC; 2003.
- 12- Ayala F, de Baranda Andújar PS. Effect of 3 different active stretch durations on hip flexion range of motion. *J Strength Cond Res*. 2010 Feb;24(2):430-6.
- 13- Oliveira FC, Rama LM. Static stretching does not reduce variability, jump and speed performance. *Int J Sports Phys Ther*. 2016 Apr;11(2):237-46.
- 14- Unick J, Kieffer HS, Cheesman W, Feeney A. The acute effects of static and ballistic stretching on vertical jump performance in trained women. *J Strength Cond Res*. 2005;19:206-212.
- 15- Young WB, Elliott S. Acute effects of static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation stretching, and maximum voluntary contractions on explosive force production and jumping performance. *Res Quart Exerc Sport*. 2001;72:273-279.
- 16- Young WB, Behm DG. Effects of running, static stretching and practice jumps on explosive force production and jumping performance. *J Sports Med Phys Fitness*. 2003;43:21-27.
- 17- 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..



- 18- Wong P-L, et Al. Three days of static stretching within a warm-up does not affect repeated-sprint ability in youth soccer players. *J Strength Cond Res.* Mar 2011;25:838-845.
- 19- Ayala F, et Al. Efecto agudo del estiramiento sobre el rendimiento físico: el uso de los estiramientos en el calentamiento CCD. 2011;6.16:27-36.
- 20- Kovacs, M. The argument against static stretching before sport and physical activity. *Athletic Therapy Today.* 2006;2(3),6-8.
- 21- Jerez-Mayorga D, Contreras-Díaz G, Campos-Jara C. Efectos agudos de diferentes protocolos de estiramiento en la capacidad de salto vertical y sprint en futbolistas universitarios. *Horizonte: Ciencias de la Actividad Física.* 2013;105.
- 22- Alpkaya U, Koceja D. The effects of acute static stretching on reaction time and force. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.* 2007;47(2),147-150.
- 23- Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendón structures in vivo. *J Appl Physiol.* 2001 Feb;90(2):520-7.
- 24- Bazett-Jones DM, Gibson MH, McBride JM. Sprint and vertical jump performances are not affected by six weeks of static hamstring stretching. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 2008;22(1),25-31.
- 25- Cramer JT, et Al. Acute effects of static stretching on characteristics of the isokinetic angle - torque relationship, surface electromyography, and mechanomyography. *J Sports Sci.* 2007 Apr;25(6):687-98.
- 26- Lima CD, et Al. Acute Effects of Static vs. Ballistic Stretching on Strength and Muscular Fatigue Between Ballet Dancers and Resistance-Trained Women. *J Strength Cond Res.* 2016 Nov;30(11):3220-3227.



- 27-Ogura Y, Miyahara Y, Naito H, Katamoto S, Aoki J. Duration of static stretching influences muscle force production in hamstring muscles. *J Strength Cond Res.* 2007 Aug;21(3):788-92.
- 28-Su H, Chang NJ, Wu WL, Guo LY, Chu IH. Acute Effects of Foam Rolling, Static Stretching, and Dynamic Stretching During Warm-Ups on Muscular Flexibility and Strength in Young Adults. *J Sport Rehabil.* 2016 Oct 13:1-24.
- 29-Bacurau RFP, et Al. Acute effect of a ballistic and a static stretching exercise bout on flexibility and maximal strength. *J Strength and Cond Research.* 2009;23(1), 304-308.
- 30-Brandenburg JP. Duration of stretch does not influence the degree of force loss following static stretching. *J Sports Med Phys Fitness.* 2006 Dec;46(4):526-34
- 31-Hough PA, Ross EZ, Howatson G. Effects of dynamic and static stretching on vertical jump performance and electromyographic activity. *J Strength Cond Res.* 2009 Mar;23(2):507-12.
- 32-Chan SP, Hong Y, Robinson PD. Flexibility and passive resistance of the hamstrings of young adults using two different static stretching protocols. *Scandinavia J of Med Scien Sports,* 2001;11(2),81-86.
- 33-Webright WG, Randolph BJ, Perrin, DH. Comparison of nonballistic active knee extension in neural slump position and static stretch techniques on hamstring flexibility. *Journal of Orthopaedic y Sports Physical Therapy.* 1997;26(1),7-13.
- 34-Cipriani D, Abel B, Pirrwitz D. A comparison of two stretching protocols on hip range of motion: implications for total daily stretch duration. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 2003;17(2),274–278.



- 35- Rubley MD, Brucker JB, Ricard MD. Flexibility retention 3 weeks after a 5-day training regime. *Journal of Sports Rehabilitation*. 2001;10,105-112.
- 36- Ramos D, Gonxález JL, Mora J. Propuesta de tests de evaluación de la movilidad articular y estudio de los acortamientos musculares en una población de educación secundaria obligatòria. *Efdeportes* [Revista digital]. Jun 2007 [citad 23 Maig 2017] 109(1). Disponible a: <http://www.efdeportes.com/efd109/propuesta-de-tests-de-evaluacion-de-la-movilidad-articular.htm>
- 37- Quintana E, Albuquerque F. Evidencia científica de los métodos de evaluación de la elasticidad de la musculatura isquiosural. *Osteopatía Científica* 2008 Set;3:115-24
- 38- Gallardo J. Desequilibrios y compensaciones musculares en osteopatía dinámica de pubis: a propósito de un caso [Trabajo final de grado]. Soria: Universidad de Valladolid. Escuela Universitaria de Fisioterapia; 2014
- 39- Thompsen AG, Kackley T, Palumbo MA, Faigenbaum AD. Acute effects of different warm-up protocols with and without a weighted vest on jumping performance in athletic women. *J Strength Cond Res*. 2007 Feb;21(1):52-6.
- 40- Faigenbaum AD, Bellucci M, Bernieri A., Bakker B, Hoorens K. Acute effects of different warm-up protocols on fitness performance in children. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2005;19(2), 376-381.
- 41- Harman E, Pandorf C. Principles of test selection and administration. In *Essentials of Strength Training and Conditioning*. T Baechle and R Earle, Human Kinetics. 2000; (2)275–307.
- 42- Sevillano JM, Peleteiro J, Rodríguez JA, Presa JL, de PazH, García-López J. Valoración de los efectos de una pretemporada en equipos de fútbol, mediante la aplicación de una batería de test. *RendimientoDeportivo* [Revista digital]. Gen



- 2002 [citat 23 Maig 2017] 11(2). Disponible a:
https://www.researchgate.net/profile/Juan_Garcia-Lopez/publication/301989115_Valoracion_de_los_efectos_de_una_pretemporada_en Equipos_de_futbol_mediante_la_aplicacion_de_una_bateria_de_test/links/572d2b8708ae7441518e6c52.pdf
- 43- Fletcher IM., Jones B. The effect of different warm-up stretch protocols on 20-m sprint performance in trained rugby union players. *J Strength Cond. Res.* 2004;18(4):885-888.
- 44- Lara Sánchez AJ, García Franco J, Torres-Luque G, Zagalaz Sánchez M. Anàlisi del condicionament físic dels bombers en funció de l'edat. *Apunts Med Esport.* 2013;48(177):11-16.
- 45- Gadoury C, Leger L. Validite de l'épreuve de course navette de 20 m avec paliers de une minute et du physitest canadien pour predire le VO₂ max des adultes. *Revue Staps.* 1985;57-68
- 46- Jódar R. Revisión de artículos sobre la validez de la prueba de Course Navette para determinar de manera indirecta el VO₂ máx. *Rev Int de Med Cienc Act Fís Deporte.* 2003;11(3):173-181.
- 47- Alvarez Medina J, Corona P, Jiménez L, Manonelles P. Importancia del VO₂ máximo y de la capacidad de recuperación en los deportes de prestación mixta. Caso práctico: fútbol-sala. *Archivos de Medicina del Deporte.* Jun 2001;18(86):577-583.
- 48- Martínez López EJ. Aplicación de la prueba de Cooper, Course Navette y test de Ruffier. Resultados y análisis estadístico em Educación Secundaria. *Rev Int de Med Cienc Act Fís Deporte.* Set 2004;4(15):163-182.
- 49- Bosco C. La valoración de la fuerza mediante el test de Bosco. Barcelona: Paidotribo. 1994.



- 50- Rosenbloom A, L, Fisiología del crecimiento. Ann Nestlé [Esp] 2007;65:99-110
- 51- Ayala F, Sainz de Baranda P. Efecto del estiramiento activo sobre el rango de movimiento de la flexión de cadera: 15 versus 30 segundos. European Journal of Human Movement. 2008;20,1-14
- 52- Ayala, F, Sainz de Baranda, P. Efecto agudo del estiramiento sobre el sprint en jugadores de fútbol de división de honor juvenil. Revista Internacional de Ciencias del Deporte. 2010; 18(6),1-12.
- 53- 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;25(11):2991-2998.
- 54- Fletcher IM, Anness 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;21:784-787.
- 55- Fletcher IM, Jones B. The effect of diferent warm-up stretch protocols on 20 meter sprint performance in trained rugby union players. J Strength Cond Res. 2004;18:885-888.
- 56- Little T, Williams AG. Effects of differential stretching protocols during warm-ups on high-speed motor capacities in professional soccer players. J Strength Cond Res. 2006;20:203-207.
- 57- Faigenbaum AD, Kang J, McFarland J, Bloom JM, Magnatta J, Ratamess NA, Hoffman JR. Acute effects of diferent warm up protocols on anaerobic performance in teenage athletes. Pediatric Exercise Science. 2006;17,64-75.
- 58- Kovacs, M. The argument against static stretching before sport and physical activity. Athletic Therapy Today. 2006;2(3),6-8



- 59- Esnault M, Viel E. Stretching: estiramientos de las cadenas musculares. 2a ed. Barcelona: Masson; 2003.
- 60- Thompsen AG, Kackley T, Palumbo MA, Faigenbaum AD. Acute effects of different warm-up protocols with and without a weighted vest on jumping performance in athletic women. J Strength Cond Res. 2007 Feb;21(1):52-6.

ANNEX 1⁽⁵⁹⁾

Núm.	Full d'estiraments						TFG Fisioteràpia 2016-2017	
1	Glutis							
	Series	1 per cama	Repeticions	3	Temps	20"	Total	2 minuts
2	Quàdriceps							
	Series	1 per cama	Repeticions	3	Temps	20"	Total	2 minuts
3	Isquiotibials							
	Series	1 per cama	Repeticions	3	Temps	20"	Total	2 minuts
4	Adductors							
	Series	1	Repeticions	3	Temps	20"	Total	1 minut
5	Tríceps sural							
	Series	1 per cama	Repeticions	3	Temps	20"	Total	2 minuts
AUTORS: Xavier Garcia de Soria, Enric Gómez i Roger Gracian							TEMPS TOTAL	9 minuts



ANNEX 2

CÀLCUL DE LA MOSTRA

En el següent apartat s'explica com s'ha realitzat el càlcul mínim de mostra necessari per a que els resultats que s'obtinguin, en la realització a gran escala de la prova pilot proposada en el nostre estudi, siguin fiables.

Com es reflecteix a l'estudi, el nombre de participants per a l'obtenció d'uns resultats significatius, segons els càlculs teòrics, ha de ser aproximadament de $n=50$.

Per a l'obtenció d'aquest nombre s'ha calculat el nombre de participants necessaris per a cadascuna de les proves de test que es realitzen en l'estudi: Salt horitzontal, Test de esprint de 20m i Course Navette (ja que el càlcul de mostra teòric ha de ser individualitzat segons la prova), i se n'ha seleccionat el nombre més gran, afegint-li un petit nombre de participants per evitar una reducció excessiva de la mostra en casos com lesions, abandonament de l'estudi, o demés motius imprevisibles.

Per a realitzar els càlculs s'ha utilitzat el calculador de mostra online de la UBC (The University of British Columbia) on s'han introduït les dades de normalitat i desviació estàndard (DE) obtingudes a partir de diversos estudis específics de cada test ^(43, 44, 60) i els càlculs teòrics de millora fiable. Tot això assumint un nivell de confiança del 95%.

A partir d'aquí s'han obtingut les següents dades:

- SALT HORITZONTAL:

Enter a value for μ_1 :	177.2
Enter a value for μ_2 :	187.2
Enter a value for sigma:	18.8
<input checked="" type="radio"/> 1 Sided Test	
<input type="radio"/> 2 Sided Test	
Enter a value for α (default is .05):	.05
Enter a value for desired power (default is .80):	.80
The sample size (for each sample separately) is:	44



- SPRINT 20m:

Enter a value for μ_1 :	3.27
Enter a value for μ_2 :	3.43
Enter a value for sigma:	0.17
• <input checked="" type="radio"/> 1 Sided Test	
• <input type="radio"/> 2 Sided Test	
Enter a value for α (default is .05):	.05
Enter a value for desired power (default is .80):	.80
The sample size (for each sample separately) is:	14

- COURSE NAVETTE:

Enter a value for μ_1 :	49.90
Enter a value for μ_2 :	52.90
Enter a value for sigma:	5.36
• <input checked="" type="radio"/> 1 Sided Test	
• <input type="radio"/> 2 Sided Test	
Enter a value for α (default is .05):	.05
Enter a value for desired power (default is .80):	.80
The sample size (for each sample separately) is:	40

Així doncs els càlculs teòrics de mostra conclouen que el nombre mínim de participants que finalitzin l'estudi ha de ser de 46 per a que els resultats siguin fiables, el qual els realitzadors d'aquest estudi recomanen augmentar fins a $n=50$ per a evitar imprevistos.