

EFFECTES DE 8 SETMANES D'ENTRENAMENT PLIOMÈTRIC I D'ARROSSEGAMENTS EN EL RENDIMENT DE SALT VERTICAL I ESPRINT

Francisco GARCÍA RAMOS

4t curs Grau en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport

Treball Final de Grau

Tutor: Javier Peña López

Facultat d'Educació, Traducció i Ciències Humanes

Universitat de Vic

Vic, maig de 2015

Índex

1. Resum.....	3
2. Introducció	4
3. Material i mètode.....	9
3.1. Participants.....	9
3.2. Instruments	9
3.3. Procediment	10
3.3.1. Protocol d'arrossegaments	10
3.3.2. Protocol de salts pliòmètrics.....	11
3.3.3. Protocol de realització dels tests	12
3.4. Variables i anàlisi estadística	13
4. Resultats	14
4.1. Efecte de 8 setmanes d'entrenament pliomètric i d'arrossegaments.....	14
4.1.1. Anàlisi de diferències en l'alçada (cm) dels salts verticals (SJ i CMJ)	15
4.1.2. Anàlisi de diferències en temps de les proves d'esprint (10m i 30m)	15
5. Discussió	17
6. Conclusions.....	19
7. Aplicacions pràctiques.....	20
8. Perspectives de futur	21
9. Principals conclusions.....	21
10. Agraïments	22
11. Referències bibliogràfiques.....	23

1. Resum

En aquest estudi s'han analitzat els efectes d'un entrenament pliomètric i d'un entrenament amb arrossegaments de trineu realitzat durant 8 setmanes sobre el rendiment en proves de potència de salt vertical (SJ i CMJ) i en la velocitat d'acceleració mesurada en un esprint de 30 metres (temps parcial a 10m). L'estudi ha inclòs dos grups experimentals que van realitzar un dels dos tipus d'entrenament, i un grup de control. Van participar 30 jugadors amateurs de futbol del club Fundació Esportiva UE Tona, dels quals 4 van quedar fora de l'estudi durant el període d'entrenament degut a lesions produïdes durant el transcurs d'aquest, per tant, la mostra final va ser de 26 jugadors amb una mitjana d'edat de $21,38 \pm 2,53$ anys, una alçada mitjana de $177,22 \pm 6,19$ cm i una mitjana de pes corporal de $78,78 \pm 12,13$ kg. El programa d'entrenament va incloure dos dies d'entrenament pliomètric i dos dies d'entrenament amb arrossegament de trineu pels grups de pliometria i arrossegaments respectivament, que es van realitzar durant 8 setmanes consecutives amb una càrrega diferent entre les primeres 4 setmanes i les 4 últimes. Abans de fer els entrenaments es va realitzar un pre-test amb plataforma de contactes per mesurar la potència de salt en *Squat Jump* (SJ) i *Counter Movement Jump* (CMJ) amb plataforma de contactes CHRONOJUMP Boscosystem® i un esprint de 30 metres mesurat amb les fotocèl·lules WITTY (Wireless Training Timer) de MICROGATE. Un cop acabat el període d'entrenament es van realitzar els post-tests amb els mateixos aparells. En els resultats podem veure, a través de l'anàlisi descriptiu i de les mitjanes de les diferents variables com hi ha una millora de rendiment en les proves de salt vertical (SJ i CMJ) en els 3 grups d'estudi. Pel que fa a les proves d'esprint, a la prova de 10 metres es veuen millores en el grup de control i en el grup de pliometria; i en l'esprint de 30 metres només millora el grup de control. Tot i observar aquestes millores en el rendiment a partir de les mitjanes obtingudes, l'anàlisi estadística realitzat a partir d'una prova ANOVA no mostra diferències significatives entre els diferents grups entre pre-test i post-test.

Paraules clau: pliometria, arrossegaments de trineu, potència, acceleració, esprint 10 m i 30m, test de salts (SJ i CMJ).

2. Introducció

El present treball és tot un recull teòric-pràctic de l'estudi que he fet amb motiu de la realització del Treball Final de Grau, el qual, està immers dins del Grau en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport (CAFE) i més concretament en aquest 4t i últim curs en el que em trobo. Es mostrarà tot el procés que s'ha portat a terme per la realització del treball. Degut a la temàtica i al tipus d'estudi realitzat, que és semblant a altres que podem trobar en diferents revistes biomèdiques o científiques, vaig acordar amb el meu tutor que utilitzaria al llarg de tot el treball l'estil de citació de Vancouver.

El futbol és un esport intermitent i la capacitat de produir accions explosives és important per tenir-hi èxit (2,14,25). Aquestes accions requereixen una gran producció de força en un temps molt reduït (<100 milisegons) (13,19). Algunes d'aquestes accions poden ser els xuts, els salts per rematar de cap (13,25) i l'acceleració (8). Pel que fa a l'acceleració es veu com un predictor independent del rendiment en el futbol durant la infància i l'edat adulta (25).

En un partit de futbol, es jugui en la posició que es jugui, una bona acceleració pot fer que un jugador arribi abans que un altre a una pilota dividida o pugui sortir vencedor d'un contraatac o un acció defensiva, per tant, "la millora en el rendiment de la velocitat és un benefici important en diferents esports, ja que aquest fet pot permetre a un jugador arribar a la pilota abans que l'oponent", Stolen et al. (2005) (citada a 22, p575). Aquest fet em planteja el dubte de quin manera es pot entrenar millor la velocitat d'acceleració, per tant, l'objectiu del treball seria el de comparar l'entrenament de la velocitat d'acceleració amb dos mètodes diferents, treball pliomètric i arrossegaments. Al llarg del grau hem pogut veure diferents mètodes d'entrenament, i ara és el moment de posar-los en pràctica. El fet de voler realitzar aquest estudi comparatiu és degut a que porto molts anys en el món del futbol, i un cop acabi el grau m'agradaria encarregar-me de la preparació física d'algun equip de futbol. En el rendiment sempre es busca més, millors resultats, millors mètodes per entrenar, i amb aquest estudi podem veure amb quin mètode s'obtenen millors resultats en la millora de la velocitat d'acceleració, si es dona el cas que aquesta millora.

L'esprint és una qualitat important en el rendiment de molts esports, tant d'equip com individuals. A més, en moltes ocasions aquesta qualitat està present en gran part de les accions decisives d'aquestes especialitats (18). Tot i que la velocitat és molt important en la majoria de les situacions de joc en el futbol, l'acceleració és més important, ja que les

distàncies recorregudes pels jugadors en un esforç màxim són relativament curtes (20m) i aquesta pot ser decisiva en la determinació del resultat final del joc (27).

Quan parlem d'acceleració, ens referim al canvi en la velocitat de desplaçament que permet a un jugador arribar a la màxima velocitat en el menor temps possible (18). Alguns autors ens diuen que la fase d'acceleració de l'esprint va de 0 a 10 metres (11) ja que la durada de l'esprint és inferior als 2 segons (16), per tant, el rendiment en distàncies de 10 metres o menys, i la velocitat de les primeres passes, són indicadors clau del potencial del jugador de futbol (26). D'altra banda, altres autors parlen d'acceleració durant els primers 20 o 30 metres, ja que la distància mitjana recorreguda en esprint en el futbol és de 17 metres (17), o està al voltant d'uns 18 o 19 metres, té una durada d'entre 2,04 i 2,6 segons (12,25,26) i es repeteix cada 90 segons aproximadament (25,26). És per això que un millor rendiment en la fase d'acceleració tindrà una gran importància en el futbol. En aquesta fase d'acceleració hi ha una producció de força explosiva concèntrica, per tant, al principi d'un esprint, la capacitat per produir potència i força explosiva ajudarà a produir més velocitat en la fase d'acceleració (17).

Com ja hem vist, la velocitat i l'acceleració són components essencials en esports d'equip com pot ser el futbol, però en aquest esport difícilment s'assoleix la velocitat màxima. És per això que la fase d'acceleració té més importància que la fase de màxima velocitat en l'entrenament (15). Dos dels principals mitjans per la millora de l'acceleració són:

- *Els multisalts (o pliometria)*. Per entendre en què consisteix la pliometria, hem de tenir presents diferents aspectes. En primer lloc, s'ha de dir que les accions explosives durant el futbol que es comentaven anteriorment (esprints, canvis de direcció, salts, xuts...) produeixen en la unitat múscul-tendinosa un estirament (contracció excèntrica) seguit directament d'un escurçament (contracció concèntrica), que és el que es coneix com a *stretch shortening cycle* (SSC) o cicle d'estirament - escurçament. Aquest SSC és la part integral de l'entrenament pliomètric, ja que millora la capacitat de produir els màxims nivells de força en el menor temps possible (5,7,22,25,26) i la capacitat de tolerar càrregues d'estirament en la unitat múscul-tendinosa (5,23). Segons Brooks (1996) (citada a 5), és un tipus d'entrenament dissenyat per produir moviments ràpids i potents, per tant, consisteix en la realització de diferents salts (SJ, CMJ, ABK, DJ...) amb o sense sobrecàrregues. Andrew (2010) (citada a 5) i Hornillos (12), ens indiquen que en l'exercici pliomètric hi ha primer un estirament muscular (fase excèntrica), una fase molt curta de repòs (fase d'amortiment) i un moviment explosiu d'escurçament del

múscul (fase concèntrica). Els exercicis pliomètrics són, per tant, un tipus d'entrenament important per l'aplicació i la millora del SSC. Els multisalts els podem dividir en verticals i horitzontals. Pel que fa a la pliometria, trobem estudis en els que es demostra que gràcies a aquest mètode es millora la manifestació de força explosiva i elàstica-explosiva (1,7,8), manifestacions de la força que es donen també en la fase d'acceleració dels esprints (3). Aquestes millores es poden explicar a partir de dos models:

- *Model mecànic dels exercicis pliomètrics:* Asmussen i Bonde-Peterson (1974), Cavagna et al. (1965) i Hill (1970) (citats a 6), ens indiquen que en aquest model mecànic l'energia elàstica és emmagatzemada en el component elàstic en sèrie després d'un estirament ràpid i que quan aquest està seguit d'una acció muscular concèntrica, aquesta energia és alliberada augmentant la producció total de força.
- *Model neurofisiològic dels exercicis pliomètrics:* segons el model neurofisiològic, com ens expliquen Bosco et al. (1982), Bosco i Komi (1979), Bosco et al. (1981) i Kilani (1989) (citats a 6), la resposta que es dona a l'estirament és l'aparició del reflex miotàtic o d'estirament, que és una resposta involuntària provocada per l'estimulació dels fusos musculars, òrgans propioceptors sensibles a l'estirament. Quan s'estiren, provoquen una resposta reflexa que augmenta l'activitat del múscul agonista incrementant la producció de força.
- *Els arrossegaments.* Segons Cronin i Hansen (2006) (citats a 4), l'arrossegament de trineu és el mètode resistit més comú per el desenvolupament del rendiment en l'esprint, i des d'un punt de vista cinemàtic, és recomanat, juntament amb els esprints en pujades, per millorar el rendiment en la fase d'acceleració. Aquest mètode consisteix en arrossegar un petit trineu enganxat per mitjà d'una corda a un arnès que l'esportista porta subjecte a la cintura o les espatlles. "Els mètodes resistits són entrenaments en els que s'imita la tècnica específica de l'esprint afegint una sobrecàrrega a l'esportista" Costello (1985), Delecluse (1997), Delecluse et al. (1995) i Murray et al. (2005) (citats a 4, p20) i per tant, "serveixen perquè els músculs utilitzats en els esprints treballin en sobrecàrrega" Faccioni (1994a, 1994b) (citats a 4, p20). Existeix poca bibliografia pel que fa a la càrrega i intensitat de l'exercici, però Jakalski (1998), Letzelter et al. (1995) i Lockie et al. (2003) (citats a 4) recomanen que perquè un mètode resistit sigui efectiu, no s'ha de produir una pèrdua de velocitat de més del

10%. En la mateixa línia, Hornillos (12) suggereix que la càrrega ha de permetre realitzar els 30 metres amb un temps no superior en 1 segon al que es realitza només amb el pes corporal i que el pes no ha de ser molt elevat per no interferir negativament en la tècnica de cursa i per realitzar millores en la corba de força-velocitat.

Diferents estudis han demostrat que l'entrenament pliomètric i l'entrenament amb arrossegaments milloren el rendiment en proves de velocitat (7,8,11,16,20,22,25,26), i concretament, uns arrossegaments de trineu amb altes càrregues milloren la velocitat d'acceleració (2-4,11,18,27). Basant-me en els resultats d'aquests estudis, i en els anys que he entrenat i utilitzat aquests mètodes d'entrenament, crec que el millor mètode per entrenar la velocitat d'acceleració és el d'arrossegaments, ja que s'acosta més al gest tècnic que l'esportista realitza quan córrer. Per demostrar això duré a terme un estudi amb un grup de futbolistes que consistirà en la realització d'un període d'entrenament de 8 setmanes en el que es treballaran la pliometria i els arrossegaments de trineu com a mètodes d'entrenament per millorar la velocitat d'acceleració.

Estudis com el d'Spinks et al. (27) o Zafeiridis et al. (2005) (citats a 3) demostren les millores significatives en diferents accions esportives degut a la utilització dels arrossegaments de trineu, per tant, partim de la base que aquest mètode d'entrenament produeix millores en l'organisme i per tant en el rendiment esportiu. Cal dir per això, que alguns autors han suggerit que els arrossegaments de trineu no són un benefici pel rendiment de la velocitat ja que alteren la tècnica de l'esprint i per això es recomanen càrregues del 12 -13% del pes corporal aproximadament per l'entrenament amb arrossegament de trineu per tal d'afectar el menys possible a les variables cinemàtiques de la tècnica de l'esprint (15). Algunes d'aquestes variables que afecten a la velocitat en el moment de córrer són l'amplitud de la gambada, la freqüència de pas, el temps de contacte amb el terra, la inclinació del tronc i el temps de vol (16,27).

Després de realitzar una meta-anàlisi sobre els entrenaments de pliometria i els entrenaments amb arrossegaments de trineu, compararé els resultats amb els del meu treball per veure la relació que hi ha i si podem extreure noves conclusions. "La meta-anàlisi és un enfocament quantitatiu en el que els resultats dels estudis individuals que tracten un problema comú són estadísticament integrats i analitzats" Hedges i Olkin (1985), (citats a 22, p578). En el cas del meu estudi, la meta-anàlisi de Sáez et al. (22) pot augmentar el tamany de la mostra i pot

proporcionar una estimació més precisa dels efectes dels exercicis pliomètrics en el rendiment de la velocitat. Serà un treball complex, on hi haurà una recerca important d'articles científics basats en aquests mètodes d'entrenament i un treball de camp amb esportistes per veure si el que hi ha a la bibliografia es dona també en el meu treball. Utilitzaré la plataforma de contactes per realitzar els tests de salts (SJ i CMJ) i les fotocèl·lules per mesurar el temps en els 30 metres, amb parcials cada 10 metres.

En un SJ, es realitza una acció muscular concèntrica (21) precedida d'una fase isomètrica breu que permet valorar la força explosiva dels membres inferiors, la capacitat de reclutament d'unitats motores i la capacitat de sincronització de les miofibrilles que intervenen en la contracció muscular (9). Pel que fa al CMJ, que es realitza degut al cicle d'estirament-escurçament (CEE), és una acció excèntrica precedida d'una acció concèntrica (21) i s'analitza la força explosiva amb reutilització d'energia elàstica aprofitant el reflex miotàtic. També valora la capacitat de reclutament nerviós i la coordinació intermuscular i intramuscular (9).

Seguint amb aquest apartat d'introducció, m'agradaria comentar també que a l'hora de realitzar entrenaments i analitzar resultats, segons Ross et al. (2001) (citats a 4), hem de tenir en compte el principi d'especificitat en l'entrenament, el qual, és determinant per el rendiment en cada modalitat esportiva. El principi d'especificitat ens indica que "les adaptacions dels esportistes són específiques en relació amb l'entrenament realitzat", Young (2006) (citats a 4, p19)., i per tant, "l'entrenament ha de ser específic en relació amb el patró de moviment, la velocitat de contracció muscular, el tipus de contracció i la força d'aquesta", Sale i MacDougall (1981) (citats a 4, p19). L'entrenament específic té un benefici sobre el rendiment a curt termini i en esportistes entrenats, però pot produir resultats negatius si s'utilitza de forma continuada (4).

Per realitzar l'anàlisi de les dades obtingudes en el treball utilitzaré el programa SPSS v.19. El primer pas un cop recollides les dades dels participants (edat, pes, alçada) i recollits els primers resultats amb el pre-test, serà fer 3 grups, que s'hauran de comparar per veure si són homogènis o no. Les variables dependents seran l'alçada dels salts i el temps en 10 i 30 metres i les variables independents el tipus d'entrenament.

3. Material i mètode

3.1. Participants

Han participat 30 jugadors de futbol de la Fundació Esportiva UE Tona, 4 dels quals van quedar fora de l'estudi per lesionar-se durant el transcurs d'aquest i no poder realitzar les 8 setmanes d'entrenament. Les característiques del grup són les següents: una mitjana d'edat de $21,38 \pm 2,53$ anys, una alçada mitjana de $177,22 \pm 6,19$ cm i una mitjana de pes corporal de $78,78 \pm 12,13$ kg. Tots els participants ja havien realitzat alguna vegada entrenament pliomètric durant els anys que portaven entrenant, i alguns d'ells també havien entrenat amb arrossegaments de trineu. Els motius d'exclusió de l'estudi era patir alguna lesió del sistema múscul-esquelètic o alguna malaltia cardiorespiratòria a l'inici d'aquest, o tenir alguna lesió durant el transcurs dels entrenaments que no els permetés realitzar com a mínim un 80% del total de les sessions d'entrenament. Els participants van ser informats mitjançant consentiment informat de l'objectiu de l'estudi i dels riscos que hi podrien haver durant aquest, el qual van haver de signar abans de començar. Es van fer dos models de consentiment informat, un per els majors d'edat (Annex, p28) i un per els menors que signaven els pares (Annex, p29).

Tot i que com podem veure hi ha participants que encara no arriben als 18 anys, l'entrenament pliomètric amb joves ha estat recomanat per el desenvolupament de la força explosiva (9,24) i alguns estudis previs han demostrat que els exercicis pliomètrics d'alta intensitat poden ser utilitzats amb seguretat i eficàcia en la formació d'esportistes joves (19).

3.2. Instruments

Es va utilitzar una bàscula de 100 grams de precisió amb tallímetre de 1 mil·límetre de precisió (Atlàntida, Año Sayol, Barcelona) per mesurar l'alçada i el pes dels participants (Imatge 6, annex, p37). Per enregistrar els tests de salt es va utilitzar una plataforma de contactes CHRONOJUMP Boscosystem® (Barcelona). Les mesures es van realitzar amb el Chronopic (microcontrolador) i es van enregistrar amb el software Chronojump versió 1.4.7.0 (Barcelona). Pel que fa al test de 30 metres, es van utilitzar les fotocèl·lules WITTY (Wireless Training Timer) de MICROGATE (Copyright © 2014 Microgate Corporation - Bolzano, Itàlia) amb la versió de software 2.17.47 (Bolzano, Itàlia) (Imatge 1, annex, p35).

Pel que fa als instruments d'entrenament, es va utilitzar un trineu de ferro de 4,5 kg de pes i uns discos de diferents pesos de la marca Domyos i de la marca Tentable per realitzar els arrossegaments amb la càrrega correcta (Imatge 5, annex, p37), la corda del trineu era de 3

metres i 80 centímetres (Imatge 4, annex, p36). En quant a l'entrenament pliomètric, es van utilitzar 8 tanques de competició POLANIK (Copyright 2014 by ranking.es · RANKING LA TIENDA DEL DEPORTE, S.L. - Navarra) (Imatge 3, annex, p36).

3.3. Procediment

Els participants van ser repartits en 3 grups (2 experimentals i 1 de control). La divisió es va fer a partir del pes corporal dels participants perquè la càrrega dels arrossegaments de trineu com veurem més endavant es va calcular a partir del percentatge de pes corporal (15% les primeres 4 setmanes i 20% les últimes 4 setmanes), i d'aquesta manera, durant els entrenaments no s'hauria d'estar canviant la càrrega moltes vegades ja que aquesta seria similar o igual entre els participants. Pel que fa al grup de control, es van posar els participants que prèviament havien dit de participar en l'estudi però que no podrien fer els entrenaments, i la resta de participants van ser els del grup de pliometria.

Grup 1 (control): format per 9 participants amb una mitjana d'edat de $21 \pm 2,40$ anys, una alçada mitjana de $177,29 \pm 6,02$ cm i una mitjana de pes corporal de $84,33 \pm 12,40$ kg. Aquests jugadors no van realitzar cap dels dos protocols d'entrenament i només realitzaven els entrenaments que feien amb els seus respectius equips de futbol 3 cops per setmana i el partit del cap de setmana.

Grup 2 (arrossegaments): format per 8 participants amb una mitjana d'edat de $22,25 \pm 1,58$ anys, una alçada mitjana de $178,75 \pm 3,82$ cm i una mitjana de pes corporal de $76,94 \pm 3,02$ kg. Aquest grup va realitzar el protocol d'arrossegaments 2 cops per setmana abans del seu entrenament de futbol.

Grup 3 (pliometria): format per 9 participants amb una mitjana d'edat de $21 \pm 3,32$ anys, una alçada mitjana de $175,79 \pm 8,14$ cm i una mitjana de pes corporal de $74,88 \pm 15,57$ kg. Aquest grup va realitzar el protocol de salts pliomètrics 2 cops per setmana abans del seu entrenament de futbol.

3.3.1. Protocol d'arrossegaments

Setmanes d'entrenament:

- 1, 2, 3 i 4: 6 x 30 metres amb una recuperació d'entre 3 i 5 min. La càrrega que s'utilitzarà serà del 15% del pes corporal del subjecte.

- 5, 6, 7 i 8: 8 x 30 metres amb una recuperació d'entre 3 i 5 min. En aquestes últimes 4 setmanes incrementarem la càrrega fins el 20% del pes corporal del subjecte i s'augmentarà el volum 2 repeticions més, passen de 6 a 8 (Taula 1, annex, p30).

Es demanarà als participants que realitzin els exercicis a intensitat màxima o submàxima (98-100%) i se'ls donarà entre 3 i 5 minuts de recuperació perquè aquestes siguin complertes (4). En general, "es recomana un minut de pausa per cada 10 metres recorreguts" Polischuk (1996) (citada a 12, p13) i una durada no superior als 6 segons (en aquest cas cap participant superava els 6 segons). Aquests exercicis (potència anaeròbica làctica) s'han de realitzar en un estat sense fatiga i es faran abans dels entrenaments que ja tenen programats.

Es faran dos sessions d'entrenament setmanal separades 48 hores la una de l'altra per facilitar el procés de recuperació. La freqüència que recomana Alcaraz (4) és de 1 a 3 sessions setmanals, per tant estan dintre del que recomanen altres autors. La idea és que els entrenaments que es portaran a terme per realitzar l'estudi siguin el menys invasius possible i afectin el mínim el seu rendiment esportiu.

3.3.2. Protocol de salts pliomètrics

Setmanes d'entrenament:

- 1, 2, 3 i 4: 8 tanques separades 1m i 50cm a una alçada de 0,76cm
 - a. 1r exercici: 4x8 tanques amb bloqueig de genoll a 90 graus i saltar següent tanca sense impuls (similar a Squat Jump)
 - b. 2n exercici: 4x8 tanques amb dos rebots entre tanques (mínima flexió de genolls).
 - c. 3r exercici: 4x8 tanques amb un sol recolzament entre tanques (mínima flexió de genolls).
- 5, 6, 7 i 8: 8 tanques separades 1m i 80cm a una alçada de 0,84cm
 - a. 1r exercici: 4x8 tanques amb bloqueig de genoll a 90 graus i saltar següent tanca sense impuls (similar a Squat Jump)
 - b. 2n exercici: 4x8 tanques amb dos rebots entre tanques (mínima flexió de genolls).
 - c. 3r exercici: 4x8 tanques amb un sol recolzament entre tanques (mínima flexió de genolls).

Es faran dos sessions d'entrenament setmanal separades 48 hores la una de l'altra per facilitar el procés de recuperació. Els participants realitzaran 96 salts per sessió (192 a la setmana), per

tant, ens trobem dins de la recomanació que fan altres autors a l'hora de realitzar entrenaments pliomètrics (10,17,20,21,24,26).

Tant el grup d'arrossegaments com el grup de pliometria realitzaven un escalfament previ que consistia en el següent:

- Entre 3 i 5 minuts de carrera contínua depenent del que cada participant necessités.
- Estiraments actius de la musculatura del tronc inferior que intervenia en els exercicis:
 - a. Quàdriceps
 - b. Isquiotibials
 - c. Bessons
 - d. Gluti
 - e. Adductors
- Exercicis de tècnica de carrera durant 5 minuts sobre una distància de 10 metres (anada i tornada):
 - a. Elevació de genolls (skipping)
 - b. Elevació de talons a gluti (talons)
 - c. Carrera lateral sense creuar cames
 - d. Carrera lateral creuant cames
 - e. Carrera frontal en zig-zag
 - f. Carrera d'esquenes en zig-zag
 - g. Frenades i arrancades
 - h. 2 esprint d'entre 20 i 30 metres

Tant l'entrenament pliomètric com l'entrenament d'arrossegaments es van realitzar en una pista d'atletisme i els participants portaven sempre el calçat esportiu adequat (Imatge 2, annex, p35). Degut a la facilitat de l'entrenament d'arrossegaments no es van fer sessions ni entrenaments de familiarització. En el cas dels exercicis pliomètrics tampoc va fer falta, ja que tots els participants d'aquest grup ja havien fet exercicis amb tanques en els seus entrenaments de futbol.

3.3.3. Protocol de realització dels tests

Els pre-tests es van realitzar el 28 de setembre de 2014 entre les 17.00h i les 21.00h amb una temperatura de 21 graus centígrads i els post-tests es van realitzar el 10 de desembre de 2014 entre les 16.00h i les 20.00h amb una temperatura de 7 graus centígrads. Per poder realitzar el post-test, els participants havien d'haver realitzat com a mínim el 80% (13 sessions) dels

entrenaments pactats (16 sessions), sinó quedaven exclosos. Només va haver 4 casos d'exclusió per lesions produïdes durant les 8 setmanes d'entrenament, fet que no els va permetre continuar amb l'estudi ja que eren lesions de llarga durada (Taula 2, annex, p30).

Abans de realitzar els tests els participants van realitzar el mateix escalfament que feien durant els dies d'entrenament. Abans de fer els salts a la plataforma, van practicar alguns salts de prova a poca intensitat per familiaritzar-se amb el tipus de salt que havien de fer. Van fer dos intents de cada salt (SJ i CMJ) i es va triar el millor salt per fer l'anàlisi. Després dels salts van realitzar 2 repeticions de 30 metres a la gespa artificial del camp de futbol i amb les botes de futbol. Col·locaven davant la cama que millor els anava per sortir. Les fotocèl·lules estaven col·locades a 10 metres, 20 metres i 30 metres (Imatge 1, annex, p35).

Squat Jump (SJ)

Segons Bosco (9), en l'execució del SJ es flexionen els genolls fins a 90 graus i no es poden fer rebots. Es fa amb les dos cames a la vegada. Les mans es recolzen sobre els malucs durant el salt per evitar l'ajuda dels braços. Un cop es flexionen els genolls a 90 graus s'aguanta 4 segons (temps necessari per dissipar l'energia elàstica) la posició i es realitza un salt màxim. Les cames han d'estar rectes durant el vol.

Counter Movement Jump (CMJ)

Segons Bosco (9), la posició inicial del CMJ és amb les cames estirades. El salt comença amb un moviment de flexió de genolls fins arribar als 90 graus de genolls i sense aturar-se realitzar un salt màxim amb extensió de genolls. Les mans es recolzen sobre els malucs durant el salt per evitar l'ajuda dels braços. Les cames han d'estar rectes durant el vol.

3.4. Variables i anàlisi estadística

Les dades que es presenten són les mitjanes de cada prova i de cada grup, tant del pre-test com del post-test. Per veure la distribució de la mostra es va realitzar, en primer lloc, la prova de Kolmogorov-Smirnov (Taula 6, annex, p32), la qual va indicar una distribució normal de la mostra ($p > 0,05$). Un cop obtinguda la distribució de la mostra es va realitzar una prova d'ANOVA d'un factor, anàlisi de variància, per comparar les mitjanes de les variables quantitatives dels diferents grups (Taula 7, annex, p32). Tot i no ser necessari, ja que l'ANOVA mostra que no hi ha diferències significatives entre els grups, es va realitzar la prova de *Scheffé* post hoc per totes les variables per comparar les diferents combinacions que es poden fer entre els grups (Taula 8, annex, p33 i taula 9, p34). El nivell de significació es va fixar en $p =$

0,05 per a totes les proves estadístiques. Per l'anàlisi estadístic es va utilitzar el programa SPSS v.19 (IBM - SPSS - Statistics version 19. IBM Company © Copyright 1989, 2010 SPSS). Pel que fa a les variables, les variables dependents seran l'alçada del salt i el temps en 10 i 30 metres, i les variables independents el tipus d'entrenament.

4. Resultats

4.1. Efecte de 8 setmanes d'entrenament pliomètric i d'arrossegaments

A la taula 1 (p14) podem veure els valors de totes les variables a l'inici de l'estudi i al final de la intervenció després de 8 les setmanes d'entrenament. L'anàlisi descriptiva (Taula 3-5, annex, p31), en concret de les mitjanes dels resultats, ens mostra millores de rendiment en les proves de salt vertical en els 3 grups. Pel que fa a les proves d'esprint, el grup de control i el grup de pliometria milloren el temps en 10 metres, i només el grup de control millora el temps en 30 metres respecte a l'avaluació inicial.

Tot i que a l'anàlisi descriptiva podem veure aquestes millores en el rendiment, l'anàlisi estadística, com es pot observar a la taula 2 (p14), no mostra diferències significatives. Tot i que en aquest cas, degut a que l'ANOVA ja ens diu que no hi ha diferències significatives entre els grups, es realitza la prova Post hoc de *Scheffé* per fer comparacions entre grups (Taula 3, p15). A continuació veurem els resultats més detalladament.

	MITJANES					
	GC (n = 9)		GA (n = 8)		GP (n = 9)	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
SJ	34,84	36,66	36,22	39,23	36,76	39,56
CMJ	36,99	37,18	37,90	41,34	40,28	40,50
Esprint 10m	1,88	1,85	1,80	1,80	1,83	1,80
Esprint 30m	4,44	4,42	4,25	4,26	4,29	4,30

A la taula es mostren les mitjanes de totes les variables de l'estudi separades per grups. GC = grup de control; GA = grup d'arrossegaments; GP = grup de pliometria. SJ = Squat Jump; CMJ = Countermovement Jump.

Taula 1. Efecte de 8 setmanes d'entrenament pliomètric i d'arrossegaments.

ANOVA			
P value			
SJ Pre	SJ Post	10m Pre	10m Post
0,704	0,399	0,096	0,335
CMJ Pre	CMJ Post	30m Pre	30m Post
0,426	0,279	0,068	0,143

Taula 2. Anàlisi individual de les variables amb el P value.

	ANOVA					
	P value (Pre)			P value (Post)		
	GC vs GA	GC vs GP	GA vs GP	GC vs GA	GC vs GP	GA vs GP
SJ	0,851	0,718	0,975	0,560	0,457	0,990
CMJ	0,942	0,447	0,668	0,327	0,463	0,954
Esprint 10m	0,109	0,313	0,788	0,431	0,450	0,997
Esprint 30m	0,096	0,182	0,916	0,179	0,312	0,920

El P value s'ha obtingut a partir de l'ANOVA d'un factor.

Taula 3. Comparació de grups a partir de la prova Post hoc de Scheffé.

4.1.1. Anàlisi de diferències en l'alçada (cm) dels salts verticals (SJ i CMJ)

A la figura 1 (p15) podem veure representades les mitjanes d'alçada dels salts (SJ i CMJ) de cada grup abans i després de l'entrenament de 8 setmanes. Podem veure millores en el rendiment dels salts en tots els grups, tot i això, l'anàlisi estadístic realitzat a partir de l'ANOVA no mostra diferències significatives entre els grups.

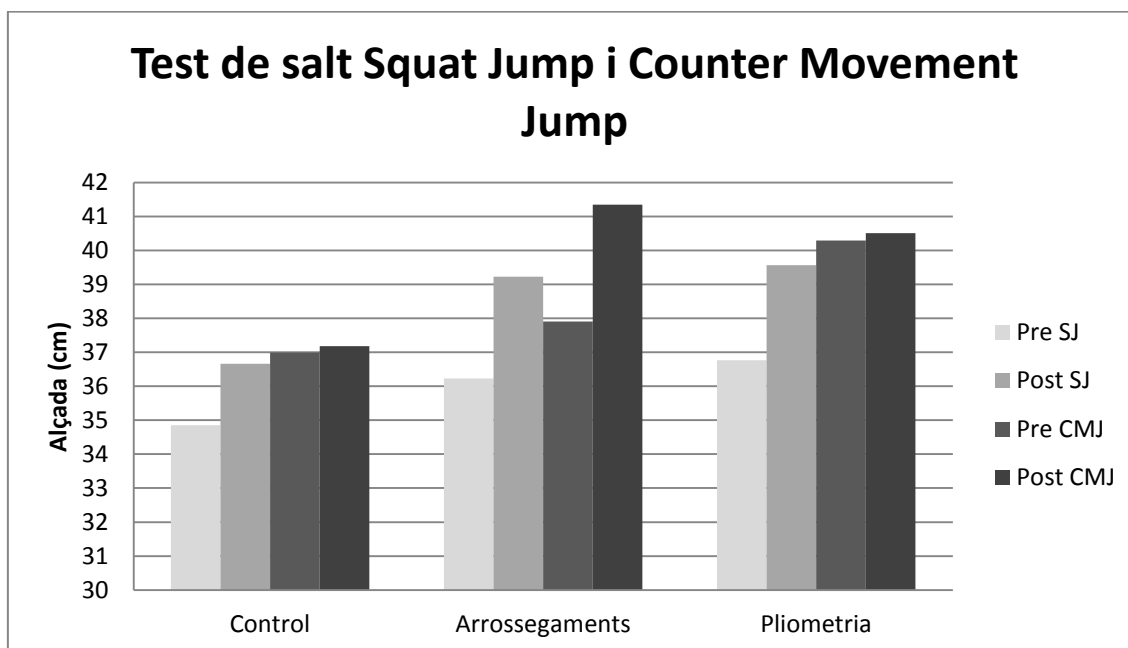


Figura 1. Representació gràfica de les mitjanes dels salts dels 3 grups abans (pre) i després (post) de les 8 setmanes d'entrenament.

4.1.2. Anàlisi de diferències en temps de les proves d'esprint (10m i 30m)

A la figura 2 (p16) podem veure representades les mitjanes en segons de l'esprint de 10 metres, mentre que a la figura 3 (p16) estan les mitjanes de l'esprint de 30 metres. En el temps de l'esprint de 10 metres podem veure lleugeres millores en el grup de control i en el grup de pliometria, mentre que en el grup d'arrossegaments no n'hi ha. Pel que fa al temps en els 30

metres, només hi ha millores en el grup de control, mentre que els grups d'arrossegament i pliometria empitjoren lleugerament el temps. Com ha passat en el cas de les proves de salt vertical, l'anàlisi estadístic realitzat a partir de l'ANOVA no mostra diferències significatives entre els grups.

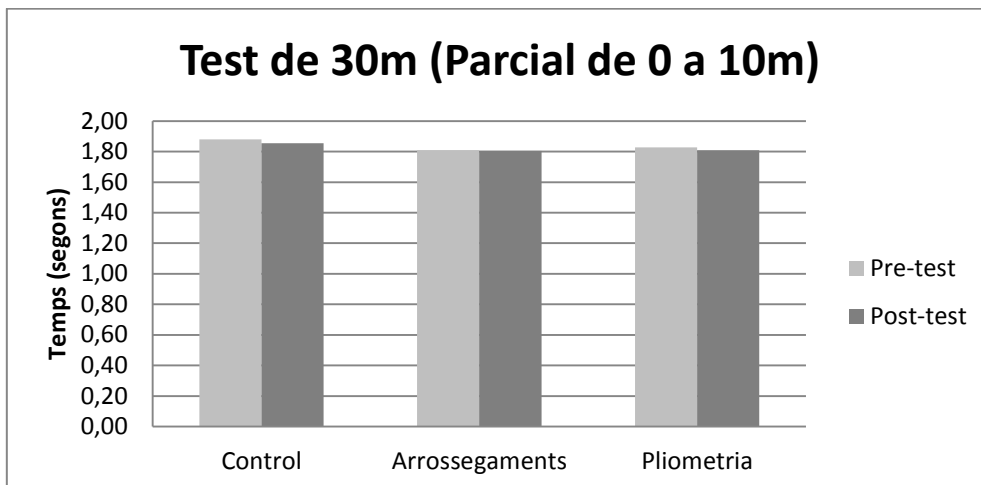


Figura 2. Representació gràfica de les mitjanes del temps en l'esprint de 10m dels 3 grups abans (pre) i després (post) de les 8 setmanes d'entrenament.

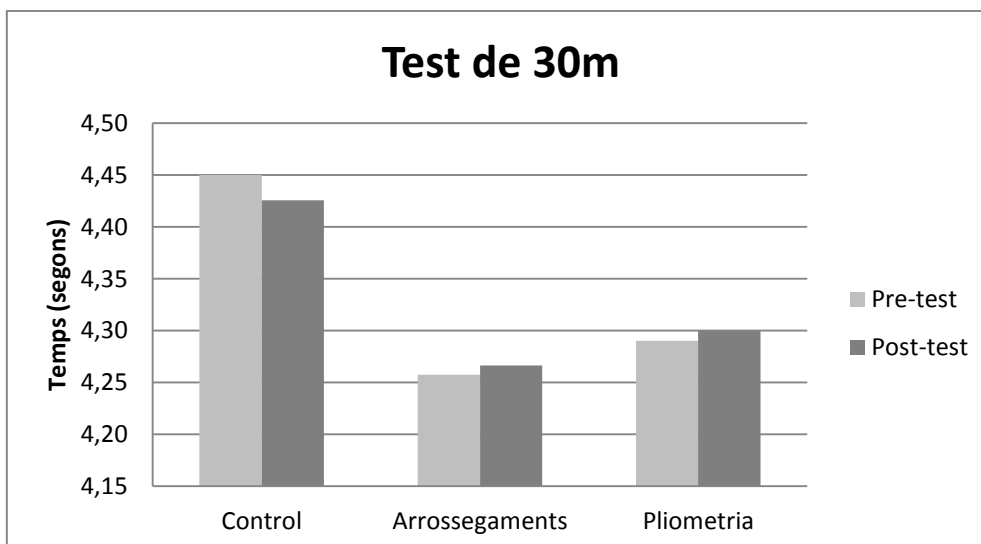


Figura 3. Representació gràfica de les mitjanes del temps en l'esprint de 30m dels 3 grups abans (pre) i després (post) de les 8 setmanes d'entrenament.

5. Discussió

Els resultats que s'han obtingut en aquest estudi tenen relació amb altres estudis previs on l'aplicació d'aquests dos mètodes d'entrenament també han produït millores en els seus participants. A continuació es discuteixen i s'assenyalen alguns aspectes d'interès referents al que s'ha pogut veure en aquest estudi.

A partir dels resultats que s'han obtingut en les proves de salt vertical (SJ i CMJ) podem veure després de realitzar una prova d'ANOVA que no hi ha diferències significatives. D'altra banda, trobem estudis on sí s'han produït millores en aquestes proves després de realitzar entrenaments pliomètrics i d'arrossegaments (7,17,19,20,23,24,26,27). En aquests estudis hi havia diferents protocols d'entrenament pel que fa a la durada; 6 setmanes a l'estudi de Thomas et al. (2009) (citats a 26), 10 setmanes a l'estudi de Markovic et al. (2007) (citats a 26) i 10 setmanes també a l'estudi de Rimmer i Sleivert (2000) (citats a 26). Pel que fa als estudis de Thomas et al. (2009) i Markovic et al. (2007) (citats a 26) van obtenir els mateixos resultats, o molt semblants als de l'estudi actual, on també van obtenir millores en el resultat dels salts verticals però no van obtenir millores en les proves de velocitat (10 metres i 20 metres). Aquests resultats, en relació amb les proves de velocitat, difereixen amb els de l'estudi d'Spinks et al. (27), els quals, amb jugadors d'esports d'equip com el futbol, per la fase d'acceleració, van determinar els efectes d'un programa d'entrenament de 8 setmanes amb arrossegaments de trineu i sense sobre el rendiment en 15 metres i la potència de cames (CMJ), afirmant que millora significativament el rendiment en les dues proves però que no és més efectiu que un programa d'entrenament de velocitat no resistit. També es troben millores en el rendiment dels salts verticals després de realitzar entrenaments amb arrossegaments de trineu (5,18).

Si ens centrem ara en els resultats de la prova de 10 metres, també trobem estudis (8,22,25,26) que recolzen els resultats del present estudi, on es veuen millores del grup de pliometria. En el cas de l'estudi de Rimmer i Sleivert (2000) (citats a 26), podem veure com hi ha millores significatives en la prova de 10 metres després de 10 setmanes d'entrenament pliomètric. Aquestes millores poden ser degudes, com afirmen Mero (1988) i Mero i Komi (1994) (citats a 22) a que els temps de contacte durant la fase d'acceleració inicial en un esprint són similars als temps de contacte dels exercicis pliomètrics, per tant, la major transferència dels exercicis pliomètrics es dona durant la fase d'acceleració inicial. Aquesta teoria està recolzada per Young (1992) (citats a 22), que va suggerir que aquest delimitador pot

ser considerat específic per el desenvolupament de l'acceleració a causa de la similitud dels temps de contacte entre els salts pliòmètrics i la fase d'acceleració. D'altra banda, pel que fa al grup d'arrossegaments, trobem que no millora el temps en 10 metres i que inclús empitjora. Això pot ser degut a que la càrrega de l'arrossegament de trineu de les últimes 4 setmanes d'entrenament (20% del pes corporal) ha pogut interferir negativament en la cinemàtica de l'esprint (amplitud de gambada, temps de contacte amb el terra, temps de vol...). Això està en relació amb un altre estudi (15), del que es pot extreure que d'entre les dues càrregues utilitzades en l'entrenament amb arrossegaments de trineu (12,6% i 32,2% del pes corporal dels subjectes), la de 12,6% és probablement la millor per l'entrenament resistit si el que busquem és que no interfereixi negativament en la cinemàtica de l'esprint. La càrrega més alta no produeix millores significatives en l'acceleració.

En relació als resultats obtinguts en l'esprint de 30 metres, també trobem estudis que estan en concordança amb els nostres resultats (15,17,19,20,22,25). Ha millorat el rendiment en 30 metres del grup de control, i aquestes millores estan en línia amb els resultats que va publicar Michailidis et al. (2013) (citada a 25) que suggereix que el futbol per si sol pot ajudar a millorar el rendiment en l'esprint degut a l'alta freqüència de carreres curtes incorporades en la majoria dels entrenaments.

Pel que fa al grup d'arrossegaments, els temps en el post-test són pitjors en alguns casos que els temps del pre-test, i com hem vist anteriorment amb l'esprint de 10 metres, això pot ser degut a que la càrrega de l'arrossegament de trineu de les últimes 4 setmanes d'entrenament (20% del pes corporal) ha pogut interferir negativament en la cinemàtica de l'esprint. Per tant, podríem creure que les càrregues altes no milloren el rendiment en l'esprint i que seria més adequat utilitzar càrregues més baixes (15).

En última instància, i fent referència al grup de pliometria, també s'han obtingut pitjors resultats en la prova de 30 metres. Això pot ser degut, com afirmen Morin et al. (2012) (citats a 19) a que l'entrenament pliomètric va ser només de salts verticals, fet que ha pogut reduir les possibilitats per guanyar adaptacions degut a la importància de la producció de força horitzontal en el rendiment de l'esprint en relació amb el principi d'especificitat en l'entrenament esportiu. Per optimitzar la transferència a l'esport dels exercicis pliòmètrics s'ha de veure quina és l'activitat que es realitza en l'esport en qüestió, i aquí és on pren importància aquest principi d'especificitat. Per exemple, exercicis de salts inespecífics per el rendiment de l'esprint (exercicis de salt vertical) no van causar cap efecte sobre la velocitat de

corsa en els estudis de Chu (1996) i Ford et al. (1983) (citats a 22), per tant, la combinació d'entrenament pliomètric de salts verticals amb horitzontals milloraria més el temps en els esprints (10, 20, 30 i 40 metres) degut a l'especificitat dels salts horitzontals i la major transferència a la tècnica de cursa (20). El principi d'especificitat ha d'incloure unes demandes similars a les de l'esport o prova específica (pliomètria vertical vs cursa de velocitat horitzontal) (28).

El fet de no haver trobat millores en el rendiment després d'un entrenament pliomètric també pot ser degut a altres variables del programa com poden ser el volum i la intensitat.

6. Conclusions

Els resultats obtinguts en aquest estudi ens permeten concloure que l'entrenament amb arrossegaments de trineu i l'entrenament pliomètric tenen uns efectes positius sobre el rendiment en les proves de salt vertical (SJ i CMJ) perquè produeixen millores en els resultats, encara que no significatives estadísticament. D'altra banda, en les proves d'esprint, aquests efectes no són tant clars i no permeten afirmar que hi ha una millora molt clara de rendiment en aquestes proves, de fet, com s'ha vist, en alguns casos els resultats fins i tot empitjoren.

Per tant, i recuperant la hipòtesis que ens vam plantejar a l'inici d'aquest estudi (el grup d'arrossegaments milloraria més en les proves d'esprint i en concret en la fase d'acceleració de 0 a 10 metres), he de dir que no s'ha complert, ja que aquest grup no ha millorat i el grup de control i el de pliomètria, més lleugerament, si ho han fet.

Pel que fa a la mostra, Hedges i Olkin (1985) (citats a 21) ens indiquen que el tamany d'aquesta en els estudis té una influència important a l'hora de detectar efectes reals i significatius. El tamany de la mostra en molts estudis anteriors sobre la pliomètria es troba entre 8 i 12 subjectes per grup, igual que en aquest, per tant, la majoria dels estudis tenen mostres petites, i generalitzar els resultats no seria adequat. Es pot dir per tant, que els estudis que tenen mostres més grans il·lustraran millor els efectes de l'entrenament pliomètric (17,21).

En relació a les limitacions que hem pogut trobar, hi havia aspectes que no podíem controlar dels subjectes, com per exemple l'alimentació, les activitats personals que realitzaven fora de l'horari d'entrenaments (pàdel, *running*...) o les hores que dormien (molts d'ells treballen i/o estudien) i que podien influir en els resultats. D'altra banda, al realitzar els entrenaments en un espai obert (pistes d'atletisme i camp de futbol), la climatologia ha sigut un altre aspecte que ha pogut influir en els resultats de l'estudi, ja que el pre-test es va realitzar amb una

temperatura ambient de 21 graus centígrads, mentre que el post-test, amb una temperatura de 7 graus centígrads. Pel que fa als entrenaments, no s'ha hagut de suspendre cap per culpa del mal temps, i això ha estat una sort, ja que ha permès que es realitzessin les 16 sessions durant les 8 setmanes de durada.

Un altre aspecte a tenir en compte són els dies que van passar des de l'últim entrenament fins el dia que es van repetir els test després de les 8 setmanes d'entrenament. L'últim entrenament va ser el 27 de novembre i el post-test, per problemes organitzatius, es va haver de fer el dia 10 desembre, per tant, van passar 13 dies abans de tornar a realitzar les proves.

Pel que fa a la realització dels exercicis, el grup d'arrossegaments no ha tingut cap dificultat en realitzar-los, ja que l'exercici només consistia en recórrer una distància de 30 metres a esprint arrossegant el trineu carregat. En canvi, algun dels participants va tenir algun problema en la realització dels salts sobre les tanques les 4 últimes setmanes ja que aquestes estaven més altes (0,84cm) i més separades (1,80m) i els va costar una mica adaptar-se. Crec que hauria sigut més correcte mantenir l'alçada de les 4 primeres setmanes (0,76cm) i augmentar només la separació de les tanques de 1,50m a 1,80m.

7. Aplicacions pràctiques

Després de les 8 setmanes d'entrenament pliomètric i d'arrossegaments hem pogut veure com millorava el rendiment en les proves de salt vertical (SJ i CMJ). El salt en el futbol és una de les accions que pot oferir èxit a un jugador en una jugada en concret, ja sigui un remat de cap, o una aturada d'un porter. Per tant, l'aplicació d'aquests mètodes d'entrenament podrien ajudar als jugadors a tenir avantatge sobre uns altres en accions de salts i acabar la jugada amb èxit. D'altra banda, no és tanta la millora que s'ha vist en el rendiment de la velocitat, per tant, hem de tenir present en el moment d'aplicar aquests mètodes d'entrenament, quina activitat realitzem (principi d'especificitat), ja que potser els salts pliomètrics horitzontals poden donar un millor rendiment en l'esprint que els salts pliomètrics verticals degut a l'aplicació horitzontal de la força en el moment de córrer i també, pel que fa als arrossegaments de trineu, vigilar amb la càrrega que utilitzem, perquè com hem vist, les càrregues altes poden afectar negativament a la cinemàtica de la cursa.

En relació a la durada del programa d'entrenament, hem trobat estudis amb menys durada (6 setmanes) i d'altres amb més (10 setmanes o 16 setmanes). En aquest estudi s'ha vist com amb 8 setmanes d'entrenament, el rendiment en alguns casos millorava considerablement.

Per tant, l'elecció de la durada del programa dependrà d'altres aspectes i no tant del temps necessari per aconseguir adaptacions.

Així doncs, els entrenadors haurem de tenir molt clars els objectius que ens plantejem, quins resultats volem obtenir i amb quins esportistes treballem en el moment de triar el mètode o els mètodes d'entrenament per aconseguir una millora dels resultats.

8. Perspectives de futur

Un cop acabat l'estudi i analitzats els resultats, cal, després de fer una valoració en profunditat, proposar aspectes de millora o buscar noves perspectives de treball per seguir treballant en aquesta línia. Pel que fa a la millora del treball, si es mantenen els salts pliòmètrics verticals amb tanques, s'ha de vigilar amb l'alçada de les tanques i la distància entre aquestes, ja que com he dit a l'apartat de conclusions, algun participant va tenir problemes amb el canvi després de les 4 primeres setmanes.

En relació a possibles investigacions futures, seria interessant realitzar un estudi similar però combinant els dos mètodes, és a dir, de les 2 sessions setmanals que es feien, fer una d'arrossegaments i una altra de pliometria. D'aquesta manera podríem veure si combinant els mètodes s'obtenen resultats diferents.

D'altra banda també es podrien fer estudis separant els mètodes per analitzar, com s'ha vist al llarg del treball, si les diferències de les que parlaven altres autors es poden reafirmar, és a dir, per una banda, comparar els efectes sobre el rendiment en els salts verticals i l'esprint de l'entrenament pliomètric de salts horitzontals amb l'entrenament pliomètric de salts verticals, i per l'altre, comparar quins efectes tindrien sobre les mateixes proves, un entrenament amb arrossegaments de trineu amb altes càrregues (20-30% del pes corporal) i un entrenament amb arrossegaments de trineu amb càrrega baixa (5-10% del pes corporal).

9. Principals conclusions

- L'entrenament amb arrossegaments de trineu i l'entrenament pliomètric tenen uns efectes positius sobre el rendiment en les proves de salt vertical (SJ i CMJ) perquè produeixen millores en els resultats, encara que no significatives estadísticament.
- Els dos protocols d'entrenament no produeixen millores de rendiment en les proves d'esprint mentre que en el grup de control sí que hi ha millores tot i que no significatives estadísticament.

- El principi d'especificitat s'ha de tenir en compte a l'hora de programar entrenaments, ja que un patró de moviment diferent al patró de l'activitat esportiva pot provocar efectes negatiu en el rendiment.
- La càrrega del trineu en l'entrenament resistit és un aspecte a tenir en compte a l'hora de programar els entrenaments amb arrossegaments de trineu perquè les càrregues altes poden tenir efectes negatius sobre el rendiment en l'esprint.

10. Agraïments

En aquest apartat m'agradaria donar les gràcies a totes aquelles persones i entitats o organismes públics i privats que han fet possible que aquest estudi s'hagi pogut dur a terme i a més m'hagi servit per realitzar el meu Treball Final de Grau.

En primer lloc vull expressar el meu agraïment al tutor d'aquest treball, el Dr. Javier Peña, per la seva dedicació i per el recolzament que m'ha donat al llarg de tot aquest procés. Amb la seva direcció m'ha ajudat i m'ha guiat per arribar al final d'aquest treball. Gràcies per la confiança oferta des del primer dia.

Així mateix, m'agradaria agrair l'ajuda de l'INEFC de Barcelona, i en concret al Dr. Josep Maria Padullés i al Dr. Xavier Padullés que em van prestar les fotocèl·lules per mesurar el temps de la prova de l'esprint i també l'ajuda de la Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya i del Dr. José Luís López, que em va deixar la plataforma de contactes per realitzar els tests de les proves de salt vertical i em va posar en contacte amb l'INEFC de Barcelona.

Per la seva orientació i atenció a les meves consultes sobre anàlisi estadístic, vull donar les gràcies per invertir part del seu temps en ajudar-me al professor de bioestadística de la Universitat de Vic, Joan Carles Casas.

D'altra banda, vull donar també les gràcies a l'Associació Atlètica de Tona per prestar-me el material necessari per realitzar els entrenaments (tanques i arrossegament de trineu) i per deixar-me utilitzar les pistes d'atletisme perquè els entrenaments es poguessin fer.

També he d'agrair a la Fundació Esportiva UE Tona el fet de no oposar-se a que els seus jugadors realitzessin 8 setmanes d'entrenaments durant la temporada, ja que podia afectar al seu rendiment o provocar algunes lesions.

I sobretot, gràcies als 30 jugadors de la Fundació Esportiva UE Tona que es van oferir voluntaris per realitzar 8 setmanes d'entrenament, deixant de banda els seus temes personals i donant el seu temps per realitzar aquest treball. Sense ells això no hauria estat possible.

A tots, moltes gràcies.

11. Referències bibliogràfiques

1. Adams K, O'Shea JP, O'Shea KL, Climstein M. The Effect of Six Weeks of Squat, Plyometric and Squat-Plyometric Training on Power Production. *Journal of Applied Sport Science Research*. 1992; 6(1):36-41.
2. Alcaraz P, Palao JM, Elvira JL, Linthorne N. Effects of three types of resisted sprint training devices on the kinematics of sprinting at maximum velocity. *J Strength Cond Res*. 2008; 22(3):890-897.
3. Alcaraz P, Elvira JL; Palao JM. Características y efectos de los métodos resistidos en el sprint. *Cultura, Ciencia Y Deporte*. 2009; 12(4):179-187.
4. Alcaraz P. El entrenamiento del sprint con métodos resistidos. *Cultura, Ciencia Y Deporte*. 2010; 5(15):19-26.
5. Ashokan K, Abraham G. Resistance Training, Plyometric Training and Complex Training on Strength Output. *International Educational E-Journal*. 2013; 2(4):137-144.
6. Baechle TR, Earle RW. *Principios del Entrenamiento de la Fuerza y del Acondicionamiento Físico*. 2ª ed. Madrid: Ed. Médica Panamericana; 2007.
7. Benito E, Sánchez L, Martínez E. Efecto del entrenamiento combinado de pliometria y electroestimulación en salto vertical. *Rev Int Cienc Deporte*. 2010; 21(6):322-334.
8. Benito E, Sánchez L, Moral-García JE, Martínez-López EJ. Effects of order of application of electrical stimulation and plyometric in the training of hundred speed. *J. sport health res*. 2012; 4(2):167-180.
9. Bosco, C. *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Barcelona: Ed. Paidotribo; 1994.
10. Chu, DA. *Ejercicios pliométricos*. 3ª ed. Barcelona: Ed. Paidotribo; 2006.
11. Cronin J, Hansen K. Resisted Sprint Training for the Acceleration Phase of Sprinting. *Strength Cond J*. 2006; 28(4):42-51.

12. Hornillos I. La capacidad acelerativa en el deporte. *Cultura, Ciencia Y Deporte*. 2010; 5(15):12-14.
13. Juárez D, López de Subijana C, de Antonio R, Navarro E. Valoración de la fuerza explosiva general y específica en futbolistas juveniles de alto nivel. *Kronos. Rendimiento en el deporte*. 2009; 8(14):107-112.
14. Little T, Williams A. Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *J Strength Cond Res*. 2005; 19(1):76-78.
15. Lockie R, Murphy A, Spinks C. Effects of Resisted Sled Towing on Sprint Kinematics in Field-Sport Athletes. *J Strength Cond Res*. 2003; 17(4):760-767.
16. Lockie R, Murphy A, Callaghan S, Jeffriess M. Effects of sprint and plyometrics training on field sport acceleration technique. *J Strength Cond Res*. 2014; 28(7):1790-1801.
17. Markovic G, Jukic I, Milanovic D, Metikos D. Effects of sprint and plyometric training on muscle function and Athletic performance. *J Strength Cond Res*. 2007; 21(2):543-549.
18. Martínez-Valencia MA, González-Ravé JM, Navarro F, Alcaraz P. Efectos agudos del trabajo resistido mediante trineo: una revisión sistemática. *Cultura, Ciencia Y Deporte*. 2010; 9(25):35-42.
19. Ramírez-Campillo R, Meylan C, Álvarez C, Henríquez-Olguín C, Martínez C, Cañas-Jamett R, et al. Effects of in-season low-volume high-intensity plyometric training on explosive actions and endurance of Young soccer players. *J Strength Cond Res*. 2014; 28(5):1335-1342.
20. Sáez De Villarreal E, González-Badillo JJ, Izquierdo M. Low and moderate plyometric training frequency produces greater jumping and sprinting gains compared with high frequency. *J Strength Cond Res*. 2008; 22(3):715-725.

21. Sáez De Villarreal E, Kellis E, Kraemer W, Izquierdo M. Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: a meta-analysis. *J Strength Cond Res.* 2009; 0(0):1-12.
22. Sáez De Villarreal E, Requena B, Cronin J. The effects of plyometric training on sprint performance: a meta-analysis. *J Strength Cond Res.* 2012; 26(2):575-584.
23. Sankey S, Jones P, Bampouras T. Effects of two plyometric training programmes of different intensity on vertical jump performance in high school athletes. *Serbian Journal of Sports Sciences.* 2008; 2(1-4):123-130.
24. Santos E, Janeira M. The effects of plyometric training followed by detraining and reduced training periods on explosive strength in adolescent male basketball players. *J Strength Cond Res.* 2011; 25(2):441-452.
25. Söhnlein Q, Müller E, Stöggl T. The effect of 16-week plyometric training on explosive actions in early to mid-puberty elite soccer players. *J Strength Cond Res.* 2014; 28(8):2105-2114.
26. Souhail M, Ghenem M, Abid K, Hermassi S, Tabka Z, Shephard R. Effects of in-season short-term plyometric training program on leg power, jump and sprint performance of soccer players. *J Strength Cond Res.* 2010; 24(10):2670-2676.
27. Spinks C, Murphy A, Spinks W, Lockie R. The effects of resisted sprint training on acceleration performance and kinematics in soccer, rugby union and Australian football players. *J Strength Cond Res.* 2007; 21(1):77-85.
28. Young W, Duthie G, Pryor J. Resistance Training for Short Sprints and Maximum-speed Sprints. *Strength Cond J.* 2001; 23(2):7-13.

Annexes

Índex

1. Documents	28
1.1. Consentiment informat.....	28
1.2. Consentiment informat per a menors d'edat	29
2. Dades participants.....	30
2.1. Càrregues de treball del grup d'arrossegaments.....	30
2.2. Calendari de control d'assistència als entrenaments	30
3. Anàlisi estadística	31
3.1. Anàlisi descriptiva dels resultats obtinguts.....	31
3.1.1. Grup de control	31
3.1.2. Grup d'arrossegaments.....	31
3.1.3. Grup de pliometria	31
3.2. Prova de Kolmogorov-Smirnov	32
3.3. ANOVA.....	32
4. Imatges.....	35

1. Documents

1.1. Consentiment informat

CONSENTIMENT INFORMAT PER PARTICIPAR EN UN ESTUDI D'INVESTIGACIÓ

En Francisco García Ramos, estudiant del Grau en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport a la Universitat de Vic, en col·laboració amb diferents professionals del món de l'entrenament esportiu, està realitzant un treball d'investigació que consisteix en l'estudi de la millora de la velocitat d'acceleració en esportistes amateurs d'esports d'equip (en aquest cas el futbol) a partir de dos mètodes d'entrenament diferents: pliometria i arrossegaments.

L'objectiu de l'estudi és veure si els dos mètodes d'entrenament utilitzats són vàlids per millorar la velocitat d'acceleració i comparar les dades recollides en els tests inicials i els tests finals després del període d'entrenament, per veure si hi ha millores, i en aquest cas, quin dels dos mètodes és més efectiu.

L'estudi es durà a terme entre els mesos de setembre i desembre i consistirà en la realització de 8 setmanes d'entrenament utilitzant els dos mètodes d'entrenament abans esmentats. Es faran uns tests inicials (30m, SJ i CMJ) i els mateixos al final del període d'entrenament. Un cop recollides totes les dades s'analitzaran per veure si l'entrenament produeix millores en el rendiment de la fase d'acceleració dels esportistes.

La confidencialitat dels resultats individuals serà mantinguda en tot moment i la identitat dels participants en l'estudi no serà desvelada en cap moment. Les dades recollides seran utilitzades per la realització d'un treball acadèmic.

Tots els participants tindran dret a retirar-se de l'estudi si així ho desitgen; en aquest cas la mostra serà reduïda.

En l'estudi es comparen diferents mètodes d'entrenament, que no tenen cap efecte negatiu sobre la salut de l'esportista que no pugui tenir cap altre entrenament. Com a activitat física té els seus riscos i els seus beneficis per l'organisme.

El responsable estarà disponible per respondre a qualsevol qüestió relacionada amb l'estudi.

He llegit i entès l'estudi que es duu a terme i estic d'acord en participar voluntàriament en aquest.

El participant:

El responsable

1.2. Consentiment informat per a menors d'edat

CONSENTIMENT INFORMAT PER PARTICIPAR EN UN ESTUDI D'INVESTIGACIÓ

En Francisco García Ramos, estudiant del Grau en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport a la Universitat de Vic, en col·laboració amb diferents professionals del món de l'entrenament esportiu, està realitzant un treball d'investigació que consisteix en l'estudi de la millora de la velocitat d'acceleració en esportistes amateurs d'esports d'equip (en aquest cas el futbol) a partir de dos mètodes d'entrenament diferents: pliometria i arrossegaments.

L'objectiu de l'estudi és veure si els dos mètodes d'entrenament utilitzats són vàlids per millorar la velocitat d'acceleració i comparar les dades recollides en els tests inicials i els tests finals després del període d'entrenament, per veure si hi ha millores, i en aquest cas, quin dels dos mètodes és més efectiu.

L'estudi es durà a terme entre els mesos de setembre i desembre i consistirà en la realització de 8 setmanes d'entrenament utilitzant els dos mètodes d'entrenament abans esmentats. Es faran uns tests inicials (30m, SJ i CMJ) i els mateixos al final del període d'entrenament. Un cop recollides totes les dades s'analitzaran per veure si l'entrenament produeix millores en el rendiment de la fase d'acceleració dels esportistes.

La confidencialitat dels resultats individuals serà mantinguda en tot moment i la identitat dels participants en l'estudi no serà desvelada en cap moment. Les dades recollides seran utilitzades per la realització d'un treball acadèmic.

Tots els participants tindran dret a retirar-se de l'estudi si així ho desitgen; en aquest cas la mostra serà reduïda.

En l'estudi es comparen diferents mètodes d'entrenament, que no tenen cap efecte negatiu sobre la salut de l'esportista que no pugui tenir cap altre entrenament. Com a activitat física té els seus riscos i els seus beneficis per l'organisme.

El responsable estarà disponible per respondre a qualsevol qüestió relacionada amb l'estudi.

He llegit i entès l'estudi que es duu a terme i estic d'acord en que el meu fill o tutelat menor d'edat participi en aquest.

Pare/mare/tutor/a:

El participant:

El responsable

2. Dades participants

2.1. Càrregues de treball del grup d'arrossegaments

		Càrrega de treball (Kg)		
		Pes	15% PC	20% PC
Grup d'arrossegaments	4	78	11,7	15,6
	7	76	11,4	15,2
	9	77,8	11,67	15,56
	10	75,5	11,325	15,1
	11	73	10,95	14,6
	12	79	11,85	15,8
	14	76,5	11,475	15,3
	16	82	12,3	16,4
	23	79,5	11,925	15,9
25	74	11,1	14,8	

Taula 1. Càrregues del trineu (en kg) per realitzar els arrossegaments.

2.2. Calendari de control d'assistència als entrenaments

Participants	Octubre														Novembre														Total sessions						
	Setmana 1				Setmana 2				Setmana 3				Setmana 4				Setmana 5				Setmana 6				Setmana 7					Setmana 8					
	6	7	8	9	13	14	15	16	20	21	22	23	27	28	29	30	3	4	5	6	10	11	12	13	17	18	19	20	24	25	26	27			
Grup d'arrossegaments	4	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		16	
	7	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		14	
	9	x		x		x		x		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		4	
	10	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		16	
	11	x		x		-		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		15	
	12		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		16
	14	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		-		-		x		x		x		x		14	
	16		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		16
	23	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
25		x		x		x		-		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		15	
Grup de pliomètria	5	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		16	
	6	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		16	
	13		x		x		x		x		-		-		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		14
	17		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		16
	18	x		x		x		x		-		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		15	
	19	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		16	
	20	x		x		x		x		x		x		x		-		-		-		-		-		-		-		-		-		8	
	22	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		16	
	28	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		16	
	30		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		16

Taula 2. Calendari d'assistència als entrenaments.

3. Anàlisi estadística

3.1. Anàlisi descriptiva dels resultats obtinguts

3.1.1. Grup de control

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
SJpre	9	34,84744	4,411091	26,772	41,555
SJpost	9	36,66078	3,913308	31,848	42,699
CMJpre	9	36,99489	4,969971	29,134	43,514
CMJpost	9	37,18222	4,477138	32,814	44,169
Pre10m	9	1,8800	,04899	1,81	1,95
Post10m	9	1,8544	,05411	1,75	1,92
Pre30m	9	4,4456	,15820	4,29	4,79
Post30m	9	4,4256	,14108	4,26	4,72

Taula 3. Estadístics descriptius del grup de control.

3.1.2. Grup d'arrossegaments

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
SJpre	8	36,22375	3,135370	32,115	40,772
SJpost	8	39,23050	3,633641	32,170	43,295
CMJpre	8	37,90587	3,353663	32,803	43,833
CMJpost	8	41,34475	4,631496	34,437	46,168
Pre10m	8	1,8088	,03357	1,76	1,86
Post10m	8	1,8050	,05682	1,69	1,88
Pre30m	8	4,2575	,10620	4,06	4,42
Post30m	8	4,2663	,12305	4,09	4,43

Taula 4. Estadístics descriptius del grup d'arrossegaments.

3.1.3. Grup de pliometria

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
SJpre	9	36,76722	6,545672	27,504	50,728
SJpost	9	39,56856	6,379689	30,896	50,779
CMJpre	9	40,28922	7,037613	30,579	53,481
CMJpost	9	40,50700	7,147111	29,978	52,768
Pre10m	9	1,8311	,09623	1,75	2,07
Post10m	9	1,8078	,10616	1,67	2,04
Pre30m	9	4,2922	,21902	4,01	4,79
Post30m	9	4,3000	,22389	3,93	4,71

Taula 5. Estadístics descriptius del grup de pliometria.

3.2. Prova de Kolmogorov-Smirnov

	Edat	SJpre	SJpost	CMJpre	CMJpost	Pre10m	Post10m	Pre30m	Post30m	
N	26	26	26	26	26	26	26	26	26	
Paràmetros normalsa,b	Media	21,38	35,93546	38,45800	38,41554	39,61388	1,8412	1,8231	4,3346	4,3331
	Desviación típica	2,531	4,836476	4,839351	5,382924	5,669306	,07045	,07740	,18302	,17762
Diferencias más extremas	Absoluta	,173	,096	,124	,080	,172	,160	,125	,147	,128
	Positiva	,135	,096	,124	,080	,172	,160	,106	,147	,100
	Negativa	-,173	-,080	-,059	-,065	-,092	-,126	-,125	-,084	-,128
Z de Kolmogorov-Smirnov	,882	,487	,633	,409	,879	,818	,639	,751	,651	
Sig. asintót. (bilateral)	,418	,972	,818	,996	,422	,516	,810	,626	,790	

Taula 6. Prova de Kolmogorov-Smirnov per una mostra.

3.3. ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SJpre	Inter-grupos	17,545	2	8,773	,356	,704
	Intra-grupos	567,242	23	24,663		
	Total	584,788	25			
SJpost	Inter-grupos	44,944	2	22,472	,956	,399
	Intra-grupos	540,539	23	23,502		
	Total	585,483	25			
CMJpre	Inter-grupos	51,838	2	25,919	,886	,426
	Intra-grupos	672,558	23	29,242		
	Total	724,397	25			
CMJpost	Inter-grupos	84,363	2	42,181	1,349	,279
	Intra-grupos	719,163	23	31,268		
	Total	803,526	25			
Pre10m	Inter-grupos	,023	2	,011	2,602	,096
	Intra-grupos	,101	23	,004		
	Total	,124	25			
Post10m	Inter-grupos	,014	2	,007	1,146	,335
	Intra-grupos	,136	23	,006		
	Total	,150	25			
Pre30m	Inter-grupos	,175	2	,087	3,027	,068
	Intra-grupos	,663	23	,029		
	Total	,837	25			
Post30m	Inter-grupos	,123	2	,061	2,115	,143
	Intra-grupos	,666	23	,029		
	Total	,789	25			

Taula 7. Resultats de l'ANOVA.

Variable dependiente	(I) 1 Grup Control, 2 Grup Arrossegaments, 3 Grup Pliometria	(J) 1 Grup Control, 2 Grup Arrossegaments, 3 Grup Pliometria	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
SJpre	1	2	-1,376306	2,413118	,851	-7,68940	4,93678
		3	-1,919778	2,341068	,718	-8,04437	4,20482
	2	1	1,376306	2,413118	,851	-4,93678	7,68940
		3	-,543472	2,413118	,975	-6,85656	5,76962
	3	1	1,919778	2,341068	,718	-4,20482	8,04437
		2	,543472	2,413118	,975	-5,76962	6,85656
SJpost	1	2	-2,569722	2,355634	,560	-8,73242	3,59298
		3	-2,907778	2,285300	,457	-8,88648	3,07092
	2	1	2,569722	2,355634	,560	-3,59298	8,73242
		3	-,338056	2,355634	,990	-6,50076	5,82465
	3	1	2,907778	2,285300	,457	-3,07092	8,88648
		2	,338056	2,355634	,990	-5,82465	6,50076
CMJpre	1	2	-,910986	2,627600	,942	-7,78519	5,96322
		3	-3,294333	2,549146	,447	-9,96329	3,37463
	2	1	,910986	2,627600	,942	-5,96322	7,78519
		3	-2,383347	2,627600	,668	-9,25755	4,49086
	3	1	3,294333	2,549146	,447	-3,37463	9,96329
		2	2,383347	2,627600	,668	-4,49086	9,25755
CMJpost	1	2	-4,162528	2,717115	,327	-11,27092	2,94586
		3	-3,324778	2,635988	,463	-10,22093	3,57138
	2	1	4,162528	2,717115	,327	-2,94586	11,27092
		3	,837750	2,717115	,954	-6,27064	7,94614
	3	1	3,324778	2,635988	,463	-3,57138	10,22093
		2	-,837750	2,717115	,954	-7,94614	6,27064

Taula 8. Comparacions entre grups de les proves de salt a partir de la prova Post Hoc de Scheffé.

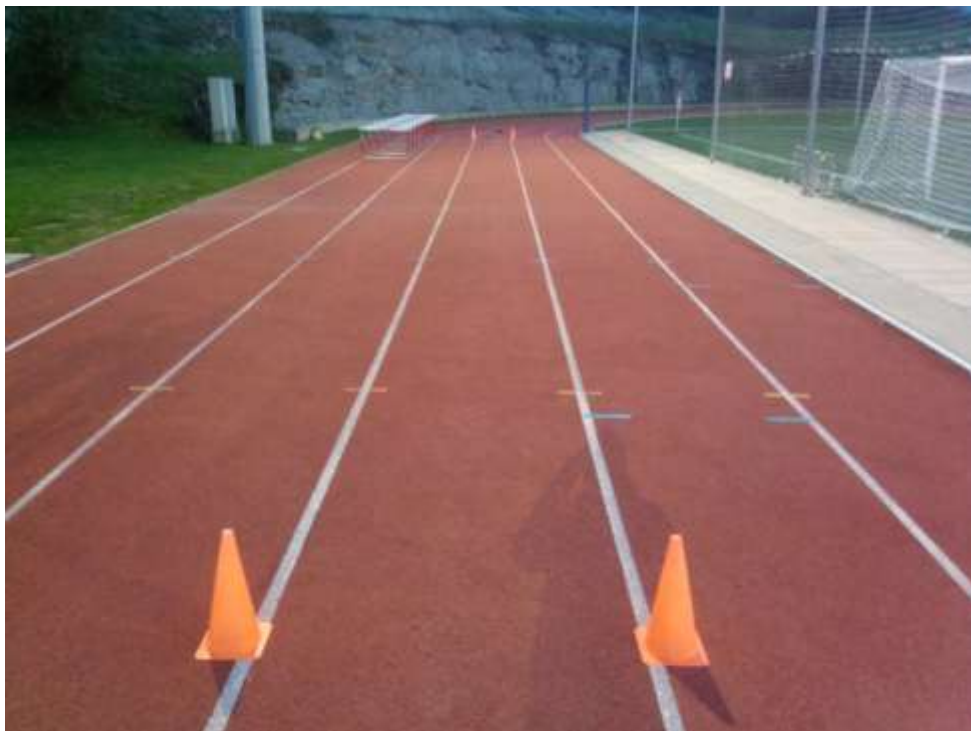
Variable dependiente	(I) 1 Grup Control, 2 Grup Arrossegaments, 3 Grup Pliometria	(J) 1 Grup Control, 2 Grup Arrossegaments, 3 Grup Pliometria	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Pre10m	1	2	,07125	,03223	,109	-,0131	,1556
		3	,04889	,03127	,313	-,0329	,1307
	2	1	-,07125	,03223	,109	-,1556	,0131
		3	-,02236	,03223	,788	-,1067	,0620
	3	1	-,04889	,03127	,313	-,1307	,0329
		2	,02236	,03223	,788	-,0620	,1067
Post10m	1	2	,04944	,03739	,431	-,0484	,1473
		3	,04667	,03627	,450	-,0482	,1416
	2	1	-,04944	,03739	,431	-,1473	,0484
		3	-,00278	,03739	,997	-,1006	,0950
	3	1	-,04667	,03627	,450	-,1416	,0482
		2	,00278	,03739	,997	-,0950	,1006
Pre30m	1	2	,18806	,08249	,096	-,0278	,4039
		3	,15333	,08003	,182	-,0560	,3627
	2	1	-,18806	,08249	,096	-,4039	,0278
		3	-,03472	,08249	,916	-,2505	,1811
	3	1	-,15333	,08003	,182	-,3627	,0560
		2	,03472	,08249	,916	-,1811	,2505
Post30m	1	2	,15931	,08270	,179	-,0570	,3757
		3	,12556	,08023	,312	-,0843	,3354
	2	1	-,15931	,08270	,179	-,3757	,0570
		3	-,03375	,08270	,920	-,2501	,1826
	3	1	-,12556	,08023	,312	-,3354	,0843
		2	,03375	,08270	,920	-,1826	,2501

Taula 9. Comparacions entre grups de les proves de velocitat a partir de la prova Post Hoc de Scheffé.

4. Imatges



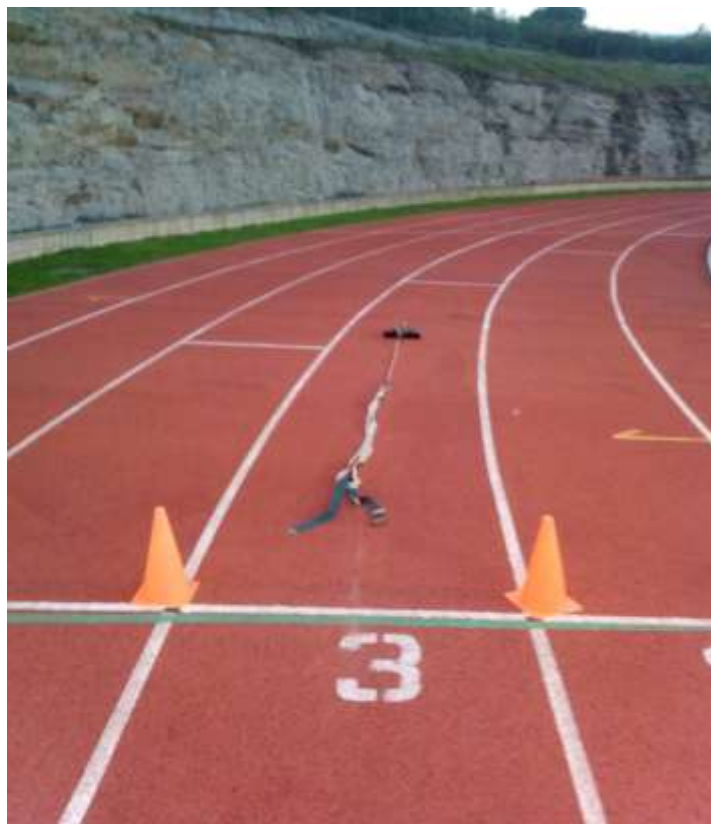
Imatge 1. Zona de realització dels tests.



Imatge 2. Zona de realització dels entrenaments.



Imatge 3. Tanques per l'entrenament de pliometria.



Imatge 4. Arrossegament de trineu per l'entrenament resistit.



Imatge 5. Discos per carregar el trineu.



Imatge 6. Tallímetre.