



Efectes de l'entrenament excèntric sobre el rendiment en curses de muntanya.

Albert Ballús Casas

4rt curs en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport

Treball Final de Grau

Tutor: Ernest Baiget

Facultat d'Educació, Traducció i Ciències Humanes

Universitat de Vic

Vic, de 2017

Agraïments

En aquest apartat m'agradaria donar les gràcies a totes aquelles persones i entitats que han fet possible que aquest estudi s'hagi pogut dur a terme.

En primer lloc vull expressar el meu agraïment al Dr. Ernest Baiget per la guia i l'ajut rebut durant tot l'estudi.

Així mateix, m'agradaria agrair l'ajuda del Dr. José Luís López, que em va ajudar i em va posar en contacte amb el Dr. Josep Maria Padullés i al Dr. Xavier Padullés que em van deixar la plataforma de contactes per realitzar els tests de salt vertical.

Als companys Jordi Bolet, Mònica Cardeña, Ramon Ferrer, David Gil i Nil-Tomàs Urgellès que em van ajudar en la realització dels tests.

Per últim al grup Lluna Plena que em va permetre realitzar el programa d'entrenament amb els seus membres i en especial als a tots els seus membres que han estat partícips de l'estudi.

Gràcies a tothom.

Índex

1. Resum.....	8
2. Introducció	9
3. Marc teòric.....	10
3.1 Reglament curses de muntanya	10
3.2 Desnivells negatius	11
3.3 La força	12
3.3.1 Força explosiva	13
3.3.2 Força reactiva	14
3.3.3 Resistència a la força	14
3.4 Treball excèntric	15
3.5 Programa d'entrenament	17
3.6 Test salts verticals	18
3.7. Hipòtesis i Objectius de la investigació:	19
4. Material i mètode.....	20
4.1 Metodologia	20
4.2 Participants	21
4.3 Instruments	22
4.3.1 Instruments antropomètrics	22
4.3.2. Instruments tests salts vertical:	22
4.3.3 Instruments test de baixada:	22
4.3.4 Instruments del programa d'entrenament	22

4.4	Procediment	23
4.4.1	Variables i anàlisi estadística	24
4.5	Protocol	24
4.5.1	Protocol del programa d'entrenament	24
4.5.2	Protocol tests.....	31
4.5.3	Protocol: Counter Movment Jump (CMJ) Salt amb Contra moviment	33
4.5.4	Rebound Jump (RJ): Salts continus comes en extensió	34
4.5.5	Rebound jump (RJ): Salts continus amb.....	35
4.5.6	Indicadors test salts vertical:	36
4.5.7	Protocol Test de baixada corrent:	36
4.5.8	Test fiabilitat de baixada	37
5.	Resultats	39
5.1.	Anàlisi de diferències en l'alçada (cm) dels salts verticals (CMJ)	39
5.2.	Anàlisi de diferències en l'índex condensador dels salts verticals (RJ 10s) ..	40
5.3	Anàlisi de diferències en l'alçada mitjana (cm) dels salts verticals (RJ 30s)..	41
5.4	Anàlisi de diferències en el temps (s) dels tests de baixada.	42
5.5	Anàlisi de diferències per trams en el temps (s) dels tests de baixada.	43
5.6	Anàlisi de diferències en el temps (s) del Test-Retest de baixada.	44
5.6	Anàlisi de la correlació entre els resultats dels test de salt i el test de baixada.	44
6.	Discussió	45
6.1	Test de baixada:	45
6.2	Test de força:	46

6.2.1 CMJ	46
6.2.2 RJ 10s	47
6.2.3 RJ 30s	49
6.3 Correlació del temps de baixada amb els salts verticals	50
7. Conclusions.....	51
8. Aplicació pràctica	52
9. Límits investigació	53
10. Futures línies d'investigació	54
11. Reflexions personals.....	55
12. Referències Bibliogràfiques.....	56
12.1. Bibliografia	56
12.2. Webgrafia	60
13. Annexos.....	61
Annex 1. Consentiment informat	61
Annex 2. Mostra subjectes de l'estudi	62
Annex 3. Fitxa instruments	67

Índex taules

Taula 1. Mostra de l'estudi.....	23
Taula 2. 1ra, 2na i 3ra setmanes d'entrenament.....	28
Taula 3. 4rta, 5na i 6na setmanes d'entrenament.	29
Taula 4. 7na, 8na i 9na setmanes d'entrenament..	30
Taula 5. Mostra test fiabilitat.....	38
Taula 6. Mostra subjectes de l'estudi.....	62
Taula 7. Mostra subjectes grup control.	63
Taula 8. Mostra subjectes grup experimental.	64
Taula 9. Mostra subjectes test de fiabilitat.	65
Taula 10. Full d'assistència al programa d'entrenament excèntric.	66
Taula 11. Resultats Test de baixada.	82
Taula 12. Resultats tests de salts	83

Índex Figures

Figura 1. Mètode d'execució del CMJ. Font: Bosco (1994)	33
Figura 2. Mètode d'execució del RJ. Font: Bosco (1994)	34
Figura 3. Mètode d'execució del RJ amb tècnica de CMJ. Font: Bosco (1994).....	35
Figura 4. Perfil del test de baixada. Font: Elaboració pròpia.	37
Figura 5. Representació gràfica de les mitjanes del salts CMJ dels 2 grups abans (pre) i després (post) de les 9 setmanes d'entrenament.	39
Figura 6. Representació gràfica de la mitjana de l'índex condensador (TV/TC) del salts RJ durant 10s dels 2 grups abans (pre) i després (post) de les 9 setmanes d'entrenament..	40
Figura 7. Representació gràfica de l'alçada mitjana dels salts RJ durant 30s dels 2 grups abans (pre) i després (post) de les 9 setmanes d'entrenament.....	41
Figura 8. Representació gràfica de la mitjana del temps dels 2 grups abans (pre) i després (post) de les 9 setmanes d'entrenament.....	42
Figura 9. Representació gràfica de la mitjana del temps del primer tram i el segon tram de la baixada dels 2 grups abans (pre) i després (post) de les 9 setmanes d'entrenament..	43
Figura 10. Representació gràfica de la mitjana del temps dels 2 test de fiabilitat..	44

1. Resum

L'estudi analitza els efectes d'un entrenament excèntric amb el pes corporal i càrregues baixes durant 9 setmanes, sobre el rendiment en baixada en una pista de terra de 930m de longitud i 147m de desnivell negatiu. També avalua els efectes de l'entrenament sobre la força resistència, elàstico-explosiva i reactiva. Per últim, analitza la correlació entre el rendiment en baixada i les manifestacions de força. La mostra va ser de 14 corredors amateurs (edat= $40,57 \pm 8,50$ anys; alçada= $172 \pm 9,26$ cm; pes= $64,78 \pm 7,57$ kg). Abans de realitzar el programa d'entrenament es va realitzar un pre-test de salts verticals amb la plataforma de contactes CHRONOJUMP Boscosystem A1, per mesurar la força explosiva amb el (CMJ), la força reactiva amb el (RJ 10s) i la resistència a la força amb el (RJ 30s amb tècnica de CMJ) i un pre-test de baixada corrent en que es va mesurar el temps i el recorregut amb el rellotge Sunnto Ambit 3. Acabat el període d'entrenament es van realitzar els post-tests. Els resultats analitzats amb el programa IBM SPSS, mostren millores significatives en el grup experimental en el temps de baixada, en l'alçada del CMJ i correlació estadísticament significativa entre el temps de baixada i les tres tipus de força.

Paraules claus: Contracció excèntrica, baixades en les curses de muntanya, força explosiva, força reactiva, resistència a la força, test (CMJ,RJ 10s i 30s).

The study analyzed the effects of eccentric training with body weight and low loads during nine weeks on performance in a downhill track 930 meters long and 147 meters negative slope. Also it evaluated the effects of training on resistance, elastic-explosive and reactive strength. Finally, the correlation between these types of force and run downhill was analyzed. The sample was 14 amateur runners (age = 40.57 ± 8.50 years; height = 172 ± 9.26 cm; weight= 64.78 ± 7.57 kg). Before the training program, two pretests were conducted. The first pretest consisted of vertical jumping with A1 ChronoJump-Boscosystem contact platform for measuring the explosive force (CMJ), the reactive force (10s RJ) and resistance to force (30s RJ using CMJ technique). The second pretest consisted of downhill running and measuring time and slope track with Sunnto Ambit 3 watch. After the training period, post-tests were conducted. The results from the statistical analysis with the IBM SPSS program showed significant improvements occurred in the experimental group at downhill descent time and CMJ height. The three types of strength showed substantial correlation with downhill descent time.

Keywords: Eccentric contraction, updates mountain races, explosive force, reactive force, resistance force, test (CMJ, RJ 10s and 30s).

2. Introducció

El present treball és un recull teòric-pràctic de l'estudi que he realitzat amb motiu del Treball Final de Grau, el qual, està dins el Grau de Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport (CAFE) i es realitza en el 4rt i últim curs.

El tema que he escollit és el treball de força en els corredors de muntanya, ja que en sóc corredor, entrenador i és un tema que m'apassiona. El fet de portar un grup de curses de muntanya m'ha sigut molt útil per poder aplicar un programa d'entrenament de força excèntrica i veuran els seus efectes.

El motiu principal que m'ha motivat a realitzar aquest treball ha estat que molts dels corredors amateurs que conec no realitzen cap tipus de treball de força específica que no sigui el propi de córrer per muntanya i penso que afegint sessions de força a la seva planificació el seu rendiment podria augmentar. Concretament m'he centrat a introduir un treball de força per augmentar el rendiment en baixada, ja que moltes vegades hi ha corredors que porten un bon ritme però el tram final de la cursa es troben alguna baixada i cardiovascularment van bé però han de reduir el ritme a causa de la fatiga muscular. El programa d'entrenament de força està constituït per exercicis excèntrics, ja que en les baixades és la contracció muscular que més es produeix i la que major fatiga muscular provoca. Crec que un augment de la força d'aquest pot produir un retard en la fatiga muscular i per tant un augment sobre el rendiment.

3.Marc teòric

En aquest apartat apareix tota la base teòrica en la qual es va recolzar per realitzar l'estudi.

3.1 Reglament curses de muntanya

Segons la Federación Española de Deportes de Montaña Y Escalada F.E.D.M.E (2016), les curses per muntanya són una modalitat esportiva que es pot desenvolupar en Alta, Mitja i Baixa muntanya. La distància mínima perquè un circuit sigui considerat competició oficial, excepte en el cas del Kilòmetre Vertical, és de 21 kilòmetres, amb un desnivell mínim acumulat de 1.000 metres.

Segons la Federació d'Entitats Excursionistes de Catalunya F.E.E.C (2016), les curses de velocitat per muntanya tenen com a objectiu efectuar un recorregut senyalitzat per camins de muntanya en el mínim temps possible.

Segons la World Mountain Running Association W.M.R.A (2017), hi ha molts tipus de modalitats de curses de muntanya, menys les curses verticals, la resta de modalitats comprenen tant desnivell positiu com desnivell negatiu. Tot i així totes les modalitats comparteixen dues normatives:

- Les curses per muntanya no poden sobrepassar inclinacions de 40° o dificultats tècniques de II grau i comprenen exclusivament les curses a peu.
- Els trams pavimentats (asfalt, ciment, etc.), no poden superar el 15% del total del recorregut.

Segons la International Skyrunning Federation I.S.F (2017) hi ha les següents modalitats de curses de muntanya:

- **Sky:** Curses de menys de 50 km i/o menors de cinc hores per al guanyador. Els itineraris poden ser per camins, senders, morenes, roca o neu. Als països on l'altitud no arriba als 2.000m d'altitud, les curses han de tenir una mitjana de pendent del 13% i arribar als punts més alts.
- **Skyrace:** Distància mínima de 20 km i menys de tres hores per el guanyador. Mínim 1.200m d'ascens vertical (5% de tolerància admès). L'SkyRace es defineix com un SkyMarathon quan s'assoleixen els 4.000m d'altitud.

- **SkyMarathon:** Distància mínima 30 km i menys de cinc hores, temps del guanyador. 2.000m mínim d'ascens vertical (5% de tolerància admès).
- **Ultra:** Curses de més de 50 km entre cinc i dotze hores per al guanyador.
- **Ultra SkyMarathon:** Carreres que excedeixen els paràmetres d'un SkyMarathon en més d'un 5% amb més de 2.500 metres d'ascens vertical.
- **Ultra XI SkyMarathon:** Carreres que excedeixen els paràmetres d'un ULTRA SkyMarathon amb un mínim de 5.000 metres d'ascens i més de 12 hores per al guanyador.

3.2 Desnivells negatius

Segons Márquez, Vallejo i Álvarez (2015), la inclinació del terreny és una de les variables claus, doncs la seva magnitud i sentit influeixen en el cost metabòlic invertit: per un corredor, desplaçar-se per un pendent negatiu (descendir) requereix un esforç que pot ser menor, igual o superior a la seva homòloga positiva, depenent del seu gradient, doncs a partir de determinats valors consumeix més energia anar pendent avall que pendent amunt, en qualsevol cas, forts pendents, en qualsevol dels dos sentits, incrementa de manera notable el consum energètic.

Segons Sanchis i Calbet (1999) en realitzar una carrera en baixada contínuament es realitzen contraccions musculars excèntriques. Segons Tsuchiya, Yoshifumi; Mizuno, Sahiro; Morii, Ikuhiro; Goto, Kazushige (2016), en realitzar una carrera en baixada contínuament es realitzen contraccions musculars excèntriques, aquestes contraccions musculars excèntriques provoquen danys musculars.

Segons García Verdugo (2000), en una baixada corrent la principal incidència del treball és en el quàdriceps de manera excèntrica.

Els efectes de córrer en pendent de baixada, fatiga i efecte diversos paràmetres. Segons Chen, Nosaka i Jui-Hung Tu (2007), corre durant 30' en baixada a intensitats superiors al 60% de la velocitat màxima de desplaçament (VMD) disminueix (7-21%) en la força isomètrica màxima dels extensors del genoll, augmenta de 3-6 vegades l'activitat plasmàtica de creatinaquinasa, i la concentració de mioglobina i el dolor muscular perdura durant 4 dies després de córrer.

Chen et.al (2007) també diu que a causa del dany muscular hi ha canvis en la forma de córrer i contribueixen a la disminució de l'economia de carrera durant 3 dies després de córrer en baixada a les intensitats superiors al 60% VDM.

Segons Glover (2005) un corredor que vagi a un ritme de 7 minuts al quilòmetre, experimenta impactes a les seves cames un 40% més forts que en terreny pla. La intensitat de l'impacte és directament proporcional al ritme i al grau d'inclinació del pendent. El quàdriceps és el múscul que absorbeix major impacte. El moviment excèntric, en el qual els músculs s'allarguen mentre estan intentant escurçar-se en contraure's, s'accentua corrent en baixada. Aquest és el factor pel qual hi ha tants micro trencaments musculars. Com més es frena més augmenta el treball excèntric. Glover (2005) també ens diu que entrenaments periòdics corrent pendent avall minimitza la importància dels danys musculars que es produeixen en les curses. Els músculs desenvolupen més tolerància a l'estrès del descens, i en conseqüència es redueix la inflamació muscular posterior a les curses.

Segons Glover (2005) tenir una bona tècnica i saber córrer pendent avall és un dels factors que et pot fer guanyar una cursa. Saber baixar ràpid i eficientment fa que el desgast muscular sigui menor, ja que com més es frena i es lluita contra la gravetat, major força s'ha d'exercir.

3.3 La força

Segons García Verdugo (2000), el treball de força és fonamental en els corredors de resistència, ja que podrà permetre considerables millores en el rendiment quan a través de treballs de resistència de cursa l'atleta s'hagi pogut estancar. També ens diu que la força és fonamental pel manteniment de la tècnica, perquè en la majoria de vegades que hi ha una decaiguda de la tècnica, és a causa d'un descens de la força. En esports de resistència és important poder ser capaç de mantenir la tècnica en grans estats de fatiga.

Segons González, Pablos i Navarro (2014), s'entén per força muscular la capacitat de vèncer una resistència o oposar-s'hi mitjançant la tensió muscular. Segons González et.al (2014), la capacitat de la força és l'habilitat de generar tensió sota determinades condicions definides per la posició corporal, el moviment en el qual s'aplica la força, el tipus d'activació (concèntrica, excèntrica, isomètrica, pliomètrica) i la velocitat del moviment.

Segons Naclerio (2010), la força muscular és una capacitat neuromotora essencial, que pot manifestar-se de diferents formes, depenent de les condicions de l'individu i els objectius en què es realitza cada exercici. En la majoria dels gests esportius la força s'aplica per accelerar, desaccelerar o oposar-se a càrregues determinades amb el propi cos, normalment de manera dinàmica.

Segons González-Badillo (2012), el desenvolupament de la força depèn de:

- Factors morfològics/estructurals i de coordinació neuromuscular.
- El tipus de contracció.
- L'angle en el qual es realitza l'acció.

La importància de la força en l'esport queda reflectida per la seva influència en:

- L'execució tècnica.
- La velocitat de realització del moviment.
- La millora de la resistència.
- La valoració de l'entrenament.

La força es pot dividir en diferents manifestacions, en l'estudi es van avaluar la força explosiva, la reactiva i la resistència a la força. A continuació es desenvolupa cada un d'aquests tipus.

3.3.1 Força explosiva

Segons Rius (2005), és la capacitat per aplicar la màxima força en el menor temps possible.

Segons Verkhoshansky (2002), la força explosiva consta de tres components:

- Força màxima dels músculs.
- Capacitat de manifestar amb rapidesa un esforç extern al principi del treball dels músculs (força inicial).
- Capacitat d'incrementar l'esforç de treball en el procés d'impulsar la massa desplaçada. (força d'acceleració).

3.3.2 Força reactiva

Segons Verkhoshansky (1999), s'entén per força reactiva: la capacitat específica de desenvolupar un impuls elevat de força immediatament després d'un intens estirament mecànic dels músculs, és a dir, en un ràpid pas del treball muscular excèntric al concèntric en les condicions de desenvolupament.

Segons Verkhoshansky (2002), s'han establert uns paràmetres referents a aquesta manifestació:

- Quant més intens és l'estirament dels músculs, més ràpid serà el pas del treball de cessió al de superació i major serà la potència i la velocitat de contracció.
- La capacitat reactiva posseeix una elevada correlació amb la velocitat del pas dels músculs de l'estirament de contracció.
- La capacitat dels músculs de proveir-se i utilitzar l'energia de la deformació elàstica es realitza amb efectivitat si es compleixen les condicions d'un ràpid estirament dels músculs prèvia al seu esforç de treball, així com si el pas de l'estirament a la contracció es produeix sense demora

3.3.3 Resistència a la força

Segons Rius (2005), la resistència a la força és la derivació específica de la força que un subjecte pot exercir en activitats motores que requereixen una tensió muscular relativament prolongada sense que disminueix l'efectivitat de la mateixa.

Segons García Verdugo (2000), la força resistència és la capacitat que fa millora als corredors en les curses. Segons González-Badillo (2012) la resistència a la força no té unes pautes tan tancades i marcades com la força màxima per exemple. Sinó que el nombre de repeticions i el temps de descans s'han d'adaptar a la disciplina esportiva en concret. Segons Bosco (2000) és la capacitat que s'avalua realitzant salts continus durant 30s.

L'Estructura de l'entrenament de la resistència a la força ràpida segons González-Badillo (2002), diu que: la càrrega no pot ser el suficientment alta per canviar la tècnica, la velocitat d'execució en aquests casos ha de ser alta, no es poden realitzar més de 20 repeticions o 40s de treball i s'han de realitzar 4 sèries.

3.4 Treball excèntric

Segons Urdampilleta, Armentia, Gómez, Martínez i Mielgo (2014), els exercicis excèntrics, com les curses a peu especialment en les baixades produeixen majors ruptures de miofibril·les musculars, sobretot si es porten a terme de manera intensa o no habitual. Aquest dany produeix una fatiga muscular que limita el rendiment muscular, disminueix la força, el pic de potència i la velocitat. Així la fatiga muscular depèn de la intensitat de l'esforç i sobretot del tipus d'exercici realitzat, segons la contracció muscular.

Segons Higino, Aparecido, Cavalcanti, Cardoso, Vasconcelos, Silva i Leme(2016), a partir de les 6 setmanes de repetir exercicis amb contraccions excèntriques, fa que hi hagi els següents efectes: un augment en el reclutament de les unitats motores de contracció lenta, l'activació d'un gran nombre d'unitats motores (adaptació neural), l'augment de la resistència muscular dinàmica i passiva (ajustaments mecànics), l'adició longitudinal de sarcòmers, l'adaptació a la resposta inflamatòria, i l'adaptació a mantenir la massa muscular d'extensió-contracció d'acoblament (adaptació cel·lular). Segons Cometti (2005) el treball excèntric no fa augmentar el volum muscular. Cometti (2005) estableix un índex entre la diferència de la força màxima excèntrica i la força màxima isomètrica, com més baix sigui l'índex major força explosiva tindrà l'atleta.

Com s'ha anteriorment a partir de diferents autors, en una baixada corrent en cada recolzament es realitzen contraccions excèntriques. Per tant una millora de la força excèntrica del tren inferior pot fer augmentar el rendiment en baixada dels corredors. Segons Guilhme, Cornu , Maffiulett i Guvel (2013), defineixen les contraccions musculars excèntriques, com les accions en que es produeix un allargament de la musculatura implicada. El treball excèntric millora els nivells de força i enforteix el complex múscul tendinós per tant, protegeix de lesions que poden venir provocades per la repetició d'una mateixa acció consecutivament, petits impactes repetits o grans impactes. Segons Lindstedt, LaStayo, i Reich (2001), les contraccions excèntriques serveixen per frenar el moviment i són accions habituals en la majoria d'esports i accions diàries. El moviment també requereix que els músculs funcionin per absorbir l'energia cinètica i les fluctuacions que són inevitables durant la locomoció. Cada vegada que la força que actua sobre el múscul excedeix la força produïda pel múscul, el múscul s'allarga produint una contracció excèntrica.

A més d'aquests aspectes si el programa d'entrenament es realitza amb exercicis excèntrics, cal saber diferents característiques que comporta aquest tipus d'exercicis que s'expliquen a continuació.

Les contraccions musculars excèntriques es caracteritzen per produir elevats pics de força però per contra, augmenten les lesions dels teixits musculars activats durant l'exercici, segons Chrisots N. Papadopoulos, Konstantinos Theodosiou, Gregory C. Bogdanis, Evangelia Gkantiraga, Ioannis T. Gissis, Michalis Sambanis, Athanasios G. Souglis, Aristomenis A. Sotiropoulos (2014).

Segons Carreño i López (2003), després de realitzar exercicis intensos que comporten l'allargament del múscul es produeix inflamació, rigidesa i dolor muscular que té el seu punt de màxima intensitat durant les 24-72 hores després.

Segons Chrisots et.al (2014), el nivell d'activació muscular en els graus de flexió d'entre 0-30° i 30-60° són majors en les contraccions excèntriques que en les concèntriques.

Chrisots et.al (2014) diu que en els músculs principals de flexió i extensió del genoll, quan es treballen de manera excèntrica no s'aprecien diferències significatives de la força exercida ni de l'activitat electromiograma, variant la velocitat d'execució. Chrisots et.al (2014) durant l'exercici excèntric, el lliniar de reclutament d'unitats motores és el nivell de força en el qual cada unitat motora descarrega el seu primer potencial d'acció. També diu que en les contraccions dinàmiques el lliniar de reclutament d'unitats motores es veu influenciat per senyals provinents del cervell. Segons Chrisots et.al (2014), el múscul del bessó quan es contrau en velocitats mitjanes i altes, realitzant treballs excèntrics les unitats motores es contrauen de manera selectiva, a diferència de les contraccions concèntriques que ho fan de forma generalitzada.

Segons Eston, R. Finney S, Baker S, Baltzopoulos V. (1996), un entrenament excèntric isocinètic previ redueix el dany muscular, redueix la quantitat de pèrdua de resistència i disminueix la sensació de desgast després de córrer pendent avall.

Segons Passoni, W., Apareciado., R. Sousa., F. Santos., Vasconcelos, M., Fernandes, F., Alexandre, J. (2016), l'exercici excèntric disminueix el rendiment aeròbic després les primeres vegades que el realitza, però els efectes de disminució es redueixen al mínim després de realitzar els mateixos exercicis unes setmanes més tard. Aquesta adaptació es diu efecte repetit.

El mecanisme de protecció de l'efecte repetit sembla ser a causa d'un augment en el reclutament de les unitats motores de contracció lenta, l'activació d'un gran nombre d'unitats motores (adaptació neural), l'augment de la resistència muscular dinàmica i passiva (ajustos mecànics), l'adició longitudinal de sarcòmers, l'adaptació a la resposta inflamatòria i l'adaptació a mantenir la massa muscular d'acoblament extensió-contracció (adaptació cel·lular).

Segons Passoni et-al (2016), va informar que la realització d'exercici excèntric a alta intensitat abans de les activitats aeròbiques pot conduir a la reducció de la capacitat contràctil dels músculs quàdriceps i la relació de menor desenvolupament de la força muscular (fatiga), el que augmenta el temps de contacte amb el terra durant la marxa i la disminució de l'eficiència de l'exercici.

Segons Naclerio (2010), la capacitat de realitzar força en accions excèntriques es manifesta quan la massa muscular s'allarga de manera activa produint tensió, durant les accions d'estirament-escurçament en els salts i la cursa, en desaccelerar el cos per efectuar canvis de direcció o durant la fase de descens dels exercicis.

3.5 Programa d'entrenament

Per realitzar un programa d'entrenament s'ha de tenir en compte un seguit d'aspectes:

Segons Nacleiro (2010), en un programa d'entrenament de la força per tenir èxit s'han de controlar de manera adequada les següents variables de programació:

- **Variables mecàniques:** Determinar la zona corporal a entrenar.
- **Mitjans d'entrenament:** són els dispositius utilitzats per entrenar.
- **Tipus d'exercicis:** Segons si són més o menys similars al gest real.
- **Intensitat:** potència mecànica produïda.
- **Volum:** Nombre de sèries, repeticions i kg desplaçats.
- **Freqüència:** Nombre d'entrenaments realitzats i l'espai que transcorre entre cada sessió.
- **Densitat:** Relació entre la duració de l'esforç i la longitud de la pausa de recuperació.

Cal afegir-hi el ritme d'execució que pot ser de diferents velocitats i variants o constant, segons Guilhme i col. (2013), un desplaçament constant de la càrrega o moviment del cos es coneix com a isocinètic.

3.6 Test salts verticals

En els tests de salts verticals que s'avaluaen diferents manifestacions de la força, segons González, Pablos, i Navarro (2014) en la força explosiva, hi ha un treball concèntric després d'una parada (treball isomètric). Segons González et.al (2014) la manifestació de força explosiva consisteix en genera la màxima força en el menor temps possible. Test Contramoviment Jump (CMJ).

Segons González et.al (2014,) la força-elastico-explosiva-reactiva a diferència de l'anterior hi ha un component elàstic i s'afegeix la facilitació neural a través del reflex miotàtic. Test Rebound Jump de reactivitat de turmells durant 10s.

González (2014) diu que la resistència a la força, és la capacitat que té l'organisme d'oposar-se a la fatiga muscular davant accions que requereixen un període de temps prolongat i necessiten mantenir una velocitat de contracció determinada. Test RJ amb tècnica de CMJ durant 30s.

3.7. Hipòtesis i Objectius de la investigació:

Hipòtesi principal:

- El programa d'entrenament de la força d'accions excèntriques amb el pes corporal i càrregues baixes en el tren inferior, retarda la fatiga muscular i per tant millora el rendiment en les baixades de muntanya dels corredors amateurs.

Hipòtesis secundàries:

- El programa d'entrenament de la força d'accions excèntriques amb el pes corporal i càrregues baixes en el tren inferior, millora els nivells de força: explosiva, reactiva i de resistència a la força dels corredors amateurs.
- Els corredors que manifesten majors nivells de força explosiva en els tests realitzats són els més ràpids baixant?
- Els corredors que manifesten majors nivells de força reactiva en els tests realitzats són els més ràpids baixant?
- Els corredors que manifesten majors nivells de resistència a la força en els tests realitzats són els més ràpids baixant?

Objectiu principal:

- Avaluat si una programa d'entrenament de força amb accions excèntriques, amb el pes corporal i càrregues baixes millora el rendiment en les baixades dels corredors amateurs de muntanya.

Objectius secundaris:

- Mesurar si es milloren els nivells de força: explosiva, reactiva i de resistència a la força del tren inferior a partir del programa d'entrenament excèntric amb el pes corporal i càrregues baixes.
- Observar si hi ha correlació entre els corredors que manifesten uns majors nivells de força explosiva i els corredors més ràpids en baixar.
- Observar si hi ha correlació entre els corredors que manifesten uns majors nivells de força reactiva i els corredors més ràpids en baixar.
- Observar si hi ha correlació entre els corredors que manifesten uns majors nivells de resistència a la força i els corredors més ràpids en baixar.

4. Material i mètode

4.1 Metodologia

L'estudi es va realitzar amb una metodologia quantitativa, experimental, longitudinal i correlacional.

Quantitativa: Ja que, es va realitzar una anàlisi numèrica de les dades obtingudes, l'estudi va buscar relacions causals i es va investigar de manera objectiva.

Experimental: Es van manipular una variable independent pel seu efecte sobre una variable dependent. La variable independent és l'entrenament de la força amb accions excèntriques i les variables dependents són el rendiment en baixada i si augmenten els nivells de força: explosiva, reactiva i de resistència a la força.

Es van establir relacions de causa efecte, ja que com s'ha dit anteriorment es va avaluar si millorava el rendiment en baixada i els nivells de força amb el programa d'entrenament a més d'intentar buscar la correlació les manifestacions de força i el rendiment en baixada.

Longitudinal: Perquè el programa d'entrenament va durà 9 setmanes, no es va realitzar en un moment concret de la temporada sinó que hi va haver un test inicial, després es va realitzar el programa d'entrenament i per acabar es va realitzar un test final.

Correlacional: Ja que, estudia la relació entre certes variables, si l'entrenament excèntric millora el rendiment en baixada, si els atletes amb uns majors nivells de les diferents manifestacions de força són els més ràpids i si el programa d'entrenament excèntric millora els diferents nivells de força.

4.2 Participants

Els 14 subjectes que van formar part de l'estudi eren corredors de Lluna Plena, grup amateur de corredors de muntanya de la Unió Excursionista de Vic. Entrenaven junts 3 hores a la setmana, els dimarts i els dijous de les 20:00 a les 21:30 de setembre a juny. Cal dir que és un grup molt heterogeni, ja que hi ha diferències de sexe, edat, nivell, objectius, volum d'entrenament i nombre de curses realitzades. Tot i així tots els subjectes els dos dies d'entrenament que realitzaven amb el grup, feien el mateix treball i la càrrega externa era la mateixa. Els entrenaments s'acostumaven a realitzar als voltants de la creu de Gurb.

Tots els subjectes durant la temporada acostumaven a treballar principalment els següents continguts:

- La tècnica de carrera en pla, pujada, baixada i flanqueig.
- Treballs de força resistència i propiocepció amb exercicis amb el pes corporal i l'oposició dels companys.
- Treball de resistència per augmentar el rendiment de les vies metabòliques específiques, utilitzant diferents mètodes d'entrenament o bé utilitzant el terreny.
- Treball del corre amb l'objectiu de compensar i prevenir lesions.

Els motius d'exclusió de l'estudi van ser patir alguna lesió del sistema músculo-esquelètic, 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 60% 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. (Annex 2, Taula Full assistència .)

4.3 Instruments

En aquest apartat es citen els instruments utilitzats per realitzar l'estudi i que es va mesurar.

4.3.1 Instruments antropomètrics

Es va utilitzar una bàscula de 100 grams de precisió amb tallímetre de 1 mil·límetre de precisió (Atlàntida, Añó Sayol, Barcelona) per mesurar l'alçada i el pes dels participants (Annex 3, Fitxa instruments).

4.3.2. Instruments tests salts vertical:

Per enregistrar els test de salts de la Bateria de Bosco es va utilitzar una Plataforma de Contactes CRONOJUMP Boscosystem (Barcelona) model A1. Les mesures es van realitzar amb el Chronopic i es van enregistrar amb el software Chronojump versió 1.6.2.0 (b).

També es van gravar els tests amb una càmera de filmació Sonny 19, per comprovar que l'execució era correcte i les dades del software Chronojump coincidixin.

Es van col·locar 2 cavallets i un fil per mesurar la flexió de 90° del genoll, perquè tots els participants fessin la flexió fins als mateixos graus en els tests CMJ i RJ30s.

4.3.3 Instruments test de baixada:

Per enregistrar el temps de baixada es van utilitzar tres cronòmetres. Per mesurar el desnivell i la longitud de la baixada es va utilitzar el rellotge Sunnto Ambit. Per marcar la sortida, la intermitja i l'arribada es va marcar amb cons.

4.3.4 Instruments del programa d'entrenament

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| 1. Tirant muscular | 5. Barra de ferro 5kg. |
| 2. Ket-bell 8kg | 6. Balla. |
| 3. 2 discs de 4kg. | 7. Màrfeques. |
| 4. Pilotes medicinal 5kg. | 8. Esgrao. |

Les figures es poden veure a l'Annex 3, Fitxa instruments. En el punt del protocol del programa d'entrenament, queda reflectit perquè s'ha utilitzat cada instrument.

4.4 Procediment

Els participants es van dividir de manera aleatòria en dos grups: grup control i grup experimental. Hi va haver un pretractament i post-tractament del grup, ja que es va realitzar una avaluació inicial en els dos grups, una intervenció en el grup experimental i una avaluació final dels dos grups. Les variables que es van tenir en compte de tots els participants van ser les que es mostren a la taula 1.

Taula 1. Mostra de l'estudi. Font Elaboració pròpia.

	Grup Experimental	Grup Control	Total
Nº subjectes	8	6	14
Estat (anys)	39±8,5	42,6±7,94	40,57±8,50
Sexe	7H 1D	2H 4D	9H 5D
Pes (kg)	67,37±16,7	61,3±7,81	64,78±7,57
Alçada (cm)	176,5±16,63	166±9,27	172±9,26
IMC (kg/m²)	21,63±1,76	22,27±2,53	21,91±2,06
Volum setmanal (hores)	3,25±1,06	5,25±1,72	4,10±1,67
Distància setmanal (km)	17,1±6,33	22,2±5,26	19,07±6,26
Desnivell setmanal (m+)	781,25±408,77	1150±446,09	939,28±449,86
Temps Corren (anys)	9,875±10,39	18,3± 11,91	13,5±11,47
Nº curses 2016	3,25±2,76	3,5±2,25	3,42±2,44
Distància curses 2016 (km)*	103,08±	92,37±66,81	99,93±80,59
Desnivell curses 2016 (m +)*	4669,37±4051,76	4048,3±3523,61	4453,21±3673,28

*Els quilòmetres i el desnivell és la suma del que van realitzar en les curses del 2016.

L'estudi es va iniciar amb 20 subjectes però 6 d'aquests no van realitzar el 60% de les sessions per diferents motius i per tant van quedar exclosos de l'estudi, ja que no eren subjectes representatius.

Cal dir que el grup control tot i no realitzar el programa d'entrenament excèntric, com s'ha explicat en l'apartat de participants, durant tot l'any a l'escalfament realitzaven treballs de força similars al del programa d'entrenament.

Pel grup experimental realitzar el programa d'entrenament, els va suposar un augment de la càrrega del treball que estaven acostumats a fer perquè igual que el grup control prèviament al programa d'entrenament les sessions que realitzaven ja incorporaven treballs de força amb el pes corporal.

4.4.1 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. 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 IBM SPSS. Pel que fa a les variables, les variables dependents seran l'alçada del CMJ, l'índex condensador del RJ 10" i l'alçada mitjana de RJ 30", i la variable independent el temps de baixada.

4.5 Protocol

En aquest apartat es descriu com s'ha realitzat el programa.

4.5.1 Protocol del programa d'entrenament

El programa d'entrenament va tenir una durada de 9 setmanes en les quals, després d'un escalfament el grup experimental realitzava el treball excèntric mentre que el grup control realitzava el treball corresponent que li pertocava segons la sessió. Friel (2011) ens defineix planificació: variar la càrrega d'entrenament durant un període en comptes de realitzar una càrrega constant, augmenta més el rendiment dels esportistes.

El programa d'entrenament excèntric amb el pes corporal va ser progressiu de menor a major exigència, ja que primer hi va haver una fase d'adaptació anatòmica i una fase d'aprenentatge tècnic dels exercicis. A mesura que es va anar avançant es va anar augmentant la càrrega d'entrenament: volum de repeticions i finalment la intensitat.

Escalfament: (mobilitat articular)

- 5 minuts de carrera contínua.
- Mobilitat articular de les principals articulacions del tren inferior:
 - a) Malucs
 - b) genolls
 - c) Turmells

- Exercicis de tècnica de carrera durant 5 minuts sobre una distància de 10 metres:
 - a) Elevació de genolls (skipping)
 - b) Elevació de talons a gluti (talons)
 - c) Carrera lateral sense creuar cames
 - d) Llançar cama en flexió portant el genoll al pit
 - e) Llançar cama en extensió cap al pit
 - f) Carrera frontal fent canvis de direcció
 - g) Carrera d'esquenes
 - h) Frenades i arrancades
 - i) 2 progressius d'entre 20 i 30 metres

Exercicis:

Per realitzar un programa d'entrenament de força segons González et.al (2014) s'han de tenir en compte els següents paràmetres: intensitat de la càrrega, volum de la càrrega i ritme d'execució de l'exercici. Aquesta classificació segons González-Rave, Navarro, Delgado i García (2011) hi afegeixen la duració del temps de contracció muscular, la velocitat de desplaçament, el tipus de contracció efectuada. Segons Rius (2005), la principal musculatura implicada quan es corre es troba en el tronc inferior, concretament: quàdriceps, isquiotibials, glutis, bessons, soli, adductors i abductors.

Es van realitzar els exercicis amb el mètode de circuit, ja que als ser tants esportistes no disposava del suficient material perquè tothom realitzes el mateix exercici alhora i tampoc pot ocupar gran part de la sessió. Segons Brown (2007) l'entrenament en circuit és un mètode molt eficaç quan s'entrena amb molta gent o el temps és limitat. A més segons Tous (1999) és un mètode eficaç per períodes d'entrenament de 8 a 15 setmanes.

El circuit va estar format per 6 exercicis, entre cada exercici sempre hi va haver una recuperació d'entre 30 segons i un minut, ja que cada exercici va tenir un ritme d'execució i un nombre de repeticions diferents. Aquest temps va servir per desplaçar-se i estar preparats per quan es dones el senyal d'inici pel següent exercici. Els exercicis van ser realitzats amb el pes corporal o càrregues baixes, segons Tous (1999) el pes corporal com a resistència, també anomenat auto càrregues és el primer recurs que podem utilitzar si vol millorar la força.

Es van realitzar 2 sèries d'entre 8 i 15 repeticions en la majoria d'exercicis, segons García Verdugo (2000), la força resistència és la capacitat que fa millora als corredors en les curses.

L'objectiu del programa d'entrenament va ser l'augment de la tolerància muscular, ja que corrent en baixada en cada recolzament hi ha una frenada i per tant una contracció excèntrica. Segons Brown (2007) el treball de tolerància muscular té com a objectiu produir major duració del treball muscular i resistència de la fatiga. En tots els exercicis el ritme d'execució en la fase excèntrica va ser lent i la consigna va ser de control de moviment i estabilitat durant tot el gest.

Segons Pincivero (2000) una característica de la força és el control de l'angle de l'articulació en el que es generen les forces, ja que l'efecte del moment de força depenent de l'angle en cada moment, la producció de força també depèn de la relació de força-velocitat. Segons Brown (2007), el temps de recuperació quan es treballa la tolerància muscular ha de ser inferior a 30 segons entre sèries, he establert que hi haurà 15" entre sèries en tots els exercicis perquè sigui més fàcil pels esportistes controlar el temps.

Els exercicis van ser específics per treballar la principal musculatura del tren inferior implicada en les baixades. Ja que, es van treballar els quàdriceps, isquiotibials, bessons i soli, l'ordre de treball sempre serà primer quàdriceps i després isquiotibials per tal d'estirar la musculatura agonista de l'exercici anterior i disminuir la tensió muscular i el risc de lesió.

Setmanes d'entrenament:

- 1,2,3: Les primeres setmanes van servir com a adaptació anatòmica i d'aprenentatge tècnic dels exercicis. Segons Bompa (1993) la fase d'adaptació anatòmica serveix preparar l'esportista per una posterior fase d'entrenament més agressiva. (Veure taula 2).
- 4,5,6: Segons Baechle (2007) el volum és la primera variable d'entrenament que es modifica en un programa de força. (Veure taula 3).

- 7,8 i 9: Segons Bachele (2007) la intensitat és una de les variables que es pot variar un cop s'ha modificat el volum. Segons Carreño i López (2003), augmentar el rang de moviment en un exercici excèntric és una bona forma d'augmentar la intensitat del treball. (Veure taula 4).

Les figures dels exercicis estan adjuntades a l'Annex 3, Fitxa setmana (1,2,3,4,5,6) i l'Annex 4, Fitxa (7,8,9).

Taula 2. 1ra, 2na i 3ra setmanes d'entrenament. Font: Elaboració pròpia.

1ra, 2na i 3ra setmanes d'entrenament					
Nom	Descripció	Múscul principal	Velocitat d'execució	Sèries	Repeticions
Exercici 1: Esquats amb el tirant muscular	Esquats amb braços creuats a l'alçada de les espatlles realitzant una flexió de genolls fins als 90°. Només es treballava en la fase excèntrica, la fase concèntrica s'ajudaven de les mans per recuperar la posició inicial.	Quàdriceps i gluti major.	5" la fase excèntrica.	2	8
Exercici 2: Pes mort a 1 cama.	Es realitzava una flexió de tronc alhora que s'eleva la cama que no es recolzava al terra cap endarrere, aquesta cama havia d'estar estirada en la mateixa línia del tronc, la cama de recolzament podia realitzar una lleugera flexió de genoll. Un cop s'arribava a baix es realitzava una pausa breu i es tornava a la posició inicial fent el moviment a la inversa.	Gluti major i isquiotibials.	3" la fase excèntrica.	2 amb cada cama.	6
Exercici 3: Excèntric de bessons.	L'esportista és col·locava de puntetes a la punta de l'esgraó de les grades aguantant-se amb les mans en un suport per tal de mantenir l'equilibri. Realitzava una flexió dorsal fins que el taló superes la línia del graó. En la fase concèntrica, s'ajudaven amb els braços per tornar a la posició inicial.	bessons	10" la fase excèntrica.	2	10
Exercici 4: Esquats a 1 cama.	Amb una mà col·locada a la balla per ajudar a estabilitzar-se, l'esportista realitzava un mig esquat (flexió del genoll fins a 90°) amb una cama, l'altra cama estava en extensió per davant del cos, el braç que no estava recolzat a la balla estava elevat i en extensió a l'alçada de la vista per ajudar a mantenir l'equilibri. La fase concèntrica per tornar a la posició inicial la realitzaven amb les dues cames i ajudant-se de la balla.	Quàdriceps i gluti major.	3" la fase excèntrica.	2 amb cada cama.	4
Exercici 5: Elevacions de pelvis a 1 cama.	L'esportista es col·locava decúbit supí amb els braços recolzats a terra al costat del tronc i les cames flexionades prop dels glutis i realitzava una elevació de la pelvis tenint com a suport els peus i les espatlles i quedant alineats espatlles, pelvis i genolls. La fase concèntrica la realitzava amb les dues cames i un cop a dalt estirava una cama i realitzava la fase excèntrica amb una cama fins a arribar a recolzar a terra, en el mateix moment esquena, pelvis i cama. Des de aquesta posició tornava a la posició inicial	Isquiotibials i glutis.	5" la fase excèntrica.	2	6 alternant un cop cada cama.
Exercici 6: Excèntric de soli.	L'esportista és col·locava de puntetes a la punta de l'esgraó de les grades aguantant-se amb les mans en un suport per tal de mantenir l'equilibri, realitzava una petita flexió del genoll i en aquesta posició realitzava una flexió del genoll fins que el taló superi la línia del graó. La fase concèntrica s'ajudaven amb els braços per tornar a la posició inicial.	soli	10" la fase excèntrica.	2	10

Taula 3. 4rta, 5na i 6na setmanes d'entrenament. Font: Elaboració pròpia

4rta, 5na i 6na setmanes d'entrenament					
Nom	Descripció	Múscul principal	Velocitat d'execució	Sèries	Repeticions
Exercici 1: Esquats amb el tirant muscular	Esquats amb braços creuats a l'alçada espatlles realitzant una flexió de genolls fins als 90°. Només es treballava en la fase excèntrica, la fase concèntrica s'ajudava de les mans per recuperar la posició inicial.	Quàdriceps i gluti major.	5" la fase excèntrica.	1	10
Exercici 2: Pes mort a 1 cama	Es realitzava una flexió de tronc alhora que s'elevava la cama que no recolzaven a terra cap endarrere, aquesta cama estava estirada en la mateixa línia del tronc, la cama de recolzament podia realitzar una lleugera flexió de genoll. Un cop s'arribava a baix es realitzava una pausa breu i es tornava a la posició inicial fent el moviment a la inversa.	Gluti major i isquiotibials.	3" la fase excèntrica.	2 amb cada cama.	8
Exercici 3: Excèntric de bessons.	L'esportista es col·locava de puntetes a la punta de l'esgraó de les grades aguantant-se amb les mans en un suport per tal de mantenir l'equilibri, realitzava una flexió dorsal fins que el taló superi la línia del graó. La fase concèntrica s'ajudava amb els braços per tornar a la posició inicial.	bessons.	10" la fase excèntrica.	2	15
Exercici 4: Esquats a 1 cama	Amb una mà col·locada a la balla per ajudar a estabilitzar, l'esportista realitzava un mig esquat (flexió del genoll fins a 90°) amb una cama, l'altra cama estava en extensió per davant del cos, el braç que no estava recolzat a la balla estava elevat i en extensió a l'alçada de la vista per ajudar a mantenir l'equilibri. La fase concèntrica per tornar a la posició inicial la realitzava amb les dues cames i ajudant-se de la balla.	Quàdriceps i gluti major.	3" la fase excèntrica.	2 amb cada cama.	6
Exercici 5: Elevacions de pelvis a 1 cama.	L'esportista es col·locava decúbit supí amb els braços recolzats a terra al costat del tronc i les cames flexionades prop dels glutis i realitzava una elevació de la pelvis tenint com a suport els peus i les espatlles. Quedant alineats espatlles, pelvis i genolls. La fase concèntrica la realitzava amb les dues cames i un cop a dalt estirava una cama i realitzava la fase excèntrica amb una cama fins a arribar a recolzar a terra en el mateix moment esquena, pelvis i cama. Des d'aquesta posició tornaven a la posició inicial	Isquiotibials i glutis.	5" la fase excèntrica.	2	8 alternant un cop cada cama.
Exercici 6: Excèntric de soli.	L'esportista es col·locava de puntetes a la punta de l'esgraó de les grades aguantant-se amb les mans en un suport per tal de mantenir l'equilibri, realitzava una petita flexió del genoll i en aquesta posició realitzava una flexió del genoll fins que el taló superi la línia del graó. La fase concèntrica s'ajudava amb els braços per tornar a la posició inicial.	Soli	10" la fase excèntrica.	2	15

Taula 4. 7na, 8na i 9na setmanes d'entrenament. Font: Elaboració pròpia.

7na, 8na i 9na setmanes d'entrenament					
Nom	Descripció	Múscul principal	Velocitat d'execució	Sèries	Repeticions
Exercici 1: Esquats amb tirant muscular i càrrega	Esquats amb braços creuats a l'alçada espatlles realitzant una flexió de genolls fins als 90°. Només es treballava en la fase excèntrica, la fase concèntrica s'ajudava de les mans per recuperar la posició inicial.	Quàdriceps i gluti major.	5" la fase excèntrica.	2	10
Exercici 2: Pes mort a 1 cama amb càrrega	Es realitzava una flexió de tronc alhora que s'elevava la cama que no recolzaven a terra cap endarrere, aquesta cama estava estirada en la mateixa línia del tronc, la cama de recolzament podia realitzar una lleugera flexió de genoll. S'agafava una pilota medicinal de 5 kg o bé un barra de ferro del mateix pes. Els braços estaven en extensió i paral·lels a la cama de recolzament. Un cop s'arribava a baix es realitzava una pausa breu i es tornava a la posició inicial fent el moviment a la inversa.	Gluti major i isquiotibials.	3" la fase excèntrica.	2 amb cada cama.	6
Exercici 3: Excèntric de bessons.	L'esportista es col·locava recolzat amb una cama de puntetes a la punta de l'esgraó de les grades aguantant-se amb les mans en un suport per tal de mantenir l'equilibri, realitzava una flexió dorsal fins que el taló superes la línia del graó. La fase concèntrica la realitzaven amb dos recolzaments i s'ajudaven amb els braços per tornar a la posició inicial.	bessons.	10" la fase excèntrica.	2	15
Exercici 4: Esquats a 1 cama	Amb una mà col·locada a la balla per a ajudar estabilitzar, l'esportista realitzava un esquat profund amb una cama, l'altra cama estava en extensió per davant del cos, el braç que no estava recolzat a la balla estava elevat i en extensió a l'alçada de la vista per ajudar a mantenir l'equilibri. La fase concèntrica per tornar a la posició inicial es realitzava amb les dues cames.	Quàdriceps i gluti major.	3" la fase excèntrica.	2 amb cada cama.	6
Exercici 5: Elevacions de pelvis amb mans al pit	L'esportista es col·locava decúbit supí amb els braços flexionats sobre el pit i les cames flexionades prop dels glutis i realitzava una elevació de la pelvis tenint com a suport els peus i les espatlles i quedant alineats espatlles, pelvis i genolls. La fase concèntrica es realitzava amb les dues cames i un cop a dalt s'estirava una cama i es realitzava la fase excèntrica amb una cama fins a arribar a recolzar al terra en el mateix moment esquena, pelvis i cama. Des d'aquesta posició es tornava a la posició inicial.	Isquiotibials i glutis.	5" la fase excèntrica.	2	8
Exercici 6: Excèntric de soli amb una cama	L'esportista es col·locava recolzat sobre una cama de puntetes a la punta de l'esgraó de les grades aguantant-se amb les mans en un suport per tal de mantenir l'equilibri, es realitzava una petita flexió del genoll i en aquesta posició realitzava una flexió dorsal fins que el taló superi la línia del graó. La fase concèntrica es realitzava amb les dues cames i s'ajudava amb els braços per tornar a la posició inicial.	Soli	10" la fase excèntrica.	2	15

4.5.2 Protocol tests

Dues setmanes abans de l'inici del programa d'entrenament, el 17 de gener de 2017 entre les 20:00 i les 21:30 hores amb una temperatura de 2 graus centígrads, es va realitzar un test de familiarització, perquè els esportistes coneguessin els tests, ja que en el test de salts reactius continus i el test de baixada són test que requereixen cert aprenentatge tècnic i hagués estat possible que en el test final haguessin millorat respecte del test inicial pel simple fet, que en l'inicial era la primera vegada que ho feien i només per repetir-ho ja hi havia la possibilitat de millora, per aquest motiu es va realitzar un test de familiarització.

Abans de començar el programa d'entrenament el dia 31 de gener de 2017 entre les 20:00 i les 21:00 hores amb 3 graus centígrads, es van realitzar els test inicials de salt vertical: CMJ, RJ de reactivitat de turmells i RJ amb tècnica de CMJ. Després és va realitzar el test de fer una baixada corrent amb el mínim temps possible. Al cap de nou setmanes un cop finalitzat el programa d'entrenament excèntric amb el pes corporal i càrregues baixes, és van realitzar els tests finals el dia 4 d'abril de 2017 entre les 20:00 i les 21:30 hores amb 7 graus centígrads, per comparar els resultats i els efectes de l'entrenament excèntric amb el pes corporal i càrregues baixes. Els tests es van realitzar amb el mateix ordre dels tests i de subjectes. Es va demanar als subjectes que no realitzessin activitat física el dia abans ni el mateix dia del test.

Escalfament pre-test:

Part inicial:

- 5 minuts de carrera continua
- 4 desplaçaments de 20 metres (10 metres d'anada i 10 de tornada), els dos primers l'anada es caminava de puntetes i la tornada era trotant i el tercer i quart l'anada es caminava de talons i la tornada al trot.

Part condicional:

- 2 sèries de 6 repeticions d'esquats. Amb 20" de recuperació entre sèries.
- 2 sèries de 6 repeticions alternes de lounge frontal amb mans a la cintura. Amb 20" de recuperació entre sèries.
- 2 sèries de 6 repeticions de bessons amb mans a la cintura. Amb 20" de recuperació entre sèries.
- 2 sèries de 6 repeticions d'esquats acabant amb puntes. Amb 20" de recuperació entre sèries.

Part tècnica:

Es va explicar la tècnica dels tres tests de salts verticals i es van donar consignes de com realitzar els tests. Un cop explicades les tres tècniques dels test van tenir 5 minuts lliures per realitzar l'execució tècnica dels diferents tests, mentre van anar provant l'execució del test es van corregir els errors tècnics.

Abans de descriure el test de (CMJ) cal dir que no es va escollir el test Squat Jump (SJ) que és un test que avalua de forma més concreta la força explosiva, perquè és un test que té més dificultat tècnica i en el qual hi hauria errors en l'execució de la tècnica i ferien que els resultats del test no fossin fiables. Per aquest motiu es va realitzar el Counter Movement Jump (CMJ).

Els tests es van realitzar de manera consecutiva en la mateixa sessió en el següent ordre pel qual estan descrits a continuació, tots els subjectes van realitzar un test i quan van acabar van passar al següent i així successivament.

Com que els van realitzar 14 subjectes el temps de recuperació entre tests, va ser el temps que tardaven la resta de subjectes en realitzar-lo.

4.5.3 Protocol: Counter Movement Jump (CMJ) Salt amb Contra moviment

Segons Bosco (1994) la posició inicial del (CMJ) és amb cames estirades (extensió de genolls amb bipedestació). S'inicia el salt fent un moviment de flexió de genolls fins als 90°, per immediatament i sense pausa realitzar una extensió i un salt vertical màxim. Les mans es col·loquen a la cintura durant tot el gest per evitar qualsevol efecte dels braços. La fase de vol i la recepció s'ha de realitzar amb les cames en extensió.

Valora la força explosiva, tot i que és un moviment amb fase excèntrica quan es realitza la flexió i fase concèntrica quan es realitza l'extensió, per tant hi ha un cicle d'estirament-escurçament conegut com (CEA). Per tant es valora la força explosiva amb reutilització de l'energia elàstica i l'aprofitament del reflex miotàtic. Segons Vélez (1992) és un test de força concèntrica-elàstica -explosiva. Segons Vittori (1990) és un test de força explosiva elàstica.

Es va col·locar un fil amb dos cavallets el qual es va anar ajustant segons el subjecte a l'alçada de la seva flexió de genolls als 90°. D'aquesta manera el subjecte tenia una referència clara fins on ha de fer la flexió de genolls i totes les repeticions de cada subjecte es van reproduir amb les mateixes condicions. També es va gravar els tests amb la càmera de filmació Sonny S19, per comprovar que totes les repeticions fossin vàlides.

L'atleta realitzava 3 repeticions seguides amb una pausa de 10" entre repetició i s'enregistrava la millor marca. En el cas que hi hagués alguna repetició incorrecta, es repetia l'intent.

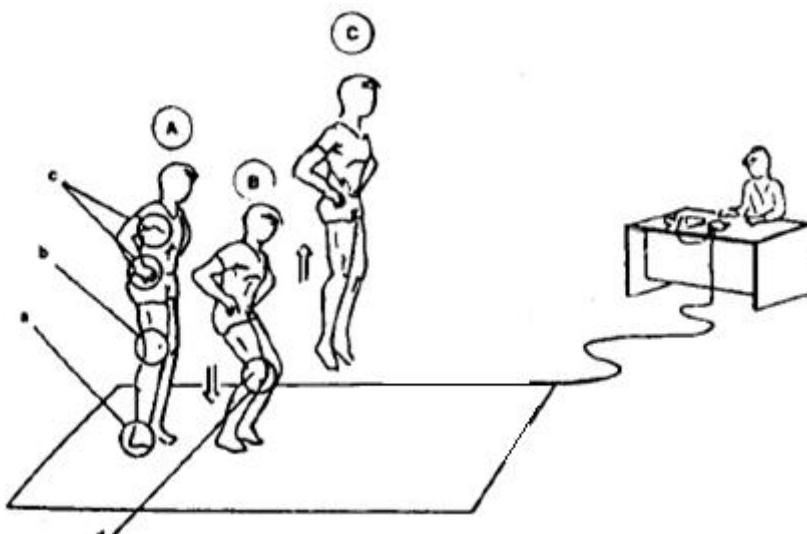


Figura 1. Mètode d'execució del CMJ. Font: Bosco (1994)

4.5.4 Rebound Jump (RJ): Salts continus comes en extensió

Segons Bosco (1994), consisteix a realitzar salts continus reactius amb una durada que ha de ser entre 5 i 60 segons. Dins la plataforma amb les cames esteses, sense flexionar genolls, amb obstacles o sense i amb l'ajuda dels braços o sense.

Els test que es va utilitzar per avaluar els subjectes consistia a realitzar salts reactius durant 10"segons amb les cames esteses, sense flexionar genolls en cap moment, sense sortir de la plataforma de contacte i sense l'ajuda de les mans que estaven col·locades a la cintura, tot i que amb l'ajuda de les mans s'obtenen millors resultats i al córrer s'utilitzen l'acció dels braços, per no sortir de la plataforma de contactes i tenir major estabilitat, és més fàcil fer-ho amb les mans a la cintura, per tant va ser la tècnica que es va utilitzar. És molt important la flexió plantar i dorsal de turmells, portant les puntes cap amunt en la fase de vol, per a després estendre els peus i buscar ràpidament amb les puntes el contacte enèrgic amb el terra. Utilitzant la tècnica explicada anteriorment ens va donar informació sobre la força reactiva dels extensors del turmell. Els atletes realitzaven un salt previ abans d'entrenar a la plataforma.

Es va gravar el test amb la càmera de filmació Sonny S19, per comprovar que totes les repeticions de cada subjecte fossin vàlides. En el cas que hi hagués algun salt incorrecte no es comptava.

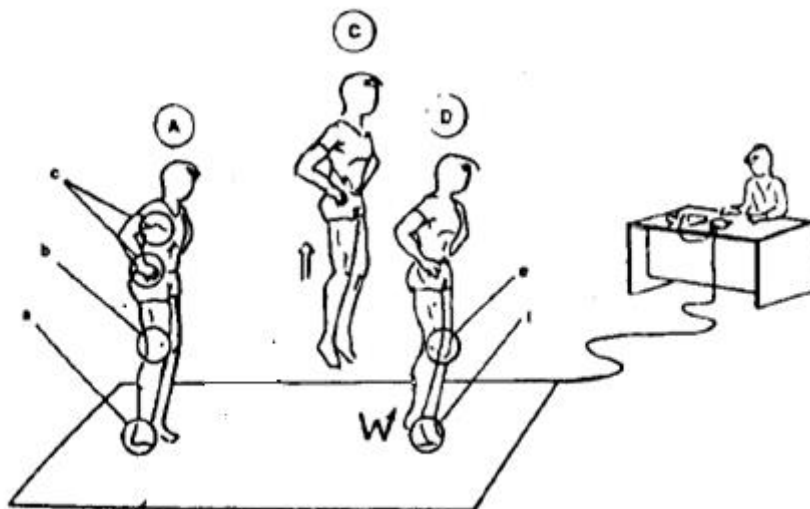


Figura 2. Mètode d'execució del RJ. Font: Bosco (1994)

4.5.5 Rebound jump (RJ): Salts continus amb

Segons Bosco (1994), consisteix a realitzar salts continus d'esforç màxim dins la plataforma amb la tècnica del CMJ amb una durada que ha de ser entre 5 i 60 segons. Els salts es van realitzar amb les mans a la cintura i amb una flexió de genolls de 90° en cada salt, abans d'iniciar el test l'atleta realitzava una flexió de genolls fins als 90° i en aquella alçada es col·locava un fil subjectat amb dos cavallets i en cada repetició havia de tocar amb el cul per tal que fos vàlida, d'aquesta manera es garanteix la fiabilitat de les dades mesurades. Es va gravar amb la càmera d'alta velocitat per comprovar que hi hagués contacte en cada repetició. Es va realitzar el test durant 30". En el cas que hi hagués alguna repetició incorrecta no es comptava.

Com que es realitzaven durant 30" s'avaluava la potència anaeròbica làctica com a via metabòlica i com a manifestació de força, la resistència a aquesta.

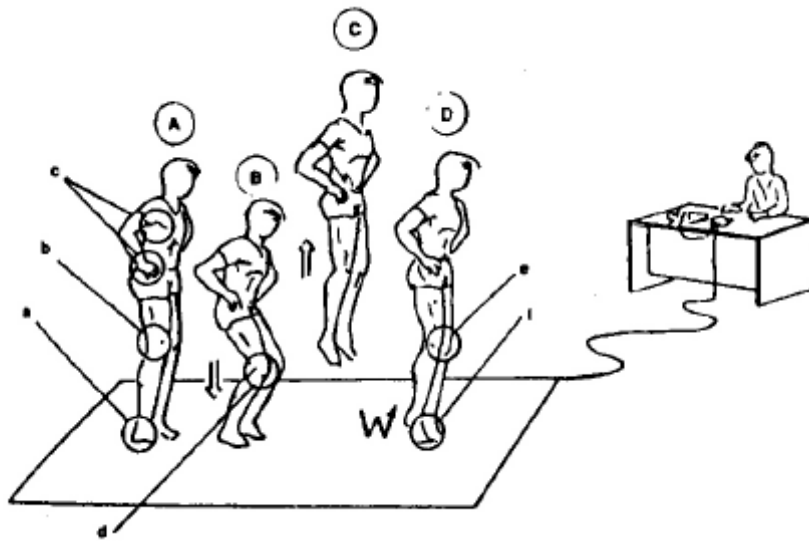


Figura 3. Mètode d'execució del RJ amb tècnica de CMJ. Font: Bosco (1994)

4.5.6 Indicadors test salts vertical:

Alçada: centímetres (cm)

Temps contacte (TC): mil·lèsimes de segon (ms)

Temps de vol (TV): mil·lèsimes de segon (ms)

Índex condensador: TV/TC

Repeticions: N^o

Alçada mitjana: cm

Potència: Watts (w)

Potència mitjana: Watts (w)

4.5.7 Protocol Test de baixada corrent:

Per realitzar el test es va buscar una baixada que fos específica i real adequant-se a les demandes que requereix la disciplina. Es va realitzar en una baixada que es pot trobar en qualsevol de les modalitats de curses de muntanya en què hi ha descens, ja que les úniques normes segons la FEEC (2017) és que la inclinació no sigui superior a 40° i que com a màxim hi hagi un 15% d'asfalt en el recorregut. Tant per distància, desnivell i inclinació compleix els requisits, a més el tipus de terreny també es pot trobar en moltes curses, ja que és una pista de terra i pedres, per tant és totalment extrapolable

El test es va realitzar després d'haver realitzat els test de salts verticals, per tant els subjectes no realitzaven cap escalfament previ al test.

El test consistia a realitzar una baixada amb el mínim temps possible de 930 metres de longitud amb un desnivell negatiu de 147m, per tant un 15,8% de pendent. Es va marcar una línia al punt de sortida, una altra a la intermèdia en la qual la longitud era exacte, ja que estava situada als 465 metres i el desnivell era de 75 metres, per tant el segon tram tenia la mateixa longitud però 17 metres més de desnivell negatiu. La baixada es va realitzar per pista de terra, per tant no era gaire tècnica, perquè es buscava que el factor condicional fos el determinant del resultat.

Els atletes sortien cada 30", d'aquesta manera no es veien ni s'avançaven. S'enregistrava el temps de sortida, el temps de la intermèdia i el temps d'arribada per després calcular el temps de baixada. Hi va haver tres responsables de controlar el temps; un que estava al punt de sortida i anava marcant les sortides, l'altre al mig de la baixada, anotant el temps intermèdia i l'altre estava situat a l'arribada i anava anotant els temps d'arribada, abans de començar el test es van sincronitzar els cronometres. Es va realitzar després dels tests de salt, els corredors abans de començar a baixar havien pujat tots junts caminant per la pujada en la qual es va realitzar el test.

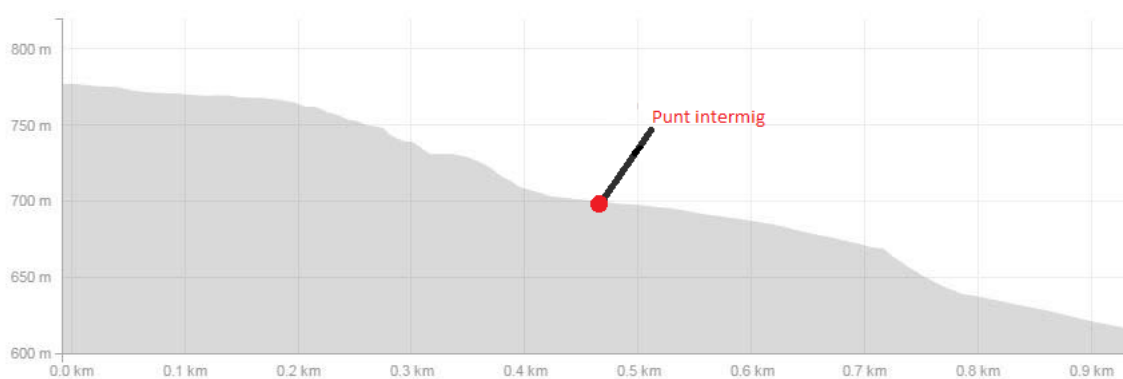


Figura 4. Perfil del test de baixada. Font: Elaboració pròpia.

4.5.8 Test fiabilitat de baixada

Es va realitzar un Test-Retest per garantir la fiabilitat del test. Perquè probablement s'han realitzat test de baixada corrent en altres zones i baixades o bé en algun tapis rodant en declinació. Tot i això es va fer el Test-Retest perquè com que es va realitzar el test en una baixada, un desnivell, una longitud i una superfície concreta, era difícil de reproduir les mateixes condicions en una altra baixada. Per realitzar aquest test 8 subjectes diferents dels de l'estudi, van realitzar el test el dia 20 de desembre de 2016 entre les 13:30 i les 15:00 amb una temperatura de 6 graus centígrads i el dia 27 de desembre de 2016 entre les 13:30 i les 15:00 amb una temperatura de 8 graus centígrads. Els tests es van realitzar amb el mateix ordre de subjectes i es va donar una distància de 30s entre esportiste perquè no es veiessin ni es poguessin adelantar. Es va realitzar els dos dies de test amb les mateixes condicions del terreny, ja que no havia plogut ni el dia anterior ni el mateix dia.

Es va demanar als subjectes que no realitzessin activitat física el dia abans ni el mateix dia del test.

Escalfament:

- Pujar caminant pel recorregut de baixada el qual es va tardar 12 minuts.
- Rotació de les principals articulacions del tren inferior:
 - a. Malucs
 - b. Genolls
 - c. Turmells
- Exercicis de desplaçament en una distància de 10 metres:
 - a. Frenades i arrancades
 - b. Canvis de direccions
 - c. Salts continus amb cama en diferents direccions, 2 sèries amb cada cama de 6 repeticions.
 - d. 2 progressius en pla d'entre 20 i 30 metres

Les variables dels subjectes que van realitzar el Test-Retest són:

Taula 5. Mostra test fiabilitat. Font: Elaboració pròpia.

MOSTRA	
Nº subjectes	8
Edat (anys)	46 ± 3,77
Sexe	5H 3D
Pes (kg)	64±11,12
Alçada (cm)	171,5±6,80
IMC (kg/m²)	18,53±8,48
Volum setmanal (hores)	5h 20'±2,32
Distància setmanal (km)	20'5±5,09
Desnivell setmanal (metres+)	937'5±320,43
Temps Corren(anys)	9,75±5,44
Nº curses 2016	2'6 ±2,72
Distància curses 2016 (km)*	76,1± 89,69
Desnivell curses 2016 (metres +)*	3863,75 ±3997,42

*Els quilòmetres i el desnivell és la suma del que van realitzar en les curses del 2016.

5.Resultats

En aquest apartat hi ha els resultats obtinguts en els tests inicials, els tests finals i la comparativa entre aquests a més dels resultats de fiabilitat del test de baixada.

5.1. Anàlisi de diferències en l'alçada (cm) dels salts verticals (CMJ)

A la figura 5 podem veure representades les mitjanes d'alçada dels salts (CMJ) de cada grup abans i després de l'entrenament de 9 setmanes. Podem veure com en el grup control la mitjana disminueix 0,77mm. En canvi podem veure millores en el rendiment del grup experimental de 1,41cm de mitjana. La ($p < 0,741$) en el grup control, la ($p < 0,048$) en el grup experimental. Per tant no hi va haver una millora significativa del grup control, en canvi si que n'hi va haver del grup experimental.

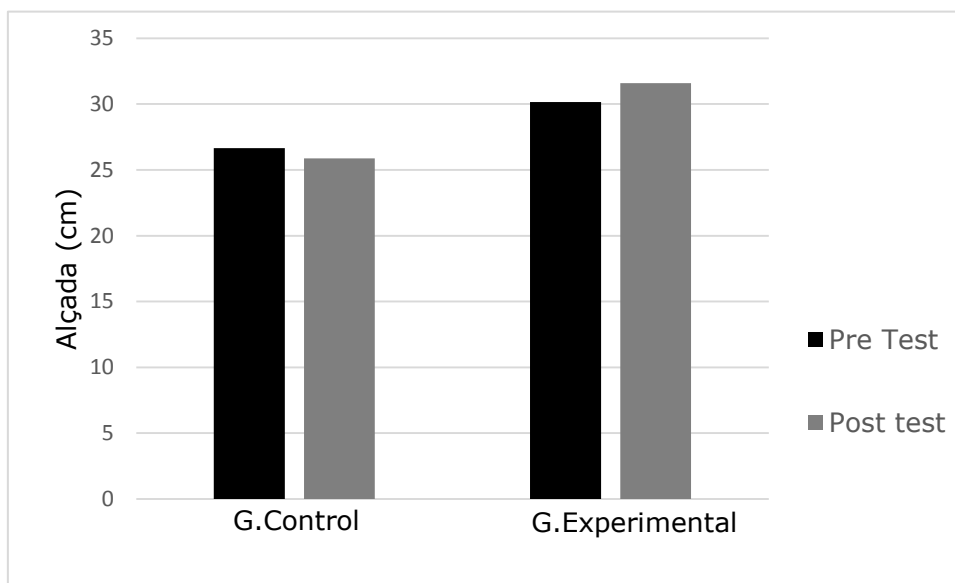


Figura 5. Representació gràfica de les mitjanes del salts CMJ dels 2 grups abans (pre) i després (post) de les 9 setmanes d'entrenament. Font: Elaboració pròpia.

5.2. Anàlisi de diferències en l'índex condensador dels salts verticals (RJ 10s)

A la figura 6 podem veure representades les mitjanes de l'índex condensador dels salts (RJ) de cada grup abans i després de l'entrenament de 9 setmanes. Podem veure com disminueixen les mitjanes dels dos grups. La mitjana del grup control disminueix 0'27 i la mitjana del grup experimental disminueix 0'21. La ($p < 0,11$) en el grup control i la ($p < 0,198$) en el grup experimental. Per tant, no hi va haver una millora significativa en cap dels dos grups.

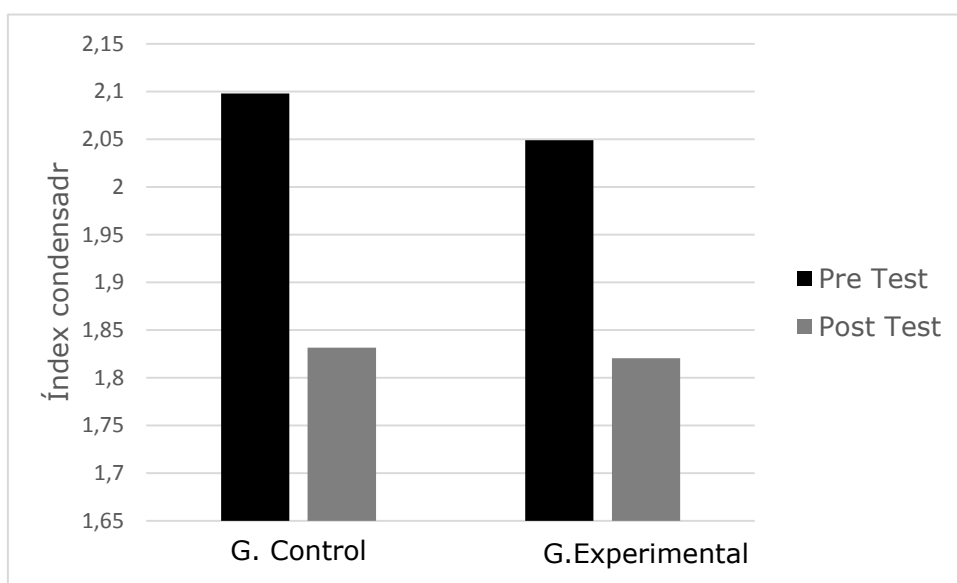


Figura 6. Representació gràfica de la mitjana de l'índex condensador (TV/TC) del salts RJ durant 10s dels 2 grups abans (pre) i després (post) de les 9 setmanes d'entrenament. Font: Elaboració pròpia.

5.3 Anàlisi de diferències en l'alçada mitjana (cm) dels salts verticals (RJ 30s)

A la figura 7 podem veure representades l'alçada mitjana del (RJ 30s) de cada grup abans i després de l'entrenament de 9 setmanes. Podem veure com en el grup control la mitjana disminueix 1'23cm . En canvi podem veure lleugera millora en el rendiment del grup experimental de 0,02 cm de mitjana. La($p < 0,581$) en el grup control i la ($p < 0,985$) en el grup experimental. Per tant, no hi va haver una millora significativa en cap dels dos grups.

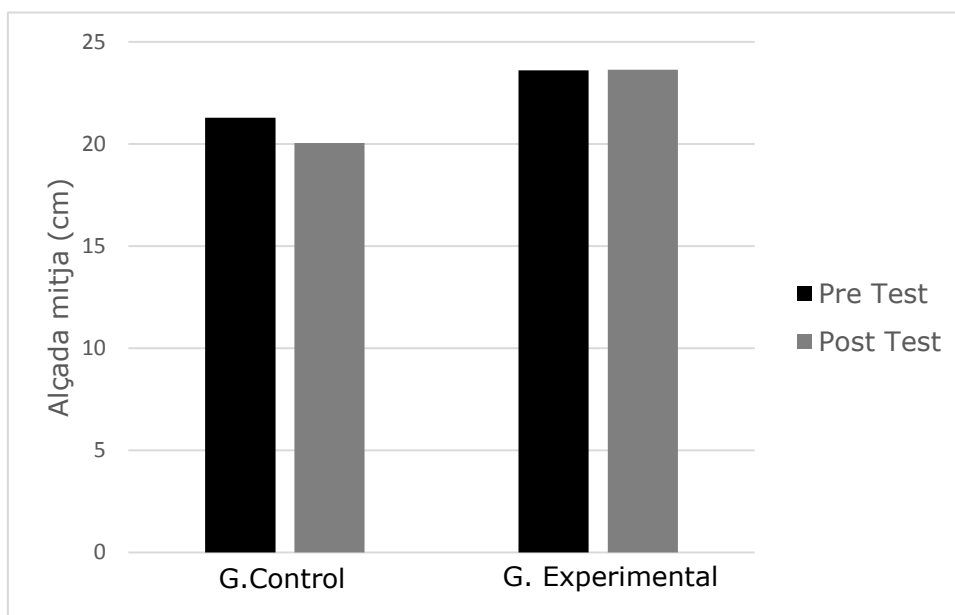


Figura 7. Representació gràfica de l'alçada mitjana dels salts RJ durant 30s dels 2 grups abans (pre) i després (post) de les 9 setmanes d'entrenament. Font: Elaboració pròpia.

5.4 Anàlisi de diferències en el temps (s) dels tests de baixada.

A la figura 8 podem veure representades les mitjanes en segons de la baixada de cada grup abans i després de l'entrenament de 9 setmanes. Podem veure com en els dos grups hi ha millores en el rendiment. El grup control la mitjana disminueix 7 segons i en el grup experimental la mitjana disminueix 17 segons. La ($p < 0,638$) en el grup control i la ($p < 0,015$) en el grup experimental. Per tant no hi va haver una millora significativa del grup control, en canvi si que n'hi va haver del grup experimental.

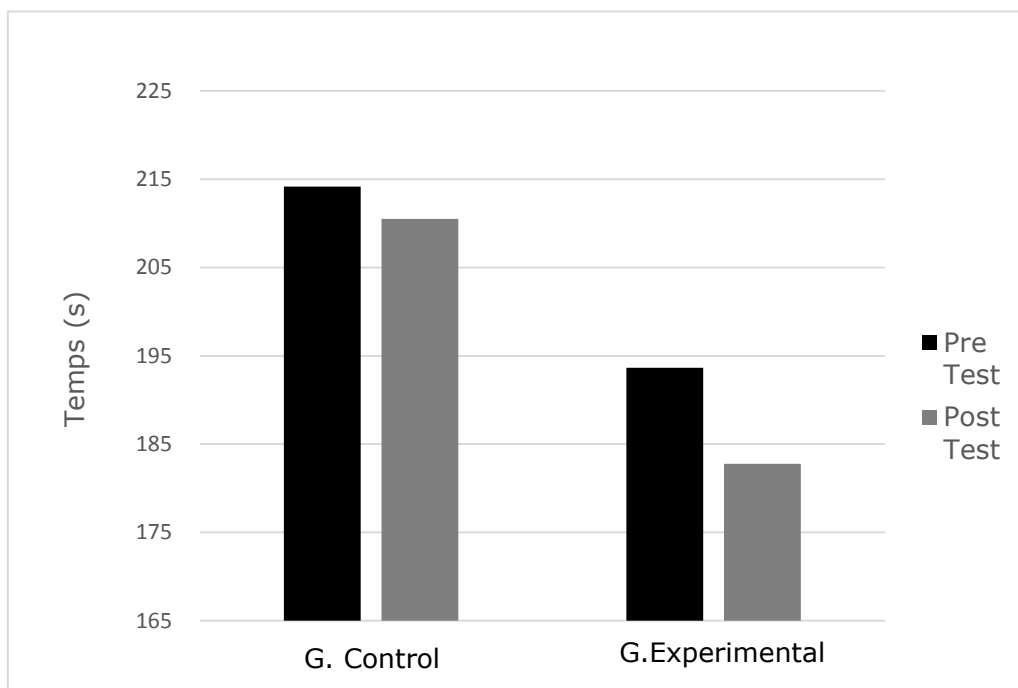


Figura 8. Representació gràfica de la mitjana del temps dels 2 grups abans (pre) i després (post) de les 9 setmanes d'entrenament. Font: Elaboració pròpia.

5.5 Anàlisi de diferències per trams en el temps (s) dels tests de baixada.

A la figura 9 es veuen representades les mitjanes en segons del primer tram i el segon tram de la baixada de cada grup abans i després de l'entrenament de 9 setmanes. Podem veure com en els dos grups hi ha millores en el rendiment tant en el primer tram com sobretot en el segon tram. El grup control la mitjana en el primer tram disminueix 0'8 segons i en el segon tram 2,8 segons. En el grup experimental la mitjana del primer tram disminueix 3,9 segons i en el segon tram 7 segons. En el grup control en el primer tram la ($p < 0,845$) i en el segon tram la ($p < 0,443$). En el grup experimental en el primer tram la ($p < 0,091$) i en el segon tram la ($p < 0,03$). Per tant, la millora significativa va ser en el segon tram del grup experimental.

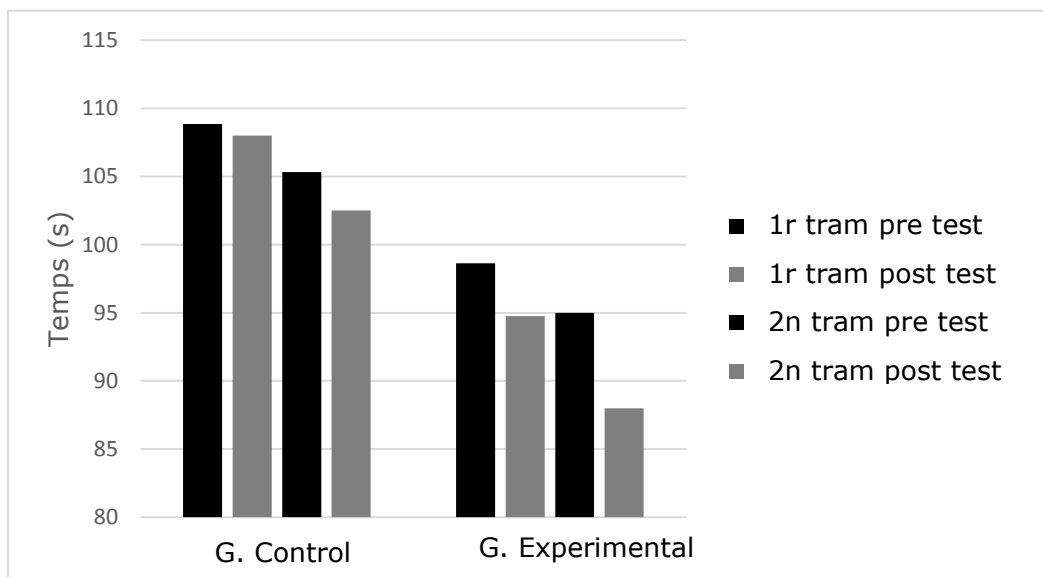


Figura 9. Representació gràfica de la mitjana del temps del primer tram i el segon tram de la baixada dels 2 grups abans (pre) i després (post) de les 9 setmanes d'entrenament. Font: Elaboració pròpia.

5.6 Anàlisi de diferències en el temps (s) del Test-Retest de baixada.

A la figura 10 podem veure representades les mitjanes en segons de les dues baixades del grup que va realitzar el test de fiabilitat. Podem veure com la mitjana de les dues baixades té una diferència de 1'25 segons, sent més ràpida la segona.

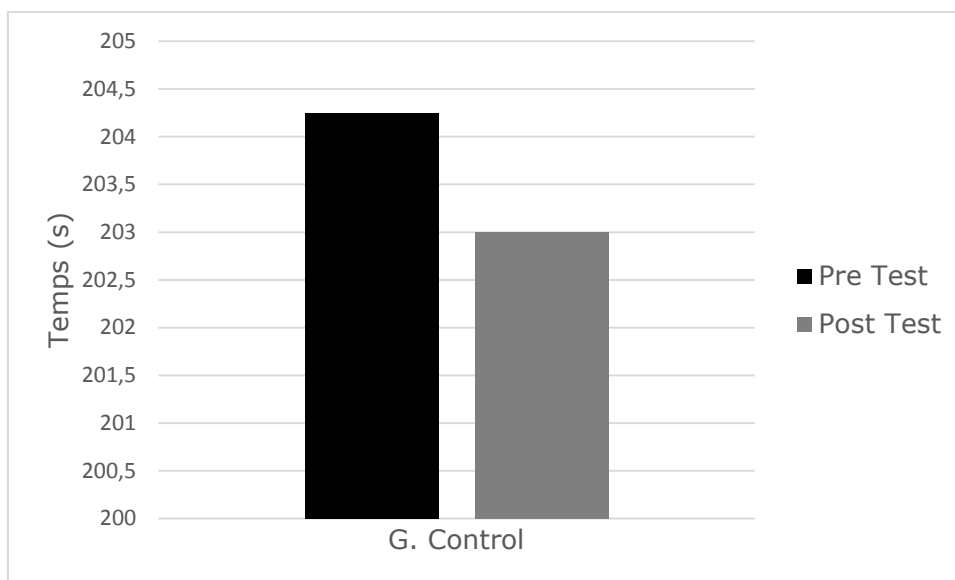


Figura 10. Representació gràfica de la mitjana del temps dels 2 test de fiabilitat. Font: Elaboració pròpia.

5.6 Anàlisi de la correlació entre els resultats dels test de salt i el test de baixada.

La correlació entre el test CMJ, és a dir entre la força explosiva i el temps de baixada és de ($r=-0,872$; $p=0,000$).

La correlació entre el test RJ 10s, és a dir entre la força reactiva i el temps de baixada és de ($r=-0,579$; $p=0,03$).

La correlació entre el test RJ 30s, és a dir entre la resistència a la força i el temps de baixada és de ($r=-0,816$; $p=0,000$).

Segons els resultats obtinguts totes 3 manifestacions de força tenen correlació amb el temps de baixada. La força explosiva i la resistència a la força tenen una correlació forta, en canvi la força reactiva té una correlació més baixa.

6. Discussió

En aquest apartat es va discutir les hipòtesis i objectius establerts a l'inici de l'estudi a partir dels resultats obtinguts dels tests.

6.1 Test de baixada:

Hi va haver millora tant en el grup control com en el grup experimental, ja que en el grup control la mitjana es va reduir a 3'5s, baixant 0,83s en el primer tram i 2,66s en el segon tram. El grup experimental va reduir la mitjana a 11,62s. Baixant 4,62s en el primer tram i 7s en el segon tram. Tot i així després de fer l'anàlisi estadística, les millores significatives van ser en el temps de baixada del grup experimental i en el segon tram del grup experimental. La millora en el rendiment de baixada del grup experimental va ser pel segon tram, ja que en el primer no hi va haver millora estadísticament significativa.

El segon tram té la mateixa longitud que el primer, però té 17 metres més de pendent negatiu, per tant el pendent és més accentuat i és aquí on es requereixen majors nivells de força, segons Márquez, Vallejo i Álvarez (2015). Clemente (2011), diu que en els trams de baixada amb major pendent és on el component excèntric s'accentua i hi ha un desgast muscular major. Segons Clemente, V.; Muñoz, V.; Ramos, D.; Navarro, F. (2010), els corredors que suporten més bé els grans impactes de les baixades, és perquè tenen la musculatura del tren inferior desenvolupada i uns importants nivells de força.

En el segon tram és on es van notar més els beneficis del programa d'entrenament excèntric, retardant la fatiga muscular. Es va complir una de les hipòtesis i objectius de l'estudi.

El grup control també va millorar en el test de baixada encara que no fos estadísticament significatiu. Probablement perquè en els escalfaments que es van realitzar durant les 9 setmanes, es van continuar realitzant els treballs de força i propiocepció amb el pes corporal, igual que durant tota la temporada. També es trobaven en un moment més avançat de la temporada, per tant és probable que la seva forma física fos més elevada.

En la (l'Annex 5: taula 11 Resultats dels tests de baixada de), es poden observar totes les dades analitzades de forma detallada.

6.2 Test de força:

En aquest punt es van discutir els tres tests de salt vertical avaluats.

6.2.1 CMJ

En el test de CMJ en el grup control no hi va haver millora, en el grup experimental hi va haver una millora de 1,41cm d'alçada. Després de fer l'anàlisi estadística, es confirma que la millora va ser significativa. En el programa d'entrenament excèntric no es van seguir les pautes per la millora de la força explosiva. Segons Bosco (2000), la força explosiva millora quan l'execució de l'exercici es realitza a altes velocitats, amb càrregues del 20-30% de la repetició màxima (RM), a la màxima velocitat o bé amb càrregues inferiors al 50% executades a la màxima velocitat i sense sobrepassar les 12 repeticions.

Segons Rius (2005), s'ha de treballar la força explosiva amb:

- Càrregues del 30-70% de la RM.
- Realitzar de 2-6 repeticions.
- Pausa de 3 a 5 minuts.
- Freqüència setmanal de 2 a 4 sessions.
- Ritme d'execució màxim i explosiu.

Tot i només realitzar la fase excèntrica, amb una execució lenta i amb un temps de recuperació inferior al recomanat, hi va haver millores significatives. En el test CMJ el principal múscul és el quàdriceps, ja que és el múscul encarregat de l'extensió dels genolls. Els possibles motius pels quals hi va haver millores, podrien ser perquè dins els sis exercicis del programa d'entrenament, en dos el múscul principal era el quàdriceps. Un dels exercicis era amb el tirant muscular i l'altre esquats monòpodals. Tots dos requereixen alts nivells de força, alguns autors citen que es genera tensions equivalents a treballs de força màxima amb el tirant muscular. Segons Álvarez, Diana María Vaamonde, Padullés, Edir, Bernardo i Montaner (2015) realitzar esquats amb el 50% de la RM equival a realitzar esquats amb el tirant muscular sense sobrecàrrega i realitzar esquats amb el 60% de la RM equival a realitzar esquats amb 10 kg en el tirant muscular, que és aproximadament el que van realitzar les últimes 3 setmanes.

Per tant, a partir d'aquestes dades, l'execució d'aquest exercici ja s'aproparia més a les intensitats del treball de la força explosiva. L'augment de la força màxima neural segons Medina (2015), proporcionar augments en la força explosiva i per tant augmentar el rendiment en el CMJ.

En un estudi on es van comparar dos grups de subjectes durant un entrenament de la força de quàdriceps en la màquina d'extensió de cames amb càrrega normal i amb sobrecàrrega en la fase excèntrica, van trobar que el grup amb sobrecàrrega excèntrica va augmentar els nivells de força màxima i van augmentar significativament l'altura del salt vertical. (Friedmann-Bette et al., 2010).

A partir d'aquests estudis, es pot pensar que l'augment en l'alçada del CMJ és degut al fet que en el programa d'entrenament i concretament els dos exercicis esmentats poden haver fet augmentar els nivells de força màxima dels subjectes i per tant, també hagués augmentat la força explosiva d'aquests. Hagués set interessant realitzar un pre i post test de força màxima per confirmar aquesta possible hipòtesi.

En (l'Annex 5: taula 12 resultats dels tests de salts de), es poden observar totes les dades analitzades de forma detallada.

6.2.2 RJ 10s

En el test RJ durant 10s no hi va haver millores en cap dels dos grups fixant-nos en l'índex condensador (TV/TC). En el grup control no hi va haver millores ni en el temps de contacte ni en el temps de vol, en canvi en el grup experimental tot i que l'índex condensador és inferior en el test final, el temps de contacte disminueix. Cal dir que els subjectes els va costar molt realitzar la tècnica de manera adequada i alguns inclús a partir dels vídeos que es van gravar durant la realització dels tests es va poder veure que la tècnica entre el test inicial i el final era diferent, per tant la fiabilitat dels resultats d'aquest test quedava alterada. En el programa d'entrenament excèntric no es van seguir les pautes d'un programa d'entrenament de força reactiva.

Segons García Manso (2002), per treballar aquesta capacitat:

- El múscul primer ha de realitzar una fase excèntrica, seguit d'una fase isomètrica molt breu i posteriorment executar una fase concèntrica.
- L'execució del moviment ha de ser el més ràpid possible i el temps de contacte amb el terra el mínim possible.

Aquest autor juntament amb molts d'altres també citen el treball pliomètric com el més efectiu per millorar la força reactiva, és a dir produir els màxims nivells de força en el menor temps de contacte possible.

Segons Bosco (2000), per realitzar aquest treball l'execució ha de ser la més ràpida possible i el temps de descans ha de ser el suficient perquè l'esportista estigui recuperat per afrontar la següent repetició. Segons Rius (2005) en l'entrenament de la força reactiva, s'han de realitzar poques repeticions però han d'estar enllaçades entre si i buscant accentuar l'estirament previ.

Per tant, els motius pels quals no es van produir millores van ser:

- Execució lenta.
- Les repeticions no estaven enllaçades entre elles.
- Es treballava només la fase excèntrica.
- No hi va haver exercicis de salts ni desplaçament, per tant, tampoc es va treballar el temps de contacte.
- Nombre de repeticions massa elevat.
- Temps de descans inferior.

Finalment dir que segons l'estudi que es va realitzar, tot i que com s'ha dit la mala execució tècnica probablement va influir en els resultats. Segons les dades obtingudes, l'entrenament excèntric amb el pes corporal i càrregues baixes no millora la força reactiva sinó que inclús la disminueix lleugerament. Per tant, no és un bon mètode per treballar aquesta capacitat.

En (l'Annex 5: taula 12 resultats dels tests de salts) es poden observar totes les dades analitzades de forma detallada.

6.2.3 RJ 30s

El test RJ es va realitzar amb tècnica de CMJ durant 30s, no es van apreciar millores significatives en l'alçada mitjana en cap dels dos grups. Tot i així el grup experimental, va augmentar amb 1 salt més la mitjana del nombre salts, va augmentar l'índex condensador 0,049 i la mitjana de l'alçada també va augmentar lleugerament 0'02cm. Per tant, tot i que no hi va haver unes grans millores i no és l'entrenament més efectiu per millora la resistència a la força, tampoc és contraproduent ni redueix les manifestacions d'aquesta.

Les variables del programa d'entrenament es diferencien en diversos factors envers les pautes per millorar la resistència a la força. Segons González-Badillo (2014) la resistència a la força no té unes pautes tan tancades i marcades com la força màxim o altres manifestacions de la força. Si no que el nombre de repeticions i el temps de descans s'han d'adaptar a la disciplina esportiva en concret. Tot i així dona unes pautes per realitzar un entrenament de la resistència a la força ràpida que segons Bosco (2000), és la capacitat que s'avalua realitzant salts continus durant 30s. L'Estructura de l'entrenament de la resistència a la força ràpida segons González-Badillo (2014), diu que:

- La càrrega no pot ser prou alta com per canviar la tècnica.
- La velocitat d'execució en aquests casos ha de ser alta.
- Màxim 20 repeticions o 40s de treball.
- 4 sèries.
- El temps de descans ha de ser el suficient per poder treballar la següent sèrie a una velocitat similar a l'anterior.

Per tant, els motius pels quals no es van produir millores van ser:

- El ritme d'execució en el qual s'executen els exercicis, ja que en comptes de ser ràpids, en la fase excèntrica es realitzava un descens lent de 5 segons.
- El nombre de sèries era inferior i el nombre de repeticions també, per tant el volum total era molt inferior.
- Per acabar tampoc es respectava el temps de descans, ja que entre sèries era de 15s..

En (l'Annex 5: taula 12 resultats dels tests de salts), es poden observar totes les dades analitzades de forma detallada.

6.3 Correlació del temps de baixada amb els salts verticals

A partir de l'anàlisi estadística, podem veure que les tres manifestacions de força avaluades: l'explosiva, la reactiva i la resistència a aquesta tenen una correlació significativa amb el temps de baixada. Les manifestacions de força explosiva i la resistència a la força tenen una correlació forta amb el temps de baixada, en canvi la força reactiva té una correlació moderada. Segons García Verdugo (2000), el treball de força és fonamental en els corredors de resistència, perquè podrà permetre considerables millores en el rendiment quan a través de treballs de resistència de carrera l'atleta s'hagi pogut estancar.

Segons Rius (2005), quan un atleta és capaç de desplaçar-se ràpid, és perquè té alts nivells de força.

El temps de contacte segons Ogueta (2014), en proves de velocitat és un factor determinant i aquesta variable va molt correlacionada amb la força reactiva. En la baixada el temps de contacte és superior, ja que la tècnica de carrera en pendent negatiu requereix recolzar més superfície de contacte del peu, perquè no és córrer amb les puntes i s'ha de recolzar el taló en alguns moments per reduir la velocitat, perquè si no es perdria el control. Això fa que el temps de contacte no sigui tant determinant com en les curses de velocitat en pla. Possiblement per aquest motiu la correlació del temps de baixada i la força reactiva és moderada.

Cal dir que al ser un grup tan heterogeni els millors corredors són els que són els més ràpids baixant i els que tenen les 3 manifestacions de força avaluades més altes. Per tant, tot i que la correlació dels temps de baixada i les manifestacions de força està realitzada a partir de tots els subjectes, pot quedar lleugerament alterada per aquest fet.

7. Conclusions

El programa d'entrenament excèntric amb el pes corporal i càrregues baixes de 9 setmanes en corredors amateurs va tenir millores significatives en:

- El rendiment del test de baixada a causa de la millora en el segon tram.
- En la força explosiva, ja que es va millorar en l'alçada del CMJ.

El programa d'entrenament excèntric amb el pes corporal i càrregues baixes de 9 setmanes en corredors amateurs no va tenir millores significatives en:

- La força reactiva perquè inclús va disminuir, tot i que els resultats queden alterats per la tècnica.
- La resistència a la força, perquè hi va haver lleugeres millores en el grup experimental però no van ser significatives. Per tant no és un mètode d'entrenament eficaç per millorar aquesta capacitat.

Per altra banda també es conclou, que les tres manifestacions de força avaluades tenen correlació amb el temps de baixada:

- La força explosiva i la resistència a la força tenen correlació forta amb el temps de baixada.
- La força reactiva té una correlació moderada amb el temps de baixada.

8. Aplicació pràctica

Després de 9 setmanes del programa d'entrenament excèntric amb el pes corporal i càrregues baixes es va poder veure la millora en el rendiment de la baixada i de la força explosiva. En les curses de muntanya excepte en la modalitat de verticals, hi trobem trams de baixada, per tant l'aplicació d'aquest protocol feria reduir el temps de descens dels trams negatius dels corredors, ja que retarda la fatiga muscular. Possiblement s'obtidrien majors beneficis en trams de baixada continus i llargs perquè, on es va veure la principal millora va ser en el segon tram de baixada. Segons Glover (2005) augmentar el rendiment en baixada fa augmentar el rendiment dels corredors en les curses de muntanya.

Per altra banda, no es van veure millores en la força reactiva ni en la resistència a la força, per tant, cal tenir present a l'hora d'aplicar aquest programa d'entrenament a quina activitat va enfocada. Perquè en disciplines en les quals la força reactiva és determinant com en les proves de velocitat no proporcionaria un augment del rendiment, sinó que fins i tot podria produir un efecte negatiu. També es va poder veure que les tres manifestacions de força avaluades tenen correlació amb el temps de baixada, per tant, realitzar programes d'entrenament de la força adequats al subjecte i el moment de la temporada podria fer augmentar el rendiment dels corredors de muntanya. Segons García-Verdugo (2000), la força és una capacitat fonamental per augmentar el rendiment en les curses de muntanya.

Realitzar exercicis similars al gest competitiu, que tinguin transferència proporciona beneficis als esportistes. Si a més es realitzen exercicis monopodals que tenen inestabilitat i es treballa la propiocepció, en un esport com les curses de muntanya en el qual el desplaçament es realitza per un terreny inestable i canviant, pot ajudar a prevenir lesions.

Per acabar voldria dir que en les últimes tres setmanes en les quals es va augmentar la intensitat, van sorgir molèsties i petites lesions en alguns esportistes. Tot i no saber la causa exacta d'aquestes, és important que cada subjecte treballi amb la seva càrrega (principi d'individualització) i escollir els exercicis amb coherència, perquè treballant excèntricament poden ser molt agressius i arribar a produir lesions musculars importants.

9. Límits investigació

En aquest apartat descriure les principals limitacions que m'he adonat que té l'estudi.

- Primer de tot dir que la mostra va començar sent de 20 subjectes, sent un grup control de 10 subjectes i un grup experimental de 10 subjectes. Finalment a causa d'alguna lesió i la falta d'assistència als entrenaments ha fet que el grup control fossin 6 membres i el grup experimental 8, per tant és una mostra reduïda i menys significativa.
- Al ser un grup molt heterogeni tant de nivell, edat, com sexe ha fet que hi hagi diferències significatives entre els esportistes i entre el dos grups factors que sóc conscient que pot haver influït en els resultats.
- Tot i que es va realitzar un test de familiarització per tal que els resultats del primer test no fossin més baixos per culpa d'una mala execució tècnica, principalment en el test de salt vertical de RJ durant 10s. Els ha costat molt realitzar la tècnica adequada i algun subjecte ha utilitzat una tècnica diferent entre el test final i l'inicial i això ha influït en el resultat del RJ 10s.
- El temps que citen diferents autors com Carreño i López (2003) sobre la recuperació del treball excèntric per una bona adaptació és de 72 hores, en el programa d'entrenament els subjectes tenien un descans entre sessions de 48 hores.
- L'escalfament i el treball excèntric ocupava gairebé més del 50% de la sessió, al fet de realitzar-lo durant 9 setmanes a fet que els subjectes no respectessin plenament el temps d'execució i anessin més ràpid del que tocava.
- Al no poder controlar els entrenaments que realitzen pel seu compte, fa que els resultats obtinguts puguin estar influenciats per la càrrega aliena a les sessions d'entrenament.
- Tot i que els tests inicials i finals s'han reproduït en les mateixes condicions, el fet que corrin de nit i amb frontal probablement ha fet que no poguessin córrer el màxim de ràpid possible per por i això hagi influït en els resultats.
- La baixada era per una pista la qual jo no considerava que fos gaire tècnica però tot i així m'he adonat que és un factor determinant pel rendiment en baixada.
- No he tingut en compte un aspecte important que és el marge de millora que pot tenir cada subjecte. Ja que, no és el mateix un esportista que estigui en el seu màxim nivell o molt proper, que porti molts anys d'entrenament a una altra esportista que fa poc que practica una disciplina per exemple.

- Les càrregues externes quan es va realitzar l'augment de la intensitat, no es van realitzar a partir d'un test de la repetició màxima (RM), ni es va tenir en compte el pes dels subjectes per determinar la càrrega. Sinó que la càrrega i el nombre de repeticions era igual per tots els subjectes, el motiu va ser per falta de temps i sobretot per logística i falta de material.

10. Futures línies d'investigació

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, en l'augment de la intensitat dels exercicis del programa d'entrenament excèntric, s'ha de vigilar el pes, l'execució i el nombre de repeticions, ja que, algun participant va esmentar que estava carregat i va coincidir amb alguna lesió dels participants. Per tant, seria interessant realitzar el mateix programa però amb càrregues individualitzades i fer-ne una comparació.

En relació a possibles investigacions futures, seria interessant realitzar un estudi similar però realitzant un programa d'entrenament que combini accions musculars excèntriques i concèntriques, perquè corrent, constantment hi ha cicles d'estirament escurçament (CEA). D'aquesta manera podríem veure si combinant els dos tipus de contraccions s'obtenen resultats diferents.

Una altra possibilitat seria haver realitzat un test de força màxima per veure si aquesta ha augmentat o no, d'aquesta manera tindríem més informació per entendre els motius pels quals han millorat les manifestacions de força mesurades.

També es podria avaluar a partir d'un test en pla de 800 metres, ja que penso que el temps de treball seria similar al que van realitzar en la baixada. Per tal de buscar la correlació entre els temps en pla i els temps de baixada.

Per últim, una altra opció més enfocada a la fisiologia, podria ser avaluar si hi ha correlació entre els esportistes que són capaços d'anar a ritmes més alts utilitzant greixos i els més ràpids en baixar.

Per concloure l'apartat dir que la realització de tots aquests estudis podria proporcionar les variables fisiològiques de rendiments determinants en la baixada. D'aquesta manera es podria realitzar entrenaments per millorar la baixada sense haver de fer tants metres de desnivell negatiu, perquè hi ha un gran impacte i és molt agressiu. Així es previndrien sobretot els perjudicis que té aquesta disciplina a llarg termini. Cal ser conscients que s'està aïllant la tècnica i és un factor molt determinant per baixar ràpid, de forma eficient i també redueix el risc de lesió.

11. Reflexions personals

Primer de tot m'agradaria dir que realitzant aquest estudi m'he adonat que hi ha molta diferència entre la teoria i la pràctica, ja que del que està escrit i diuen alguns estudis a posar-ho a la pràctica, és molt diferent. També dir que les condicions que té un estudi científic al que realment he pogut realitzar, hi ha diferències significatives, perquè hi ha molts aspectes que no es poden controlar o difícilment podem aconseguir en la situació en la qual ens trobem i amb els mitjans que tenim com a estudiants.

En la hipòtesi inicial em plantejava que el descens del rendiment en les baixades finals de les curses venia donat per la fatiga muscular, però a través de l'assignatura de nutrició he après que un altre motiu pel qual es produeix el descens del ritme, és perquè es buiden els dipòsits d'hidrats de carboni (HC) i ens veiem obligats a utilitzar els greixos com a font principal de subministrament d'energia i per tant, em de baixar el ritme, perquè l'energia que ens proporcionen aquests és inferior a la dels HC.

Tot i buscar una baixada que fos per pista on pensava que la tècnica no era tan determinat com el nivell físic, m'he adonat que és un factor clau, ja que corre a altes velocitats per una baixada encara que el terreny no sigui molt complex requereix tenir una bona tècnica.

12. Referències Bibliogràfiques

12.1. Bibliografia

Baechle, E. (2007). Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico. (2ªed.) Madrid: Editorial Panamericana.

Bosco, C. (1994). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Barcelona: Ed. Paidotribo.

Bosco, C. (2000). *La fuerza muscular: Aspectos metodológicos*.(1ª ed.) Barcelona: INDE.

Brown, L. (2007).*Entrenamiento de la fuerza*. Madrid: Editorial Panamericana

Candia, R. (2014). *Efectos sobre la masa muscular y las manifestacions de fuerza, del entrnamiento unilateral excéntrico vs concéntrico*. . (Tesi doctoral). Universidad de León.

Carreño ,J i López, J (2003).Variables de interés en el estudio de los efectos del ejercicio excéntrico sobre el rendimiento deportivo. *Apunts: Educació física i esports*, (72),62-69.

Chen TC, Nosaka K, Lin MJ, Chen HL, Wu CJ. (2009). Changes in running economy at diferent intensities following downhill running. *Journal Sports Science*, 27(11), 1137-44.

Christos N. Papadopoulos, Konstantinos Theodosiou, Gregory C. Bogdanis, Evangelia Gkantiraga, Ioannis T. Gissis, Michalis Sambanis, Athanasios G. Souglis, Aristomenis A. Sotiropoulos (2014).Multiarticular Isokinetic High-Load Eccentric Training Induces Large Increases in Eccentric and Concentric Strength and Jumping Performance. *Journal of strength and conditioning research: the research journal of the NSCA*. 28(9) 2680-2688. doi:10.1519/JSC.0000000000000456.

Clemente, V. (2001). Modificaciones de parámetros bioquímicos después de una maratón de montaña. *European Journal of Human Movement*. (27) 75-83.

Clemente, V.; Muñoz, V.; Ramos, D.; Navarro, F.; González-Ravé, J. M. (2010). Destrucción muscular, modificaciones de frecuencia cardíaca, lactato y percepción subjetiva de esfuerzo en una prueba de carrera por relevos de ultra-resistencia de 24 horas. *European Journal of Human Movement*. (24) 29-37.

Cometti, G. (2005) *Los métodos modernos de musculación* . 4ª edición. Badalona: Editorial Paidotribo.

Eston, R. Finney S, Baker S, Baltzopoulos V. (1996). Muscle tenderness and peak torque changes after downhill running following a prior bout of isokinetic eccentric exercise. *Journal of Sports Science*, 14(4), 291-9.

Friedmann-Bette, B., Bauer, T., Kinscherf, R., Vorwals, S., Klute, K., Bischoff, D, Müller, H., Weber, M.A, Metz, J., Kauczor, H, Bärtsch, P i Bitller, R. (2010). Effects of strength training with eccentric overload on muscle adaptation in male athletes. *European J Appl Physiol*, 108 (4), 821-836.

Friel, J. (2011). *Manual de entrenamiento del ciclista*. Badalona: Editorial Paidotribo.

García-Manso, J. (2002). *La Fuerza: Fundamentación, valoración y entrenamiento*. Madrid: Gymnos.

García-Verdugo, M. (2000). *Principios del Autoentrenamiento: Manual del corredor*. Madrid: Gymnos Editorial.

Glover, B. (2005). *Manual del corredor de competición*. Badalona: Editorial Paidotribo.

González Badillo, J. (2002). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza: Aplicación al alto rendimiento Deportivo*. (3ª ed). Barcelona: INDE Publicacions.

González, J., Pablos, C., Navarro, F. (2014) *Entrenamiento Deportivo: Teoría i Práctica*. Madrid: Panamericana.

Guilhem, G, Cornu, C, Maffiuletti, i Guevel. (2010) Neuromuscular Adaptations to Isoload versus Isokinetic Eccentric Resistance. *Training Journal of strength and conditioning research: the research journal of the NSCA*. (2):326-35. doi: 10.1249/MSS.0b013e31826e7066

Gutiérrez, M., González, F. , Giles, J. , Gallardo, D., Rojas, F. (2016). Efecto de sobrecargas ligeras sobre el rendimiento del salto vertical con contramovimiento. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*. nº64, 633-648.

Higino, Aparecido, Cavalcanti, Cardoso, Vasconcelos, Silva i Leme 2. (2016). Influence of repeated bouts of eccentric exercise on high-intensity aerobic performance. *Journal of physical and therapy science*. (8): 2369-2372.. doi: 10.1589/jpts.28.2369.

Larrauri, A., Savulescu, C., Jiménez-Jorge, S., Pérez-Breña, P., Pozo, F., Casas, I., de Mateo, S. (2011). Influenza pandemic (H1N1) 2009 activity during summer 2009. effectiveness of the 2008-9 trivalent vaccine against pandemic influenza in Spain. *Gaceta Sanitaria*, 25(1), 23-28. doi:10.1016/j.gaceta.2010.06.010

Lindstedt. S, LaStayo. C i Reich T. (2001). When active muscles lengthen: properties and consequences of eccentric contractions. *American Physiological Society*. (6), 256-261 . doi: 10.1155/2015/193741

López. M (2006). Características y Relaciones del "Flow", Ansiedad y Estado Emocional con el Rendimiento Deportivo en Deportistas de Elite. (Tesi doctoral no publicada). Universitat Autònoma de Barcelona, Catalunya.

Márquez, J, Vallejo, I i Álvarez, J. (2015). Estimación del tiempo de demora en rutas pedestres: comparación de algoritmos. *GeoFocus: Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 15,47-74. Carreras por montaña. (2016). *En Federación Española de deportes de montaña y escalada*.

Medina, k. (2015). Influencia de la fuerza máxima en la fuerza explosiva. *Educación Física y Deportes, Revista Digital Buenos Aires*. 204(20)

Naclerio, F. (2010) Entrenamiento Deportivo: Fundamentos y aplicaciones en diferentes deportes. Madrid: Panamericana.

Núñez,M., Vaamonde, D, Padullés, J., Edir, M., , Bernardo, H. i Montaner,V. (2005). Análisis electromiográfico y de percepción de esfuerzo del tirante musculador con respecto al ejercicio de medio squat. *Apunts: Educación física y deportes*. Nº 82, págs. 45-52

Ogueta, A. (2014) *Adaptación, validación y aplicación de una nueva tecnología para valorar la biomecánica de la carrera de resistencia*. (Tesi doctoral). Universidad de León.

Passoni, W., Apareciado.,R. Sousa., F. Santos., Vasconcelos, M., Fernandes, F., Alexandre, J. (2016). Influence of repeated bouts of eccentric exercise on high-intensity aerobic performance. *Journal Physical Therapy Science* , 28(8): 2369–2372.

Rius, J. (2005). *Metodología i técnicas de atletismo*. Badalona: Editorial Paidotribo.

Sanchis, J I Calbet J (1999). Control nervioso de las contracciones musculares excéntricas. . *RED: Revista Entrenamiento Deportivo*. 83-93.

Tous, J. (1999). *Nuevas tendencias en fuerza y musculación*. Barcelona: Ergo, 1999.

Tsuchiya, Yoshifumi; Mizuno, Sahiro; Morii, Ikuhiro; Goto, Kazushige (2016). Irisin Response To Down-hill Running Exercise In Humans. *Medicine & Science in Sports and Exercise*, 131 (3692), 1029.

Urdampilleta, Armentia, Gómez, Martínez, Mielgo. (2014) La fatiga muscular en los deportistas: métodos físicos, nutricionales y farmacológicos para combatirla. *Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*.165,36-43.

Verkhoshansky, Y. (1999). *Todo sobre el método pliométrico: Medios y métodos para el entrenamiento y la mejora de la fuerza explosiva*. Barcelona: Editorial Paidotribo.

Verkhoshansky, Y. (2002). *Teoría y metodología del entrenamiento Deportivo*. Barcelona: Editorial Paidotribo.

12.2. Webgrafia

International Skyrunning Federation. (2017) *International Skyrunning Federation Rules*. Consultat el 25 de gener des de: <http://www.skyrunning.com/rules/>

Federació d'Entitas Excursionistes de Catalunya. (2017). *Reglement de les curses de muntanya*. Consultat 12 de gener des de:
<https://www.feec.cat/wpcontent/uploads/2015/12/Reglament-CURSES MUNTANYA>.

World Mountain Running Association. (2017). *Documents*. Consultat 12 gener 2017, des de:
http://www.wmra.ch/index.php?option=com_content&task=view&id=8&Itemid=6

13. Annexos

Annex 1. Consentiment informat

CONSENTIMENT INFORMAT PER PARTICIPAR EN UN ESTUDI D'INVESTIGACIÓ

L'Albert Ballús Casas, estudiant del Grau en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport a la Universitat de Vic, està realitzant un treball d'investigació que consisteix en l'estudi de la millora de la cursa a peu en baixada amb corredors a partir d'un programa d'entrenament de força amb exercicis excèntrics amb el pes corporal i càrregues baixes. L'objectiu de l'estudi és veure si augmenta el rendiment en baixada a partir del programa d'entrenament, mesurar si hi ha millores en les manifestacions de força: explosiva, reactiva i la resistència a la força i veure si hi ha alguna relació entre aquestes manifestacions i el rendiment en baixada. Es realitzarà a partir de la comparació de les dades recollides en els tests inicials i els tests finals després del període d'entrenament.

L'estudi es durà a terme durant 9 setmanes d'entrenament. Dues setmanes abans de l'inici de l'estudi es realitzaran uns test de familiarització. El primer dia de l'estudi es realitzarà uns tests inicials (CMJ, RJ 10s i RJ 30s amb tècnica de CMJ) i els mateixos al final del període d'entrenament. Un cop recollides totes les dades s'analitzaran per extreure'n resultats.

La confidencialitat dels resultats individuals serà mantinguda en tot moment i la identitat dels participants en l'estudi serà anònima. 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 realitzarà un programa d'entrenament, que no té 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 respondrà 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:

Annex 2. Mostra subjectes de l'estudi

Taula 6. Mostra subjectes de l'estudi. Font: Elaboració pròpia

Subjectes	Edat (anys)	Sexe	Pes (kg)	Alçada (cm)	IMC (kg/m ²)	Volum setmanal (hores)	Distància setmanal (km)	Desnivell Setmanal (metres+)	Temps Corren (anys)	Nº curses 2016	Distància curses (km)	Desnivell curses (metres +)
1	50	D	55	163	20,70	6	25	1200	30	2	51/32=83	1200/800=2000
2	40	H	70	180	21,64	4	19	700	4	7	21/63/21/21/10,5/43/21= 210,5	900/3700/2000/520/0/1300/900= 9320
3	48	H	68	178	21,46	3	20	600	35	0	0	0
4	37	H	66	167	23,66	3	15	700	7	8	21/21/21/56/21/53/55/21/43=259	2000/1000/1300/2750/1940/800/ 1700/0=11490
5	48	D	57	166	20,68	3	20	600	10	3	14,7/53/18= 85,7	500/1300/600= 2400
6	47	H	69	174	22,79	3	17	1000	27	1	21	2000
7	21	H	58	178	18,30	4	20	1500	3	2	28/63=84	2800/3100=5900
8	40	H	73	176	23,56	1,5	12	300	7	4	11/21/21/43,5= 96,5	300/2000/750/ 1300= 4350
9	44	D	51	160	19,92	5,5	30	1000	30	5	21/21/55/42/43,5= 182,5	1900/1900/4100/3000/1300=1220
10	28	D	58	164	21,56	8	27'5	2000	9	4	26/25/21,5/28=100,5	1450/1500/2000/ 2800=7750
11	47	H	72	182	21,73	4	15	750	5	3	21,5/49,5/ 18,5=89,5	1940/1875/500=4315
12	35	H	75	182	22,79	5	28	1300	4	6	21/21/63/21/21/63= 210	800/1050/3100/1950/700 /1300=8900
13	47	D	65	155	27,05	5	20	1000	10	3	32/51/5=88	800/1200/700 =2700
14	36	H	70	183	20,90	2,5	7	500	8	0	0	0
Mitjana	40,57	7H 5D	64,78	172	21,91	4,10	19,07	939,28	13,5	3,42	99,93	4453,21
Desviació	±8,5		±7,57	±9,26	±2,06	±1,67	±6,26	±449,86	±11,47	±2,44	±80,59	±3673,28

Taula 7. Mostra subjectes grup control. Font: Elaboració pròpia

Subjectes	Edat (anys)	Sexe	Pes (kg)	Alçada (cm)	IMC (kg/m ²)	Volum setmanal (hores)	Distància setmanal (km)	Desnivell Setmanal (metres+)	Temps Corren (anys)	Nº curses 2016	Distància curses (km)	Desnivell curses (metres +)
1	50	D	55	163	20,70	6	25	1200	30	2	51/32=83	1200/800=2000
2	40	H	70	180	21,64	4	19	700	4	7	21/63/21/21/10,5/43/21= 210'5	900/3700/2000/520/0/1300/900= 9320
3	47	H	69	174	22,79	3	17	1000	27	1	21	2000
4	28	D	58	164	21,56	8	27'5	2000	9	4	26/25/21'5/28=100'5	1450/1500/2000/2800=7750
5	44	D	51	160	19,92	5,5	30	1000	30	5	21/21/55/42/43,5=182,5	1900/1900/4100/3000/1300=1220
6	47	D	65	155	27,05	5	20	1000	10	2	51/32=83	1200/800=2000
Mitjana	42,6	2H 3D	61,3	166	22,27	5,25	22,2	1150	18,3	3,5	92,37	4048,3
Desviació	7,91		5,95	8,79	2,25	1,72	2,94	440	10,49	2,13	29,22	3239,75

Taula 8. Mostra subjectes grup experimental. Font: Elaboració pròpia

Subjectes	Edat (anys)	Sexe	Pes (kg)	Alçada (cm)	IMC (kg/m ²)	Volum setmanal (hores)	Distància setmanal (km)	Desnivell Setmanal (metres+)	Temps Corren	Nº curses 2016	Distància curses (km)	Desnivell curses (metres +)
1	37	H	66	167	23,66	3	15	700	7	8	21/21/21/56/21/53/55/21/43=259	2000/1000/1300/2750/1940/800/ 1700/0= 11490
2	48	D	57	166	20,68	3	20	600	10	3	14,7/53/18= 85,7	500/1300/600= 2400
3	48	H	68	178	21,46	3	20	600	35	0	0	0
4	40	H	73	176	23,56	1,5	12	300	7	4	11/21/21/43,5= 96,5	300/2000/750/ 1300= 4350
5	21	H	58	178	18,30	4	20	1500	3	2	28/63=84	2800/3100=5900
6	36	H	70	183	20,90	2,5	7	500	8	0	0	0
7	35	H	75	182	22,79	5	28	1300	4	6	21/21/63/21/21/63= 210	800/1050/3100/1950/700 /1300=8900
8	47	H	72	182	21,73	4	15	750	5	3	21,5/49,5/ 18,5=89,5	1940/1875/500=4315
Mitjana	39	7H 1D	67,3	176,5	21,63	3,25	17,125	781,25	9,875	3,25	103,08	4669,37
Desviació	8,51		6,7	6,63	1,76	1,06	6,33	408,77	10,39	2,76	90,93	4051,76

Taula 9. Mostra subjectes test de fiabilitat. Font: Elaboració pròpia

Subjectes	Edat (anys)	Sexe	Pes (kg)	Alçada (cm)	IMC (kg/m ²)	Volum setmanal (hores)	Distància setmanal (km)	Desnivell Setmanal (metres+)	Temps Corren (anys)	Nº curses 2016	Distància curses (km)	Desnivell curses (metres +)
1	45	D	52	163	19,57	7	25	1200	10	2	51/32=83	1200/800=2000
2	47	H	72	180	22,22	5	19	700	4	5	21/63/21/21/10,5/=146'5	900/3700/2000/520/0/=7120
3	48	H	80	182	24,15	4	20	600	9	0	0	0
4	43	H	70	167	25,10	6	15	800	7	0	0	0
5	44	D	55	166	19,96	3	18	600	10	3	14,7/53/18= 85,7	500/1300/600= 2400
6	45	H	69	174	22,79	3	15	1000	17	1	21	2000
7	42	H	66	172	2,31	5	22	1500	3	2	28/63=84	2800/3100=5900
8	54	D	48	168	17,01	10	30	1100	18	8	21/21/21/56/21/53/55/21/43=259	2000/1000/1300/2750/1940/800/ 1700/0= 11490

Taula 10. Full d'assistència al programa d'entrenament excèntric. Font: Elaboració pròpia

FULL ASSISTÈNCIA PROGRAMA D'ENTRENAMENT EXCÈNTRIC																			
Subjectes	gener-17	febrer-17								març-17								Total	
	31	02	07	09	14	16	21	13	28	02	07	09	14	16	21	23	28		30
1	X		x		x		X		x		x				x		x		8/18=44%
2	X				x			x	x		x		x		x				7/18= 39%
3	X		x	x	x	x	X		x	x	x		x	x	x	x	x	x	15/18=83%
4		x	x			x	X	x	x	x	x		x	x		x		x	12/18=66%
5		x	x	x	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	16/18=89%
6			x	x	x					x	x							x	6/18=33%
7			x	x	x	x	X	x	x	x	x			x	x				11/18=61%
8	x	x	x	x	x	x	X	x	x										15/18=83%
9	x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x		x		14/18=78%
10		x				x				x		x		x		x		x	16/18=89%
11									x		x				x		x	x	5/18=28%
12	x		x	x	x	x	X		x	x	x	x	x	x				x	14/18=78%
13	x		x	x	x		X	x	x	x					x	x	x		11/18=61%
14	x				x	x					x		x					x	18/18=100%
15	x		x		x	x			x	x		x		x	x			x	13/18=72%
16			x	x	x					x							x	x	6/18=33%
17	x		x	x	x						x	x							6/18=33%
18	x	x	x		x			x		x		x		x	x			x	12/18=66%
19	x		x	x	x		X				x		x		x			x	13/18=72%

Annex 3. Fitxa instruments



Tallímetre



Tallímetre



Pilota medicinal



Ket bell



Tirant muscular

Annex 4. Fitxa setmanes (1,2,3,4,5,6)

PLANXA INVERTIDA

Volum:(2x6).
Setmanes: 1,2,3

Temps recuperació
entre sèries:
(TRS)15s

Temps recuperació entre
exercicis (TRE):30s

Volum:(2x8).
Setmanes: (6,7,8)

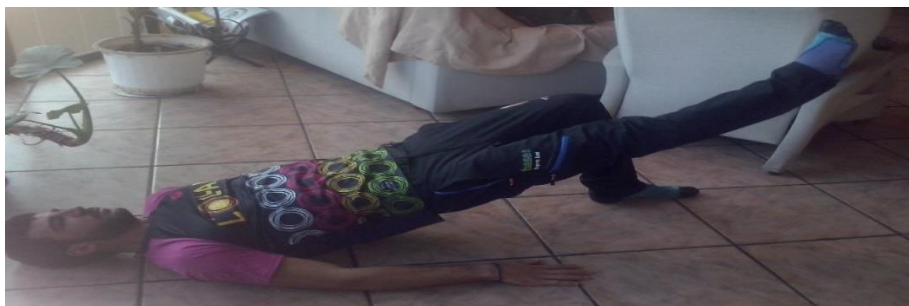
Posició
inicial



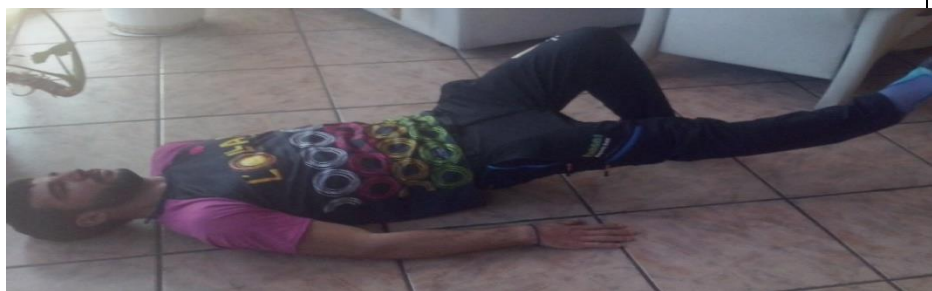
Elevació
pelvis






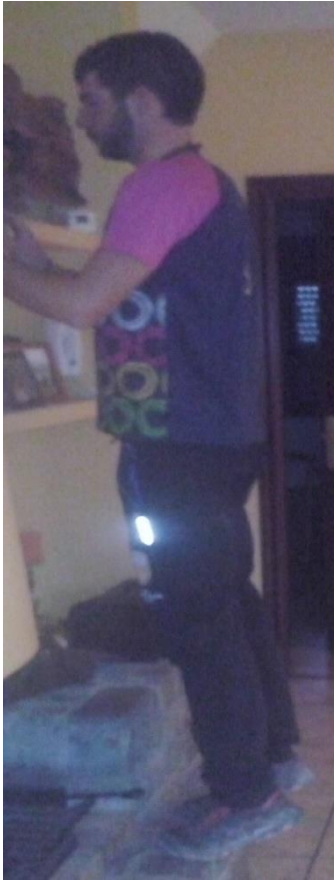

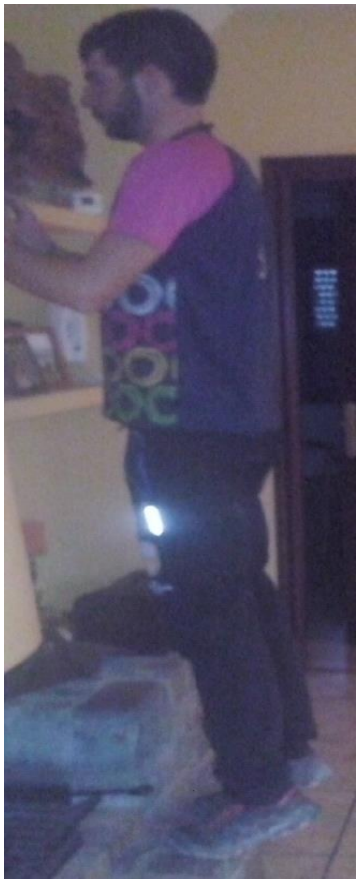
Extensió
cama








Descens



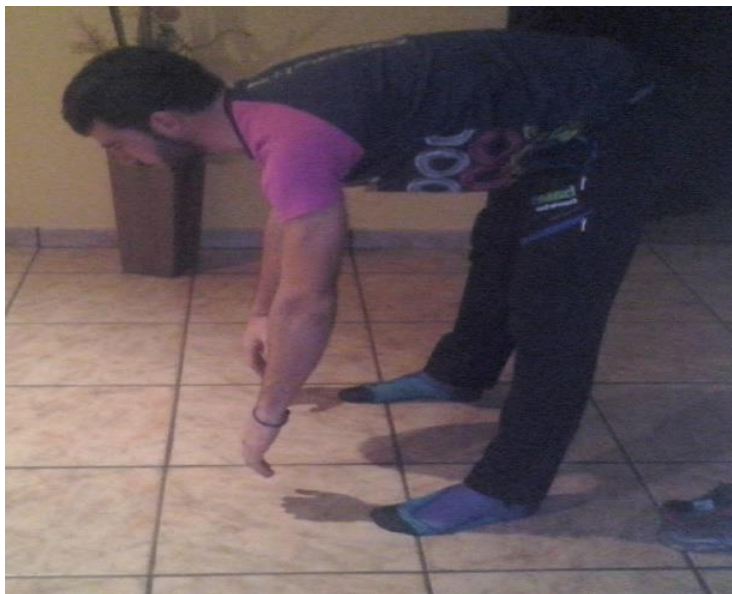
ESQUATS TIRANT MUSCULAR		
Volum:(2x6) Setmanes: 1,2,3	Temps recuperació entre sèries: (TRS)15s	Temps recuperació entre exercicis (TRE):30s
Volum:(2x6). Setmanes: (6,7,8)		
Posició inicial		
Posició intermitja		
Posició final		

EXCÈNTRIC DE BESSONS		
Volum:(2x8) Setmanes: 1,2,3	Temps recuperació entre sèries: (TRS)15s	Temps recuperació entre exercicis (TRE):30s
Volum:(2x10). Setmanes: (6,7,8)		
Posició inicial	Posició intermitja	Posició final
		

ESQUATS A 1 CAMA		
Volum:(2x4). Setmanes: 1,2,3	Temps recuperació entre sèries: (TRS)15s	Temps recuperació entre exercicis (TRE):30s
Volum:(2x6) Setmanes: (6,7,8)		
Posició inicial	Posició intermitja	Posició final
		

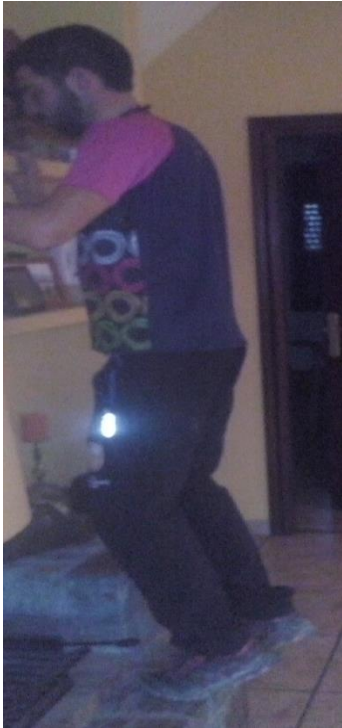

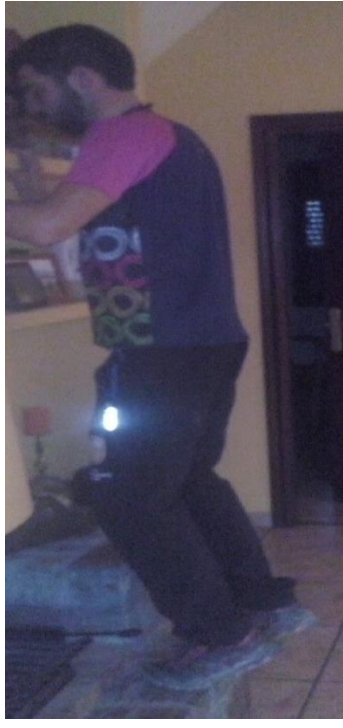
PES MORT 1 CAMA ALTERN		
Volum:(2x6) Setmanes: 1,2,3	Temps recuperació entre sèries: (TRS)15s	Temps recuperació entre exercicis (TRE):30s
Volum:(2x8). Setmanes: (6,7,8)		
Posició inicial		
Flexió tronc i elevació cama		




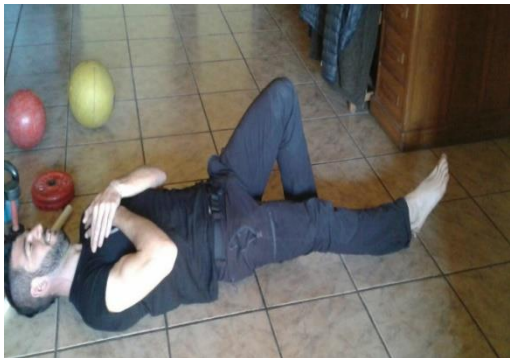
Recolzament
2 cames per
realitzar
l'ascens
(fase
concèntrica)









Posició final









EXCÈNTRIC SOLI		
Volum:(2x10) Setmanes: 1,2,3	Temps recuperació entre sèries: (TRS)15s	Temps recuperació entre exercicis (TRE):30s
Volum:(2x8). Setmanes: (6,7,8)		
Posició inicial	Posició intermitja	Posició final
		




Fitxa setmanes (7,8 i 9)		
PLANXA INVERTIDA		
Volum:(2x8)	Temps recuperació entre sèries: (TRS)15s	Temps recuperació entre exercicis (TRE):30s
Posició inicial		
Elevació pelvis		
Extensió cama		
Descens - Posició final		

ESQUATS TIRANT MUSCULAR			
Volum:(2x15)	Pes: 8kg	Temps recuperació entre sèries: (TRS)15s	Temps recuperació entre exercicis (TRE):30s
Posició inicial		Posició intermitja	Posició final
			

EXCÈNTRIC BESSONS		
Volum:(2x15)	Temps recuperació entre sèries: (TRS)15s	Temps recuperació entre exercicis (TRE):30s
Posició inicial	Posició intermitja	Posició final
		

ESQUATS 1 CAMA		
Volum:(2x6)	Temps recuperació entre sèries: (TRS)15s	Temps recuperació entre exercicis (TRE):30s
Posició inicial	Posició intermitja	Posició final
		

PES MORT 1 CAMA			
Volum:(2x 15)	Pes: 5kg	Temps recuperació entre sèries: (TRS)15s	Temps recuperació entre exercicis (TRE):30s
Posició inicial		Posició intermitja	Posició final
			

EXCÈNTRIC SOLI			
Volum:(2x 15)	Pes: 5kg	Temps recuperació entre sèries: (TRS)15s	Temps recuperació entre exercicis (TRE):30s
Posició inicial		Posició intermitja	Posició final
			

Annex 5. Resultats Tests

Taula 11. Resultats Test de baixada. Font: Elaboració pròpia

GE	Test Final			Test inicial			Dif 1r tram (S)	Dif.2n tram(S)	Dif. Final (s)		
	Subjectes	1r tram (450m)	2n tram	TF	1r tram	2n tram					Tl
	1	1'34"	1'29"	3'03"	1'40"	1'37"	3'17"	6	8	14	
	2	1'38"	1'36"	3'14"	1'38"	1'41"	3'19"	0	4	4	
	3	1'40"	1'30"	3'10"	1'28"	1'25"	2'53"	-12	-5	-17	
	4	1'36"	1'35"	3'11"	1'35"	1'31"	3'06"	-1	-4	-5	
	5	2'12"	2'05"	4'17"	2'29"	2'21"	4'50"	17	16	33	
	6	2'08"	2'	4'08"	2'03"	1'57"	4'00	-5	-3	-8	
								0,8333333333	2,666666667	3,5	Mitjana

GE	Test Final			Test inicial			Dif 1r tram (S)	Dif.2n tram(S)	Dif. Final (s)		
	Subjectes	1r tram (450m)	2n tram	TF	1r tram	2n tram					Tl
	1	1'48"	1'37"	3'25"	1'45"	1'40"	3'25	-3	3	0	
	2	1'50"	1'44"	3'34"	2'02"	1'58"	4'00"	12	14	26	
	3	1'18"	1'11"	2'29"	1'21"	1'19"	2'40	3	8	11	
	4	1'30"	1'28"	2'58"	1'40"	1'41"	3'21"	10	13	23	
	5	1'44"	1'34"	3'18"	1'45"	1'36"	3'21"	1	2	3	
	6	1'41"	1'30"	3'11"	1'38"	1'37"	3'15"	3	7	10	
	7	1'26"	1'23"	2'49"	1'35"	1'29"	3'04"	9	6	15	
	8	1'21"	1'17"	2'38"	1'23"	1'20"	2'43"	2	3	5	
								4,625	7	11,625	Mitjana

Taula 12. Resultats tests de salts Font: Elaboració pròpia

	GRUP EXPERIMENTAL																	
	CMJ		REACTIVAT							CMJ RESISTÈNCIA								
	MITJA A	MITJA P	Nº SALTS	TC PRO	TV PRO	TV/TC	TC TOT	TV TOT	MITJA A	MITJA P	Nº SALTS	TC PRO	TV PRO	TV/TC	TC TOT	TV TOT	MITJA A	MITJA P
MITJANA FINAL	31,58275	814,655167	20,75	0,168875	0,30525	1,831707795	3,499	6,254	11,68715	904,269875	29,75	0,558	0,43625	0,80276189	16,39125	12,689	23,63425	570,53175
MITJANA INICIAL	30,1664583	799,220458	19,625	0,18	0,3615	2,048924728	3,5345	6,675125	13,961375	952,7205	29	0,597875	0,438125	0,75371771	17,250625	12,68725	23,610875	644,584375
DIFERÈNCIA	1,41629167	15,4347083	1,125	-0,011125	-0,05625	-0,21721693	-0,0355	-0,421125	-2,274225	-48,450625	0,75	-0,039875	-0,001875	0,04904418	-0,859375	0,00175	0,023375	-74,052625

	GRUP CONTROL																	
	CMJ		REACTIVAT							CMJ RESISTÈNCIA								
	MITJA A	MITJA P	Nº SALTS	TC PRO	TV PRO	TV/TC	TC TOT	TV TOT	MITJA A	MITJA P	Nº SALTS	TC PRO	TV PRO	TV/TC	TC TOT	TV TOT	MITJA A	MITJA P
MITJANA FINAL	25,8835	673,909	20,5	0,18	0,3255	1,820648427	3,536166667	6,1645	14,1906667	894,116167	30,5	0,5755	0,40116667	0,70841849	17,326	12,187	20,0533333	353,187
MITJANA INICIAL	26,6577778	682,507444	19	0,17066667	0,354333333	2,098100449	3,36	6,9275	16,019	1116,373	29,5	0,48566667	0,41216667	0,92107538	15,9298333	13,8846667	21,2906667	622,013167
DIFERÈNCIA	-0,77427778	-8,59844444	1,5	0,00933333	-0,028833333	-0,27745202	0,176166667	-0,763	-1,82833333	-222,256833	1	0,08983333	-0,011	-0,21265689	1,39616667	-1,69766667	-1,23733333	-268,826167