



Universitat de Vic
Facultat d'Educació,
Traducció i Ciències Humanes

Comparació de l'impacte de dos protocols HIIT en la força resistència, la resistència cardiovascular, el pes i el perímetre de cintura en població universitària

Joel SIVILA FRANCO

Treball Final de Grau

Tutor: Javier Peña López

4t. Grau de CAFE

Àmbit d'Activitat Física i Qualitat de Vida

Vic, maig de 2018

Índex

1. Resum / Abstract	5
2. Introducció.....	6
3. Fonamentació teòrica	7
3.1 Què és el HIIT ?	7
3.2 Revisió històrica del HIIT	8
3.3 HIIT vs Entrenament continu	11
3.4 Aplicacions i beneficis del HIIT	13
3.4.1 Adaptacions fisiològiques produïdes pel HIIT	14
3.4.2 HIIT, resistència a la insulina i regulació dels nivells de glucosa	16
3.4.3 HIIT i salut cardiometabòlica	16
3.3.4 HIIT en adolescents	18
3.3.5 HIIT en adults	19
3.3.6 HIIT i grassa abdominal i visceral	20
3.3.7 HIIT i força	21
3.4 Protocols d'entrenament HIIT	23
4. Justificació de la investigació	26
5. Hipòtesis i objectius de la recerca	27
6. Material i mètodes	28
6.1 Participants	29
6.2 Intervenció	30
6.3 Variables i instruments.....	32
6.4 Anàlisi de dades	34
7. Resultats	36
8. Discussió	43
9. Conclusions i aplicacions pràctiques.....	48
10. Limitacions i prospectiva d'investigació	51

11. Reflexions i/o valoració personal del procés d'elaboració del TFG.....	53
12. Referències bibliogràfiques	54
Annex 1.....	61
Annex 2.....	62
Annex 3.....	63
Annex 4.....	64

1. Resum / Abstract

• **Resum:** Durant aquests darrers anys, s'han fet nombrosos estudis i investigacions sobre el potencial del HIIT a l'hora de millorar diferents factors relacionats amb la salut i el rendiment. Malgrat això, els efectes del HIIT sobre alguna de les manifestacions de la força no és massa clar, a causa dels pocs estudis que s'han realitzat en aquest sentit i de la metodologia utilitzada habitualment. Aquest estudi pretén comparar i comprovar quin protocol HIIT, 20:10 o 30:10, basat en exercicis amb el pes corporal, és més efectiu per tal de reduir el pes i el perímetre de cintura i millorar la resistència cardiovascular i la força resistència en població universitària. A més a més, l'estudi també pretén demostrar que la metodologia utilitzada pot ser efectiva a l'hora de millorar els indicadors anteriors. L'estudi va consistir a realitzar 12 sessions d'entrenament HIIT, de 25 minuts de durada, durant un total de 9 setmanes. Es van realitzar tests previs i posteriors a la intervenció. Cap dels dos protocols es va mostrar efectiu a l'hora de millorar el pes i el perímetre de cintura. El protocol 20:10 va mostrar millores superiors al 30:10 tant en la resistència cardiovascular com en la força resistència. Per tant, el protocol 20:10 es va mostrar més efectiu que el 30:10, i es va demostrar que podia ser útil per a la millora de la resistència cardiovascular i la força resistència, però no per reduir el pes ni el perímetre de cintura.

Paraules clau: HIIT, protocols diferents, exercicis amb el pes corporal, pes, perímetre de cintura, resistència cardiovascular, força resistència.

• **Abstract:** During these last years, numerous studies and research have been carried out on the potential of HIIT while improving different factors related to health and performance. In spite of this fact, the effects of HIIT on any strength manifestations are not very clear, due to the few studies that have been realised in this sense and the type of methodology used habitually. This study is aimed to compare and verify which HIIT protocol, 20:10 or 30:10, based on bodyweight exercises, is more effective in reducing the weight and waist circumference and improving cardiovascular and the strength endurance within the university population. In addition, the study also pretends to show that the used methodology can be effective at the same time that improves the previous indicators. The study consisted of doing 12 HIIT training sessions, 25 minutes long each, for a total of 9 weeks. Previous and subsequent tests were carried out on the intervention. Neither of the two protocols was effective for reducing the weight and waist circumference. Protocol 20:10 showed better improvements than 30:10 in both cardiovascular endurance and strength endurance. Therefore, protocol 20:10 was more effective than 30:10, and it was proved that it could be useful for the improvement of both cardiovascular and strength endurance, but not to reduce the weight or waist circumference.

Key words: HIIT, different protocols, bodyweight exercises, weight, waist circumference, cardiovascular endurance, strength endurance.

2. Introducció

Aquest treball és el Treball Final del Grau en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport de la Universitat de Vic – Universitat Central de Catalunya. Aquest treball posa punt final a un camí que ha durat 4 anys i que em permetrà finalitzar els meus estudis de Grau.

El pilar de la meva recerca és l'entrenament intervàl·lic d'alta intensitat (HIIT). El projecte consisteix a comparar l'efecte que tenen dos protocols d'entrenament HIIT de densitats diferents, sobre la força resistència del tren superior i inferior, la resistència cardiovascular, el pes i el perímetre de cintura en subjectes que formen part de la població universitària de la Universitat de Vic.

Es realitza aquesta recerca, ja que el HIIT és un mètode d'entrenament que s'ha posat de moda en aquests darrers anys i que cada vegada més, és utilitzat per a millorar el rendiment d'atletes o per a la millora de la salut en la població general. Tot i això, no hi ha massa evidència sobre els efectes del HIIT en la força ni dels efectes que pugui produir el HIIT realitzat de forma diferent a l'habitual, és a dir, en bicicleta o corrent. Per aquest motiu es du a terme aquest estudi, per intentar conèixer alguna cosa més sobre els possibles efectes i aplicacions del HIIT.

D'altra banda, aquest tema em motiva bastant en l'àmbit personal. Sóc un gran apassionat de l'esport i al mateix temps, fanàtic i practicant d'esports de força d'alta intensitat. Per aquest motiu, fer recerca sobre aquest tema i portar a la pràctica una intervenció relacionada amb aquest àmbit, em genera un gran interès i gran expectativa.

Finalment, afegir que tot seguit en el treball hi podrem trobar una àmplia fonamentació teòrica en relació al HIIT, les hipòtesis de l'estudi amb els objectius que es volen assolir, la metodologia utilitzada per realitzar la intervenció, i finalment, s'exposen els resultats obtinguts, es discuteixen basant-se en allò que diuen diferents autors i s'extreuen les conclusions finals de l'estudi.

3. Fonamentació teòrica

En aquest apartat del treball, em dispeno a realitzar un marc teòric per tal de contextualitzar el tema de recerca i a aportar informació verídica i de qualitat sobre aquest. Tot seguit, podrem conèixer què és el HIIT, conèixer d'on prové aquesta metodologia d'entrenament i quins són els seus principals beneficis i aplicacions.

3.1 Què és el HIIT ?

La paraula HIIT fa referència a les sigles en anglès de "High Intensity Interval Training", que traduït al català podria ser, Entrenament Intervàlic d'Alta Intensitat. Gibala i McGee (2008), diuen que no hi ha una definició universal de què és el HIIT, tot i que generalment fa referència a repetits períodes d'exercici intermitent, relativament curts, realitzant esforços màxims o a intensitats properes al VO₂pic. Els esforços poden ser de pocs segons de durada fins a uns quants minuts, separats per alguns minuts de descans complet o exercici de baixa intensitat. També comenten que el HIIT està normalment associat a activitats com el ciclisme o córrer i que no té tendència a induir una marcada hipertròfia de les fibres musculars.

Laursen (2010), afirma que el HIIT consisteix a realitzar repetides execucions d'exercici d'alta intensitat, intercalat amb períodes de recuperació d'exercici de baixa intensitat o amb descansos passius. Kravitz (2014), en un document publicat en la pàgina web de l'American College of Sports Medicine (ACSM), comenta que el HIIT consisteix a realitzar esforços d'alta intensitat seguits de temps de recuperació variats. Comenta que, aquests períodes d'alta intensitat, poden ser de 5 segons a 8 minuts de durada, i que s'han de realitzar entre el 80% i el 95% de la freqüència cardíaca màxima dels subjectes. A més a més, afegeix que els períodes de recuperació poden arribar a ser igual de llargs que els períodes de treball i que es solen realitzar entre el 40% i el 50% de la freqüència cardíaca màxima dels subjectes. Finalment, afegeix que s'hauria d'anar alternant aquests períodes de treball i

descans durant un total de 20 a 60 minuts. També, Choi, Han, Choi, Jung i Joa (2018), defineixen el HIIT com la realització de repetits períodes de 30 a 300 segons de durada, d'exercici aeròbic executat a intensitats entre el 85% i el 100% de la capacitat aeròbica màxima ($VO_{2m\grave{a}x}$), intercalat amb períodes de recuperació de la mateixa o menor durada.

Com podem apreciar, els diferents autors no s'acaben de posar del tot d'acord amb la definició de HIIT, tot i que tots solen coincidir en diferents aspectes. Per tant, podríem dir que el HIIT consisteix a realitzar períodes relativament curts d'exercici (de pocs segons de durada fins a uns pocs minuts), executats a intensitats màximes o submàximes, combinant-los amb períodes de recuperació normalment incomplets, on es realitza exercici de baixa intensitat o descansos passius.

3.2 Revisió històrica del HIIT

Aquest corrent d'entrenament o metodologia anomenada HIIT, és un concepte bastant nou i modern. Malgrat això, l'entrenament intervàlic o entrenament per intervals, ja fa molts anys que existia. Cofré, Sánchez, Zafra i Espinoza (2016), van publicar un article en què revisaven d'on provenia aquesta modalitat d'exercici, tot seguit em dispo a explicar allò que comenten els autors sobre la història del HIIT.

Els autors comenten que és difícil definir l'origen de l'entrenament per intervals, ja que algunes formes d'entrenament de l'antic esport grec ja contenien combinacions seqüencials de treball i descans, a més a més, diverses arts marcial mil·lenàries tenen elements d'atac-defensa, on després de l'atac es retorna a posicions de defensa per a recuperar.

Malgrat això, resumint diferents recopilacions històriques contemporànies, afirmen que, ja l'any 1850, alguns entrenadors d'Estats Units realitzaven entrenaments dividits en trams d'alta velocitat i altres trams utilitzats com a recuperació activa. Altres versions històriques, indiquen que l'origen de l'entrenament intervàlic es troba a l'escola finlandesa d'entrenament esportiu. Hauria estat l'entrenador Lauri Pihkala que l'any 1912 hauria

desenvolupat el sistema finlandès d'entrenament. Els seus esportistes recorrien de 4 a 5 vegades distàncies de 100 a 200 metres, realitzant esforços intensos i pauses de diversos minuts. Això genera que Pikhala fos el creador de l'entrenament per intervals, fet que incloïa l'entrenament de velocitat per fondistes i migfondistes, provocant així un increment en la quantitat i la qualitat dels seus entrenaments.

De la mateixa manera, hi ha dades l'any 1920 on A.V. Hill, guanyador d'un premi Nobel, va incloure l'entrenament intervàlic en els seus experiments relacionats amb l'esforç muscular. L'any 1936, el fisiòleg alemany Woldemar Gerschler, va proposar un sistema d'entrenament intervàlic que es realitzava en pistes d'atletisme, alternants trams llargs i curts amb control del temps. L'any 1939, Gerschler va utilitzar el HIIT en un dels seus atletes i aquest va aconseguir superar el rècord mundial de 400 i 800 metres llisos. D'altra banda, també en els anys 30, el cardiòleg alemany Herbert Reindell, va fer servir trams de cursa curts, intercalats amb pauses per descansar, observant en els seus pacients el desenvolupament d'hipertrofia cardíaca i una millora en el consum d'oxigen.

A raó d'aquestes dades, Cofré et al. (2016) suggereixen que l'entrenament intervàlic científic sorgeix de la interacció particular de l'esport d'alt rendiment amb la medicina, fent servir l'exercici com un factor comú i com a resultat de la col·laboració d'un metge amb un entrenador.

Seguint amb la revisió històrica dels autors, comenten que la primera publicació d'un article científic sobre entrenament intervàlic, data de 1959 i la segona el 1962, les dos dels mateixos autors, Reindell i Roskamm. Aquests autors pioners van descriure curosament les seves metodologies d'entrenament intervàlic: distàncies de cursa a peu de 100 a 200 metres com a màxim, el nombre de repeticions podia arribar a 100, l'interval de pausa entre esforços no superava un minut i aquest, es realitzava trotant o caminant.

L'any 1967, Irma Astrand i Bengt Saltin, publiquen dades del consum màxim d'oxigen de diversos atletes que utilitzaven la metodologia d'entrenament intervàlic. Aquests van publicar el valor més alt de consum màxim d'oxigen registrat fins aquell moment en un corredor, 82 ml/kg/min. Fins a finals dels

anys 60, només a Europa s'investigava sobre l'exercici intervàl·lic (HIIT), però va ser precisament a finals dels anys 60 quan el fisiòleg nord-americà Fox, va realitzar nombrosos estudis sobre aquest mètode d'entrenament en el context militar. Finalment, ja als anys 80, es van enregistrar marques excepcionals de corredors olímpics que utilitzaven l'entrenament intervàl·lic com a mètode d'entrenament, concretament, Sebastien Coe i Said Aouita.

A banda de la revisió històrica publicada per aquests autors, García, Navarro, Legido i Vitoria (2006), en el llibre que van publicar sobre la resistència enfocada des de les ciències aplicades a l'entrenament esportiu, també fan una petita revisió històrica del que ells anomenen, mètode d'entrenament fraccionat.

Els autors ens comenten que a finals del segle XIX, els corredors de fons i mig fons solien entrenar recorrent distàncies ininterrompudes per desenvolupar la seva resistència. A principis del segle XX, aquest tipus d'entrenament es va començar a substituir per un altre que consistia a recórrer diferents trams, normalment una mica superiors a la distància de competició, intercalant-los amb trams de recuperació.

La principal aportació d'aquest mètode de treball, va ser aconseguir incrementar la velocitat del ritme de cursa, fet que va possibilitar a alguns dels atletes mítics d'aquella època millorar els rècords mundials. A partir dels anys 20, l'escola angloamericana d'entrenament va incorporar la utilització de sèries més curtes que la distància de competició, fet que els va portar a dominar en les distàncies de mig fons però no en les de fons.

Una dècada més tard, l'escola alemanya de Firburg va sistematitzar els principis sobre els quals s'assenta el treball fraccionat, creant el mètode universalment conegut com a Interval Training. Segons els autors, l'Interval Training va ser sistematitzat per Geschler i Reindell, gaudint de gran popularitat després de la segona guerra mundial entre molts dels millors fondistes i migfondistes de tot el món.

El mètode de treball consistia a recórrer nombroses vegades una distància de 100, 200 o 400 metres a una intensitat equivalent al 75% de la millor marca que tenia l'esportista en aquella distància. Una de les característiques del mètode era que, els esforços s'intercalaven amb pauses moderadament

incompletes entre sèrie i repetició, fet que permetia realitzar grans volums de treball per sessió, de 2000 a 5000 metres per la distància de 100 metres, 3000 a 6000 metres per la distància de 200 metres i 4000 a 8000 metres pels 400 metres de distància.

3.3 HIIT vs Entrenament continu

Durant anys, l'entrenament de resistència s'havia basat a realitzar exercici de forma continuada i ininterrompuda a intensitats baixes o moderades. Amb l'aparició de l'entrenament intervàl·lic, aquesta tendència va anar canviant, d'un entrenament de quantitat, amb molt volum, a un entrenament de qualitat, amb una major intensitat. Tot seguit em dispenso a analitzar i revisar el que diu la literatura científica en relació a aquest fet.

Ramos, Dalleck, Tjonna, Beetham i Coombes (2015), van realitzar una revisió sistemàtica i meta-anàlisi sobre l'impacte del HIIT i l'exercici continu d'intensitat moderada en la funció vascular. Després d'aplicar diversos criteris d'inclusió, van analitzar 7 estudis amb un total de 182 participants on aquests havien patit un atac de cor, eren hipertensos, tenien síndrome metabòlica o sofrien alguna malaltia a l'artèria coronària.

Els autors van concloure que el HIIT era un estímul més potent i eficaç que l'entrenament continu realitzat a intensitat moderada per millorar la funció vascular dels subjectes. Van demostrar que el HIIT era un 2,6% més efectiu a l'hora de millorar diferents marcadors relacionats amb l'arteria braquial. Aquesta tendència del HIIT a influir en els factors fisiològics que atenuen els principals factors de risc de les malalties cardiovasculars com, la resistència a la insulina, l'estrès oxidatiu, i la inflamació pot ser a causa d'aquesta capacitat per millorar la funció vascular comparada amb la de l'entrenament continu realitzat a intensitat moderada.

Tot i això, a causa de la petita mostra analitzada en aquesta revisió (n=182), els autors comenten que es necessari seguir fent més recerca en aquesta línia per determinar realment les capacitats del HIIT a l'hora de millorar la funció vascular.

D'altra banda, Milanovic, Sporis i Weston (2015), van realitzar una altra revisió sistemàtica i meta-anàlisi comparant l'efecte que tenien el HIIT i l'entrenament continu de resistència a l'hora de millorar el consum màxim d'oxigen.

Van analitzar un total de 28 estudis que complien els seus criteris d'inclusió, arribant a la conclusió que tant l'entrenament de resistència continu com el HIIT eren capaços de millorar en gran mesura el VO₂màx de subjectes sans, ja fossin joves o adults de mitjana edat, mostrant millors beneficis en aquells subjectes amb un menor nivell d'entrenament.

A banda d'això, l'aspecte més interessant va ser que al comparar les dues metodologies d'entrenament, van arribar a la conclusió que els majors augments de consum màxim d'oxigen s'havien aconseguit seguint la metodologia HIIT. Finalment, recomanen seguir fent més recerca per tal de determinar en millor mesura la intensitat a què s'ha de realitzar el HIIT, la duració d'aquest i la relació del temps de treball i de descans per tal d'entendre millor els beneficis que té aquest sobre la salut.

Seguint amb una altra revisió sistemàtica i meta-anàlisi, Wewege, Van den Berg, Ward i Keech (2017), van comparar l'efecte del HIIT i de l'entrenament continu realitzat a intensitat moderada sobre la composició corporal d'adults amb sobrepès i obesitat. Després d'aplicar els criteris d'inclusió, van analitzar un total de 13 estudis amb un total de 424 adults obesos i amb sobrepès.

Els autors van arribar a la conclusió que ambdós períodes curts d'entrenament HIIT i entrenament continu d'intensitat moderada eren eficaços per millorar, de forma similar, els nivells de grassa corporal i reduir el perímetre de cintura en adults obesos i amb sobrepès.

Tot i obtenir resultats similars amb les dues metodologies d'entrenament, la metodologia HIIT utilitzava un 40% menys de temps a la setmana per a obtenir els mateixos resultats que realitzant l'entrenament continu a intensitat moderada. Aquest fet fa que es pugui considerar el HIIT com una alternativa molt eficient a l'hora d'intentar regular el pes en adults obesos i amb sobrepès. Finalment, comenten que cal realitzar més recerca per analitzar l'efectivitat del HIIT i l'entrenament continu d'intensitat moderada sobre la reducció de l'adipositat visceral.

Responent a les necessitats comentades en les conclusions finals de la revisió anterior, Keating, Johnson, Mielke i Coombes (2017), van realitzar una altra revisió sistemàtica i meta-anàlisi comparant l'efecte de l'entrenament intervàl·lic i l'entrenament continu d'intensitat moderada sobre l'adipositat corporal. Van analitzar un total de 31 estudis que incloïen 837 individus, 402 homes, 402 dones i 33 no identificables.

Els autors van concloure que l'entrenament intervàl·lic d'alta intensitat i el Sprint Interval Training (SIT) mostraven beneficis similars a l'entrenament continu d'intensitat moderada a l'hora de reduir el percentatge de grassa corporal, posant èmfasi en què el HIIT/SIT no tenia efectes superiors a l'entrenament continu d'intensitat moderada. A més a més, afegixen que els protocols HIIT/SIT de durada reduïda podrien ser menys efectius que els protocols d'entrenament continu d'intensitat moderada.

A més a més, comenten que tant el HIIT/SIT com l'entrenament continu d'intensitat moderada reduïen significativament el percentatge de grassa corporal, però cap dels dos protocols va provocar una reducció clínica suficient de la grassa corporal. Finalment afegixen que si la reducció de grassa corporal és un objectiu terapèutic, el HIIT/SIT podrien no ser les millors opcions a causa de la necessitat de realitzar un volum adequat de despesa energètica per aconseguir aquest tipus d'objectius.

3.4 Aplicacions i beneficis del HIIT

En aquests darrers anys, s'han fet nombrosos estudis sobre les diferents aplicacions que pot tenir l'entrenament intervàl·lic d'alta intensitat com a metodologia d'entrenament per augmentar el rendiment d'alguns atletes i els seus possibles beneficis per a la salut a nivell de la població general.

Segons el que comenta Kravitz (2014) en la seva publicació sobre el HIIT a l'ACSM, s'ha demostrat que aquest té la capacitat de millorar:

- Capacitat aeròbica i anaeròbica
- Pressió arterial
- Salut cardiovascular

- Sensibilitat a la insulina (fent que durant l'exercici els músculs tinguin més capacitat d'utilitzar glucosa com a substrat energètic)
- Perfil lipídic
- Grassa abdominal i pes corporal al mateix temps que es manté la massa muscular

A més a més, també comenta perquè el HIIT s'ha tornat tant popular en aquests darrers anys. L'autor afirma que això ha sigut a causa de la capacitat d'adaptar i modificar el HIIT a tots als nivells i a les necessitats específiques de cada persona, ja que aquest es pot realitzar en bicicleta, corrent, nadant, remant, etc. A banda d'això, s'ha demostrat que el HIIT provoca efectes similars a l'entrenament de resistència continu tradicional, però utilitzant períodes més curts de temps.

Finalment, l'autor també dóna recomanacions per a la població general a l'hora de realitzar entrenament intervàl·lic d'alta intensitat. Comenta que les sessions de HIIT són més intenses i exhaustives que l'entrenament de resistència habitual de baixa intensitat, i per aquest motiu, es necessitaran períodes més llargs de recuperació. Recomana, en un principi, substituir una sessió d'entrenament tradicional de resistència per una sessió setmanal de HIIT, i progressar mica en mica cap a dues sessions setmanals, sempre intentant que aquestes estiguin el més allunyades possible dins la mateixa setmana d'entrenament.

3.4.1 Adaptacions fisiològiques produïdes pel HIIT

Gibala i Jones (2013), van elaborar una revisió sobre quines adaptacions fisiològiques produïa el HIIT en subjectes desentrenats i en esportistes professionals. Comenten que el HIIT pot ser infinitament variable i que les adaptacions fisiològiques específiques que indueix aquest tipus d'entrenament estan determinades per diferents factors com, el mode o la naturalesa de l'estímul, la intensitat, la durada, el nombre d'interval·ls realitzats i la duració o els diferents mètodes de recuperació.

En subjectes desentrenats o que practiquen esport de forma recreativa, la realització de HIIT a curt termini és un estímul molt potent a l'hora d'induir tot un seguit de remodelacions fisiològiques similars a les produïdes per l'entrenament de resistència tradicional, tot i la utilització d'un menor volum d'entrenament i duració total d'aquest.

Per exemple, amb només 6 sessions de HIIT, realitzant cicles de 15 minuts de durada durant un total de 14 dies, realitzats a la màxima intensitat dels subjectes, van ser suficients per millorar la capacitat d'oxidació dels músculs esquelètics i la resistència atlètica dels subjectes. A més a més, els autors comenten que aquests descobriments són molt valuosos des d'una perspectiva de la salut pública, ja que la manca de temps és una de les principals barreres a l'hora de practicar activitat física.

Els autors afegixen que hi ha suficient evidència per afirmar que la realització de HIIT en subjectes desentrenats o esportistes recreacionals, millora els factors fisiològics següents:

- Consum màxim d'oxigen ($VO_{2m\grave{a}x}$)
- Capacitat oxidativa dels músculs esquelètics
- Millora de l'estructura vascular perifèrica i les seves funcions
- Redueix la ràtio d'utilització de glicogen i la producció de lactat
- Augmenta l'oxidació de lípids i augmenta el contingut de proteïnes de transport metabòliques en el múscul.

Des del punt de vista dels esportistes professionals, la realització de HIIT també és una estratègia efectiva per tal de millorar el rendiment d'aquests. La majoria d'estudis que van en aquesta línia, han examinat l'efecte de substituir una porció (normalment el 15-25%) de l'entrenament típic que ja realitzaven per 2-3 sessions de HIIT setmanals durant un total de 4-8 setmanes.

Sembla que la millor aproximació possible per millorar el rendiment d'esportistes d'elit que competeixen en esports intensos de resistència, és realitzar un 75% del volum total d'entrenament a baixes intensitats i introduir un 10-15% d'aquest volum d'entrenament d'alta intensitat. D'altra banda, les adaptacions fisiològiques produïdes en esportistes d'elit són diferents de les produïdes en subjectes no entrants o esportistes recreacionals. Sembla ser

que aquest augment del rendiment en subjectes altament entrenats pot ser a causa de la millora de la tolerància al lactat produïda per l'adaptació al HIIT.

3.4.2 HIIT, resistència a la insulina i regulació dels nivells de glucosa

Jelleyman et al. (2015) van realitzar una revisió sistemàtica amb meta-anàlisi dels efectes del HIIT sobre la resistència a la insulina i sobre la regulació dels nivells de glucosa. Van analitzar un total de 50 estudis, amb l'objectiu de quantificar els efectes del HIIT sobre els diferents marcadors de regulació de la glucosa i resistència a la insulina, en comparació amb condicions de control o amb la realització d'entrenament continu.

Els autors comenten les diferents aplicacions clíniques que podrien tenir les conclusions extretes de la revisió. Suggereixen que la realització HIIT seria més eficaç a l'hora de reduir la resistència a la insulina en comparació amb el grup control i el grup d'entrenament continu. Com que la resistència a la insulina és una coneguda precursora de la diabetis tipus 2 i s'ha identificat com un factor de risc de patir alguna malaltia cardiovascular, podríem dir que el HIIT seria una estratègia útil per tal de millorar el control glicèmic i altres efectes relacionats amb la diabetis.

Com a conclusió, afegixen que la realització de HIIT pot comportar beneficis sobre la salut cardiometabòlica i que té efectes superiors a l'entrenament continu tradicional per tal de millorar la resistència a la insulina i el VO₂màx. Finalment, afegixen que la realització de HIIT seria una molt bona alternativa a l'exercici continu per a la millora de la salut metabòlica, especialment en aquells subjectes amb diabetis tipus 2 i síndrome metabòlica.

3.4.3 HIIT i salut cardiometabòlica

Seguint en la línia de l'apartat anterior i intentant donar informació més completa i actualitzada, Batacan, Duncan, Dalbo, Tucker i Fenning (2017), van realitzar una revisió sistemàtica amb meta-anàlisis de 65 estudis sobre

els efectes del HIIT en la salut cardiometabòlica. Van realitzar aquesta revisió d'estudis, ja que fins aquell moment no hi havia cap revisió extensiva sobre els efectes del HIIT en els marcadors tradicionals de risc de malaltia cardiovascular i els seus possibles efectes antiinflamatoris.

El fet de realitzar una revisió sistemàtica sobre els marcadors de salut metabòlica és força rellevant, ja que el nombre de persones que pateixen malalties cardiovasculars cada vegada és més gran. La revisió es va basar principalment a analitzar els efectes del HIIT sobre el perímetre de cintura i maluc, l'índex de massa corporal, el percentatge de grassa corporal, la freqüència cardíaca en repòs, VO₂màx, insulina, colesterol total, colesterol LDL, colesterol HDL, triglicèrids i altres.

Els descobriments d'aquesta revisió van indicar que el HIIT podia ser un protocol d'entrenament efectiu per millorar el consum màxim d'oxigen (VO₂màx) i nombrosos factors de risc cardiometabòlics, com el perímetre de cintura, el percentatge de grassa corporal, la freqüència cardíaca de repòs, la pressió arterial sistòlica i diastòlica i els nivells de glucosa en dejú en població obesa o amb sobrepès.

Per aquest motiu, en població obesa o amb sobrepès, realitzar HIIT té resultats significatius i positius en les adaptacions fisiològiques que milloren la salut cardiometabòlica i pot reduir el desenvolupament i la progressió de malalties relacionades amb aquests factors de risc, que al mateix temps estan relacionades amb el sobrepès i l'obesitat i una baixa condició aeròbica. Malgrat aquestes conclusions, els autors comenten que s'hauria de seguir fent més recerca en relació als efectes d'un programa de HIIT de llarga durada en població amb pes normal. A més a més, afegixen que els efectes antiinflamatoris del HIIT no són massa clars a causa de la poca recerca que s'ha realitzat sobre aquest tema.

Finalment, els autors afegixen que el personal clínic, cada vegada més, estan començant a utilitzar el HIIT per millorar la condició aeròbica i el percentatge de grassa corporal dels seus pacients. Recomanen realitzar una revisió exhaustiva abans d'iniciar l'exercici i realitzar sessions de HIIT 3 vegades a la setmana durant almenys, un total de 12 setmanes.

3.3.4 HIIT en adolescents

Per tal d'analitzar els beneficis del HIIT sobre un sector de la població més específic, Costigan, Eather, Plotnikoff, Taaffe i Lubans (2015), van realitzar una revisió sistemàtica amb meta-anàlisi sobre els efectes del HIIT a l'hora de millorar la salut dels adolescents (entre 13 i 18 anys). Un cop aplicats els criteris d'inclusió, van acabar analitzant un total de 20 estudis.

La revisió es va basar en analitzar les possibles millores que induïa el HIIT en relació a la condició cardiorespiratòria, la composició corporal i el to muscular dels adolescents. Analitzant els efectes sobre la condició cardiorespiratòria, els autors comenten que el HIIT té un gran potencial per millorar-la. Comenten que hi ha suficient evidència per afirmar que la gent jove, pot realitzar activitat física vigorosa, com en aquest cas el HIIT, que serveixi per millorar el seu consum màxim d'oxigen, és a dir que millori la seva condició cardiorespiratòria.

Malgrat això, els autors afegeixen que promoure l'adherència a realitzar activitat física vigorosa en població adolescent és força complicat, ja que la majoria d'intervencions realitzades en aquesta població han resultat en descobriments nuls. Tot i això, el HIIT té un benefici potencial en aquest sentit, ja que s'ha demostrat que es necessita menys temps per obtenir els mateixos resultats, o inclús millors, que realitzant entrenament de resistència tradicional a l'hora de millorar la condició cardiorespiratòria en adolescents.

En relació a la composició corporal, els autors afirmen que la realització de HIIT pot millorar la composició corporal dels adolescents i pot tenir un efecte mitjà ($d=-0,37$) en el seu Índex de Massa Corporal (IMC). Malgrat això, la majoria d'estudis de HIIT en adolescents s'han realitzat durant períodes de temps relativament curts, per tant, els efectes a llarg termini i l'adherència a aquesta metodologia en població adolescent, encara és desconeguda.

Finalment, analitzant els efectes del HIIT sobre les capacitats musculars dels adolescents, els autors comenten que l'efecte del HIIT sobre aquest era força petit i no era estadísticament significatiu. Per exemple, en un dels estudis analitzats en la revisió, es comparaven els efectes del HIIT i de l'entrenament continu sobre la millora de l'alçada a l'hora de realitzar un salt vertical amb

contramoviment. Després de 5 setmanes d'entrenament, tots dos grups varen empitjorar el seu rendiment. Els autors deuen aquests resultats a una falta d'especificitat en la realització de l'entrenament HIIT, ja que normalment està més relacionat amb córrer o esprintar. Com a recomanació final, afegixen que la inclusió d'exercicis amb càrregues externes en l'entrenament HIIT en substitució de l'exercici aeròbic, podria ser una bona estratègia per millorar les capacitats musculars dels subjectes.

Com a resum final i recuperant les conclusions extretes pels autos de la revisió, la realització de HIIT és una bona estratègia per tal de millorar la condició cardiorespiratòria i la composició corporal en adolescents. Malgrat això, les millores en el percentatge de grassa corporal, només s'han observat en aquells estudis en què la durada ha estat superior a 8 setmanes.

3.3.5 HIIT en adults

Weston, Taylor, Batterham i Hopkins (2014), van realitzar una revisió sistemàtica amb meta-anàlisi sobre els efectes que produïa el HIIT en els adults. Van analitzar un total de 60 estudis i principalment volien mesurar els efectes del HIIT en la potència aeròbica dels adults, mesurada mitjançant tests incrementals per tal de conèixer el VO₂màx, i els efectes que tenia sobre l'esprint, analitzant la potència màxima i mitjana obtinguda realitzant el test de Wingate.

Analitzant els resultats obtinguts en la revisió en relació al consum màxim d'oxigen, comparant els resultats dels grups HIIT amb els grups control, s'observen augments moderats en el VO₂màx tant en homes no esportistes, però físicament actius, com en homes sedentaris, i també en dones físicament actives, però no esportistes. Malgrat això, sorprenentment les dones sedentàries van mostrar increments molt petits en el seu VO₂màx i els efectes sobre homes esportistes no van ser massa clars.

En relació a la potència d'esprint, els resultats obtinguts tampoc van ser massa clars. Malgrat això, semblava que hi havia augments moderats en el pic de potència màxima aplicada durant el test de Wingate, en homes que

havien realitzat HIIT. A més a més, afegixen que els resultats semblaven ser més beneficiosos en aquells subjectes que tenien un nivell de condició física més baix.

Com a conclusió final de la revisió, els autors comenten que han trobat evidència suficient per afirmar que la realització de HIIT millora la capacitat cardiovascular d'homes i dones, tan físicament inactius com sedentaris. Tot i això, en relació als efectes del HIIT sobre la potència de l'esprint, comenten que caldria fer més recerca en aquest sentit, ja que els resultats obtinguts no eren clars.

3.3.6 HIIT i grassa abdominal i visceral

En relació als possibles efectes que podria tenir el HIIT sobre la reducció del percentatge de grassa visceral i abdominal, Maillard, Pereira i Boisseau (2018), van realitzar un meta-anàlisi al respecte. Van analitzar un total de 39 estudis, on 35 d'aquests feien referència al percentatge total de grassa corporal, 20 a la grassa abdominal i 14 a la grassa visceral.

En relació a la metodologia HIIT utilitzada en els estudis, 26 d'ells es van fer en bicicleta i 13 corrent, afegint que en 4 d'ells es va donar l'oportunitat d'escollir entre les dues modalitats. El protocol HIIT més utilitzat va ser el de realitzar 4 minuts d'esforç a alta intensitat combinat amb períodes de 3 minuts de descans. Malgrat això, en altres estudis es van utilitzar períodes de treball força menors com per exemple 1 minut o inclús 8 segons.

Resumint els resultats que es van obtenir, es pot afirmar que els protocols d'entrenament intervàl·lic d'alta intensitat són efectius per reduir els nivells totals de grassa corporal, sigui grassa abdominal o grassa visceral. A més a més comprant les dues modalitats d'exercici, córrer o ciclisme, sembla que la carrera té més potencial per reduir el percentatge total de teixit adipós i també la quantitat de teixit adipós visceral. Aquests resultats podrien ser a causa del nombre més gran de grups musculars implicats en la cursa en comparació amb el ciclisme.

Com a conclusió de la revisió, els autors aporten que les diferents variacions en la intensitat i la duració dels períodes de treball i recuperació, el nombre de repeticions i sèries dels protocols HIIT combinat amb la manca de detalls en relació als protocols realitzats en bicicleta o corrent, fan difícil analitzar l'efecte per si mateix que pot tenir el HIIT a l'hora de reduir el percentatge de grassa. Tot i això, els resultats obtinguts en un rang molt ample de protocols HIIT, on s'inclouïen subjectes amb pes normal i amb sobrepès o obesitat, suggereixen que els protocols HIIT són efectius per reduir el percentatge de grassa corporal, inclòs la quantitat de grassa abdominal i visceral, especialment en aquells protocols que es realitzaven corrent.

3.3.7 HIIT i força

Com hem pogut observar en els apartats anteriors, hi ha força estudis i evidència científica sobre la majoria dels temes tractats anteriorment, en tots ells s'han pogut aportar revisions i/o meta-anàlisis que inclouïen diversos estudis relacionats amb el mateix tema de recerca. En canvi en relació a la força és bastant diferent, són pocs els estudis que han quantificat els efectes d'un protocol HIIT sobre alguna manifestació de la força. Per aquest motiu no hi ha evidència clara dels efectes que pugui tenir aquest sobre la força.

En la meua opinió, això és a causa que la majoria de protocols HIIT es basen en la utilització d'exercicis aeròbics, com córrer o anar en bicicleta, en lloc de la utilització d'exercicis amb resistències externes o inclús amb el pes corporal, per exemple, flexions o assegudetes, fet que seria molt més útil i interessant per a valorar el possible impacte d'aquest sobre alguna de les manifestacions de la força. Malgrat això, em dispo a analitzar algun dels estudis que sí han tingut en compte la realització d'un protocol HIIT per tal d'obtenir millores en la força.

En un estudi realitzat per Vandbakk et al. (2017) es van analitzar els efectes d'un protocol intervàl·lic d'esprints realitzats amb el tren superior sobre la força i la resistència en esquidores juvenils de cross-country. En aquest apartat només s'analitzarà els efectes de l'estudi sobre la força.

L'estudi es va realitzar amb 17 esquiadores durant 8 setmanes d'entrenament. Es van fer dos grups d'intervenció, el primer realitzava 2 sessions setmanals, realitzant de 6 a 8 intervals de 30 segons de durada executats a màxima intensitat en una politja doble que simulava l'acció d'esquiar. L'altre grup realitzava també 2 sessions setmanals però de 45 a 75 minuts de roller skis realitzats de forma contínua a una intensitat moderada-baixa.

Per avaluar la força de les esquiadores es van realitzar tests previs i posteriors a la intervenció, que consistien en un test d'1RM del tren superior i un test de potència mitjana al 40% d'aquest 1RM en un exercici específic de politges que simulava la tècnica de l'esquí.

Els resultats obtinguts van ser que tant en el test de 1RM com en el test de potència, els millors resultats es van obtenir amb el grup d'esquiadores que realitzava el protocol intervèn·lic, obtenint diferències significatives respecte al grup d'entrenament continu. Tot i això, el grup que va realitzar l'entrenament continu també va augmentar els seus nivells de força i potència. Els autors atribueixen aquest fet a la possible millora de la coordinació neuromuscular produïda en treballar la tècnica del moviment, a banda del poc desenvolupats que estaven els grups musculars del tren superior de les esquiadores.

Des d'una perspectiva bastant diferent, Sperlich, Wallmann-Sperlich, Zinner, Von Stauffenberg, Losert i Holmeberg (2017), van analitzar els efectes sobre la força, entre d'altres, d'un circuit funcional realitzat per intervals a alta intensitat en dones amb sobrepès. L'estudi va durar 9 setmanes, realitzant 3 sessions setmanals, amb un total de 19 dones.

L'estudi va consistir a realitzar dos grups d'intervenció, un grup que realitzava només el circuit funcional i l'altre grup que alternava sessions de circuit funcional amb sessions d'exercici continu a baixa intensitat. El circuit funcional consistia a realitzar exercicis amb el pes corporal com, dominades, flexions i assegudes bipodals i monopodals.

Per avaluar les possibles millores de la força, es van realitzar un seguit de tests abans d'iniciar les 9 setmanes d'entrenament i es van repetir un cop finalitzades aquestes. Els tests consistien a realitzar tantes repeticions com

fossin possibles fent flexions, burpees, assegudetes amb una cama i elevacions de cames. A més a més, també es va mesurar l'alçada d'un salt amb contramoviment.

Els resultats obtinguts van ser que ambdós grups van augmentar les repeticions realitzades en el test final en comparació a l'inicial, de la mateixa manera que van saltar més alt en el salt amb contramoviment. Tot i això, van obtenir millors resultats les dones del grup que només realitzava el circuit funcional, però les diferències entre grups no van ser significatives.

Com hem pogut veure en els dos estudis anteriors, el fet de realitzar un protocol HIIT orientat a la millora de la força, realitzant exercicis específics per obtenir aquestes millores, sembla una estratègia possible tot i no haver-hi massa evidència científica que ho recolzi.

3.4 Protocols d'entrenament HIIT

Com hem pogut observar en el primer apartat, un protocol HIIT pot anar des d'uns pocs segons fins a diversos minuts de durada, a banda del diferent nombre de sèries que es poden realitzar i a les intensitats que aquestes es poden executar. Schoenfeld i Dawes (2009) en el seu article sobre les aplicacions del HIIT per a la millora general de la condició física, van analitzar els protocols HIIT més utilitzats fins aquell moment per a la millora de la condició física.

Els autors comenten que la prescripció més habitual per a l'entrenament HIIT és la de realitzar de 3 a 5 minuts d'interval de treball combinats amb el mateix temps per als interval de descans, és a dir una relació 1:1 entre el temps de treball i el de descans. Cal remarcar que aquestes recomanacions han estat aplicades bàsicament en població atlètica.

Seguint amb el que diuen els autors, per la població general, s'han utilitzat una gran varietat de protocols HIIT amb ràtios de treball:descans (T:D) diferents. Una ràtio T:D d'1:2, s'ha vist com una estratègia efectiva per tal de produir adaptacions, tant en el sistema aeròbic com anaeròbic.

Per aquells subjectes que tenen un nivell de forma més baix, els autors recomanen realitzar protocols amb una ràtio 1:4 de T:D, per tal d'aclimatar-se primer a treballar a altes intensitats. D'altra banda, afegeixen que les ràtios de T:D es poden anar variant dins el mateix entrenament, sempre i quan s'adaptin al nivell de condició física dels subjectes.

Malgrat el comentat per Schoenfeld i Dawes, el protocol més conegut actualment per la població general i el més utilitat en centres de fitness és el de Tabata et al. (1996). Resumint molt l'estudi, els investigadors van comparar els efectes de dos protocols d'entrenament diferents en joves que practicaven esports varis. Un protocol era la realització d'exercici de resistència continu a intensitat moderada i l'altre era entrenament per intervals executats a alta intensitat.

Els autors van arribar a la conclusió que 6 setmanes d'entrenament continu a intensitat moderada no tenia efectes en la capacitat anaeròbica dels subjectes, però en canvi, el protocol d'entrenament intervèn·lic va millorar tant la capacitat anaeròbica dels subjectes com el seu VO₂màx.

Aquest protocol famosament conegut com a protocol Tabata, consisteix a realitzar 8 intervals de 20 segons de treball combinats amb 10 segons de descans, és a dir una ràtio 2:1 de T:D. En el protocol original, els intervals de treball es van realitzar al 170% del VO₂màx, però en el seu ús habitual, la intensitat sol ser més variable.

Finalment, m'agradaria comentar l'estudi realitzat per Fink, Schoenfeld, Kikuchi i Nakazato (2017), on no van analitzar directament l'entrenament HIIT, però les conclusions que van extreure de l'estudi van ser molt interessants i amb possibles grans aplicacions.

L'estudi consistia a analitzar els efectes a curt i llarg termini d'uns protocols d'entrenament de força amb càrregues baixes, variant entre ells els intervals de descans. Passant directament a les conclusions, els autors van demostrar que tot i realitzar protocols amb intervals de descans diferents, 30 i 150 segons, amb tots dos es van obtenir resultats similars en la hipertròfia muscular, la força i la resposta hormonal a curt termini.

Les conclusions d'aquest estudi podrien tenir gran aplicabilitat pràctica, ja que amb un descans molt més reduït s'obtenen els mateixos resultats que descansant 5 vegades més. Aquest fet es podria tenir en compte a l'hora de planificar el temps de treball i de descans en els entrenaments HIIT, ja que en algunes ocasions, com ens ha demostrat aquest estudi, menys acaba sent més.

4. Justificació de la investigació

Tal com hem pogut entreveure en l'apartat del treball que fa referència al marc teòric de l'estudi, el HIIT ha estat àmpliament estudiat i analitzat durant aquests darrers anys. S'han realitzat nombrosos estudis i revisions sobre els seus possibles beneficis per a la millora de la salut de la població com, la millora de la composició corporal i un augment en la salut cardiometabòlica, i els efectes i aplicacions que pot tenir un protocol d'entrenament HIIT per a la millora del rendiment en atletes, en relació al consum màxim d'oxigen o la tolerància al lactat.

A banda d'aquest fet, també s'ha vist que no hi ha massa evidència sobre els possibles efectes d'un protocol d'entrenament HIIT sobre alguna de les manifestacions de la força, degut principalment a què la majoria de protocols utilitzats s'han realitzat en bicicleta o corrent.

A més a més, hem pogut veure com s'han realitzat nombrosos estudis comparant els efectes del HIIT en relació al d'un entrenament de resistència tradicional, executat a intensitats baixes-moderades i de forma contínua, sobre diferents marcadors de salut i/o rendiment. Però malgrat aquest fet, pràcticament no hi ha estudis que comparin l'impacte que podrien tenir dos protocols HIIT diferents, amb intervals de treball de major o menor durada o descansos més o menys curts, sobre algun dels indicadors comentats.

Per aquest motiu, s'ha cregut interessant realitzar aquest estudi i intentar respondre a la pregunta següent: Quin és l'impacte de dos protocols HIIT de densitats diferents, sobre la força resistència del tren superior i inferior, a més a més del pes, el perímetre de cintura i la resistència cardiovascular en població universitària? A més a més, també s'ha cregut interessant plantejar els protocols HIIT de forma diferent a l'habitual, és a dir, corrent o en bicicleta, i utilitzar un mètode similar a l'utilitzat per Sperlich et al. (2017), plantejant el HIIT en forma de circuit d'entrenament, realitzant exercicis amb el pes corporal com, flexions de braços o assegudetes.

5. Hipòtesis i objectius de la recerca

En relació a la hipòtesi de la recerca, aquesta es basa en l'estudi comentat anteriorment de Fink et al. (2017) per intentar explicar els possibles efectes de l'estudi. En primer lloc, es creu que tots dos grups d'intervenció obtindran millores en relació a la resistència cardiovascular i a la força resistència, ja que com s'ha observat en el marc teòric, és possible generar millores d'aquest tipus realitzant entrenament HIIT. En relació al perímetre de cintura i al pes, es creu que no hi haurà canvis rellevants en aquest sentit, a causa de la influència que pot tenir la dieta dels subjectes sobre aquesta variable.

Tot i això, fent referència a l'estudi que he comentat, s'intueix que el grup d'intervenció que realitza el protocol d'entrenament amb intervals de 20 segons de treball combinats amb 10 segons de descans, obtindrà com a mínim, les mateixes millores que el grup que realitza el protocol amb intervals de 30 segons de treball i 10 de descans. Es creu que, de forma similar a la que es produeix en l'estudi, intervals de 20 segons de treball seran suficients per a induir quantioses millores en els subjectes. Tot seguit, s'exposen els objectius principals d'aquesta intervenció:

1. Conèixer quin dels dos protocols és més eficaç per millorar la força resistència, la resistència cardiovascular i reduir el pes i el perímetre de cintura dels subjectes.
2. Demostrar que 12 sessions, de 25 minuts de durada, d'entrenament intervàl·lic d'alta intensitat utilitzant exercicis amb el pes corporal, poden ser suficients per millorar la força resistència, la resistència cardiovascular i reduir el pes i el perímetre de cintura en població universitària.

6. Material i mètodes

La intervenció estava pensada per a ser un estudi amb un disseny experimental veritable, amb un pretractament i postractament de grups aleatoris. Com expressa Heinemann (2003) en el seu llibre sobre investigació empírica, un objecte d'investigació pot ser descrit a través d'una incalculable diversitat de variables, per aquest motiu hem de decidir quines d'aquestes poden ser rellevants per comprovar empíricament. Tot seguit es comenta el disseny de l'estudi, l'objecte d'investigació i les variables que es van tenir en compte a l'hora de realitzar la intervenció.

L'estudi va consistir a seleccionar un grup de subjectes que formés part de la població universitària; tal com s'explicarà amb més detall en l'apartat que fa referència a la mostra, i dividir-los en 2 grups que duran a terme la intervenció. La intervenció es va realitzar en el gimnàs de la universitat, els dimarts i dijous de 14.00 a 15.00, començant el dijous 1 de març i finalitzant el dijous 26 d'abril.

En primer lloc, es van realitzar un seguit de tests de valoració inicial a tots els subjectes, on es va mesurar el perímetre de cintura d'aquests, el seu pes, la seva resistència cardiovascular i la seva força resistència en el tren superior i inferior. L'ordre dels tests va ser el següent: mesura del pes i del perímetre de la cintura, test de resistència cardiovascular i finalment els tests de força musculars. Aquest ordre es va escollir seguint la proposta plantejada per Heyward i Gibson (2006) en el seu llibre sobre avaluació i prescripció d'exercici. En apartats següents, on es parlarà dels instruments de recollida d'informació, s'explicarà com es mesuraran aquestes variables i perquè s'han escollit.

Un cop realitzats aquests tests inicials, es va dur a terme el programa d'intervenció amb els 2 grups. La intervenció va consistir a aplicar dos protocols d'entrenament HIIT de densitats diferents; un amb intervals de 30 segons de treball i 10 de descans i l'altre amb intervals de 20 segons de treball i 10 de descans, on tots dos grups van realitzar el mateix volum d'entrenament i els mateixos exercicis. La intervenció consistia a realitzar 12 sessions repartides en un total de 9 setmanes. Quan es van realitzar

aproximadament la meitat de les sessions, i aprofitant una aturada d'una setmana per vacances, en concret el dijous dia 22 de març, es van repetir els tests inicials per a obtenir dades de com estava anant la intervenció.

Finalment, un cop finalitzades les 12 sessions d'entrenament, es van tornar a repetir per última vegada els tests de valoració, per tal d'obtenir tots els resultats i poder extreure les conclusions pertinents. Es van comparar els resultats obtinguts en els tests inicials i finals entre cada grup, i també entre els resultats obtinguts en els tests finals en els dos grups.

Com podem observar, les variables que es van analitzar en aquesta intervenció són purament quantitatives, és a dir, en mesurar-les obtindrem un nombre que ens servirà per fer les diferents valoracions i extreure conclusions.

6.1 Participants

Com hem pogut veure anteriorment, l'estudi es va plantejar en població universitària, és a dir, estudiants, professors i altres treballadors de la universitat. Per tant, l'únic criteri d'inclusió que hi havia en l'estudi era aquest, que els subjectes formessin part de la població universitària.

Per tal de complir aquesta premissa i poder comptar amb una mostra suficient, vam posar-nos en contacte amb el Servei d'Esports de la universitat per tal que la intervenció de l'estudi es pogués promocionar com una activitat gratuïta que oferia la universitat, i al mateix temps, garantir que els subjectes que s'apuntaven formessin part de la població universitària. En l'Annex 1 del treball, podem veure-hi el cartell informatiu que vam utilitzar per fer publicitat sobre la intervenció i intentar aconseguir mostra suficient per a l'estudi.

Una vegada finalitzat el període d'inscripció, es van obtenir 13 subjectes per a l'estudi, però finalment, només 6 van passar a formar part d'aquest, a causa de problemes amb els horaris o d'absència el dia que es van realitzar els tests de valoració inicials. Com s'ha comentat, l'estudi es va realitzar amb 6 subjectes, en concret, 5 eren estudiants i 1 era professor/a de la universitat. En relació al gènere, la mostra estava formada per 5 noies i 1 noi.

Un cop havent obtingut la mostra, es van formar els dos grups d'intervenció. Cal dir que aquests no es van formar de manera totalment aleatòria, ja que per interferències en horaris de classe, 4 subjectes van haver d'escollir el grup d'intervenció 1, on utilitzaven el protocol HIIT amb intervals de treball de 20 segons de durada i descansos de 10 segons, que realitzava les sessions a primera hora, i els altres 2 subjectes van haver d'escollir el grup d'intervenció 2, amb intervals de treball de 30 segons i 10 segons de descans, que van realitzar les sessions a segona hora, una vegada ja havien finalitzat les sessions del grup d'intervenció 1.

6.2 Intervenció

Tal com s'ha explicat en algun dels apartats anteriors, la intervenció va consistir a realitzar 12 sessions de HIIT repartides entre 9 setmanes. A més a més, es van realitzar 3 sessions més per a dur a terme els tests de valoració pertinents, una d'aquestes sessions es va realitzar abans d'iniciar les sessions HIIT, la segona la vam dur a terme abans de marxar de vacances de Setmana Santa i la tercera una vegada vam finalitzar les 12 sessions HIIT.

Abans de passar a explicar en què va consistir la intervenció, m'agradaria afegir que abans d'iniciar aquesta, es va donar un full d'informació a tots els participants, de manera que estiguessin informats d'allò que anaven a realitzar. A més a més, se'ls va fer firmar un Consentiment Informat a tots els que van estar d'acord amb les condicions de l'estudi. En l'Annex 2 i 3, podem trobar-hi l'exemple del full informatiu i el Consentiment Informat.

En relació a la mateixa intervenció, les sessions HIIT es realitzaven els dimarts i els dijous de 14.00 a 15.00 al gimnàs de la universitat. De 14.00 a 14.30 es realitzava la sessió amb el grup d'intervenció 1 i de 14.30 a 15.00, amb el grup d'intervenció 2. Les sessions duraven un total de 25 minuts, 5 minuts d'escalfament, 15 minuts de part central i 5 minuts finals de tornada a la calma. Tant l'escalfament com la tornada a la calma, van ser idèntics en els dos grups durant totes les sessions que es van realitzar.

En relació a la part central, el grup 1 havia de realitzar 3 sèries de 8 intervals de 20 segons de treball i 10 segons de descans, descansant 1 minut entre sèries. Com s'ha comentat anteriorment, aquest és el famós protocol Tabata. En canvi, el grup d'intervenció 2 havia de dur a terme 3 sèries de 6 intervals de 30 segons de treball i 10 segons de descans, utilitzant també 1 minut de descans entre sèries. Com es pot observar, el temps que ocupaven les dues parts centrals era el mateix, però la densitat de l'entrenament, la relació entre el temps de treball i descans, era diferent entre els dos grups.

Fent referència als exercicis utilitzats, es van utilitzar exercicis amb el pes corporal, orientats a la millora de la força resistència de braços i cames, i d'altres també on es buscava un treball més cardiovascular. Afegir també, que la intensitat dels intervals la marcava un monitor, com si es tractés d'una activitat dirigida. A continuació en la Taula 1, podem veure la planificació d'exercicis i sessions que es va utilitzar durant la intervenció.

	SESSIÓ 1	SESSIÓ 2	SESSIÓ 3	SESSIÓ 4	SESSIÓ 5	SESSIÓ 6
SÈRIE 1	Squats + Mountain Climbers	Lateral Jumps + Bear Crawl	Push ups + Sprint	Squats + Plyo Steps	Lateral Jumps + Plyo Lunges	Plyo Lunges + Handstand hold
SÈRIE 2	Burpees + Jumping Jacks	Squat Jump + Shoulder Push ups	Squat Jumps + Mountain Climbers	Push ups + Bear crawl	Squat Jump + Handstand Hold	Squat Jump + Pushups
SÈRIE 3	Push ups + Plyo Lunges	Plyo Steps + Burpees	Shoulder push ups + Gorila	Sprint + Burpees	Push ups + Mountain Climbers	Gorila + Sprint
	SESSIÓ 7	SESSIÓ 8	SESSIÓ 9	SESSIÓ 10	SESSIÓ 11	SESSIÓ 12
SÈRIE 1	Shoulder Push ups + Bear crawl	Squats + Climbers	Squat Jump + Push ups	Shoulder pushups + Plyo steps	Burpees + Bear Crawl	Plyo Lunges + Pushups
SÈRIE 2	Burpees + Lateral Jumps	Burpees + Jumping Jacks	Climbers + Plyo Lunges	Pushups + Burpees	Plyo Lunges + Plyo Steps	Squat Jump + Burpees
SÈRIE 3	Climbers + Plyo steps	Push ups + Plyo Lunges	Handstand hold + Duck walk	Bear Crawl + Squat Jump	Pushups + Lateral Jumps	Handstand Hold + Sprint

Taula 1: Programació de les sessions de la intervenció (Elaboració pròpia)

6.3 Variables i instruments

Com és evident, per a la realització de l'estudi va aparèixer la necessitat de mesurar diferents variables, per tal de poder analitzar i valorar els efectes dels protocols HIIT sobre els subjectes. Aquestes varen ser les següents:

- Pes
- Perímetre de cintura
- Resistència cardiovascular
- Força Resistència del tren superior
- Força Resistència del tren inferior

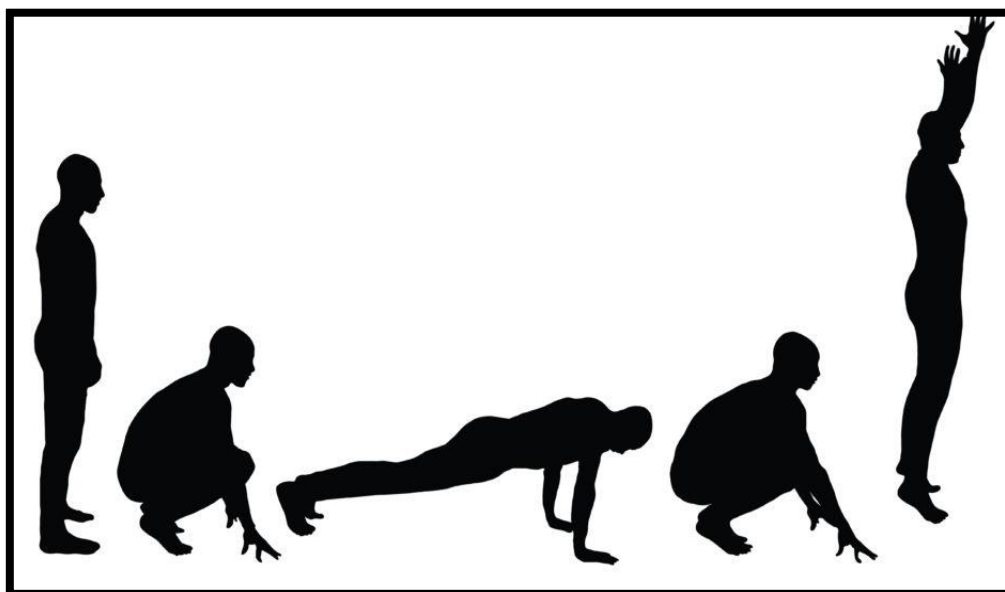
Per mesurar aquestes variables es van utilitzar un seguit d'instruments vàlids i fiables per a fer aquestes mesures. A continuació s'explica quins instruments es van utilitzar, quina és la seva funció i quin és el seu protocol d'utilització. En l'Annex 4 podem veure-hi les Il·lustracions 2, 3 i 4, on apareixen alguns dels subjectes de l'estudi realitzant alguns dels tests.

En primer lloc, per mesurar el pes dels subjectes, es va utilitzar una bàscula Tanita, en concret el model BC-730. Es va utilitzar la mateixa bàscula tant en el test inicial, entremig com final i per tant, tots els subjectes van ser pesats amb el mateix instrument.

En relació al perímetre de cintura, es va utilitzar una cinta mètrica no elàstica. El protocol de mesura es va dur a terme amb els subjectes dempeus, amb els braços al costat de cos, i es va prendre la mesura a la zona més estreta del tronc, entre 2,5 – 5 cm per damunt del melic. Les mesures es van realitzar dues vegades, i si la diferència entre ambdues mesures era superior a 5 mm, s'havia de mesurar-ho una altra vegada. Es va mesura aquesta variable en concret, ja que existeix una forta evidència entre la relació del perímetre de cintura, l'obesitat i diferents malalties metabòliques (Shetty et al., 2008).

Per tal de mesurar el nivell de resistència cardiovascular dels subjectes, es va utilitzar el Burpee Test. El test consisteix a realitzar tants burpees com sigui possible en 1 minut. El burpee consta de 5 fases, en la Il·lustració 1 les podem veure clarament diferenciades. Afegir que, la utilització d'aquest

moviment per valorar la resistència cardiovascular ha estat utilitzat i validat, tot utilitzant protocols similars a aquest (Podstawski et al., 2016).



Il·lustració 1: Seqüència de moviment d'un burpee (Google Imatges)

Fent referència a la força resistència del tren superior, es va utilitzar el Push Up Test. Aquest test consisteix a realitzar el màxim nombre de flexions de forma consecutiva en un minut. El test s'aturava quan la barbeta no tocava a terra o no es podia mantenir la postura. El rang de moviment havia de ser complet, els colzes havien d'estar completament en extensió en iniciar i en finalitzar cada repetició, i era obligatori flexionar els braços fins que el pit toqués a terra. El test ha estat validat per mesurar el nivell de força resistència en el tren superior, tant per dones com per homes, tot recomanant la utilització dels genolls per a realitzar el moviment quan es duu a terme amb dones o amb homes amb un nivell de condició física baix (Hashim & Madon, 2012). Cal afegir que tots els subjectes van optar per realitzar el test amb l'ajuda dels genolls.

Finalment, per a la valoració de la força resistència del tren inferior, es va utilitzar el Wall Sit Test. El test consisteix a realitzar una assegudeta isomètrica, recolzant l'esquena a la paret, amb els genolls flexionats a 90°. L'objectiu del test és aguantar el màxim de temps possible sense perdre la posició, ja que el test s'atura quan no es pot mantenir la posició o s'utilitzen els braços per aguantar-se. La utilització de tests isomètrics, i més en concret

el Wall Sit Test, per a la mesura de la força resistència del tren inferior ha estat validada i acceptada com a mesura fiable d'aquest indicador (Morrow, Mood, Disch i Kang, 2015; Drake, Kennedy, i Wallace, 2017).

6.4 Anàlisi de dades

Per tal d'analitzar les dades de l'estudi, es va utilitzar la proposta plantejada per Turner, Brazier, Bishop, Chavda, Cree i Read (2015) en la revisió que van realitzar sobre mètodes d'anàlisi de dades. En relació a l'anàlisi, es va utilitzar el què es coneix com la mida de l'efecte, que consisteix a calcular la mitjana i la desviació estàndard dels nombres que es volen comparar, per després calcular la desviació estàndard agrupada i finalment, a través d'una fórmula senzilla, obtenir un nombre relatiu a la mida de l'efecte. Aquest nombre és el que indica la mesura de l'efecte que s'ha produït. A banda de la mida de l'efecte, en un dels casos també es va utilitzar una anàlisi descriptiva dels resultats.

Per tal d'interpretar els valors que es van obtenir en relació a la mida de l'efecte, es va utilitzar una taula on apareixen relacionats certs valors que fan referència a aquesta i el tipus d'efecte produït (Hopkins, 2004, citat per Turner et al., 2015). Tot seguit, en la Taula 2, podem observar com cataloga l'autor els diferents efectes o canvis. Per exemple, a l'hora d'analitzar els resultats estadístics obtinguts en la intervenció, direm que si la mida de l'efecte ha estat menor a 0,2, és que l'efecte ha estat trivial, en canvi, si la mida de l'efecte ha estat superior a 4, direm que l'efecte ha estat extremadament gran.

A causa del reduït nombre de subjectes que van formar la mostra, aquesta anàlisi només ens ha permès fixar-nos en els canvis produïts entre els dos grups d'intervenció i entre cada grup a l'inici i al final d'aquesta. Com s'ha comentat, a causa de la modèstia de l'estudi i la poca mostra a què es va tenir accés, no va ser possible fer comparacions entre individus. Finalment, afegir que es va utilitzar el programa Microsoft Excel 2007 per crear i tractar les dades de l'estudi.

INTERPRETACIÓ DE L'EFECTE ESTANDARDITZAT

Trivial	< 0,2
Petit	0,2 - 0,6
Moderat	0,6 - 1,2
Gran	1,2 - 2,0
Molt gran	2,0 - 4,0
Extremadament gran	> 4,0

Taula 2: Interpretació de la mida de l'efecte (Hopkins, 2004, citat per Turner et al., 2015)

7. Resultats

A continuació s'expressen els resultats obtinguts en la intervenció. En ells hi podem observar els resultats obtinguts en els diferents tests per part dels subjectes que formaven part de l'estudi i els resultats estadístics en forma de gràfics de barres que fan referència a la comparació dels resultats dels tests inicials i finals de cada grup i la comparativa entre els resultats dels tests finals dels dos grups d'intervenció.

Com s'ha comentat, tot seguit en la Taula 3 i 4 podem observar els resultats obtinguts en els diferents tests que es van realitzar, tant a l'inici com al final de la intervenció. Els resultats de la Taula 3 són relatius al grup d'intervenció 1, que realitzaven intervals de 20 segons de treball i 10 de descans.

En canvi, la Taula 4 fa referència als resultats del grup 2, que van realitzar intervals de 30 segons de treball i 10 segons de descans. A banda dels resultats dels tests, en la part inferior de les dues taules podem observar la mitjana dels resultats obtinguts en cada test i la desviació estàndard.

Tot seguit, es procedeix a mostrar i comentar els resultats estadístics que s'han analitzat. En el Gràfic 1, podem veure quina ha estat la mida de l'efecte en comparar els resultats dels tests inicials i finals del grup d'intervenció 1.

Comparant els resultats dels tests inicials amb els finals, podem observar com, de mitjana, en el grup 1, hi va haver un augment de pes en els subjectes, de la mateixa manera que també hi va haver un augment en el perímetre de cintura. Malgrat això, com podem observar en el gràfic, en els dos casos la mida de l'efecte produït va ser trivial ($< 0,2$).

En la mateixa línia, de mitjana, es van obtenir millors resultats en els tests finals que en els inicials, tant en el Burpee Test com en el Wall Sit Test. En aquest cas però, la mida de l'efecte produït el cataloguem com a moderat ($0,6 - 1,2$). Finalment, tal com podem observar clarament en la gràfica, l'efecte més gran que es va produir en el grup 1 va ser en el Push Up Test, on la mida de l'efecte produït va ser gran ($1,2 - 2,0$).

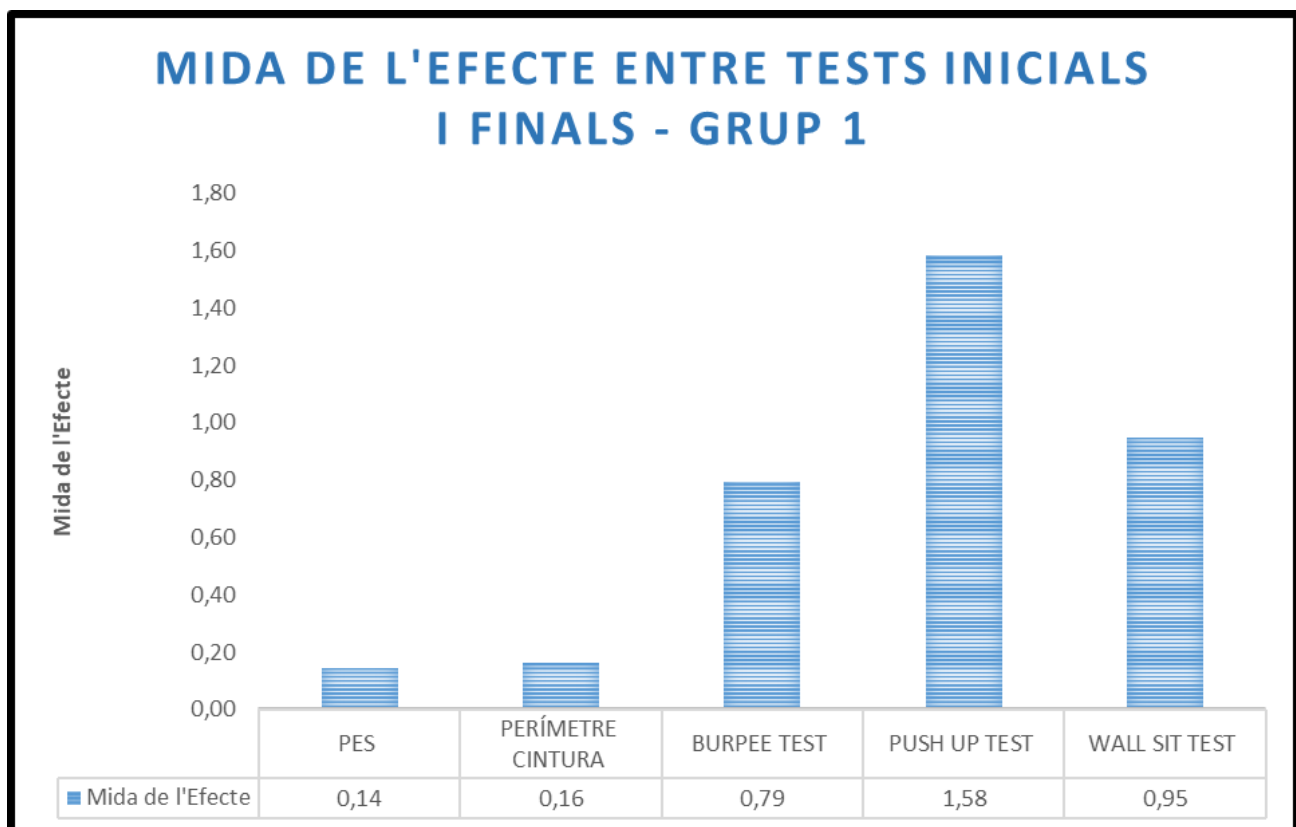
PARTICIPANTS	GRUP	TESTS I MESURES INICIALS - 27/02/18					TESTS I MESURES FINALS - 26/04/18				
		PES (kg)	PERÍMETRE CINTURA (cm)	BURPEE TEST (reps.)	PUSH UP TEST (reps.)	WALL SIT TEST (segons)	PES (kg)	PERÍMETRE CINTURA (cm)	BURPEE TEST (reps.)	PUSH UP TEST (reps.)	WALL SIT TEST (segons)
Subjecte 1	1	48,9	66,2	19	17	166	50,9	66,8	22	38	246
Subjecte 2		72	74,9	20	14	107	76,6	77,8	22	33	120
Subjecte 3		57,8	73	17	24	136	57,9	72,5	20	32	182
Subjecte 4		52,4	68,7	23	35	150	52	68,6	21	31	166
MITJANA		57,8	70,7	19,8	22,5	139,8	59,4	71,4	21,3	33,5	178,5
DESVIACIÓ ESTÀNDARD		10,2	4,0	2,5	9,3	25,0	11,9	4,9	1,0	3,1	52,1

Taula 3: Resultats de la intervenció en el Grup 1 (Elaboració pròpia)

PARTICIPANTS	GRUP	TESTS I MESURES INICIALS - 27/02/18					TESTS I MESURES FINALS - 26/04/18				
		PES (kg)	PERÍMETRE CINTURA (cm)	BURPEE TEST (reps.)	PUSH UP TEST (reps.)	WALL SIT TEST (segons)	PES (kg)	PERÍMETRE CINTURA (cm)	BURPEE TEST (reps.)	PUSH UP TEST (reps.)	WALL SIT TEST (segons)
Subjecte 5	2	52,2	65,2	18	13	56	51,8	63,5	20	25	91
Subjecte 6		93	97,9	19	16	45	94,1	98,3	17	24	53
MITJANA		72,6	81,6	18,5	14,5	50,5	73,0	80,9	18,5	24,5	72,0
DESVIACIÓ ESTÀNDARD		28,8	23,1	0,7	2,1	7,8	29,9	24,6	2,1	0,7	26,9

Taula 4: Resultats de la intervenció en el Grup 2 (Elaboració pròpia)

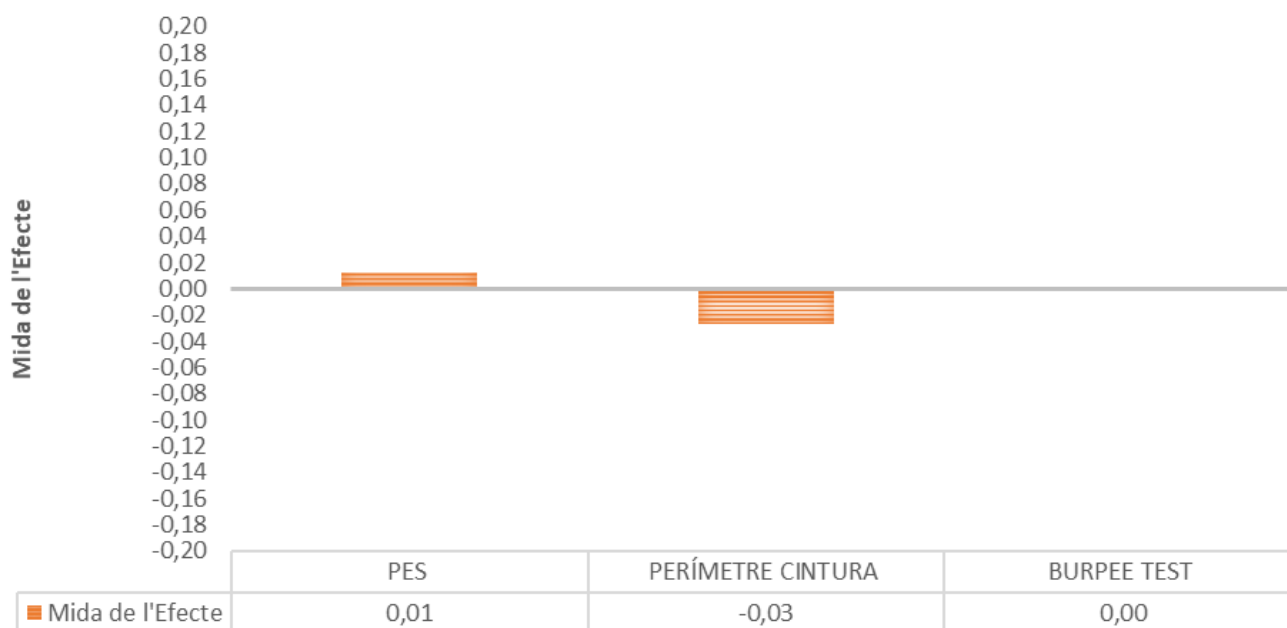
A continuació, en els Gràfics 2 i 3, s'exposen els resultats estadístics en relació a la mida de l'efecte en comparar, en aquest cas, els resultats dels tests inicials i finals del grup d'intervenció 2. En aquest cas, els resultats s'han hagut d'expressar en dos gràfics diferents, ja que com veurem a continuació, existeix una diferència molt gran entre el valor més alt obtingut i el més baix, fet que impossibilitava representar les dades de forma clara i correcte en un mateix gràfic.



Gràfic 1: Mida de l'efecte entre els tests inicials i finals del grup 1 (Elaboració pròpia)

Fixant-nos primer en el Gràfic 2, en relació al pes, de mitjana els subjectes el van augmentar del test inicial al final, però malgrat això, la mida de l'efecte produït per aquest va ser trivial ($< 0,2$). En relació al perímetre de cintura, observem una lleugera reducció en el test final en comparació a l'inicial, però de la mateixa manera que en el cas anterior, la mida de l'efecte va ser trivial ($< 0,2$). Passant-nos a fixar en el Burpee Test, veiem com, de mitjana, no es van produir canvis d'un test a l'altre, per tant, el valor obtingut en la mida de l'efecte ha estat 0, que és considerat també com a efecte trivial ($< 0,2$).

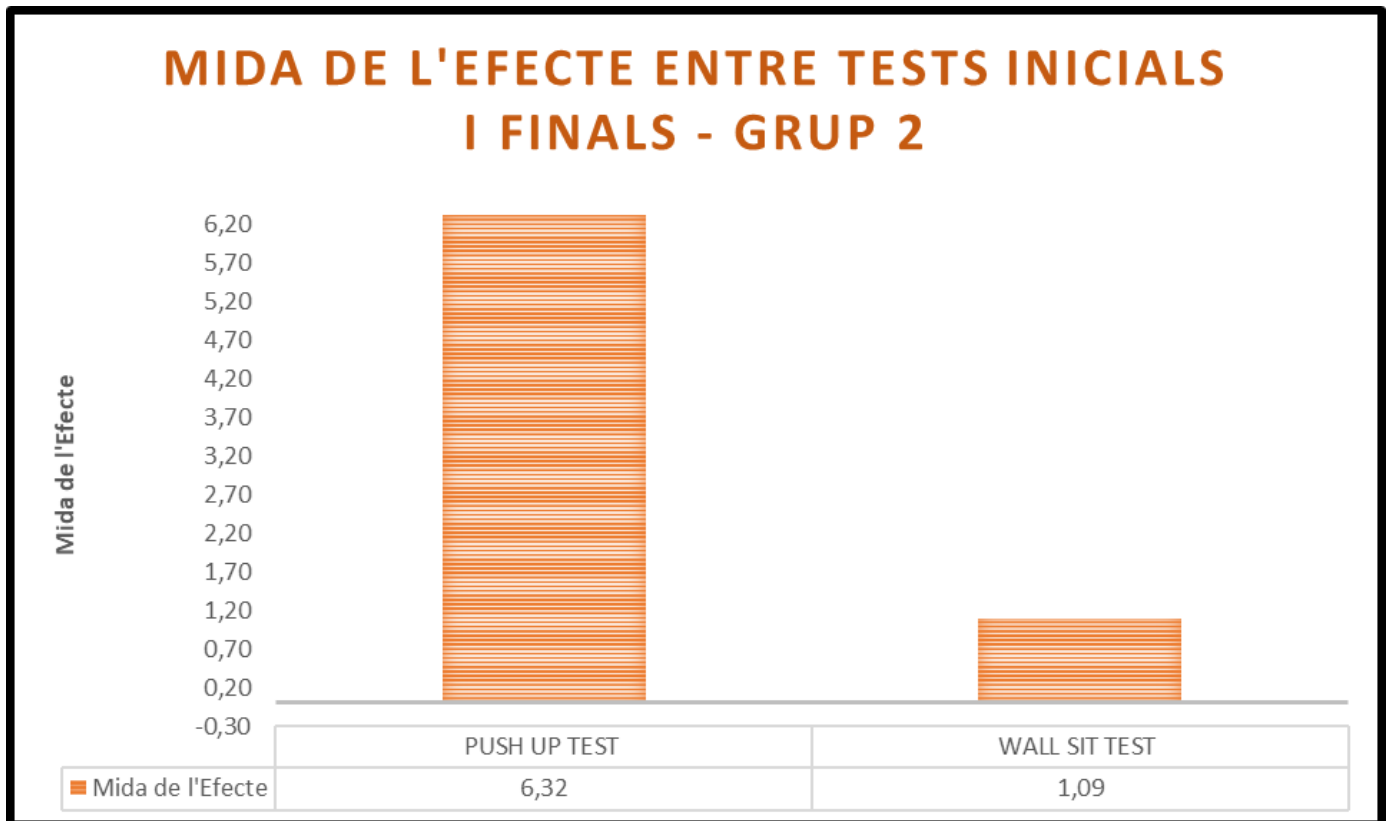
MIDA DE L'EFECTE ENTRE TESTS INICIALS I FINALS - GRUP 2



Gràfic 2: Mida de l'efecte en el pes, el perímetre de cintura i el Burpee Test del grup 2 (Elaboració pròpia)

D'altra banda, passant a analitzar el Gràfic 3, de la mateixa manera que en el grup 1, en aquest grup 2 la mida de l'efecte més gran també el trobem en el Push Up Test. En aquest cas, la millora en el test final en relació a l'inicial va ser molt abundant, i per aquest motiu, la mida de l'efecte produït es considera com extremadament gran ($> 4,0$). Finalment, en el Wall Sit Test també es van observar millores, tot i que força menors que en el Push Up Test. La mida de l'efecte produït en el Wall Sit Test es va catalogar com moderat (0,6 - 1,2).

Per acabar, en el Gràfic 3 podem observar els resultats estadístics que fan referència a la mida de l'efecte produït en comparar els tests finals entre els dos grups d'intervenció. Afegir que, els valors negatius fan referència a un augment a favor del grup d'intervenció 1, i els valors positius signifiquen augments a favor del grup d'intervenció 2. Fixant-nos en el pes i en el perímetre de cintura, observem com, de mitjana, aquests dos valors són més elevats en el grup 2. Malgrat això, aquesta diferència no és gaire abundant, ja que la mida de l'efecte en ambdós casos és petit (0,2 - 0,6).



Gràfic 3: Mida de l'efecte en el Push Up Test i el Wall Sit Test en el grup 2 (Elaboració pròpia)

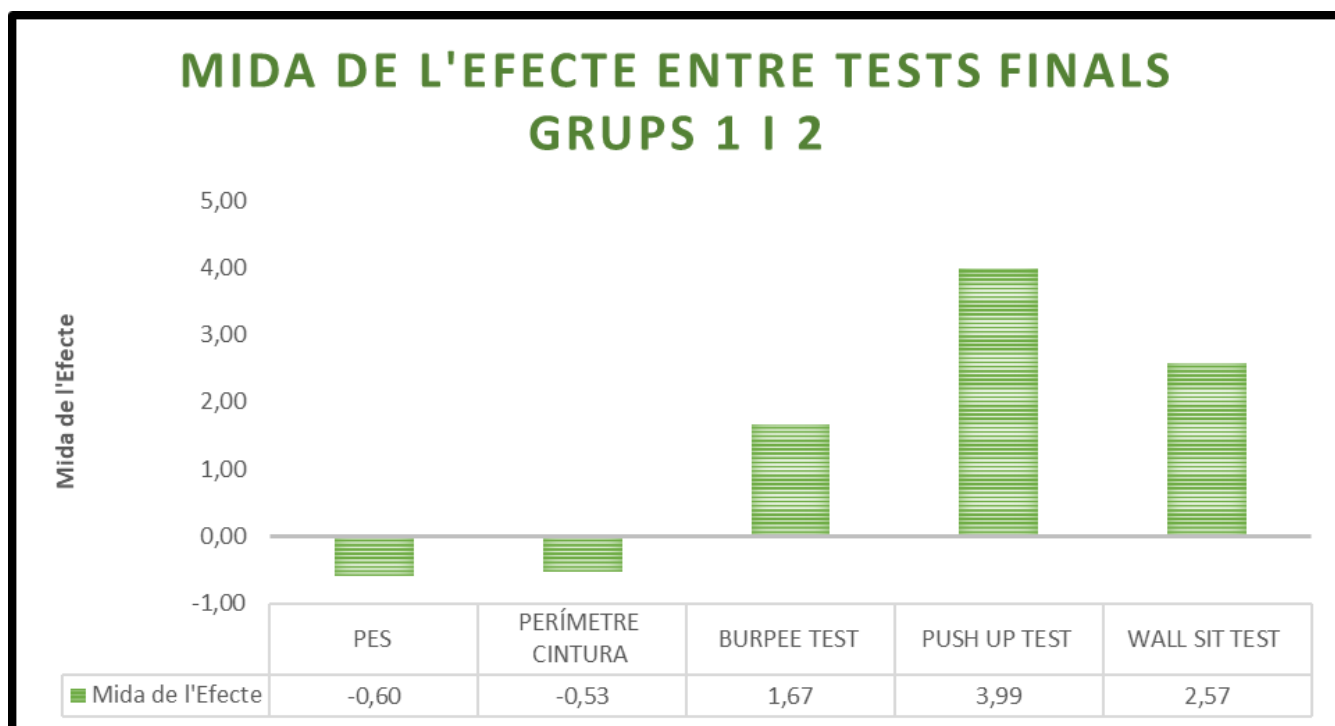
D'altra banda, observem com els valors mitjans que fan referència al Burpee Test, al Push Up Test i al Wall Sit Test, són favorables al grup d'intervenció 1. Podem observar com en els tres tests, la mida de l'efecte és força més gran que en el cas del pes i el perímetre de cintura.

En relació al Burpee Test, s'observa un efecte gran (1,2 – 2,0) en comparar els tests finals realitzats pels dos grups d'intervenció. En el cas del Push Up Test i el Wall Sit Test, aquesta diferència és encara major que en els casos anteriors, observant-se la diferència més gran en el Push Up Test però, en els dos casos, la mida de l'efecte és considerada com a molt gran (2,0 – 4,0).

Tot i això, en relació a l'anàlisi de la comparació dels resultats dels tests finals entre els dos grups d'intervenció, també es realitzarà una anàlisi descriptiva, ja que com podem observar en les Taules 3 i 4, els grups són molt heterogenis i des d'un principi, els resultats obtinguts en els tests inicials per part del grup d'intervenció 1, van ser molt superiors als obtinguts en el grup d'intervenció 2.

En primer lloc, fixant-nos en el pes, en els tests inicials hi havia una diferència de 14,8 kg de mitjana a favor del grup 2, com hem pogut comprovar, en tots dos grups es va produir un augment de pes al mesurar aquest en els tests finals, però en aquest cas, la diferència es va reduir a 13,6 kg de pes de mitjana.

En la mateixa línia, el valor mitjà del perímetre de cintura del grup 2 va ser bastant més elevat que el del grup 1 en els tests inicials, concretament 10,9 cm de mitjana. Com hem vist anteriorment, en els tests finals, en el grup 1 es va produir un lleuger augment en el perímetre de cintura i en el grup dos una lleugera reducció, tot i que en ambdós casos la mida de l'efecte va ser trivial (0,2). Però a causa d'això, la diferència del valor mitjà del perímetre de cintura es va reduir de 10,9 cm a 9,5 cm.



Gràfic 4: Mida de l'efecte entre tests finals dels dos grups d'intervenció (Elaboració pròpia)

D'altra banda, tal com podem observar en la Taula 3 i 4, els valors mitjans obtinguts, tant a l'inici com al final de la intervenció, en el Burpee Test, el Push Up Test i el Wall Sit Test, van ser superiors en el grup d'intervenció 1. En relació al Burpee Test, en el test inicials no hi va haver massa diferència, però de mitjana el grup 1 va realitzar 1,3 burpees més que el grup 2. En el

test final, en canvi, aquesta diferència va augmentar a 2,8 burpees més a favor del grup 1, ja que el valor mitjà en aquest en el grup 2 van ser el mateix que en l'inicial.

En relació al Push Up Test, en el test inicial es va obtenir una diferència de 8 flexions de mitjana a favor del grup 1. Tot i això, com hem vist anteriorment, en els tests finals tots dos grups d'intervenció van augmentar considerablement el nombre de repeticions realitzades, produint-se un efecte gran (1,2 - 2,0) en el grup 1 i un efecte extremadament gran (> 4,0) en el grup 2. Tot i això, en els tests finals la diferència mitjana entre grups va augmentar encara més a favor del grup 1, va passar a 9 flexions de mitjana.

Per últim, en el Wall Sit Test, la diferència mitjana entre grups en el test inicial va ser de 89,3 segons a favor del grup 1. Tal com s'ha vist, tots dos grups van augmentar els seus resultats en els tests finals, però la diferència entre els valors mitjans també va augmentar, aquesta va passar a ser de 106,5 segons.

8. Discussió

Tot seguit, em dispenso a comentar i discutir els resultats obtinguts en la intervenció, analitzant-los i comparant-los amb l'evidència científica ja existent, per tal d'intentar explicar i entendre l'impacte que han tingut les sessions d'entrenament HIIT en els subjectes de l'estudi.

En primer lloc, i fent referència al pes i al perímetre de cintura, s'ha vist com els efectes produïts per la intervenció han estat trivials ($< 0,2$). En relació al pes, en tots dos grups va augmentar de forma mitjana, i en relació al perímetre de cintura, en el grup 1 va augmentar i en el 2 es va reduir, però com s'ha comentat, de forma trivial.

Malgrat els resultats obtinguts, hi ha evidència força sòlida que el HIIT pot ser útil per a la millora de diferents paràmetres de la composició corporal. En la revisió sistemàtica realitzada per Batacan et al. (2017), s'afirma que un protocol d'entrenament HIIT pot ser efectiu per tal de reduir el perímetre de cintura i el percentatge de grassa corporal en població obesa o amb sobrepès. Malgrat això, afegixen que s'haurien de fer més estudis per a valorar els possibles efectes amb persones amb un pes normal.

Es podria pensar que els resultats obtinguts en l'estudi han estat a causa que els subjectes de la mostra no eren obesos ni tenien sobrepès, però en una altra revisió sistemàtica més recent, Maillard, Pereira i Boisseau (2018), arriben a la conclusió que el HIIT es mostra efectiu per tal de reduir el percentatge de grassa corporal, tant en els nivells de grassa abdominal com visceral. A més a més, afegixen que aquesta efectivitat ha estat demostrada en persones amb sobrepès o obesitat i també, amb persones amb un pes normal.

Una altra possible explicació per interpretar els resultats obtinguts, podria ser el tipus de HIIT que s'ha realitzat en l'estudi. La majoria dels protocols HIIT utilitzats, van associats a la realització d'aquests en bicicleta o corrent (Gibala i McGee, 2008) i podria ser que per aquest motiu no s'haguessin produït millores en aquests paràmetres de la composició corporal.

Tot i això, en l'estudi realitzat per Sperlich et al. (2017), es van utilitzar exercicis amb el pes corporal en forma de circuit per a la realització del HIIT, de forma molt similar a què s'ha realitzat en aquest estudi. En aquell cas, es van practicar 3 sessions d'entrenament HIIT a la setmana durant un total de 9 setmanes, però en dones amb sobrepès. En finalitzar les 9 setmanes d'entrenament, es va produir una reducció del pes corporal total, reducció de la ràtio cintura-maluc, reducció de la massa grassa i un augment de la massa lliure de grassa.

L'absència de millores en el pes i el perímetre de cintura dels subjectes de l'estudi pot haver estat a causa de diferents factors. Es creu que el major i més important ha estat la dieta. Durant la intervenció, no s'ha controlat la dieta dels subjectes ni tampoc s'han donat recomanacions en aquest sentit, i per tant, aquesta podria ser la principal causa que hagi impedit veure millores en aquests dos factors.

A banda d'això, es creu que la durada de les sessions també ha tingut un paper força important. Un dels diferents avantatges que s'atribueixen al HIIT en relació a l'entrenament de resistència tradicional, és el fet de poder aconseguir els mateixos, o inclús, millors resultats en un període més curt de temps (Wewege, Van den Berg, Ward i Keech, 2017). Tot i això, es creu que el volum de treball vas ser massa baix, ja que en el cas del meu estudi, la part central de les sessions durava només 15 minuts. Aquest fet també hauria provocat que els efectes produïts en el pes i en el perímetre de cintura no fossin rellevants.

Passant-nos a fixar en els resultats referents a la resistència cardiovascular, hem observat com en el cas del grup 1, al final de la intervenció es van obtenir millors resultats que a l'inici. La mida de l'efecte produït en aquest factor ha estat moderat (0,6 -1,2). En canvi, en el grup 2, de mitjana, no es van produir canvis del test inicial al final.

Malgrat els resultats obtinguts, existeix gran evidència que el HIIT és un mètode útil per a la millora de la resistència cardiovascular. Weston et al. (2014), van realitzar una revisió sistemàtica sobre els efectes que produïa el HIIT en adults. Van comprovar com diferents protocols HIIT eren capaços

d'augmentar el consum màxim d'oxigen ($VO_{2m\grave{a}x}$), tant en homes sedentaris com físicament actius.

De la mateixa manera, Batacan et al. (2017) en una altra revisió sistemàtica, comenten que en població obesa o amb sobrepès, el HIIT era una eina molt efectiva i eficaç per tal de millorar el $VO_{2m\grave{a}x}$. A més a més, tal com s'ha comentat anteriorment, afegeixen que el HIIT es mostrava més eficient que l'entrenament de resistència tradicional, ja que es podien obtenir els mateixos beneficis però en menys temps.

Tal com s'ha comentat anteriorment, la majoria d'intervencions on es realitza HIIT s'utilitzen protocols on els subjectes han de córrer o anar en bicicleta, com és el cas de les dues revisions sistemàtiques exposades. El fet d'haver utilitzat una metodologia diferent de l'habitual podria haver sigut un factor de pes a l'hora de no produir efectes en la resistència cardiovascular dels subjectes, però com hem vist, en el grup 1 es van produir efectes moderats.

Tot i això, Vandbakk et al. (2017) van realitzar un estudi en joves esquiadores on van utilitzar un mètode diferent de l'habitual per a realitzar el HIIT. Van utilitzar una màquina de politges que simulava l'acció tècnica de l'esquí. Els resultats van ser força positius, ja que es van mostrar augments significatius tant en el $VO_{2m\grave{a}x}$ com en el VO_{2pic} .

De la mateixa manera, i per intentar ser encara més específics, en l'estudi realitzat per Sperlich et al. (2017), on es va utilitzar un circuit funcional amb exercicis amb el pes corporal per a la realització del HIIT, també es va valorar l'efecte sobre la resistència cardiovascular dels subjectes. Al final les 9 setmanes que va durar la intervenció, es van mostrar augments significatius en els nivells de VO_{2pic} , però cal recordar que l'estudi es va realitzar en dones amb sobrepès.

Per tant, en el cas de la intervenció realitzada, ha estat més efectiu per a la millora de la resistència cardiovascular el protocol utilitzat pel grup 1, amb intervals de 20 segons de treball i 10 de descans, que no el realitzat pel grup 2, amb intervals de 30 segons de treball i 10 segons de descans.

Malgrat això, creiem que els subjectes del grup 2 s'haurien adaptat millor al protocol amb intervals de 20 segons de treball. Ja que, si en fixem en la Taula

2 i 3, els resultats obtinguts en els tests inicials per part dels subjectes del grup 2 van ser força inferiors als obtinguts en el grup 1, és a dir, tenien un nivell de condició física inicial més baix. A més a més, a manera de percepció personal, durant les sessions d'entrenament es va notar com els intervals de 30 segons de treball, sovint se'ls feien molt llargs i acabaven extenuats. Aquests dos factors han pogut influir en gran part a l'hora de no produir efectes en la resistència cardiovascular del grup 2.

Finalment, analitzant els resultats referents a la força resistència, tant del tren superior com inferior, podem observar com en els dos grups es van produir millores en aquest sentit. En la força resistència del tren superior, en el grup 1, la mida de l'efecte produït per la intervenció va ser gran (1,2 – 2,0). En relació a la força resistència del tren inferior, també en el grup 1, la mida de l'efecte produït va ser moderat (0,6 – 1,2).

D'altra banda, en el grup 2, es va produir un efecte molt elevat en la força resistència del tren superior, la mida de l'efecte va ser extremadament gran (> 4,0). En canvi, la mida de l'efecte en la força resistència del tren inferior en aquest grup va ser moderat (0,6 – 1,2).

Tal com hem pogut veure, s'han observat millores en la força resistència realitzant ambdós protocols HIIT. Tot i això, anteriorment en el treball hem pogut observar com l'evidència existent sobre els beneficis del HIIT sobre alguna de les manifestacions de la força és força escassa. Malgrat això, per intentar recolzar els resultats obtinguts, seria interessant tornar a comentar l'estudi realitzat per Vandbakk et al. (2017) en joves esquiadores.

A banda de la resistència cardiovascular, en l'estudi també van valorar els nivells de força de les esquiadores. Després de 8 setmanes d'entrenament, van observar augments significatius en l'1 RM de les esquiadores en un test específic de tren superior. Tot i això, van afegir que aquests augments podrien haver estat a causa de la nul·la experiència en l'entrenament de força que tenien les esquiadores i per tant, el fet d'exposar-se a un estímul nou podria haver produït aquestes adaptacions.

A banda d'aquest estudi, en el realitzat per Sperlich et al. (2017) també es van valorar els nivells de força dels subjectes, en aquest cas els nivells de força resistència en diferents exercicis realitzats amb el pes corporal i l'alçada

de vol en un salt amb contramoviment. Tal com s'ha comentat anteriorment, la intervenció que jo vaig realitzar va utilitzar una metodologia HIIT molt similar a la utilitzada en aquest estudi. Els resultats d'aquest van ser força positius, ja que es van produir millores en tots els tests de força resistència, tant del tren superior com inferior i també en l'alçada de vol del salt amb contramoviment.

Per acabar la discussió, passant a analitzar quin dels dos protocols ha estat més efectiu a l'hora de millorar la força resistència, sembla ser més eficaç el protocol utilitzat pel grup 1. Tot i que la mida de l'efecte produït en ambdós tests finals, en comparació amb els inicials ha estat major en el grup 2, si ens fixem en la Taula 3 i 4, observem com els valors mitjans obtinguts en els tests finals són més elevats en el grup 1. Però no només això, tot i haver força diferència en els resultats dels tests inicials a favor del grup 1, s'ha observat com en els tests finals aquesta diferència encara va augmentar més.

De la mateixa manera que en l'estudi realitzat per Vandbakk et al. (2017), es creu que la nul·la experiència dels subjectes a l'hora de realitzar entrenament de força ha estat molt rellevant en els resultats obtinguts. Per exemple, s'han vist augments molt superiors en la força resistència del tren superior que en la del tren inferior, aquest fet pot ser a causa de la implicació més gran de les cames en les activitats diàries, com caminar córrer, aixecar-se, etc. En canvi, les extremitats superiors no estan tan acostumades a suportar aquest tipus d'esforç i aquest nou estímul produït per les sessions HIIT pot haver induït aquests marcats augments de força resistència.

També, es creu que aquesta nul·la experiència en l'entrenament de força i el menor nivell de condició física dels subjectes del grup 2, han estat determinats per tal de no causar tantes millores com s'han produït en el grup 1. A més a més, creiem que intervals de 20 segons de treball eren més que suficients per a estimular als subjectes, ja que, de la mateixa manera que en la resistència cardiovascular, els intervals de treball de 30 segons es feien molt llargs i durs per als subjectes del grup 2.

9. Conclusions i aplicacions pràctiques

Tot seguit, després d'haver exposat els resultats obtinguts en la intervenció i haver realitzat una discussió en relació a aquests, em dispenso a extreure les conclusions pertinents. A continuació, es relacionen els objectius plantejats inicialment amb els resultats obtinguts una vegada finalitzada la intervenció i també es valorarà si la hipòtesi proposada inicialment ha estat correcta o no. A més a més, s'intentarà donar resposta a la pregunta inicial de recerca i es comentaran possibles aplicacions pràctiques que han sorgit a raó de l'estudi realitzat.

En relació a l'objectiu número 1, que consistia a conèixer quin dels dos protocols utilitzats era més eficaç a l'hora de millorar les variables analitzades, podem dir que cap dels dos protocols s'ha mostrat efectiu per reduir el perímetre de cintura ni el pes dels subjectes. Tal com s'ha comentat, aquest fet podria deures a la gran influència que pot tenir la dieta en la reducció d'aquests dos factors.

En canvi, fent referència a la resistència cardiovascular i a la resistència muscular, tant del tren superior com inferior, el protocol utilitzat pel grup 1, que consistia a realitzar intervals de 20 segons de treball i 10 de descans, es va mostrar més efectiu. De mitjana, en aquest grup, es van mostrar millores en els 3 indicadors analitzats. La mida de l'efecte produït en la resistència cardiovascular i en la força resistència del tren inferior va ser moderada (0,6 - 1,2), i en la força resistència del tren superior va ser gran (1,2 - 2,0).

Passant a analitzar l'objectiu número 2, amb la realització de l'estudi s'intentava demostrar el potencial del HIIT per millorar la força resistència, la resistència cardiovascular i reduir el pes i el perímetre de cintura en població universitària. Tot i haver-hi evidència científica de què aquestes millores eren possibles, es van plantejar 2 protocols diferents dels habituals. Per tant, es tractava d'intentar demostrar si 12 sessions HIIT, de 25 minuts de durada, realitzant exercicis amb el pes corporal eren suficients per a obtenir millores en les variables analitzades.

Primerament, hem pogut comprovar com ambdós protocols només han estat capaços de produir efectes trivials ($< 0,2$) en relació al pes i al perímetre de cintura dels subjectes. Aquests resultats podrien no estar relacionats amb el tipus de HIIT utilitzat, sinó amb el volum de treball realitzat. És probable que el volum de treball fos massa baix per provocar efectes moderats o superiors en aquests dos factors, ja que la part central de les sessions només durava 15 minuts.

En segon lloc, hem vist com ambdós protocols s'han mostrat efectius per millorar la força resistència del tren superior i inferior, cosa que podia ser previsible gràcies a l'alta especificitat dels exercicis realitzats en comparació amb els tests de valoració. Tot i això, el protocol utilitzat pel grup 1 s'ha mostrat lleugerament superior, tot i que els subjectes que formaven aquest grup, tenien un nivell de força resistència inicial major que els subjectes del grup 2.

D'altra banda, en relació a la resistència cardiovascular, només es va mostrar efectiu el protocol utilitzat pel grup 1. En aquest grup, la mida de l'efecte produït va ser moderat ($0,6 -1,2$), en canvi, en el grup 2 no es van apreciar millores, ja que els resultats obtinguts a l'inici i al final de la intervenció van ser els mateixos. Aquest fet és atribuïble a la menor condició física inicial mostrada pels subjectes del grup 2, a més a més, dels intervals més llargs de treball que havien de realitzar en el seu protocol HIIT.

Per tant, es pot afirmar que 12 sessions d'entrenament HIIT, de 25 minuts de durada, utilitzant exercicis amb el pes corporal i intervals de 20 segons de treball i 10 de descans, han estat efectives per tal de millorar la resistència cardiovascular i la força resistència del tren superior i inferior en població universitària, però no han estat suficients per a mostrar reduccions en el pes i/o en el perímetre de cintura.

Passant a analitzar la hipòtesi plantejada inicialment, observem com, la idea plantejada a l'inici, no ha diferit massa dels resultats obtinguts. Tal com es va preveure, seria difícil obtenir grans beneficis o millores en el pes i/o el perímetre de cintura i hem observat com això ha estat així, pràcticament no s'han observat efectes i els pocs que s'han produït han estat trivials ($< 0,2$).

D'altra banda, es creia que ambdós protocols mostrarien millores en relació a la resistència cardiovascular i la força resistència. Malgrat això, hem observat com només ha estat així en el protocol utilitzat pel grup 1, amb intervals de 20 segons de treball i 10 segons de descans, ja que en el grup 2, on realitzaven intervals de 30 segons de treball i 10 de descans, només es van obtenir millores en la força resistència.

En relació amb la idea anterior, es va plantejar que el protocol del grup 1 obtindria els mateixos resultats que el protocol del grup 2, tot i realitzar intervals de treball més curts. Malgrat tot, no és que això no hagi estat així, sinó que el protocol realitzat pel grup 1 s'ha mostrat superior, en aquest cas concret, per tal de millorar la resistència cardiovascular i la força resistència, tant del tren superior com inferior, en població universitària.

Malgrat els resultats obtinguts, aquests no es poden extrapolar a la població en general ni a altres grups de població universitària. La mostra ha estat molt limitada i la modèstia de l'estudi realitzat fa impossible extreure aplicacions pràctiques per a poder-les implementar en situacions del dia a dia. Tot i això, els resultats obtinguts han estat força interessants, i si l'estudi hagués estat prou gran i vàlid, se'n podrien extreure implementacions força útils.

Per posar un exemple, s'ha vist com 12 sessions de 25 minuts de duració, on només 15 d'aquests minuts es destinaven a la realització del HIIT, realitzant exercicis amb el pes corporal, han estat eficaços a l'hora de millorar la força resistència i la resistència cardiovascular de subjectes que formaven part de població universitària. Per tant, podria ser molt interessant aplicar aquest tipus de protocols en aquelles persones que no tenen massa temps per realitzar activitat física, ja que utilitzant períodes molt curts de temps podrien obtenir millores en la seva condició física.

10. Limitacions i prospectiva d'investigació

Una vegada exposades les conclusions de l'estudi, trobo necessari comentar les diverses limitacions que ha tingut aquest. L'estudi ha estat força modest i ha tingut varies limitacions a causa de la poca experiència personal a l'hora de realitzar recerca d'aquest tipus i del context en què es situa, un Treball Final de Grau. L'estudi ha tingut diverses limitacions, però tot seguit s'exposen les principals.

La limitació més important del treball penso que ha estat la mostra. Vaig poder comptar amb un nombre molt reduït de subjectes, 6 concretament, i això ha provocat que els resultats obtinguts en la intervenció, siguin exclusivament específics a aquesta. A més a més, per problemes amb horaris de classes i laborals, no es van poder formar dos grups equilibrats en número, sinó que 4 subjectes van formar el grup d'intervenció 1, i els dos subjectes restants van formar el grup 2. A raó d'aquest fet, hi va haver una gran heterogeneïtat entre els dos grups, existint bastants diferències entre subjectes d'un grup i altre, com per exemple, en el nivell de condició física inicial d'aquests.

Una altra limitació d'aquest estudi ha estat la desconeixença dels tests de valoració inicial. La disponibilitat horària era un factor molt limitant a l'hora d'intentar reunir tots els subjectes i poder practicar els tests inicials abans de poder realitzar-los. Això no va poder ser així, ja que els subjectes van haver de realitzar els tests inicials sense haver-se pogut familiaritzar abans amb ells ni amb mi. Comento això, ja que em va donar la sensació, tot i no poder-ho demostrar, que algun dels subjectes, en els tests inicials, no es va esforçar al màxim, per possible vergonya o falta de confiança.

La tercera limitació més important de l'estudi penso que va ser la parada obligatòria que vam haver de realitzar a causa de les vacances de Setmana Santa. Aproximadament a la meitat de la intervenció, vam haver de deixar de realitzar les sessions durant una setmana, fet que no era gaire positiu per intentar aconseguir resultats. Aquest fet, probablement, va ajudar que no es donessin adaptacions importants en el pes ni en el perímetre de cintura, ja que l'adherència a l'activitat física és molt important per assolir aquests tipus

d'objectiu. Tot i això, desconec el possible efecte que va tenir aquesta limitació en els resultats finals.

Per acabar, m'agradaria donar la meua opinió sobre el camí que s'hauria de seguir per tal de seguir realitzant recerca en aquest sentit. En primer lloc, crec que s'hauria d'intentar obtenir una mostra bastant més nombrosa de què jo he tingut accés i realitzar una intervenció de més llarga durada. Una vegada aconseguit això, penso que seria molt interessant seguir investigant sobre els possibles beneficis del HIIT sobre alguna de les manifestacions de la força, ja que en aquest sentit l'evidència científica actual no és massa abundant.

Cada vegada més, s'estan realitzant sessions d'entrenament intervèn·lic d'alta intensitat utilitzant exercicis amb el pes corporal o inclús exercicis amb càrregues externes, en gimnasos o centres de fitness. A més a més, esports com el CrossFit on es realitzen entrenaments semblants als comentats s'estan posant cada vegada més de moda. Per aquest motiu, penso que seria molt interessant realitzar estudis que anessin en aquest sentit per tal de conèixer més en profunditat el potencial de l'entrenament intervèn·lic d'alta intensitat a l'hora de provocar adaptacions en qualsevol de les manifestacions de la força.

11. Reflexions i/o valoració personal del procés d'elaboració del TFG

Per a mi, el procés d'elaboració d'aquest Treball Final de Grau ha estat un procés força llarg, dur i en què he hagut d'invertir una gran quantitat de temps per a poder realitzar-lo correctament. A banda de tot el temps dedicat en la recerca d'informació i en l'elaboració d'aquest document escrit, la intervenció ha estat el més difícil i el què m'ha requerit més esforços.

No ha estat fàcil poder portar a la pràctica la idea que tenia al cap des d'un principi, començant per la gran problemàtica de trobar mostra suficient que pogués i volgués participar en la intervenció i acabant per tots els dimarts i dijous que, durant més de dos mesos, m'havia de quedar a la universitat de 14.00 a 15.00, després de tot el matí fent classes, per tal de realitzar les sessions d'entrenament.

Tot i això, penso que l'experiència viscuda ha estat bastant positiva. Tant en l'àmbit personal com professional he pogut aprendre moltes coses, m'ha fet guanyar confiança i experiència a l'hora de dirigir una sessió d'entrenament davant d'un grup de persones, aprenent a tractar millor amb aquestes. M'ha servit per aprendre moltes coses sobre l'entrenament intervèn·lic d'alta intensitat que podré aplicar en un futur i, el que considero més important, a adaptar-me a diferents situacions desconegudes anteriorment per a mi.

En relació a l'elaboració d'aquest document en si, penso que no ha estat fàcil, ja que des d'un principi he anat una mica perdut. Durant el Grau, hem realitzat nombrosos treballs però en cap d'ells hem hagut d'aprofundir tant en un tema ni el nivell d'exigència era tan gran. Hagués preferit afrontar la redacció d'aquest treball, sentin-me més preparat per a fer-ho correctament, però com acabo de comentar, de què més orgullós estic i el que possiblement més em servirà en un futur és la capacitat d'adaptació i la forma en què he anat resolent els problemes que se m'han presentat durant el camí.

12. Referències bibliogràfiques

Batacan, R., Duncan, M., Dalbo, V., Tucker, P., & Fenning, A. (2017). Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. *British Journal of Sports Medicine*, 51(6), 494-503. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095841>

Choi, H., Han, H., Choi, J., Jung, H., & Joa, K. (2018). Superior Effects of High-Intensity Interval Training Compared to Conventional Therapy on Cardiovascular and Psychological Aspects in Myocardial Infarction. *Annals of Rehabilitation Medicine Original Article Ann Rehabil Med*, 42(1), 145-153. <https://doi.org/10.5535/arm.2018.42.1.145>

Cofré, C., Sánchez, P., Zafra, E., & Espinoza, A. (2016). Entrenamiento aeróbico de alta intensidad: Historia y fisiología clínica del ejercicio. *Revista de la Universidad Industrial de Santander*, 48(483), 275-284. <https://doi.org/10.18273/revsal.v48n3-2016001>

Costigan, S., Eather, N., Plotnikoff, R., Taaffe, D., & Lubans, D. (2015). High - intensity interval training for improving health - related fitness in adolescents: a systematic review and meta - analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 0, 1-9. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094490>

Drake, D., Kennedy, R., & Wallace, E. (2017). The Validity and Responsiveness of Isometric Lower Body Multi-Joint Tests of Muscular Strength: a Systematic Review Key Points. *Sports Medicine*, 3(23), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s40798-017-0091-2>

García, J. M., Navarro, F., Legido, J. C., & Vitoria, M. (2006). *La resistencia desde la optica de las ciencias aplicadas al entrenamiento deportivo*. Madrid: GRADA Sport Books.

Gibala, M. J., & Andrew, J. (2013). Physiological and Performance Adaptations to High-Intensity Interval Training. *Nestlé Nutrition Institution Workshop Series*, 76, 51-60. <https://doi.org/10.1159/000350256>

Gibala, M., & McGee, S. (2008). Metabolic Adaptations to Short-term High-Intensity Interval Training. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 36(2), 58-

63. <https://doi.org/10.1097/JES.0b013e318168ec1f>

Google Imatges. (n.d.) Consultat 29 abril de 2018, des de <https://www.google.es/imghp?hl=ca>

Hashim, A., & Madon, M. (2012). Objectivity, Reliability and Validity of the 90° Push-Ups Test Protocol Among Male and Female Students of Sports Science Program. *International Journal of Sport and Health Sciences*, 6(6), 1028-1071.

Heinemann, K. (2003). *Introducción a la metodología de la investigación empírica en las ciencias del deporte*. Barcelona: Editorial Paidotribo.

Heyward, V., & Gibson, A. (2006). *Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription*. 5th Edition. Champaign: Human Kinetics.

Jelleyman, C., Yates, T., O'Donovan, G., Gray, L., King, J., Khunti, K., & Davies, M.(2015). The effects of high-intensity interval training on glucose regulation and insulin resistance: A meta-analysis. *Obesity Reviews*, 16(11), 942-961. <https://doi.org/10.1111/obr.12317>

Keating, S., Johnson, N., Mielke, G., & Coombes, J. (2017). Etiology and Pathophysiology: A systematic review and meta-analysis of interval training versus moderate-intensity continuous training on body adiposity. *Obesity reviews*, 8, 943-964. <https://doi.org/10.1111/obr.12536>

Kravitz, L. (2014). *ACSM Information On: High Intensity interval Training*. Consultat 11 abril 2018, des de <https://www.acsm.org/docs/brochures/high-intensity-interval-training.pdf>

Laursen, P. (2010). Training for intense exercise performance: High-intensity or high-volume training? *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20, 1-10. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01184.x>

Maillard, F., Pereira, B., & Boisseau, N. (2018). Effect of High-Intensity Interval Training on Total, Abdominal and Visceral Fat Mass: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 48(2), 269-288. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0807-y>

Milanović, Z., Sporiš, G., & Weston, M. (2015). Effectiveness of High-Intensity Interval Training (HIT) and Continuous Endurance Training for VO2max

Improvements: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials. *Sports Medicine*, 45(10), 1469-1481. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0365-0>

Morrow, J. R., Mood, D. P., Disch, J. D., & Kang, M. (2015). *Measurement and Evaluation in Human Performance* (5th ed.). Champaign: Human Kinetics.

Podstawski, R., Markowski, P., Choszcz, D., Klimczak, J., Romero, O., & Merino, R. (2016). Methodological aspect of evaluation of the reliability the 3-Minute Burpee Test. *Archives of Budo Science of Martial Arts and Extreme Sports*, 12, 137-144.

Ramos, J., Dalleck, L., Tjonna, A., Beetham, K. & Coombes, J. (2015). The Impact of High-Intensity Interval Training Versus Moderate-Intensity Continuous Training on Vascular Function: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 45(8), 679-692. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0321-z>

Schoenfeld, B., Dawes, J. (2009). High-Intensity Interval Training: Applications for General Fitness Training. *Strength and Conditioning Journal*, 31(6), 44-46. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181c2a844>

Shetty, P., Kumanyika, S., Tin-Choi, G., Lear, S., Sorensen, T., Zimmet, P., ... Branca, F. (2008). *Waist Circumference and Waist-Hip Ratio Report of a WHO Expert Consultation*. Geneva.

Sperlich, B., Wallmann-Sperlich, B., Zinner, C., Von Stauffenberg, V., Losert, H., & Holmberg, H.-C. (2017). Functional High-Intensity Circuit Training Improves Body Composition, Peak Oxygen Uptake, Strength, and Alters Certain Dimensions of Quality of Life in Overweight Women. *Frontiers in Physiology*, 8(172), 1-9. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00172>

Tabata, I., Nishimura, K., Kouzaki, M., Hirai, Y., Ogita, F., Miyachi, M., & Yamamoto, K. (1996). Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO₂max. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(10), 1327-1330. <https://doi.org/10.1097/00005768-199610000-00018>

Turner, A., Brazier, J., Bishop, C., Chavda, S., Cree, J., & Read, P. (2015).

Data Analysis for Strength and Conditioning Coaches. *Strength and Conditioning Journal*, 37(1), 76-83.
<https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000113>

Vandbakk, K., Welde, B., Kruken, A. H., Baumgart, J., Ettema, G., Karlsen, T., & Sandbakk, Ø. (2017). Effects of upper-body sprint-interval training on strength and endurance capacities in female cross-country skiers. *PLoS ONE*, 12(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172706>

Weston, M., Taylor, K., Batterham, A., & Hopkins, W. (2014). Effects of low-volume high-intensity interval training (HIT) on fitness in adults: A meta-analysis of controlled and non-controlled trials. *Sports Medicine*, 44(7), 1005-1017. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0180-z>

Wewege, M., Van Den Berg, R., Ward, R. E., & Keech, A. (2017). The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 18(6), 635-646.
<https://doi.org/10.1111/obr.12532>

Annexes

Annex 1

UVIC SERVEI
D'ESPORTS

2017/18

Esports

2 sessions d'entrenaments setmanals
Inici: 27/02/18 Fi: 26/04/18. Gimnàs UVic
dimarts i dijous de 14:05 a 15h.

Dirigit a estudiants,
PAS i PDI de la UVic

Gratuït

Informació i
inscripcions:
joel.sivila@uvic.cat

Límit inscripcions:
22/2/18 a les 13h.

Programa d'intervenció d'un
Treball Final de Grau de
CAFE



Entrenament d'alta intensitat (HIIT)



Annex 2

Informació per als participants

Jo, Joel Sivila Franco, estic duent a terme el projecte d'investigació: Comparació de l'impacte de dos protocols HIIT sobre la força resistència, la capacitat cardiovascular i la composició corporal en població universitària.

El projecte ha de comparar la utilitat de dos protocols d'entrenament d'alta intensitat a l'hora de millorar la força resistència, la capacitat cardiovascular i la composició corporal en població universitària. En primer lloc, es passarà un qüestionari als participants, se'ls pesarà, també es mesurarà el seu perímetre de cintura, i s'avaluarà la seva força resistència i la seva capacitat cardiovascular mitjançant tres tests de forma física. En segon lloc, es realitzaran dues sessions d'entrenament setmanals durant dos mesos, i finalment, es tornaran a repetir els tests i valoracions inicials per comprovar si hi ha hagut millores. En el context d'aquesta investigació li demano la seva col·laboració per participar en les sessions d'entrenament, ja que vostè compleix els següents criteris d'inclusió: formar part de la població universitària.

Aquesta col·laboració implica participar en les dues sessions setmanals; sempre que sigui possible, durant els dos mesos corresponents a la intervenció.

Tots els participants tindran assignat un codi que no permetrà vincular directament al participant amb les respostes donades, com a garantia de confidencialitat. Les dades que s'obtinguin de la seva participació no s'utilitzaran amb un altre fi diferent de l'explicitat en aquesta investigació. Es custodiaran de forma segura sota la responsabilitat directa de l'investigador principal, i únicament aquest hi tindrà accés. Es conservaran vinculades al codi del participant únicament durant el temps que sigui imprescindible.

Les dades dels participants es tractaran en tot moment de forma anonimitzada, de manera que no es puguin vincular directament ni indirectament a la persona a la qual corresponen.

Em poso a la seva disposició per resoldre qualsevol dubte que la mateixa hagi suscitat. Pot contactar amb mi a través del correu electrònic: joel.sivila@uvic.cat.

Annex 3

Consentiment informat

Jo, _____, major d'edat, amb DNI _____, _____,
actuuant en nom i interès propi

DECLARO QUE:

He rebut informació sobre el projecte Comparació de l'impacte de dos protocols HIIT sobre la força resistència, la capacitat cardiovascular i la composició corporal en població universitària del que se m'ha lliurat el full informatiu annex a aquest consentiment i pel qual se sol·licita la meua participació. He entès el seu significat, se m'han aclarit els dubtes i m'han estat exposades les accions que es deriven d'aquest. Se m'ha informat de tots els aspectes relacionats amb la confidencialitat i protecció de les dades dels participants en el projecte.

La meua col·laboració en el projecte és totalment voluntària i tinc dret a retirar-me del mateix en qualsevol moment, revocant el present consentiment, sense que aquesta retirada pugui influir negativament en la meua persona en cap cas. En cas de retirada, tinc dret a què les meues dades identificatives siguin cancel·lades del fitxer de l'estudi. Així mateix, renuncio a qualsevol benefici econòmic, acadèmic o de qualsevol altra naturalesa que pogués derivar-se del projecte o dels seus resultats.

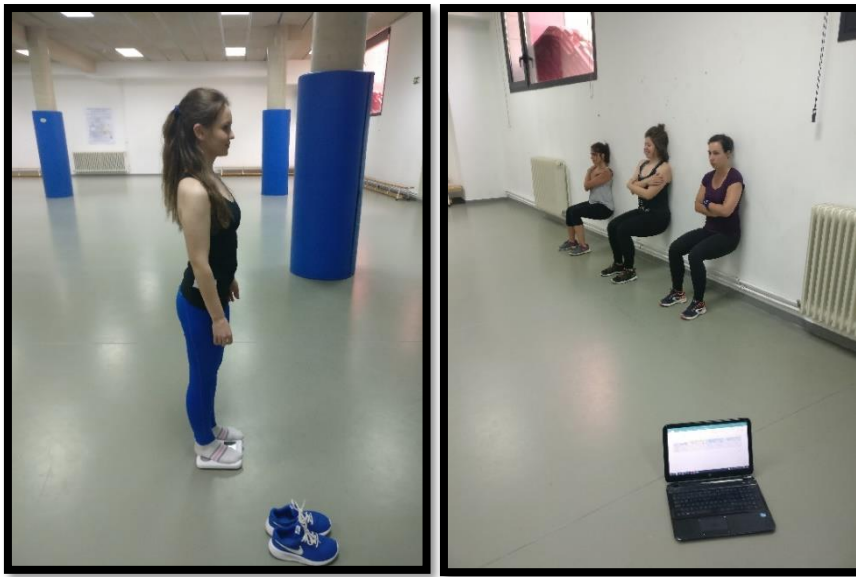
Per tot això,

DONO EL MEU CONSENTIMENT A:

1. Participar en el projecte Comparació de l'impacte de dos protocols HIIT sobre la força resistència, la capacitat cardiovascular i la composició corporal en població universitària.
2. Que Joel Sivila Franco, pugui tractar les meues dades en els termes i abast necessari per a la recerca, entenent que en cap cas es difondran de manera que es puguin vincular a les meues dades identificatives i que únicament es conservaran durant el temps que sigui necessari per complir les funcions del projecte.

Vic, a 27/02/2018

Annex 4



Il·lustració 2: Mesura del pes i realització del Wall Sit Test (Elaboració pròpia)



Il·lustració 4: Push Up Test (Elaboració pròpia)



Il·lustració 3: Mesura del perímetre de cintura (Elaboració pròpia)