

**IMPACTE D'UN PROGRAMA HIIT DE 4
SETMANES DE DURACIÓ PER DISMINUIR
EL PERCENTATGE DE GREIX CORPORAL
EN DONES ACTIVES AMB SOBREPÈS
LLEUGER DE 28 A 32 ANYS**

LÓPEZ SUÁREZ, José Manuel

Treball de Final de Grau de Ciències de l'Activitat Física i l'Esport

Dra. Anna M^a Puig Ribera

Facultat d'Educació, Traducció i Ciències Humanes

Universitat de Vic – Universitat Central de Catalunya

Vic, 15 de maig de 2015

Resum

Objectiu: aquest estudi pretén identificar l'impacte que té un programa d'Entrenament Intervàlic d'Alta Intensitat (HIIT) de 4 setmanes de duració en la reducció del greix corporal. **Mostra:** 4 dones residents a Catalunya, físicament actives (categoria II IPAQ) de $30,08 \pm 2,10$ anys d'edat i un Índex de Massa Corporal (IMC) de $25,15 \pm 0,45$. **Metodologia:** S'utilitza una investigació del tipus quasi experimental (Thomas [et al.], 2007), en la qual en una mateixa mostra es fa una avaluació inicial de les variables, hi ha una fase d'observació de la rutina d'exercici habitual de la mostra (4 setmanes), es realitza un altre avaluació prèvia al programa HIIT i finalment es realitza una última avaluació de variables posterior al HIIT. **Variables:** pes corporal (Kg), l'IMC i la composició corporal (massa grassa, òssia, muscular i residual). **Instruments:** per a la mesura de les diferents variables es realitza un estudi antropomètric, un mètode doblament indirecte que s'aplica seguint les recomanacions del Grup Espanyol de Cineantropometria (GREC) i la Federació Espanyola de Medicina de l'Esport (FEMEDE) per al grup de població seleccionat. **HIIT:** respecte al programa HIIT es realitzen dues sèries d'interval de $30'' \times 3$ al 85% del $VO_2\text{màx}$ amb pauses actives de $120''$ al 50% $VO_2\text{màx}$ la primera setmana, fins a una progressió que finalitza amb dues sèries d'interval de $60'' \times 5$ al 85% del $VO_2\text{màx}$ amb pauses de $120''$ al 50% $VO_2\text{màx}$. **Resultats:** després de l'aplicació del programa HIIT, la mostra ha perdut $1,65 \pm 0,75\text{kg}$ de pes corporal, té un IMC de $24,45 \pm 0,55$, ha reduït el percentatge de greix corporal en un 7,24% (1,53 Kg) i ha augmentat el percentatge de massa muscular en un 4,85% (1kg). **Conclusions:** un programa HIIT de 4 setmanes de duració és efectiu per reduir el percentatge de massa grassa en dones de fins a 32 anys amb sobrepès lleuger que ja tenen un hàbit d'activitat física establert.

Paraules clau: HIIT, activitat física, sobrepès, exercici físic, sedentarisme, MICE, alta intensitat, entrenament intervàlic, pes corporal, IMC, composició corporal, massa grassa, massa muscular

Abstract

Aim: the final goal of the present study is to analyse the impact of a 4-week High Intensity Interval Training (HIIT) programme in the reduction of body fat. **Sample:** four women resident in Catalonia, physically active (category II IPAQ) aged 30.08 ± 2.10 with a BMI (Body Mass Index) of 25.15 ± 0.45 . **Methodology:** a quasi-experimental research method is used (Thomas [et al.], 2007). An initial evaluation of variables is followed by

an observation of the subjects' routine physical activity (4 weeks); a second evaluation prior to the HIIT programme and a final evaluation of variables after the HIIT session. **Variables:** the main variables analysed are body weight (kg), BMI, body composition (fat, bone, muscular and residual mass). **Instruments:** an anthropometric study is used to measure the variables. This anthropometric study follows a double indirect method; which is the method of choice by the Spanish Group of Cineanthropometry (GREC) and the Spanish Medical Sport Federation (FEMEDE) for the selected population group. **HIIT:** the HIIT programme consists in two interval series of 30"x3 at 85% VO₂max with active pauses of 120" at 50% VO₂max for the first week, with an increasingly progression reaching two series of 60"x5 at 85% VO₂max with active pauses of 120" at 50% VO₂max at the end of the programme. **Results:** after the HIIT programme, the sample has lost 1.65 ± 0.75 kg of body weight, has a BMI of 24.45 ± 0.55, has decreased body fat percentage in 7.24 % (1.55kg) and has increased muscular mass percentage in 4.85% (1.0kg). **Conclusions:** a HIIT programme is effective in reducing body fat percentage in slightly overweight women up to 32 years old who practise sport regularly.

Keywords: HIIT, physical activity, overweight, exercise, sedentarism, MICE, high intensity interval training, body weight, BMI, body composition, fat mass, muscular mass

Agraïments

A l'Anna M^a Puig Ribera per haver-me guiat en la investigació i procés d'elaboració de l'estudi.

A totes les dones que han participat en la investigació i sense les quals aquesta no hagués estat possible.

I especialment:

A la meva família, per confiar en mi i pel seu inestimable suport.

Índex

Pàg

1	Introducció	8
1.1	Justificació de la recerca.....	9
2	Fonamentació teòrica	11
2.1	Estat de Salut de la població Catalana	11
2.2	Nivell d'Activitat Física de la població Catalana	13
2.3	Recomanacions d'Activitat Física per perdre massa grassa	16
2.4	L'entrenament Intervàlic d'alta intensitat i la pèrdua de massa grassa.....	17
2.5	El HIIT	22
2.5.1	Definició.....	23
2.5.2	Tipus de programes HIIT	24
2.5.3	Components del HIIT	25
3	Objectius i hipòtesis.....	26
4	Metodologia	27
4.1	Disseny de l'estudi.....	27
4.2	Mostra	28
4.3	Procediment	29
4.4	Variables	30
4.4.1	Variables principals.....	30
4.4.2	Variables confuses	32
4.5	Instruments de mesura	33
4.6	Intervenció	39
4.7	Anàlisi de dades	44
5	Resultats.....	45
5.1	Descripció de la mostra i dades preliminars.....	45
5.2	Seguiment que ha tingut el programa HIIT	47
5.3	Diferències de les variables abans i després de l'aplicació del programa HIIT ..	48
	elaboració pròpia	51
6	Discussió	55
6.1	Limitacions de l'estudi.....	59
7	Conclusions	61
7.1	Sobre els objectius i hipòtesis plantejades.....	61
7.2	Futures línies d'investigació.....	62
8	Referències	64

Índex de Taules

Taula 1. Recerca d'estudis científics sobre l'efecte d'un entrenament HIIT respecte la pèrdua de massa grassa. Font: elaboració pròpia.	19
Taula 2. Disseny de l'estudi quasi-experimental. Elaboració Pròpia.	28
Taula 3. Classificació de l'índex de massa corporal. Font: OMS (2015)	31
Taula 4. Classificació percentatges de greix corporal. Font. Bray (1998).....	31
Taula 5. Classificació percentatges de greix idonis. Font: SEEDO (2000).....	32
Taula 6. Equacions per determinar els diferents components de la composició corporal de la mostra de l'estudi. Font: elaboració pròpia.	36
Taula 7. Hàbits d'activitat física de la mostra	39
Taula 8. Programa HIIT d'entrenament. Font: elaboració pròpia	43
Taula 9. Taula - resum de tots els resultats de la mostra (n= 4) en les diferents avaluacions. Font: elaboració pròpia.....	49

Índex de Figures

Figura 1. Distribució de les categories de l'IMC a Catalunya per excés de pes en adults de 18 a 74 anys, per sexe. Font: ESCA 2015. Departament de Salut.....	12
Figura 2. Distribució de les categories de IMC a Catalunya per excés de pes en adults de 18 a 74 anys, per edat i sexe. Font: ESCA 2015. Departament de Salut	13
Figura 3. Nivell d'Activitat Física de població de 15 a 69 anys de Catalunya, per sexe. Font: ESCA 2015. Departament de Salut.....	14
Figura 4. Nivell d'activitat física saludable de la població de 15 a 69 anys de Catalunya, per edat i sexe. Font: ESCA 2015. Departament de Salut.....	15
Figura 5. Població sedentària a Catalunya per grup d'edat i sexe. Font: ESCA 2013. Departament de Salut.....	15
Figura 6. Classificació HIT Font: Buchheit [et al] (2013).....	25
Figura 7. Recomanació d'equacions per a cadascun dels components de la composició corporal en els diferents grups considerats. Font: Alvero [et al] (2010)	36
Figura 8: Classificació de la intensitat relativa de l'Activitat Física. Font: ACSM citada per Aristizábal [et al] (2003)	41
Figura 9. Minuts setmanals dels diferents tipus d'activitat física (caminada, moderada i vigorosa). Font: elaboració pròpia.....	45
Figura 10. Despesa energètica de la mostra mesurada en MET's segons tipus d'activitat. Font: elaboració pròpia.....	46
Figura 11. Seguiment del programa HIIT expressat en %. Font: elaboració pròpia. ...	47
Figura 12. Percentatge de sessions de HIIT completades %. Font: elaboració pròpia.	48
Figura 13 . Pes corporal de la mostra en les 3 avaluacions realitzades.	50
Figura 14. Índex de Massa Corporal de la mostra en les diferents avaluacions realitzades. Font: elaboració pròpia.	50
Figura 15. Composició Corporal de l'Avaluació Inicial expressada en %. Font: elaboració pròpia	51
Figura 16. Composició Corporal de l'Avaluació inicial expressada en Kg. Font: elaboració pròpia.	52
Figura 17. Composició corporal prèvia i posterior al programa HIIT (%). Font: elaboració pròpia.	52
Figura 18. Composició Corporal Prèvia i Posterior al programa HIIT expressada en Kg. Font: Elaboració pròpia.....	54

1 Introducció

L'estudi que es presenta a continuació " Impacte d'un programa HIIT de 4 setmanes de duració per disminuir el percentatge de greix corporal en dones actives amb sobrepès lleuger de 28 a 32 anys" correspon al Treball de Final de Grau de Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport i està tutorat per la Dra. Anna M^a Puig.

Aquest estudi està compost per diversos apartats que en el seu orde i conjunt donen sentit a aquest projecte.

En el primer apartat, es fa una fonamentació teòrica en la qual es contextualitza l'estat de salut de la població catalana i se n'exposa el seu nivell d'activitat física. En aquest punt també s'exposen les recomanacions actuals per perdre massa grassa, les quals venen donades per institucions reconegudes com l'Organització Mundial de la Salut (OMS, 2015) i el Col·legi Americà de Medicina Esportiva (ACSM, 2001). També, es relaciona l'entrenament intervàlic d'alta intensitat (HIIT) amb la pèrdua de massa grassa per mitjà d'investigacions prèviament realitzades. Finalment s'exposen les característiques principals del HIIT en termes de definició, tipus de programes i components.

En el següent punt s'exposen els objectius que es volen aconseguir per mitjà d'aquest projecte i també es mostren les principals hipòtesis que s'esperen assolir després de l'aplicació d'aquest programa (HIIT).

A continuació, s'exposa el punt de metodologia, on es descriu el tipus d'estudi corresponent a una metodologia quantitativa de tipus experimental tal i com defineixen Thomas [et al] (2007), apareixen les característiques de la mostra entre les quals es pot destacar l'edat ($30,08 \pm 2,1$ anys) i un lleuger sobrepès ($25,15 \pm 0,45$), s'explica el procediment a seguir per a la selecció de la mostra i l'aplicació del programa HIIT, es defineixen les variables principals de l'estudi (pes corporal, IMC i composició corporal), s'exposen els instruments de mesura, s'explica la intervenció que es portarà a terme (programa HIIT) i finalment s'exposa com s'analitzaran les dades obtingudes.

Seguidament s'exposen els resultats on es poden veure les dades preliminars de la mostra, el seguiment que ha tingut el programa HIIT i les diferències que es troben abans i després de l'aplicació del HIIT.

En el penúltim apartat es troba la discussió elaborada a partir dels resultats i contrastada amb altres estudis i investigacions similars. En aquest punt també s'exposen les

principals limitacions de l'estudi, entre les quals destaquen la mostra (n=4) i l'obtenció de dades per mitjà d'un estudi antropomètric.

Finalment, en l'últim punt del projecte, s'exposen les conclusions on s'avaluen les possibles aplicacions del programa en funció dels resultats i s'examina s'hi s'han assolit els objectius proposats i s'han esdevingut les hipòtesis de l'estudi. A més a més, en aquest punt s'exposen les futures línies d'investigació que sorgeixen a partir d'aquest projecte.

1.1 Justificació de la recerca

L'entrenament intervàlic d'alta intensitat (HIIT) fa molt anys que s'utilitza en l'àmbit del rendiment esportiu. Concretament, segons Peña [et al.] (2013), va ser a partir dels anys 60 quan el fisiòleg Astrand i altres col·laboradors van començar a despertar l'interès pels efectes fisiològics i possibles virtuts d'aquest tipus d'entrenament. Durant aquests últims anys s'han realitzat varis estudis que han relacionat el HIIT amb diversos beneficis que té aquest sobre la salut. Dins d'aquests beneficis destaca l'augment del consum màxim d'oxigen ($VO_2\text{màx}$), que segons Myers [et al.] (2002), citat per Abellán [et al.] (2010), és el millor paràmetre de referència per valorar el nivell de salut i determina que les persones amb un major volum de consum d'oxigen $VO_2\text{màx}$ tenen tendència a viure més temps. Concretament Abellán [et al.] (2010) afirma que l'increment d'un MET (3,5 ml/kg/min) en el $VO_2\text{màx}$ augmentarà l'esperança de vida de les persones en un 12%.

Un altre benefici del HIIT que ha estat investigat últimament i entorn el qual gira aquest estudi, és l'associació d'aquest amb la pèrdua de massa grassa, així doncs varis estudis han demostrat l'èxit del HIIT per reduir el percentatge de greix corporal fora d'un àmbit competitiu i en la majoria de casos en persones amb sobrepès. Segons Boutcher (2010), que fa una revisió dels diferents estudis que relacionen el HIIT i la pèrdua de greix, una de les principals causes que podria relacionar el HIIT i la pèrdua de massa grassa seria l'increment en la taxa d'oxidació de greixos induïda per aquest tipus d'exercici.

Així doncs, encara són poques i molt recents les investigacions que s'han portat a terme en aquest àmbit que relacionen el HIIT amb un benefici per a la salut, on s'apliquen aquest tipus de programes a subjectes que no tenen nivells molt alts d'activitat física o inclús en població sedentària.

Dit això, es creu que hi ha la necessitat de seguir investigant en aquesta línia, motiu pel qual es presenta el següent projecte que pretén identificar l'impacte d'un programa HIIT per combatre un factor de risc per a la salut com és el sobrepès.

2 Fonamentació teòrica

2.1 Estat de Salut de la població Catalana

L'Organització Mundial de la Salut (OMS, 1946) en la seva constitució defineix la salut com l'estat de complet benestar físic, mental i social; i no sols l'absència d'afeccions o malalties. La salut implica que totes les necessitats fonamentals de les persones estiguin cobertes: afectives, sanitàries, nutricionals, socials i culturals.

Primerament, abans d'entrar a valorar l'estat de salut de la població catalana, crec que és necessari saber quina percepció té aquesta població del seu propi estat de salut. Segons dades de l'Enquesta de Salut de Catalunya (ESCA, 2015) el 81,1% de la població general a Catalunya té una percepció positiva envers la seva salut. Concretament el 83,8% dels homes i el 78,5% de les dones considera que gaudeix d'una salut excel·lent, molt bona o bona. Focalitzant l'atenció en la franja d'edat que va des dels 15 als 44 anys d'edat aquesta percepció augmenta fins al 90,9% (90,6% en el gènere femení).

Un cop ja coneixem quina és la percepció de l'estat de salut de la població catalana, ens centrarem en veure un dels principals problemes amb major incidència en l'estat de salut, l'excés de pes. Aquest el podem denominar com a sobrepès o obesitat quan l'excés és més pronunciat. Segons l'Organització Mundial de la Salut (OMS, 2010), el sobrepès i la obesitat es defineixen com una acumulació anormal o excessiva de greix que pot ser perjudicial per la salut. El mètode que utilitza aquesta organització per quantificar i classificar aquest excés de pes, es el Índex de Massa Corporal (IMC) el qual estableix una relació entre el pes de la persona (kg) i la seva talla (cm). Respecte al IMC la OMS (2010) estableix la següent correlació:

- Un IMC igual o superior a 25 determina sobrepès
- Un IMC igual o superior a 30 determina obesitat

L'Organització Mundial de la Salut (OMS, 2015) afirma que la causa fonamental del sobrepès i l'obesitat és un desequilibri energètic entre calories consumides i calories gastades. Aquest desequilibri estaria produït per un augment en la ingesta d'aliments hipercalòrics que són rics en greix, sal i sucres però pobres en vitamines, minerals i altres nutrients; a part d'un descens de l'activitat física com a resultat de la naturalesa

cada cop més sedentària de moltes formes de treball, de les noves formes de desplaçament i d'una creixent urbanització.

Dit això, les dades anteriorment esmentades respecte la percepció de salut contrasten amb l'excés de pes que pateix la població catalana, ja que, a partir de les dades de l'ESCA (2015) extretes a partir de l'IMC, podem destacar que el 48,5% de la població entre 18 i 74 anys té excés de pes, concretament el 40,8% de les dones i el 56,2% dels homes. En concret, el 34,3% de la població té sobrepès i el 14,2% té obesitat. S'ha de destacar que la població femenina es veu menys afectada pel sobrepès, ja que aquest afecta el 26,8% de les dones i el 41,8% dels homes (Figura 1). Pel que fa l'obesitat els percentatges són similars en els dos sexes (14,0% dones i 14,4% homes).

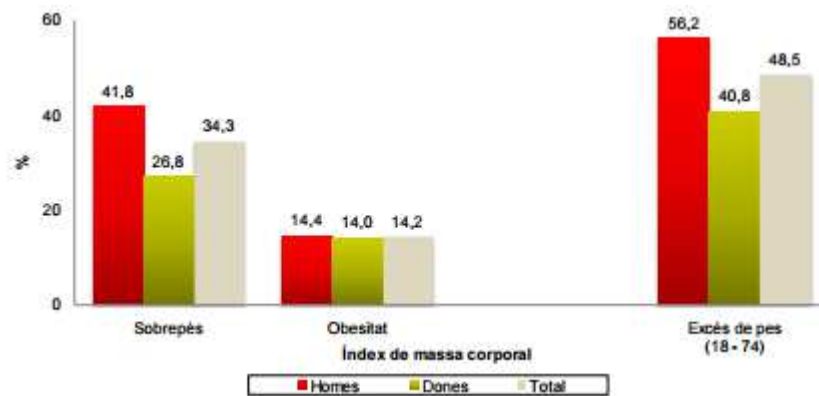


Figura 1. Distribució de les categories de l'IMC a Catalunya per excés de pes en adults de 18 a 74 anys, per sexe. Font: ESCA 2015. Departament de Salut

D'igual manera que passa amb la percepció de l'estat de salut, el sobrepès augmenta a mesura que la població envellaix, concretament en el cas del gènere femení s'observa un clar augment del sobrepès i l'obesitat en els grups d'edat més avançada. Així doncs, tal i com ens mostra el gràfic de l'ESCA (2015) (Figura 2), el grup de dones d'entre 18-44 anys és el que té un percentatge d'excés de pes més baix (19,4% sobrepès i 9,1%obesitat), però si observem el grup d'edat femení de 45 a 64 anys aquests percentatges augmenten considerablement (30,6% sobrepès i 17,5% obesitat) i ja en el grup de 65 a 74 s'observa un augment tant pronunciat que fins i tot el percentatge de dones que tenen excés de pes (46,4% sobrepès i 24,2% obesitat) és superior al grup dels homes de la mateixa franja d'edat, els quals en els altres grups d'edats tenien un major percentatge de sobrepès.

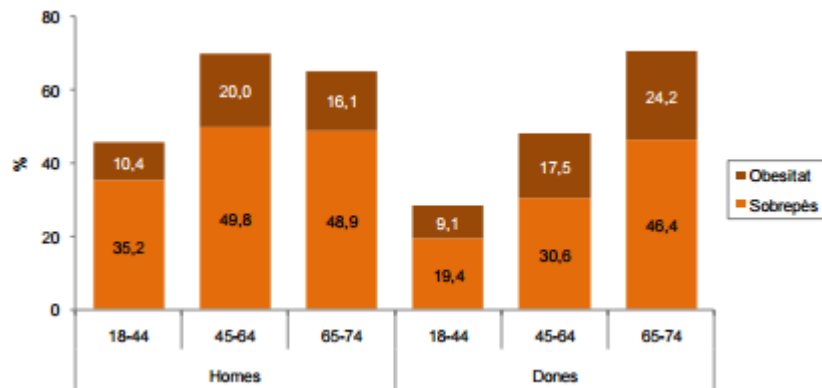


Figura 2. Distribució de les categories de IMC a Catalunya per excés de pes en adults de 18 a 74 anys, per edat i sexe. Font: ESCA 2015. Departament de Salut

Respecte les conseqüències més comunes que pot tenir el sobrepès i la obesitat per la salut, la OMS (2015) afirma que un IMC elevat és un important factor de risc de malalties no transmissibles, entre les quals destaquen:

- Malalties cardiovasculars (principalment cardiopaties i accidents cerebrovasculars), que segons aquesta organització (OMS) el 2012 van ser la principal causa de defunció
- Trastorns de l'aparell locomotor (entre els quals destaca l'osetoartritis)
- Diabetis
- Alguns càncers (de l'endometri, de mama i de còlon)

Aquestes conseqüències nocives que pot provocar l'excés de pes, juntament amb l'increment progressiu de pes que es dona en el cas del gènere femení al llarg del temps a Catalunya ens fa reflexionar sobre la necessitat de buscar estratègies i emprendre accions per tal de reduir el percentatge de massa grassa en les dones que pateixen sobrepès o obesitat.

2.2 Nivell d'Activitat Física de la població Catalana

Quan parlem d'Activitat física, ha de quedar clar quin es la definició d'aquests terme, segons la OMS (2013) es considera activitat física qualsevol moviment corporal produït pels músculs esquelètics que exigeixi una despesa energètica. Aquesta organització també destaca que la inactivitat física o sedentarisme, és el quart factor de risc respecte la mortalitat mundial (6% de les morts registrades a tot el món) a part d'altres patologies causades per aquesta inactivitat (càncer de mama i de colon, diabetis i cardiopatia isquèmica).

Dit això, en aquest punt és on es mostrarà el nivell d'activitat física respecte la població catalana. A l'hora de parlar del nivell d'activitat física primerament s'ha de tenir en compte quin es el mètode o instrument que s'utilitza per quantificar aquest nivell. En aquest cas i coincidint amb l'ESCA (2015) s'ha designat que el Questionari d'Activitat Física Internacional (International Physical Activity Questionnaire, IPAQ) curt és el millor mètode per determinar el nivell d'Activitat Física de la població. Segons Mantilla [et al.] (2011) el IPAQ curt és un instrument creat per un grup d'experts convocats per l' institut de Karolinska, la Universitat de Sidney i l'OMS, amb la finalitat d'unificar les dimensions d'avaluació i mesura de l'activitat física per facilitar la comparació de resultats entre els diferents països.

Així doncs, segons dades de l'Enquesta de salut de Catalunya (2015) la prevalença de l'activitat física saludable en aquesta regió és inferior en el gènere femení, en concret aquesta és del 64,4% en les dones i 72,8% en els homes (Figura 3). Si ens fixem en el nivell d'activitat física podem destacar que el percentatge de dones que tenen un nivell d'activitat física baix és superior al dels homes (35,6% respecte un 27,2%), mentre que en el cas de l'activitat física moderada es pot observar que el percentatge de dones ubicades dins d'aquest grup (58,3%) és lleugerament superior al grup d'homes (54,1%). Finalment en el cas de subjectes que tenen un nivell alt d'activitat física podem apreciar que el percentatge de dones és extremadament baix (6,1%) respecte el percentatge d'homes que tenen aquest nivell (18,7%) (figura 3).

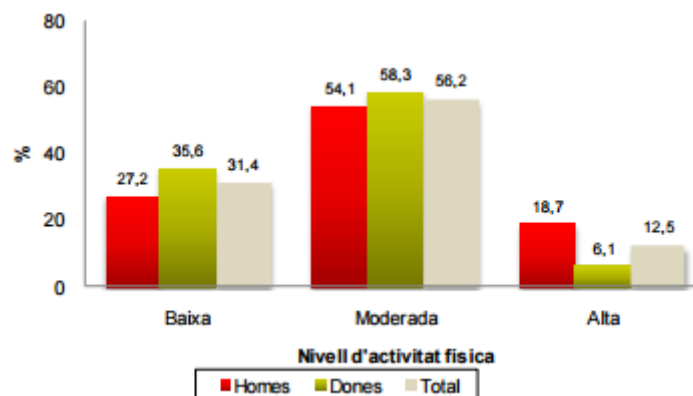


Figura 3. Nivell d'Activitat Física de població de 15 a 69 anys de Catalunya, per sexe. Font: ESCA 2015. Departament de Salut

Pel que fa al nivell d'activitat física en relació a l'edat, segons les dades de l'ESCA (2015) podem afirmar que en tots els grups d'edat el percentatge de dones que realitzen activitat física saludable és lleugerament inferior respecte el dels homes. Concretament,

en el grup de 15 a 44 anys el percentatge de dones que realitzen activitat física saludable és del 64,2% respecte un 74,0% en els homes i en el grup de 45-69 anys el percentatge en les dones és del 64,6% (sense canvis destacables respecte el grup de menor edat) mentre que el percentatge en homes en aquest grup d'edat és del 71,0% (Figura 4).

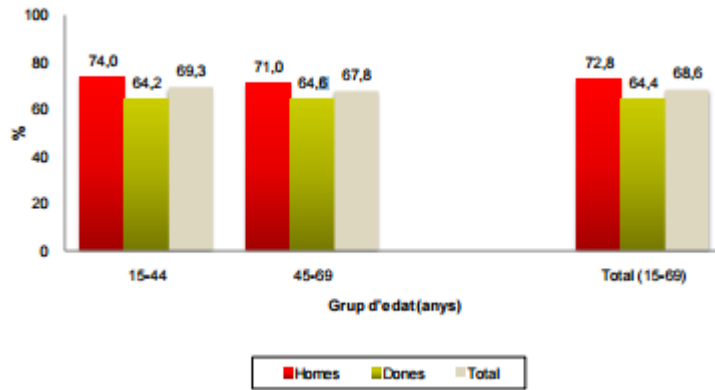


Figura 4. Nivell d'activitat física saludable de la població de 15 a 69 anys de Catalunya, per edat i sexe. Font: ESCA 2015. Departament de Salut

En referència al sedentarisme de la població catalana és necessari destacar que el 21,4% de les dones té un comportament sedentari respecte el 19,2% dels homes. Segons dades extretes de l'ESCA (2015) en els grups 18-44 anys i 65-74 anys les dones presenten una taxa de sedentarisme superior a la dels homes, mentre que en el grup de 45-64 anys les dones presenten un percentatge de sedentarisme lleugerament inferior a la dels homes (20,1% vers 22,7% respectivament) (Figura 5).

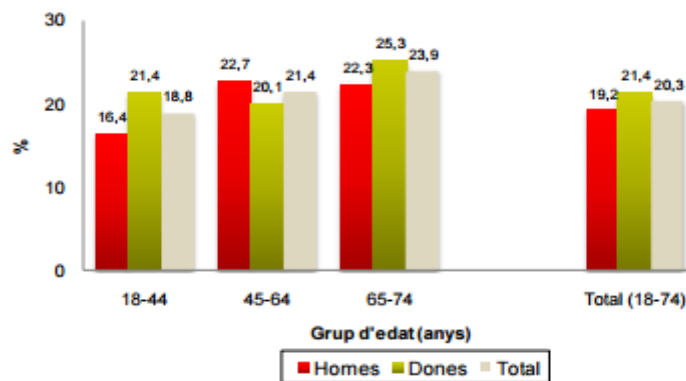


Figura 5. Població sedentària a Catalunya per grup d'edat i sexe. Font: ESCA 2013. Departament de Salut

A diferència del percentatge de sobrepès de la població catalana en que s'observava que aquest augmenta considerablement a mida que els grups són de més edat (sobretot en les dones), en el cas del sedentarisme es pot observar que no es produeix un augment rellevant d'aquest en els grups de més edat. Aquestes dades ens porten a

reflexionar sobre el fet que, tot i que, més del 70% de la població catalana es manté físicament activa, els percentatges de població amb sobrepès es segueixen incrementant al llarg de l'edat. D'aquí en podem extreure la conclusió que no és suficient un nivell moderat d'activitat física o que el tipus d'activitat física que realitza la població activa no és adequat per combatre el sobrepès.

2.3 Recomanacions d'Activitat Física per perdre massa grassa

En aquest apartat s'exposaran quines són les principals recomanacions d'activitat física que s'han de tenir en compte per aconseguir combatre l'excés de pes. Les recomanacions mundials sobre activitat física per a la salut dictades per la OMS (2010) ens indiquen que segons l'edat del grup de població les recomanacions poden variar. En el cas del grup de població adulta (18-64 anys) les recomanacions generals d'activitat física són:

- Acumular un mínim de 150 minuts setmanals d'activitat física aeròbica o moderada, o bé un mínim de 75 minuts d'activitat física vigorosa (o bé una combinació de les dues)
- L'activitat aeròbica ha de tenir una duració mínima de 10 minuts
- Per a millors beneficis s'haurien d'incrementar els nivells mínims fins a 300 minuts d'activitat aeròbica moderada o 150 minuts d'activitat aeròbica vigorosa (o bé una combinació equivalent de les dues)
- Realitzar exercicis d'enfortiment muscular dels grans grups musculars dos o més dies a la setmana.

Ara bé, aquestes recomanacions estan pensades per a la població adulta en general, no contemplen aquella part de població que té un excés de pes i necessita unes recomanacions específiques per tal de reduir el percentatge de massa grassa. Per aquest tipus de població l'OMS (2015) destaca que el sobrepès i la obesitat són malalties en gran part previsible i aconsella **realitzar una activitat física periòdica de 60 minuts diaris** per a les persones joves que tinguin excés de pes. A més a més d'altres recomanacions tals com limitar la ingesta energètica procedent de la quantitat de greix total o sucres i augmentar el consum de fruites, verdures, llegums cereals integrals i fruits secs.

El Col·legi Americà de Medicina Esportiva (ACSM, 2001) respecte les recomanacions d'activitat física per perdre massa grassa, destaca que s'han d'augmentar

progressivament els nivells d'exercici sabent que 150 minuts d'exercici físic per setmana a intensitat moderada produeixen beneficis per la salut, però és necessari incrementar fins a un mínim de **200 a 300 minuts/setmana** o assolir una despesa energètica de més de **2000 calories** per aconseguir una eficaç pèrdua de pes.

Altres autors com Abellán [et al.] (2010) en la seva guia per a la prescripció d'exercici físic en pacients amb risc cardiovascular, remarquen que 1 kg de greix suposa el dipòsit de 7700 calories, de forma que per eliminar-lo es pot calcular de forma aproximada el tipus d'exercici que es requereix valorant els METs que consumeix cada activitat esportiva. Aquests autors per combatre l'excés de pes recomanen induir un balanç negatiu d'entre 300 a 500 calories/dia (ingesta energètica inferior a la despesa energètica). Aquests autors també afirmen que la pràctica regular d'exercici físic indueix a canvis sobre la composició de la massa corporal, ja que es produeix una pèrdua de massa grassa i s'augmenta la massa magra.

També s'ha de tenir en compte que Abellán [et al.] (2010) segueixen recomanant l'exercici tradicional de tipus aeròbic i d'intensitat moderada per a aquests subjectes que tenen un excés de pes. De forma que no contempla la possibilitat d'utilitzar una intensitat elevada o un entrenament fragmentat. També s'ha de tenir en compte que les recomanacions que aporten aquests autors estan indicades per a subjectes que presenten obesitat i també es pot donar el cas que tinguin un nivell baix d'activitat física.

Finalment cal destacar que l'ACSM (2001) afirma que l'ús de l'exercici intermitent (sense especificar intensitat) pot ser avantatjós per a les persones que no els agrada l'exercici continuat o perceben barreres per a aquest tipus d'exercici, remarcant que aquests factors han de ser considerats quan es prescriu exercici per a adults amb sobrepès que busquen tractament per a la pèrdua de massa grassa.

2.4 L'entrenament Intervàlic d'alta intensitat i la pèrdua de massa grassa

A l'hora de relacionar l'entrenament intervàlic d'alta intensitat (HIIT) amb la pèrdua de massa grassa, primerament s'ha de tenir en compte tots els estudis anteriors que han tractat sobre aquesta temàtica i plasmar a quins resultats i a quines conclusions han arribat. Segons Arias (2006:39) aquests estudis són "*Investigaciones realizadas anteriormente que guardan alguna vinculación con el problema en estudio*".

En aquest apartat es fa un recopilatori de les investigacions prèvies sobre aquesta temàtica, a més a més d'indicar, els seus autors i l'any en que es van realitzar, s'exposa la mostra que es va fer servir, l'objectiu de l'estudi, el protocol utilitzat, les variables de l'estudi i les principals troballes o conclusions a les quals es va arribar (Taula 1):

Taula 1. Recerca d'estudis científics sobre l'efecte d'un entrenament HIIT respecte la pèrdua de massa grassa. Font: elaboració pròpia.

Autor/s	Any	Objectiu	Mostra	Protocol	Variables Principals	Principals resultats o canvis induïts per l'exercici
Stepito [et al.]	2013	Determinar l'efecte d'adaptació dels greixos a curt termini (3 dies) en l'entrenament físic d'alta intensitat en set atletes de resistència de competició.	7 ciclistes professionals de sexe masculí d'edat 24 ± 6 i pes $75,3 \pm 5,8$ kg.	HIIT: 8x5' a 86 ± 2 VO2max Pausa: 60" (100W) (cicloergòmetre) Duració 3 dies.	Oxidació de carbohidrats ($\mu\text{mol/kg-1/min-1}$) Oxidació de greixos ($\mu\text{mol/kg-1/min-1}$)	Aquest tipus d'exercici produeix elevades taxes d'oxidació de greix, ja que aquesta es va patir un augment de $31 \pm 13 \mu\text{mol/kg-1/min-1}$. En comparació amb una dieta d'alt contingut de carbohidrats les sessions d'entrenament s'associen a majors índexs d'esforç percebut.
Sijie [et al.]	2012	Avaluar els efectes del programa HIIT en la composició corporal, la funció cardíaca i la capacitat aeròbica en dones joves amb sobrepès.	60 estudiants universitàries de 19-20 anys d'edat, amb un IMC $\geq 25 \text{kg/m}^2$ i un percentatge de greix de $\geq 30\%$. Grup HIIT n.17, Grup MICE n.16, Grup control n. 19.	HIIT: 5x3' al 85% VO2max Pausa: 3' al 50% VO2 màx MICE: 42 minuts al 50% VO2max 5 sessions setmanals durant 12 setmanes.	Pes corporal (kg) IMC (kg/m^2) Percentatge de greix (%) Freqüència cardíaca (bpm) Pressió sistòlica i diastòlica (mmHg) VO2max (mL/kg/min)	Amb el grup HIIT s'aconsegueix una pèrdua de massa grassa del 9,9% i un augment del VO2max del 8,4% respecte el grup MICE que aconsegueix una pèrdua de massa grassa del 5,2% i un increment del VO2max del 4,7%. En el grup control no hi ha canvis significatius
Heydari [et al.]	2012	Determinar els efectes de 12 setmanes	46 subjectes homes inactius.	20 minuts (8' de esprint i 12s de	Pes corporal (kg) IMC (kg/m^2)	El grup intervenció va tenir una pèrdua de pes significativa de 1,5kg

		d'exercici intermitent d'alta intensitat (HIIE) en la composició corporal d'homes joves amb sobrepès	25 grup intervenció i 21 grup control. Amb edat 24,7±4,8 i 25,1 ± 3,9 anys i IMC de 28,4 ± i 29,4 ± 0,9 kg/m ²	recuperació) cadència d'entre 120 i 130 rpm durant l'estímul i 40 rpm durant la recuperació. Duració: 3 sessions de 20 minuts a la setmana durant 12 setmanes	Percentatge de greix (%) Freqüència cardíaca (bpm) VO2max (mL/kg/min)	i una pèrdua de massa grassa de 2kg (6,7%), a més a més d'incrementar el VO2max relatiu un 15% i el VO2max absolut un 13%. El grup control no va experimentar canvis significatius.
Kordi [et al.]	2012	Determinar els efectes de l'entrenament intervàlic d'alta intensitat (HIIT) durant 6 setmanes envers els nivells d'adiponectina (plasma en repòs) i la pèrdua de greix en dones joves sedentàries.	22 dones estudiants sedentàries d'entre 17 i 20 anys amb un IMC d'entre 23 i 27 dividides en dos grups (HIIT i control)	HIIT: esprints de 20 metres amb recuperació passiva de 20-30 segons. Duració: 3 sessions per setmana durant 6 setmanes	Nivell d'adiponectina en dejú (ng/ml) IMC (kg/m ²) Percentatge de massa grassa (%)	En el grup HIIT, els nivells d'adiponectina en repòs van augmentar significativament (0.047ng/ml), IMC es va reduir en un 0,42 i el percentatge de greix va passar de 37,75 ± 3,91 a 33,30 ± 2,22.

Trapp [et al.]	2008	Determinar els efectes d'un programa de 15 setmanes d'alta intensitat d'exercici intermitent (HIIE) en la resistència a la insulina, greix subcutani i el tronc.	45 dones amb un IMC mitjà de $23 \pm 2,0$ i d'edat $20,2 \pm 2$ anys dividides en tres grups de 15 subjectes: HIIE, SSE (exercici d'estat estable) i grup control.	HIIT: 8"x 60 esprints en cicloergòmetre i 12" de pausa activa pedalant entre 20 i 30 rpm. Duració: 3 sessions per setmana durant 15 setmanes. SSE: 20' al 60% VO2màx	VO2màx (mL/kg/min) Massa Grassa (Kg)	El grup HIIE augmenta el VO2màx de $28,8 \pm 2,1$ a $36 \pm 2,5$ i redueix la massa grassa en $2,5 \pm 0,83$ kg. En el grup SSE la mostra augmenta el VO2màx de $30,9 \pm 2,1$ a $36,9 \pm 1,5$ i incrementa la massa grassa en $0,44 \pm 0,88$ kg.
Talanian [et al.]	2006	Determinar els efectes de 7 sessions HIIT en el combustible del múscul esquelètic, les activitats enzimàtiques mitocondrial i el consum màxim d'oxigen respecte aquest exercici.	8 dones físicament actives (activitat 2-3 dies /setmana) de 22 ± 1 anys d'edat i $65 \pm 2,2$ kg de pes	HIIT: 4' al 90% del VO2màx amb pausa passiva de 2' (cicloergometre) Duració: 7 sessions en dues setmanes.	VO2max (mL/kg/min) Oxidació de greixos ($\mu\text{mol/kg-1/min-1}$)	La mostra va incrementar el VO2màx un 13% i la taxa d'oxidació de greixos un 36% (des de $15,0 \pm 2,4$ a $20,4 \pm 2,5$)

Abreviacions: HIIT: High Intensity Interval Training, HIIE: High Intensity Interval Exercise MICE: Moderate Intensity Continuous Exercise, SSE: Steady State Exercise, VO2màx: Consum màxim d'oxigen, IMC: Índex de massa corporal

Tal i com es pot comprovar en la taula (Taula1) els estudis que s'han portat a terme entorn a l'entrenament interàvilc d'alta intensitat i la pèrdua de massa grassa mostren que els subjectes d'estudi han disminuït aquest percentatge de massa grassa o han augmentat la capacitat d'oxidació de greixos, a més a més d'altres variables com pot ser el consum màxim d'oxigen. Una dada rellevant és que en els estudis en els quals s'ha contrastat l'efecte de l'entrenament intervàlic d'alta intensitat amb l'entrenament continuat d'intensitat moderada (Sijie [et al.], 2012) els subjectes que han realitzat el HIIT han mostrat millors resultats respecte els que han realitzat un programa d'entrenament tradicional o d'intensitat moderada.

2.5 EI HIIT

Abans d'entrar a analitzar i definir detalladament l'entrenament intervàlic d'alta intensitat, denominat HIIT, tal i com afirma Peña [et al.] (2013), és necessari una reflexió entorn al significat terminològic i conceptual d'aquestes propostes en el context de les ciències del exercici físic donada la gran atenció que està reclamant per part dels especialistes en l'àmbit de la salut.

En l'actualitat existeixen diferents protocols i definicions sobre el HIIT, tal i com remarca Añon (2013), la bibliografia anglosaxona reporta diferents protocols i definicions sobre el HIT. Així doncs, podem trobar denominacions tals com HIIT (High Intensity Intermittent Training), HIT (High Intensity Training), HIIT (High Intensity Interval Training), HIE (High Intensity Exercise), HIIE (High Intensity Interval Exercise) ISIT (Intensity Sprint Interval Training), HIT d'interval curts, HIT d'interval llargs... referint-se a protocols amb moltes variables que intervenen per a la confecció dels mateixos, entre els quals destaquen:

- Duració del programa
- Respecte a les sèries:
 - Nombre
 - Duració
 - Pausa entre sèries
- Nombre de repeticions
- Respecte a l'estímul:
 - Modalitat
 - Duració
 - Intensitat
- Respecte a la pausa:

- Duració
- Tipus
- Activitat en la pausa

2.5.1 Definició

L'entrenament intervàlic d'alta intensitat (HIIT) es caracteritza per ser un tipus d'entrenament en el què es realitzen repeticions a alta intensitat seguides de pauses completes o recuperacions actives, amb la intenció de realitzar una nova repetició a la intensitat programada. Aquestes solen ser sèries breus d'activitat vigorosa intercalades amb períodes de descans o exercicis de baixa intensitat. Segons Gibala [et al] (2013) això fa que s'estimuli l'organisme produint un reordenament fisiològic comparable amb el de l'entrenament continuat d'intensitat moderada, encara que es requereix una quantitat de temps substancialment menor i un menor volum d'exercici total.

Respecte el HIIT com a mètode d'entrenament, s'han de tenir certes consideracions, Peña [et al] (2013) afirma que un mètode ve a definir el mode i l'ordre en el qual s'ha de fer, en aquest cas l'entrenament. És a dir, el mètode hauria de definir o concretar les diferents variables de la dosi d'entrenament. És per això que en molts casos el HIIT només defineix una part d'aquesta dosi d'entrenament, en aquest cas la intensitat i, per tant, no constitueix un mètode en si mateix sinó que, com afirma aquest mateix autor, constitueix les possibilitats i potencials beneficis de l'aplicació d'una intensificació de l'entrenament (i que normalment s'associa a una reducció del volum). Segons Peña [et al] (2013) per a considerar-lo com a mètode, en el HIIT hauria de definir-se i concretar-se, a més de la intensitat, el volum, la densitat i la selecció d'exercicis i a més s'hauria de demostrar que aquesta manera de fer suposa un estímul adequat, l'aplicació del qual de forma generalitzada produirà una resposta "X" positiva per a la condició física i la salut.

Autors com Fader (2013) afirmen que a nivell general, el HIIT, durant un període de 2 a 4 setmanes, pot provocar millores ràpides en el rendiment de resistència. Algunes d'aquestes es poden donar en aspectes tals com el llindar ventilatori, la potència pic, el consum màxim d'oxigen (VO_2 màx) i l'economia de moviment. Però segons afirma aquest autor aquestes adaptacions es produeixen sempre i quan els períodes de recuperació també siguin adequats a l'esforç realitzat i a les capacitats de l'esportista. A més a més, aquest esforç físic en els períodes intensos ha de ser alt i fins i tot estar associat a un elevat grau de fatiga.

Tenint en compte les diferents adaptacions metabòliques que es donen en l'organisme amb aquest tipus d'entrenament, tal i com afirma Gibala [et al.] (2013), es pot assenyalar que el HIIT és una tàctica eficient d'entrenament ja que en una quantitat inferior de temps pot produir millors adaptacions respecte a un entrenament continuat de resistència.

2.5.2 Tipus de programes HIIT

El fet de poder combinar tantes variables en el HIIT provoca que existeixin múltiples formats de sessions destinades a diferents objectius. Segons Peña [et al.] (2013) la característica comuna que defineix els diferents formats de sessions HIIT és la realització de repetides series d'esforços de curta o llarga duració, realitzats a alta intensitat i intercalats per períodes de recuperació. Això implica programar tant la duració dels intervals de treball (amb duracions molt variables segons siguin formats curts: <30 s, mitjos: 30 a 60 s, o llargs/extensius 2 a 5 min, aproximadament), com la intensitat dels mateixos (>90% VO₂max; >90-95% FCmax; >15 RPE Borg), així com la duració i intensitat dels intervals de recuperació (aproximadament 60%-80% VO₂max ; 70-85% FCmax; >6 RPE Borg, habitualment en una densitat de treball-recuperació de 1:1 a 1:4). Tot això constituirà sessions de treball amb duracions totals aproximades de 15 a 20 minuts, resultant un volum total de treball relativament baix en comparació amb el que habitualment es realitza mitjançant altres mètodes d'entrenament més tradicionals.

Per a realitzar una classificació de l'entrenament intervàlic d'alta intensitat i fer una lectura més comprensiva d'aquest, ens guiarem per la gràfica que utilitzen Buchheit [et al.] (2013) (figura 6), en la que es classifica el HIIT en intensiu o extensiu segons la durada i intensitat de l'estímul.

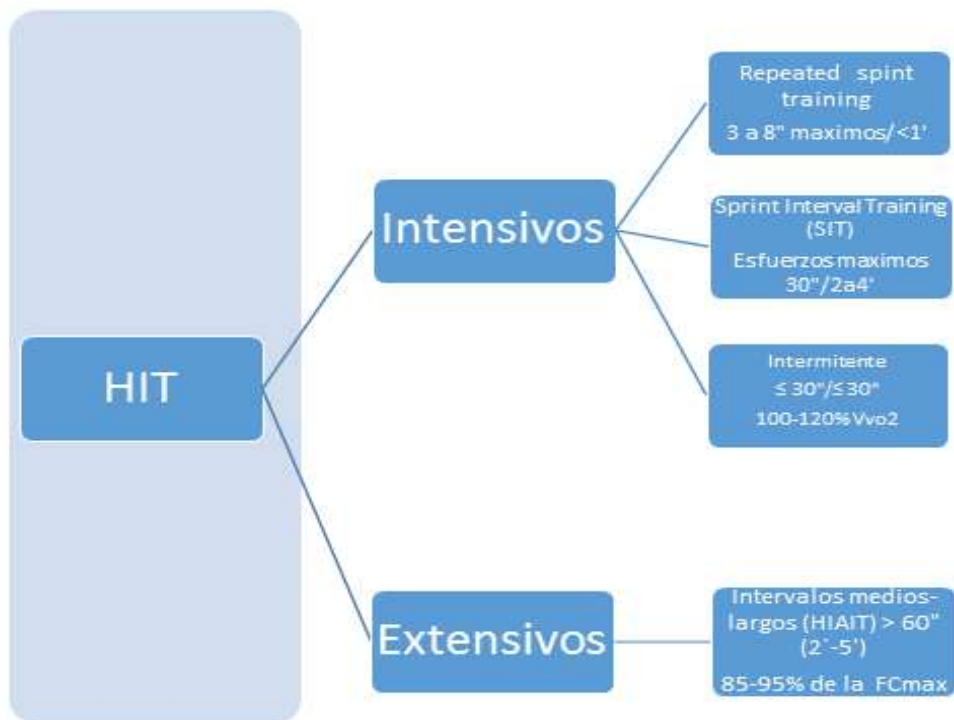


Figura 6. Classificació HIT Font: Buchheit [et al] (2013)

2.5.3 Components del HIIT

En comparació amb l'entrenament continuat (MICE), en el qual només es controlen dues components: intensitat i duració. L'entrenament intervàlic es caracteritza per posseir quatre components principals en cadascun dels seus intervals o repeticions: **intensitat i duració de l'interval, i intensitat i duració de la recuperació**. Al mateix temps, **el nombre d'intervals en una sessió (sèrie)** és el que determina la duració total de l'entrenament, una variable més. És per aquest motiu que també hem de considerar uns altres quatre components els quals són: **nombre de sèries, duració i intensitat del període entre sèries, i la modalitat de recuperació entre sèries (activa o passiva)**. Segons Tschakert (2013) tot això implica que en el disseny d'una sessió d'entrenament intervàlic haguem de prendre 8 decisions, fet que complica força l'estructura del programa d'entrenament.

Tenint en compte tot això arribem a la conclusió que són varies les variables o components que poden ser manipulades per a la prescripció. Tschakert (2013) també afirma que la manipulació individual de cada component té un impacte directe sobre la resposta metabòlica, cardiopulmonar i neuromuscular, però el fet d'afegir més variables fa que els resultats siguin més complexes d'analitzar. Motiu pel qual aquests autors afirmen que encara no està clar quina combinació d'aquestes variables és més efectiva per a cada objectiu.

3 Objectius i hipòtesis

Els objectius de la recerca es concreten en identificar si **la realització d'un programa HIIT de quatre setmanes de duració és efectiva per disminuir el percentatge de greix corporal en dones actives amb sobrepès lleuger de 28-32 anys.**

Les hipòtesis de la recerca que es proposen i amb les quals es pretenen assolir els objectius del projecte que es porta a terme són:

- **L'entrenament intervàlic d'alta intensitat (HIIT) és un mètode efectiu per millorar la composició corporal reduint el percentatge de greix i augmentant el percentatge de massa muscular a curt termini.**

4 Metodologia

4.1 Disseny de l'estudi

En aquesta fase, primerament s'ha d'establir el tipus d'estudi que es portarà a terme, en aquest projecte s'utilitzarà una metodologia quantitativa de tipus experimental que tal i com defineixen Thomas [et al] (2007:22): *“La investigación experimental tiene una ventaja importante frente a los otros tipos de investigación en el sentido que el investigador puede manipular los tratamientos para que ocurran las cosas (p. Ej., puede determinarse una situación de causa y efecto).”*

Més concretament en aquest projecte es desenvoluparà una investigació del tipus **quasi-experimental**. Thomas [et al] (2007) afirmen que l'objectiu dels dissenys quasi experimentals és trobar el disseny que millor reproduceixi el món real mentre es controlen al màxim les nombroses amenaces a la validesa interna. Aquest disseny té un sol grup i intenta demostrar que el canvi observat quan s'administra el tractament és diferent dels moments en que no s'administra.

És a dir, per a realitzar l'estudi es seleccionaran un grup de dones amb unes característiques comunes (edat, relació pes-alçada i hàbits d'activitat física) en les quals s'establiran unes variables per quantificar (pes corporal, IMC i composició corporal), es realitzarà un seguiment durant 4 setmanes i s'analitzaran les variables, seguidament es proposarà un programa d'entrenament. Finalment es tornaran a mesurar aquestes variables per analitzar les possibles diferències (Taula 2).

Taula 2. Disseny de l'estudi quasi-experimental. Elaboració Pròpia.

Disseny de l'estudi	1r Pas: Avaluació inicial (Estudi de les variables)
	2n Pas: Observació de l'activitat física reglada de la mostra (4 setmanes)
	3r Pas: Avaluació prèvia al programa HIIT (Estudi de les Variables)
	4t Pas: Aplicació del programa HIIT (4 setmanes)
	5è Pas: Avaluació posterior al programa HIIT (Estudi de les Variables) i anàlisi de les diferències respecte les avaluacions anteriors.

4.2 Mostra

La mostra, la qual fa referència als subjectes analitzats, està limitada a un perfil concret amb unes determinades característiques que han de complir tots els membres del grup per tal que l'estudi tingui validesa. En aquest projecte, les participants representen 4 dones de $30,08 \pm 2,1$ anys d'edat de diferents municipis de la Catalunya Central. Totes aquestes dones realitzen almenys 20 minuts d'activitat vigorosa un mínim de 3 dies a la setmana de forma que són considerades moderadament actives respecte l'IPAQ (categoria 2). Totes les participants presenten un sobrepès lleuger amb un Índex de massa corporal de $25,15 \pm 0,45$. A més a més, totes aquestes dones realitzen activitat física de forma reglada.

Els següents subjectes un cop se'ls proposa l'estudi s'ofereixen de forma voluntària per participar en tot el procés i d'aquesta forma poder portar a terme aquest projecte.

Per a la selecció de les participants s'ha recorregut a l'àmbit familiar i personal de l'investigador, seleccionant els subjectes que complien els criteris d'inclusió de l'estudi i tenien la voluntat i disponibilitat per a poder participar en el projecte.

Criteris d'exclusió

Dones amb contraindicacions relatives o absolutes per a la realització d'activitat física d'alta intensitat (mesurat segons PAR-Q i el qüestionari de Pre-participació de la AHA/ACSM).

4.3 Procediment

Per a seleccionar els subjectes de l'estudi es va fer una primera selecció en base a l'edat (28-32) i la complexió física dels subjectes, descartant els possibles subjectes que no presentaven cap indicatiu de sobrepès o que per el contrari presentaven indicis d'obesitat. Els subjectes seleccionats van estar informats dels objectius de l'estudi i van donar el consentiment verbal per utilitzar les dades obtingudes en l'investigació, sempre i quan es mantingui l'anonimat del subjecte.

El segon pas que es va portar a terme, va ser l'aplicació dels diferents qüestionaris, el resultat dels quals determina si la mostra és vàlida i compleix els criteris d'inclusió de l'estudi anteriorment esmentats. En tots els qüestionaris es va explicar el procediment i es van aclarir els possibles dubtes que poguessin tenir els subjectes a l'hora de contestar. Els primers qüestionaris que s'administren són el PAR-Q (annex 1) i el qüestionari de Pre-participació de la AHA/ACSM (annex 2) amb els quals es pretén excloure les dones que tinguin contraindicacions absolutes o relatives per a la realització d'activitat física d'alta intensitat. El procediment per determinar si el subjecte requereix un reconeixement mèdic abans de l'aplicació del programa és molt senzill, ja que els dos qüestionaris coincideixen en que només es requereix autorització mèdica en el cas de que hi hagi alguna resposta afirmativa dins del qüestionari.

Seguidament, un cop superats els dos primers qüestionaris es va entregar l'IPAQ curt (annex 3) el qual consta de 7 preguntes que tenen l'objectiu de quantificar el nivell d'activitat física, el procediment és una mica més complex amb l'objectiu de comprovar que les participants compleixen els requeriments mínims per a ser considerades persones físicament actives.

Per acabar de seleccionar la mostra, un cop superats els qüestionaris, es va procedir a determinar l'índex de massa corporal utilitzant la relació $\text{pes(kg)}/\text{talla}^2(\text{m})$. L'IMC és

l'últim criteri d'inclusió que han de complir les participants per poder formar part del projecte. En els casos en que l'IMC no estigui comprès entre 24 i 30 les participants quedaran excloses.

Un cop seleccionada la mostra es va portar a terme l'avaluació inicial de les variables i es va començar la fase d'observació passiva, en la qual els subjectes de la mostra segueixen la seva rutina habitual d'entrenament. Un cop finalitzada aquesta etapa de 4 setmanes es va realitzar l'avaluació prèvia al programa HIIT.

Finalment es va portar a terme l'aplicació del programa HIIT, aquesta va tenir lloc en la conca del riu Cardener dins del terme municipal de Manresa (Barcelona), una zona sense desnivells importants i habilitada per poder realitzar exercici físic, motiu pel qual es van poder controlar millor les sessions d'entrenament. Un cop realitzat el programa HIIT en la seva totalitat es va realitzar l'avaluació final de les variables.

4.4 Variables

En aquest apartat és on estudiarem les variables que són els elements que es mesuraran, controlaran i estudiaran dins del problema formulat, d'aquí que es requereixi la possibilitat real que aquestes es puguin quantificar. Segons Hernández [et al.] (2003) les variables són una propietat que pot variar i aquesta variació és susceptible de mesurar-se.

4.4.1 Variables principals

En aquest apartat s'inclouen totes aquelles variables que són fonamentals per a avaluar si s'han assolit els objectius inicials. Les variables que podem mesurar de forma quantitativa son les següents:

1. **Pes Corporal:** força amb la qual la gravetat de la terra atrau el cos, en aquest cas mesurada en quilograms (kg).
2. **IMC:** és la relació entre el pes corporal en quilograms i la talla en centímetres al quadrat. Segons Chavarria (2002) el IMC representa una estimació indirecte, però accessible, validada per diversos estudis que demostren que la morbiditat augmenta a l'eleva-se els valors de l'índex per sobre del punt de tall, motiu pel qual l'OMS (2015) considera per al diagnòstic de la obesitat un índex de massa corporal superior a 30 i per a una pes normal de 18.5 a 24.9, considerant que existeix un sobrepès per sobre de 25 (Taula 3).

Taula 3. Classificació de l'índex de massa corporal. Font: OMS (2015)

Categoria	IMC (kg/talla²)
Baix pes	<18,5
Pes normal	18,5-24,9
Sobrepes	>25
Pre-Obesitat	25-29,9
Obesitat Cat. I	30-34,9
Obesitat Cat. II	35-39,9
Obesitat Cat III	>40

3. Composició corporal: el model de 4 components (massa grassa, muscular, òssia i residual) que proposa Cabañas (2009) és el més recomanat per utilitzar en l'àmbit de la salut i l'esport. La definició dels següents components, que en aquest estudi seran variables a quantificar és la següent:

Percentatge de greix: quantitat de massa grassa expressada en tant per cent. La massa grassa està composta per teixit adipós. Parlem del teixit adipós subcutani, el que està al voltant dels òrgans i vísceres, a més a més d'una petita quantitat de teixit adipós intramuscular. Aquest teixit adipós està basat en els plecs cutanis de les extremitats i tronc, segons Martínez [et al] (2001) s'ha de tenir en compte que l'adipositat dels membres domina en les dones i la del tronc en els homes.

Donat que aquesta és la variable quantitativa més determinant de l'estudi, és de vital importància posar-la en context de quins són els valors habituals o recomanats de forma que un cop s'hagin obtingut els resultats sigui possible analitzar i comparar aquest percentatge de forma més exhaustiva.

Autors com Bray (1998), estableixen taules respecte els diferents percentatges de greix corporal que consideren adequats a termes generals (Taula 4):

Taula 4. Classificació percentatges de greix corporal. Font: Bray (1998)

Clasificació	Dones (%)	Homes (%)
Normal	24-30	12-20
Límit	31-33	21-25
Obesitat	>33	>25

Per altra banda, segons la Societat Espanyola per a l'Estudi de la Obesitat (SEEDO, 2000) els percentatges de greix idonis en dones d'entre 26 a 30 anys i d'entre 31 a 35 anys estarien entre el 22%-24% i 24%-26% respectivament (Taula5).

Taula 5. Classificació percentatges de greix idonis. Font: SEEDO (2000)

Edat en anys	Dona (%)	Home (%)
15-20	18-22	15-18
21-25	21-23	16-20
26-30	22-24	19-21
31-35	24-26	20-21
36-45	25-27	21-23
46-50	28-30	22-23
51-60	29-31	23-24
>60	29-31	24-25

Percentatge de massa muscular: percentatge de teixit muscular, referent al múscul esquelètic del cos, el qual inclou teixit connectiu, lligaments, nervis vasos vasculars amb sang coagulada i una quantitat sense determinar de teixit adipós no separable del múscul (greix intramuscular).

Percentatge de massa òssia: percentatge de teixit ossi. Es tracta de l'os, el qual està format per teixit connectiu que inclou el cartílag, periosti i múscul que no pot ser completament extret per dissecció, nervis, vasos vasculars amb sang coagulada i lípids continguts a la cavitat medul·lar.

Percentatge de massa residual: percentatge de teixit residual format pels òrgans, vitals i vísceres, incloent teixit connectiu, nerviós, vasos vasculars amb sang coagulada i lípids continguts en la cavitat medul·lar.

4.4.2 Variables confuses

En aquest estudi l'única variable que es considera confusa és l'alimentació que tenen els usuaris durant l'aplicació del programa HIIT. D'alguna forma s'ha de controlar que aquesta variable no pateixi grans variacions que puguin alterar els resultats de l'estudi, és per això que s'utilitzarà un qüestionari de freqüència de consum alimentari.

En aquest projecte no s'analitza la dieta que segueixen els subjectes durant l'aplicació del programa, així que l'objectiu d'aquest qüestionari, que s'entrega abans i després del programa d'entrenament, és el de comprovar que no s'han modificat els hàbits alimentaris durant l'aplicació del programa.

4.5 Instruments de mesura

En aquest apartat és on s'exposaran tots aquells instruments que ens permetran portar a terme aquest projecte, ja sigui en la selecció de subjectes o en l'obtenció de les diferents variables.

Primerament començarem exposant els diferents qüestionaris que ens permetran seleccionar la mostra i evitar possibles accidents. El propòsit d'un qüestionari de salut complimentat pel potencial subjecte, segons Lopategui (2013) és el de conèixer a fons el seu historial clínic, els símptomes que experimenta o ha experimentat i detectar els possibles riscos. Això ajuda en el procés d'establir una prescripció d'exercici físic personalitzada de forma òptima. La informació recollida pels qüestionaris de salut i estils de vida serveix de base per establir si es requereix el seguiment per part dels especialistes de l'exercici o professionals de la salut, abans que el subjecte s'incorpori al programa d'activitat física o exercici.

Dit això només falta fer una petita descripció dels diferents qüestionaris que s'utilitzaran durant l'estudi:

El PAR-Q (Physical Activity Readiness Questionnaire) elaborat per la Canadian Society for Exercise Physiology (CSEP) és un qüestionari d'aptitud per a l'activitat física (el qual s'adjunta en els annexos) i constitueix una eina que ens serveix per a la detecció de possibles problemes sanitaris i cardiovasculars de caràcter inicial dels subjectes sans que volen iniciar un programa d'exercici de baixa o moderada intensitat. El conjunt de preguntes que es realitzen a l'usuari són claus per a la programació del seguiment i per al coneixement del seu estat de forma i fisiològic actual. Tal i com afirma Lopategui (2013), aquest qüestionari d'origen canadenc emfatitza la identificació dels possibles símptomes per a cardiopaties coronàries que pugui posseir el participant. També estableix si es tenen afeccions a nivell dels músculs esquelètics.

Pel que fa al qüestionari pre-participació de la AHA/ACSM, és més complet que el PAR-Q, ja que incorpora un historial de patologies cardiovasculars, símptomes de problemes cardíacs i factors de risc per afeccions cardiovasculars (edat inclosa) i, a l'igual que el

qüestionari anterior, estableix si és necessari una avaluació mèdica abans de començar el programa d'exercici.

Respecte a l'IPAQ curt, es tracta d'un qüestionari estructurat en 7 ítems i segons Mantilla [et al.] (2011) permet registrar els valors d'activitat física setmanal en temps total i consum calòric, a partir de l'Índex d'Activitat Física (IAF). El valor del IAF correspon al producte de la intensitat (en MET's), per la freqüència (setmanal) i per la duració en minuts de la activitat. El valor del test, tal i com destaquen Delgado [et al.] (2005) està representat de la següent forma:

- Caminades: $3,3 \text{ MET's} * \text{minuts de caminada} * \text{dies per setmana}$
- Activitat Física Moderada: $4 \text{ MET's} * \text{minuts} * \text{dies per setmana}$
- Activitat Física Vigorosa: $8 \text{ MET's} * \text{minuts} * \text{dies per setmana}$

El valor total de MET's s'obté sumant els tres valors obtinguts (Caminada + AF moderada + AF vigorosa). Cal recordar que els MET's són un valor de mesura de la despesa energètica equivalent a 1,2 Kcal/kg/h que es considera la despesa d'energia en repòs (1 MET).

Un cop establert el sistema de quantificació de l'activitat física, segons l'IPAQ s'estableixen els següents criteris de classificació establint 3 possibles nivells d'activitat física:

- Nivell baix d'AF: en aquesta categoria es troben els subjectes en els quals no hi ha registre d'activitat física, o si hi és, aquest no és suficient per aconseguir els nivells mig o alt.
- Nivell Moderat d'AF: per a que un subjecte sigui considerat moderadament actiu ha de complir algun dels següents criteris:
 - 3 o més dies d'activitat física vigorosa (mínim 20 minuts per dia).
 - 5 o més dies d'activitat física moderada i/o caminada al menys 30 minuts per dia.
 - 5 o més dies de qualsevol de les combinacions de caminada, activitat física moderada o vigorosa assolint com a mínim un total de 600 MET's.
- Nivell alt d'AF :
 - Activitat física vigorosa com a mínim 3 dies per setmana aconseguint un total de com a mínim 1500 MET's.

- 7 dies de qualsevol combinació de caminada, amb activitat física moderada i/o activitat física vigorosa, assolint un total de com a mínim 3000 MET's.

Per a determinar que no hi ha hagut canvis en l'alimentació dels subjectes durant l'aplicació del programa s'utilitza un qüestionari de freqüència alimentària, el qual ens ha de permetre comprovar que no hi ha hagut canvis rellevants en l'alimentació que puguin comprometre els resultats. En aquest projecte, s'utilitza un qüestionari de freqüència alimentària (CFCA) elaborat i validat per Rodríguez [et al] (2008) (annex 4). Aquest qüestionari consta de 45 ítems en els quals es pregunta amb quina freqüència es consumeixen determinats grups d'aliments (aquells que més contribueixen a una major ingesta d'energia i macronutrients) a la setmana o al mes.

L'establiment de l' IMC (Índex de Massa Corporal) és un procediment molt senzill que es calcula per mitja de dos variables com són l'altura en metres i el pes en quilos ($IMC = \text{pes (kg)} / \text{altura}^2 \text{ (m)}$).

Pel que fa l'estudi de la Composició Corporal (CC), aquesta és una àrea d'avaluació que té implicacions tant en el rendiment esportiu com en la salut. Existeixen diferents mètodes per determinar la composició corporal, segons Sillero (2004) els podem classificar segons la metodologia empleada:

- Mètodes directes: l'únic mètode directe és la dissecció de cadàvers.
- Mètodes Indirectes: mesuren un paràmetre, com per exemple la densitat corporal (pesada hidrostàtica) i l'utilitzen per estimar un o més components a través d'una relació constant
- **Mètodes doblement indirectes: resulten d'aplicar equacions derivades del mètode indirecte, entre els quals destaquen l'antropometria i la bioimpedància elèctrica.**

El mètode doblement indirecte és el que s'utilitzarà en aquest projecte, ja que és l'únic dels anteriorment esmentats que tenim a l'abast. Així doncs, per a poder determinar la composició corporal dels subjectes és necessari realitzar un estudi antropomètric. Per a seleccionar quines són les equacions més adequades per calcular la composició corporal dels subjectes del nostre estudi, ens hem guiat en base al protocol que elaboren Alvero [et al] (2010) per la valoració de la composició corporal segons el consens del Grup Espanyol de Cineantropometria (GREC) i la Federació Espanyola de Medicina de l'Esport (FEMEDE) per a diferents grups de població (Figura 7).

Grupo	Componentes			
	MG	MO	MM	Resto
Niños	Slaughter ¹¹	Rocha ¹²	Poortmans ¹³	
Adolescentes	Slaughter	Rocha	Poortmans	
Adultos 1	Durnin-Womersley ¹⁴	Rocha	Lee ¹⁵	100-(MG+MO+MM)
Adultos 2	Durnin-Womersley	Rocha	Lee	
Adultos 3	Durnin-Womersley	Martin ¹⁶	Lee	
Mayores	Durnin-Womersley	Martin	Lee	
Deportistas	Faulkner ¹⁷	Rocha	Lee	
	Carter ¹⁸			
	Jackson y Pollock ^{19,20}			
	Withers ^{21,22}			
Obesos	Weltmann ^{23,24}	Rocha o Martin	Lee	

Masa Grasa: MG; Masa Ósea: MO; Masa Muscular Esquelética: MM; y Resto

Figura 7. Recomanació d'equacions per a cadascun del components de la composició corporal en els diferents grups considerats. Font: Alvero [et al] (2010)

En aquest cas, els grups de població als quals pertanyen els participants del nostre estudi corresponen al grup “Adultos 1” i “Adultos 2” que comprenen subjectes de 19 a 30 i de 31 a 55 anys d'edat respectivament. Així doncs fent servir de referència aquest protocol, les equacions que farem servir en el nostre projecte per determinar els diferents components de la composició corporal són les següents (Taula 6):

Taula 6. Equacions per determinar els diferents components de la composició corporal de la mostra de l'estudi. Font: elaboració pròpia.

Component CC	Equació
Massa Grassa	<p>Equació de Durnin – Womersley (1974):</p> $\text{Densitat Corporal (DC)} = C - [M \times \text{Log} (\text{Plec bíceps} + \text{Plec Tríceps} + \text{Plec Subescapular} + \text{Plec Suprailíac})]$ <p>C i M són constants determinades per un taula (annex) en funció de l'edat i sexe del subjecte.</p> <p>Un cop sabem la densitat corporal, es pot determinar el percentatge de massa grassa a partir de l'equació de Siri (1961):</p> $\text{Percentatge de Massa grassa (\%)} = [(4,95 / \text{Densitat Corporal}) - 4,5] \times 100.$

<p>Massa Òssia</p>	<p>Equació de Rocha (1975):</p> <p>Massa òssia (kg): $MO (kg) = 3,02 \cdot [Talla^2 \cdot DM \cdot DF \cdot 400]^{0,712}$</p> <p>Percentatge òssia (%): $\%MO = MO(kg) \cdot 100 / pes(kg)$</p> <p>Talla en metres, DM: Diàmetre canell en metres, DF: Diàmetre fèmur en metres.</p>
<p>Massa Muscular</p>	<p>Equació de Lee (2000):</p> <p>Massa Muscular Esquelètica: $MME (kg) = Talla \cdot (0,00744 \cdot PBC^2 + 0,00088 \cdot PMC^2 + 0,00441 \cdot PGC^2) + (2,4 \cdot Sexe) - 0,048 \cdot Edat + Ètnia + 7,8$.</p> <p>Percentatge Massa Muscular Esquelètica: $\%MME = MME(kg) \cdot 100 / peso(kg)$</p> <p>PBC: Perímetre braç relaxat - $(3,1416 \cdot (Plec \ triceps / 10))$ PMC: Perímetre cuixa - $(3,1416 \cdot (Plec \ cuixa \ ant / 10))$ PGC: Perímetre cama - $(3,1416 \cdot (Plec \ cama \ mig / 10))$ Sexe: Dones = 0; Homes = 1 Edat en anys Ètnia: "-2": asiàtics; "1.1": afro-americans; "0": caucàsics i hispànics Talla en metres; Perímetres en cm; Plecs en mm</p>
<p>Massa Residual</p>	<p>S'obté de restar el pes total a la resta de compartiments corporals, Massa Grassa (MG), Massa muscular esquelètica (MME) i Massa Òssia (MO).</p> <p>Massa residual: $Pes - MG - MME - MO$</p> <p>Percentatge massa residual: $100 - \%MG - \%MME - \%MO$</p>

Per poder aplicar les equacions i calcular el percentatge de forma eficient i sistemàtica s'ha utilitzat l'informe antropomètric del GREC i de la FEDME de 2008, que s'exposa en els annexes (annex 5). Aquest es troba en format Microsoft Office Excel 2007 per Windows i ja té incorporades les equacions de forma que quan s'introdueixin les dades de les mesures antropomètriques automàticament apareixen les diferents masses i

percentatges dels 4 components de la composició corporal (grassa, òssia, muscular i residual).

Cal destacar que un cop tenim la variació de massa que s'ha produït entre dos avaluacions, tan sols és necessari aplicar la següent equació per obtenir el percentatge de massa que ha variat:

$$\text{Percentatge de massa perdut (\%)} = \text{Massa perduda (Kg)} * 100 / \text{Massa Inicial (Kg)}$$

Finalment pel que fa al material antropomètric que s'ha 'utilitzat en aquest cas ens centrarem en 4 instruments bàsics que tenim a disposició i que segons Sillero (2004) han de reunir les següents característiques:

- Balança: serveix per mesurar el pes i ha de tenir un rang entre 0 i 150kg. Podrà ser mecànica o digital, però haurà de tenir precisió de 100gr com a mínim.
- Cinta antropomètrica: servirà per mesurar perímetres i localitzar els punts mitjos dels segments corporals. Haurà de ser flexible i no extensible i d'una amplada màxima de 7 mm. També és convenient que la graduació no comenci just a l'extrem de la mateixa per facilitar la mesura dels perímetres. La precisió haurà de ser de 1mm.
- Paquímetre o calibre (peu de rei): serveix per mesurar petits diàmetres ossis. És suficient una precisió d'1mm i el rang sol estar entre 0 i 250mm.
- Plicòmetre o lipòmetre: és una pinça que serveix per mesurar el panícul adipós. Depenent del model pot tenir una precisió de 0,2 a 1mm. El rang de mesures haurà d'estar entre els 0 i 48 mm. Els braços del plicòmetre hauran de tenir una pressió constant igual a 10 gr/mm².

També cal destacar que per aportar més fiabilitat a les mesures que s'obtenen s'han de seguir una sèrie de consideracions a l'hora de mesurar els paràmetres antropomètrics mitjançant aquest material. És per això que es segueixen les recomanacions de Sillero (2004) on es marquen unes pautes per a agafar les diferents mesures (diàmetres, perímetres i plecs cutanis).

Finalment remarcar que no només es van prendre les mesures necessàries per aplicar les equacions anteriorment esmentades, sinó que es van prendre totes aquelles que era factible mesurar-les, per tal de poder aplicar altres equacions en un futur, si això fos necessari.

4.6 Intervenció

En aquest apartat és on s'explicarà la intervenció que es portarà a terme amb la mostra, és a dir, el programa d'exercici intervàlic d'alta intensitat (HIIT). Per a poder comprendre el resultat final de les sessions de HIIT és necessari explicar sota quins arguments s'han dissenyat i establert els diferents components del programa adaptat a la mostra.

Però abans de dissenyar el programa HIIT, cal recordar que hi ha una fase d'observació de 4 setmanes just després de l'avaluació inicial, en la que els subjectes segueixen la seva rutina habitual d'exercici físic. Així doncs, tot i que per mitjà de l'IPAQ ja s'ha pogut quantificar el nivell d'activitat física de la mostra, s'ha cregut necessari estudiar breument aquesta activitat que realitza la mostra ja que ens serà de molta utilitat conèixer la intensitat, duració, freqüència i modalitat del tipus d'exercici que realitzen els subjectes (Taula 7). A més a més aquesta informació servirà de base per poder elaborar el programa HIIT. El fet de que la mostra sigui reduïda (4 subjectes) ha facilitat molt la tasca d'estudi i control de la rutina habitual d'activitat física.

Taula 7. Hàbits d'activitat física de la mostra

	Subjecte 1	Subjecte 2	Subjecte3	Subjecte 4
Dies per setmana	3	3	3	5
Temps dedicat	50 min	45 min	40 min	30 min
Intensitat regulada	Si, pulsòmetre (120-150bpm)	12-13 Borg (6-20)	Si, pulsòmetre (120-150bpm)	12-13 Borg (6-20)
Edat	28	30	29	32
Modalitat	Córrer	Córrer, Bicicleta el·líptica.	Córrer	Córrer, Bicicleta Nedar.

Un cop sabem quina és la rutina d'exercici físic de la mostra la qual observarem durant quatre setmanes ja podem iniciar el disseny del programa HIIT, dit això, els components fonamentals en els quals coincideixen varis autors com Brooks (2001) i Peña [et al] (2013) en quant a dissenyar una sessió HIIT són:

- 1) Intensitat i duració de l'interval d'esforç o treball

- 2) Intensitat o duració de l'interval de recuperació entre repeticions
- 3) Nombre de sèries
- 4) Volum total del treball per sessió
- 5) Tipus d'exercici cardiovascular

Tenint clar quines són les principals components, un aspecte que s'ha de tenir en compte, un cop s'ha comprovat que els subjectes poden realitzar exercicis a intensitat vigorosa sense cap contraindicació aparent, és que tal i com afirma Peña [et al] (2013:7) *“El establecimiento y control preciso de la duración e intensidad de los intervalos de trabajo y recuperación debe ser individualizado para no generar rechazo y abandono en la población poco entrenada o menos familiarizada con este tipo de entrenamiento”*

En aquest estudi els subjectes coincideixen aproximadament en tres característiques que són molt importants pel disseny, que són l'edat, el sexe i el nivell d'activitat física. Motiu pel qual els podem englobar en el mateix grup. Per a dotar el projecte de validesa s'ha de dissenyar un programa d'exercici igual pels diferents subjectes. D'igual forma Peña [et al] (2013) també remarca que en aquests subjectes que no estan acostumats a treballar activitats d'alta intensitat per mitjà d'intervals s'ha de començar per densitats (ràtio) de treball més baixes com per exemple 1:4 o 1:3 per anar progressant a densitats (ràtio) més exigents com 1:2 o 1:1. Així, doncs pel que fa a la densitat de les sessions es seguirà una progressió coherent.

Respecte la intensitat de l'estímul, aquesta ha d'anar no només en concordança amb la mostra sinó també amb la duració. Com que no és una mostra que estigui habituada a mantenir altes intensitats durant un període prolongat de temps, si el que es vol és treball a alta intensitat s'haurà d'ajustar el temps de duració de l'estímul, que en aquest cas no es creu necessari que superi el minut. Brooks (2001) recomana intensitats d'entre el 85% i el 95% per a aquesta duració.

En el moment de controlar la intensitat marcada ($85\%VO_2\text{màx}$) s'ha de tenir en compte que igual que en activitats submàximes cícliques o contínues, la freqüència cardíaca (FC) és apropiada per mesurar la intensitat ($90\%FC\text{ màx}$). Tal i com afirma Peña [et al.] (2013) en l'aplicació d'aquest indicador per al control de la intensitat de sessions d'entrenament sota el format HIIT surten serioses limitacions. La freqüència cardíaca no pot informar de forma fidel de la intensitat del treball físic realitzat entorn a la velocitat/potència associada al $VO_2\text{màx}$, cosa que representa una gran proporció de les prescripcions HIIT. A més a més se suposa que mentre que la freqüència cardíaca hauria d'arribar a valors pròxims al màxim ($>90-95\%FC\text{ màx}$) davant d'esforços d'aquest tipus propers a la velocitat associada al $VO_2\text{màx}$, això no sempre succeeix, especialment

per a esforços de molt curta (<30seg) i mitjana duració (1-2min). Segons Peña [et al] (2013:4): “Esto se debe al retraso o disociación que tiene el incremento de la respuesta cardiaca (en comparación con la respuesta de oxígeno) frente a esfuerzos cardiovasculares intensos, así como la “inercia” que mantiene la frecuencia cardiaca durante los intervalos de recuperación del esfuerzo intensivo previo (que puede hacer sobreestimar la carga fisiológica que ocurre durante los periodos de recuperación).”

Tots aquests motius ens fan desconfiar de l'ús exclusiu de la freqüència cardíaca com a indicador fiable i pràctic per al control i estimació de la intensitat d'esforços cardiovasculars breus característic de les sessions HIIT.

Davant d'aquesta problemàtica, el control de la intensitat en les sessions HIIT, tal i com afirma Peña [et al] (2013) es pot desenvolupar mitjançant les escales d'esforç percebut (RPE), que en aquest cas pot resultar una interpretació més útil, pràctica i fiable. La intensitat corresponent a aquest esforç submàxim és aquella percebuda com a molt dur en l'escala de Borg (6-20) que en aquest cas correspondria a 17-19 segons la taula de l'ACSM citada per Aristizábal [et al] (2003) (Figura 8).

Intensidad	% VO _{2max}	% FC _{max}	RPE
Muy suave	< 20	< 35	< 10
Suave	20 - 39	35 - 54	10 - 11
Moderada	40 - 59	55 - 69	12 - 13
Fuerte	60 - 84	70 - 89	14 - 16
Muy fuerte	≥ 85	≥ 90	17 - 19
Máxima	100	100	20

Figura 8: Classificació de la intensitat relativa de l'Activitat Física. Font: ACSM citada per Aristizábal [et al] (2003)

Un cop sabem la duració i intensitat de l'estímul és necessari saber la intensitat i duració de la pausa. La duració ve marcada per la densitat de treball que anirà de 1:4 fins a 1:2, per tant, la duració de la pausa serà entre 4 i 2 vegades superior a la de l'estímul. Pel que fa la intensitat, segons Brooks (2001) una recuperació activa accelera la recuperació de l'esforç realitzat durant l'interval i aconsella que la intensitat d'aquesta sigui el 50-60% de la freqüència cardíaca màxima.

Respecte el nombre de sèries i el volum, no interessa que el temps total de la sessió sobrepassi el temps que habitualment dedica la mostra a l'exercici físic, és més, tal i com afirma Peña [et al.] (2013) i Boutcher (2010), l'avantatge que tenen aquest tipus de programes és que suposen un estalvi de temps respecte l'entrenament tradicional.

En referència a la modalitat d'exercici s'ha triat la cursa ja que és una modalitat que tots els usuaris de la mostra estan acostumats a practicar i es pot portar a terme en diferents emplaçaments.

Finalment s'ha decidit incorporar una fase d'adaptació i de tornada a la calma per a l'exercici d'alta intensitat, seguint les recomanacions de Brooks (2001) les dues fases tindran una duració de 5 minuts de cursa contínua al 65% de la FCmàx.

Així doncs tenint en compte tots aquests conceptes i seguint les anteriors recomanacions s'ha procedit a l'elaboració del programa HIIT (Taula 8):

Taula 8. Programa HIIT d'entrenament. Font: elaboració pròpia

	Setmana 1	Setmana 2	Setmana 3	Setmana 4
Intensitat interval	85%Vo2màx, 90%FCM, 17-19 Borg (6-20).	85%Vo2màx, 90%FCM, 17-19 Borg (6-20).	85%Vo2màx, 90%FCM, 17-19 Borg (6-20).	85%Vo2màx, 90%FCM, 17-19 Borg (6-20).
Modalitat interval	Cursa (desnivell 0)	Cursa (desnivell 0)	Cursa (desnivell 0)	Cursa (desnivell 0)
Duració Interval	30 segons	45 segons	45 segons	60 segons
Intensitat Pausa	50%Vo2màx, 60-65% FCM, 14-16 Borg (6-20).	50%Vo2màx, 60-65% FCM, 14-16 Borg (6-20).	50%Vo2màx, 60-65% FCM, 14-16 Borg (6-20).	50%Vo2màx, 60-65% FCM, 14-16 Borg (6-20).
Modalitat de la Pausa	Cursa (desnivell 0)	Cursa (desnivell 0)	Cursa (desnivell 0)	Cursa (desnivell 0)
Duració pausa	120 segons	135 segons	135 segons	120 segons
Densitat	1:4	1:3	1:3	1:2
Numero intervals	3	4	4	5
Numero series	2	2	2	2
Duració i intensitat del període entre series	4 minuts / 3.3 MET's	4 minuts / 3.3 MET's	4 minuts / 3.3 MET's	4 minuts / 3.3 MET's
Modalitat de recuperació entre series	Caminar	Caminar	Caminar	Caminar
Observacions	Fase d'adaptació i tornada a la calma: 5 min Intensitat 65% FCmàx.			

Un aspecte rellevant a destacar és que, tot i que, la duració total de les sessions del programa és de 29 minuts la primera setmana, 36 minuts la segona i tercera setmana i

44 minuts l'última setmana (incloent les fases d'adaptació i tornada a la calma) els minuts realitzats a alta intensitat tan sols ocupen 3, 6 i 10 minuts respectivament.

4.7 Anàlisi de dades

En aquest apartat és on s'exposa de quina forma s'analitzen les variables prèviament calculades. En aquest estudi, com ja s'ha pogut observar amb anterioritat (Taula 2), es realitzen 3 avaluacions (avaluació inicial, avaluació prèvia al programa HIIT i avaluació posterior al programa HIIT), en les que es calculen totes les variables. De forma que l'anàlisi de dades en aquest estudi es basa en analitzar les diferències de pes corporal (kg), IMC i composició corporal en les tres avaluacions. Concretament es posa molt d'èmfasi en comparar les diferències respecte aquestes variables abans i després de l'aplicació del programa HIIT.

Per facilitar l'anàlisi de les variables principals, es va utilitzar el programa informàtic Microsoft Office Excel 2007 per Windows per elaborar una graella de recollida de dades (inspirada en la del GREC i de la FEDME, 2008) amb les diferents variables antropomètriques per a cada subjecte i avaluació (Annex 6), en la qual es van anotar les mesures que posteriorment es traslladarien a l'informe antropomètric del GREC i de la FEDME 2008 per poder extreure els resultats (pes, IMC, composició corporal). Un cop extrets tots els resultats de les 3 avaluacions s'utilitzaran els programes Microsoft Office Excel 2007 i Microsoft Word 2007 per elaborar els corresponents gràfics i graelles.

5 Resultats

5.1 Descripció de la mostra i dades preliminars

Tal i com s'exposa amb anterioritat, la mostra fa referència a 4 dones de $30.8 \pm 2,1$ anys d'edat residents a Catalunya. En base als resultats dels qüestionaris de salut que es van subministrar als subjectes en l'avaluació inicial i els quals s'exposen en l'annex (el PAR-Q and YOU i el qüestionari pre-participació de la AHA/ACSM), podem afirmar que el resultat d'aquests va ser negatiu. És a dir, no hi va haver cap resposta positiva que obligués al subjecte a passar un control mèdic ni cap ítem que indiqués que algun dels subjectes té alguna contraindicació relativa o absoluta per a la realització d'activitat física d'alta intensitat.

Respecte el qüestionari de quantificació de l'activitat física (IPAQ) després d'analitzar els resultats detalladament multiplicant els minuts d'activitat física per la intensitat que aquesta representa en MET's (caminada 3,3 MET's, AF moderada 4 MET's, AF vigorosa 8 MET's) s'ha comprovat que tots els subjectes assoleixen els requisits per tenir un nivell moderat d'activitat física (categoria 2). El requisit que assoleixen que més ens interessa és que realitzen un mínim d'activitat física vigorosa de 20 minuts almenys 3 dies per setmana, amb la qual cosa són subjectes que ja estan acostumats a fer activitat física mantenint una intensitat alta. Concretament la mostra realitza una mitjana de 155 minuts de caminada, 162,5 minuts d'activitat física moderada i 138,75 minuts d'activitat física vigorosa assolint un total de 456,25 minuts d'activitat física setmanals (Figura 9).

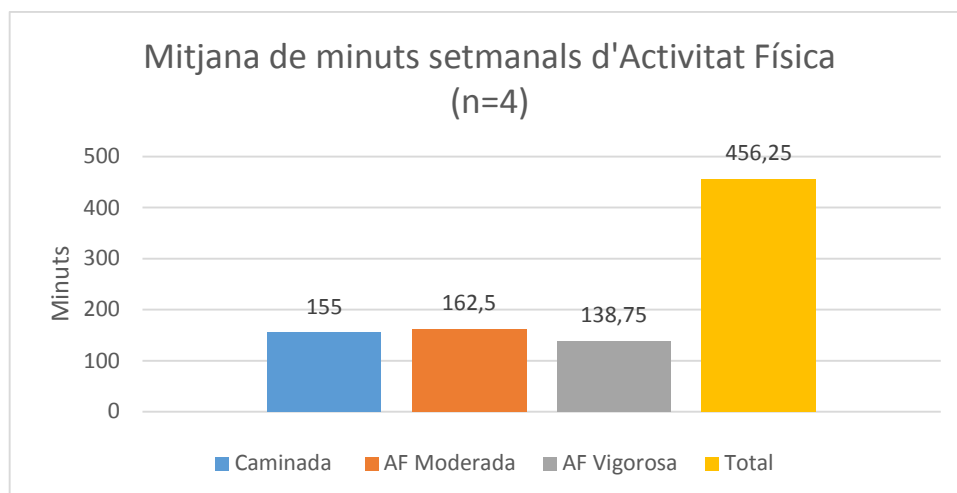


Figura 9. Minuts setmanals dels diferents tipus d'activitat física (caminada, moderada i vigorosa). Font: elaboració pròpia.

Pel que fa la despesa energètica que suposen aquest tipus d'activitats mesurada en MET's podem observar que els subjectes no només assoleixen els criteris per ser considerats moderadament actius, sinó que gairebé assoleixen els requisits per ser considerats altament actius segons l'IPAQ (categoria 3). La mostra en qüestió acumula una despesa energètica de 1110 MET's setmanals d'activitat física vigorosa (Figura 10) quan el mínim per ser considerat altament actiu és de 1500 MET's d'activitat física vigorosa setmanals. Els subjectes també acumulen un total de 2271,5 MET's totals d'activitat física setmanal quan el mínim per ser altament actius és de 3000 MET's / setmana.

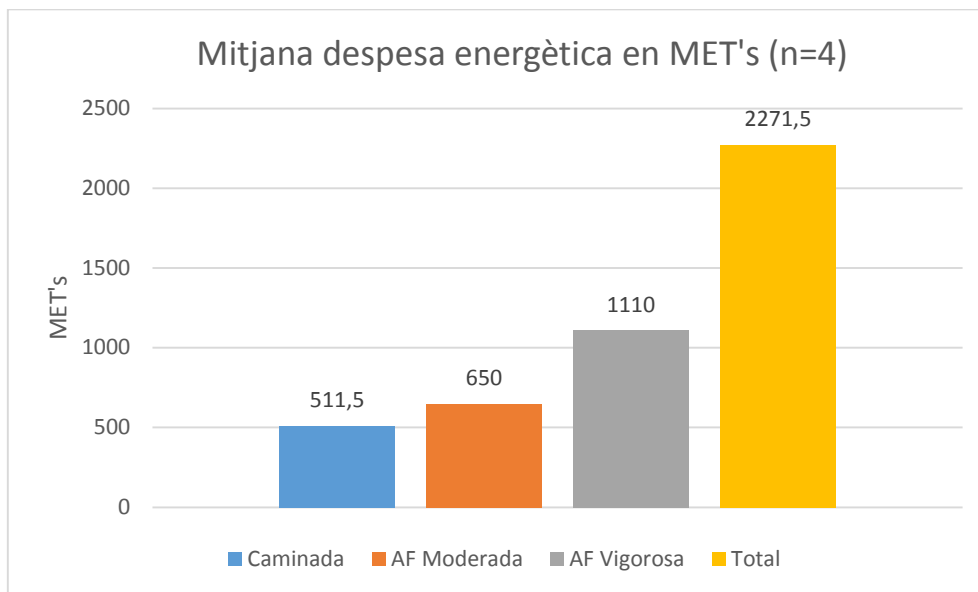


Figura 10. Despesa energètica de la mostra mesurada en MET's segons tipus d'activitat. Font: elaboració pròpia

Pel que fa al pes corporal (kg) de la mostra podem destacar que aquest en l'avaluació inicial era de 70,20kg. Si tractem el pes com a una dada aïllada no se'n poden extreure conclusions, però si el relacionem amb l'altura per mitjà de l'Índex de Massa Corporal (IMC) de la mostra, aquesta té un índex mitjà de $25,15 \pm 0,45$, lleugerament per sobre del que la OMS (2010) considera adequat (18 -25). D'aquesta forma podem afirmar que la mostra té un sobrepès lleuger o està molt a prop de tenir-lo, ja que hi ha algun subjecte que no arriba a sobrepassar el IMC de 25 per considerar que té sobrepès. Encara que en el cas del subjecte que presenta un IMC més baix, aquest és de 24,7 de forma que no dista gaire del subjecte amb un IMC més elevat que és de 25,6.

5.2 Seguiment que ha tingut el programa HIIT

Abans de plasmar i començar a analitzar els resultats que s'han obtingut respecte les variables, considerem de vital importància estudiar quin ha estat el seguiment d'aquest programa HIIT i les incidències que s'han produït durant l'aplicació d'aquest.

A l'hora d'analitzar el seguiment del programa HIIT s'ha fet la mitjana de l'assistència dels subjectes de la mostra per setmanes. Així doncs podem destacar que el seguiment del programa les tres primeres setmanes ha estat del 91,65% mentre que en l'última i quarta setmana l'assistència ha estat del 100% (Figura 11). S'ha de tenir en compte que només es realitzaven 3 sessions per setmana, de forma que si relacionem això amb el fet que la mostra era bastant reduïda, podem arribar a la conclusió que si algun subjecte no assistia a alguna de les sessions, feia minvar considerablement el percentatge d'assistència. Tot i així, tal i com s'ha pogut comprovar, els percentatges d'assistència a les sessions han estat molt elevats.

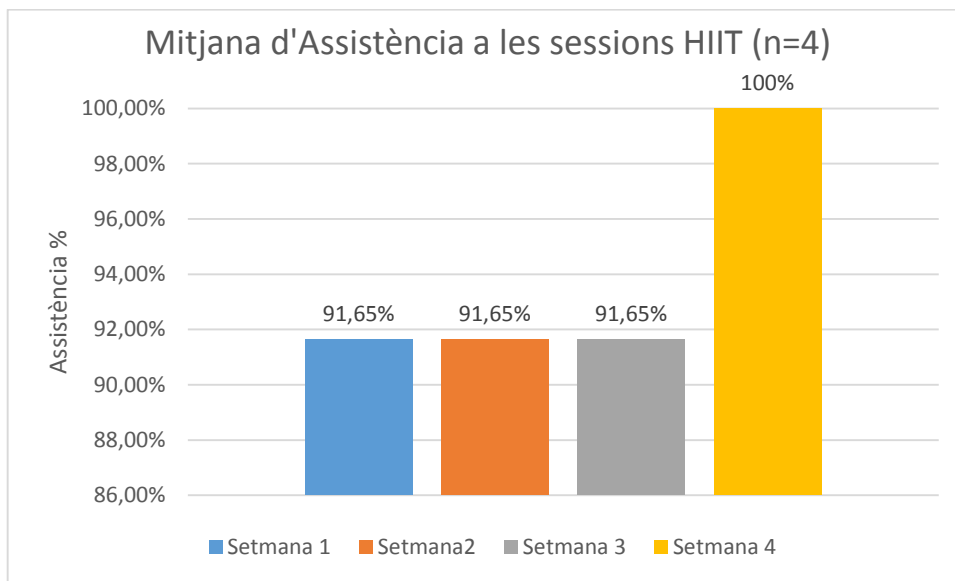


Figura 11. Seguiment del programa HIIT expressat en %. Font: elaboració pròpia.

Un cop ja comentat quin ha estat el seguiment del programa, un aspecte destacat que s'ha considerat necessari posar en comú és el fet de si s'han realitzat aquestes sessions de forma correcta, ja que hi ha hagut casos en els quals algun subjecte de la mostra no ha pogut completar la sessió prèviament definida o no ha respectat la intensitat o duració dels intervals. Aquestes incidències s'han donat de forma més abundant en la quarta setmana en la que s'augmentava considerablement la duració de l'interval d'alta intensitat, el nombre d'intervals i la relació interval - pausa (densitat). Així doncs després d'analitzar aquestes incidències podem ressaltar que en les setmanes 1 i 3 d'aplicació

del programa HIIT un 100% de la mostra va poder completar la sessió correctament, mentre que en la sessió 2 aquest percentatge va ser del 91,7% i en la setmana 4 del 83,3 % (Figura 12) amb un 16,7% de la mostra que no va poder realitzar la sessió amb el format en el qual havia estat dissenyada.

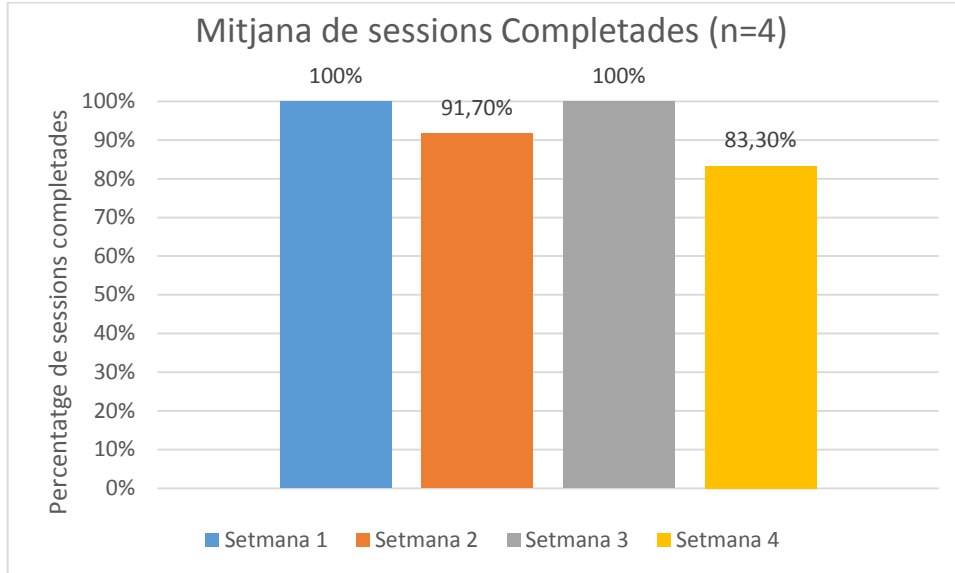


Figura 12. Percentatge de sessions de HIIT completades %. Font: elaboració pròpia.

5.3 Diferències de les variables abans i després de l'aplicació del programa HIIT

En aquest punt, el qual és la base de l'estudi, és on s'avaluen les diferències de les variables abans i després del programa HIIT. S'ha de tenir en compte que, com ja s'ha mencionat anteriorment, en aquest estudi es realitzen tres avaluacions de les variables: una avaluació inicial, una avaluació abans del programa HIIT (passades 4 setmanes respecte l'avaluació inicial) i finalment una última avaluació després del programa HIIT de 4 setmanes de duració.

A continuació es mostra una taula-resum en la qual apareixen tots els resultats de les tres avaluacions que seguidament s'analitzaran de forma detallada (Taula 9). Aquests resultats corresponen a la mitjana dels subjectes de la mostra, en l'annex 7 es mostren els resultats dels subjectes de forma individual.

Taula 9. Taula - resum de tots els resultats de la mostra (n= 4) en les diferents avaluacions. Font: elaboració pròpia

	Avaluació Inicial		Avaluació Prèvia		Avaluació Posterior	
Pes corporal (Kg)	70,20		69,90		68,25	
IMC	25,15		25,05		24,45	
	%	Kg	%	Kg	%	Kg
M. Grassa	30,50	21,38	30,26	21,12	28,75	19,59
M. òssia	13,05	9,16	13,10	9,16	13,45	9,18
M. Muscular	28,92	20,27	29,5	20,6	31,69	21,6
M. Residual	27,54	19,39	27,14	19,02	26,12	17,88

Pel que fa al pes corporal (kg), com ja s'ha pogut veure anteriorment en l'avaluació inicial, la mostra partia d'un pes mig de 70,2 kg. Després de 4 setmanes d'observació en les que la mostra realitzava la seva rutina d'exercici habitual, en l'avaluació prèvia al programa HIIT s'ha pogut comprovar que la mostra tenia un pes mig de 69,9 Kg amb la qual cosa s'havia reduït aquesta variable en 0,2 kg. Però la xifra que més ens interessa és la reducció de pes que ha tingut la mostra en l'avaluació posterior al programa HIIT. Els subjectes després de el programa HIIT tenien una mitjana de pes de 68,25 kg (Figura 13), així doncs la mostra ha perdut una mitja de 1,65 kg ($1,65 \pm 0,75\text{kg}$). Aplicant l'equació per calcular un percentatge de massa perduda que s'ha mostrat anteriorment en l'apartat d'instruments correspon a un pèrdua del 2,36% de massa corporal.

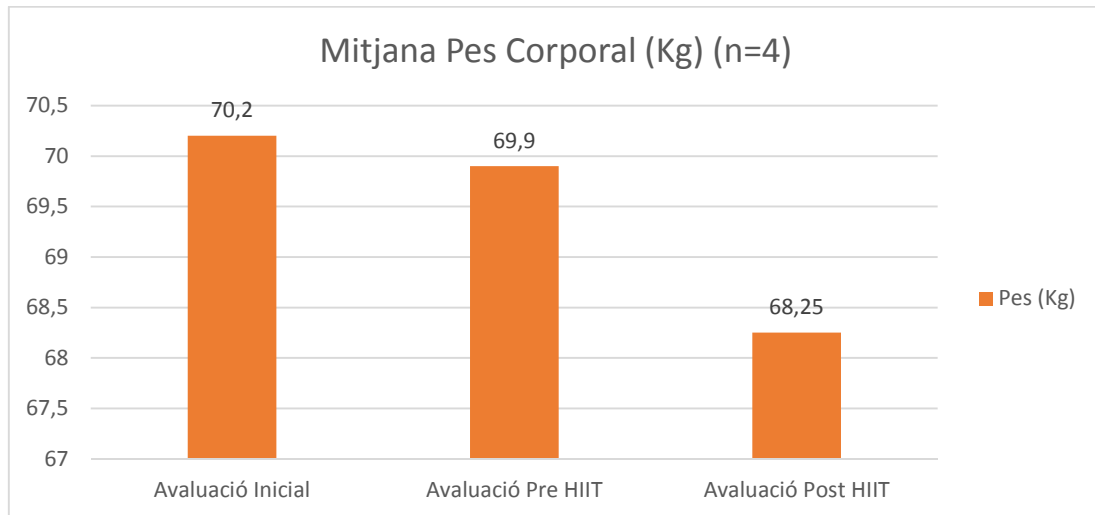


Figura 13 .Pes corporal de la mostra en les 3 avaluacions realitzades.

Relacionant el pes amb la talla i fent referència a l'IMC de la mostra, que en l'avaluació inicial era de 25,15, es pot apreciar que en l'avaluació prèvia al programa HIIT aquest ha disminuït lleugerament en concordança amb el pes corporal (25,05), però aquest segueix estant mínimament per sobre dels valors recomanables que dicta la OMS (2010) (18,5 - 25). La dada rellevant és que en l'avaluació posterior al programa HIIT la mostra presenta un IMC de 24,45 de forma que s'ha reduït aquest índex en un 0,6 (Figura 14). Tot i que aquest valor de 24,45 segueix estant molt a prop del sobrepès, en aquesta avaluació sí que es pot afirmar que la mostra està dins dels marges recomanables segons la OMS (2010), a més a més també es pot afirmar que a nivell individual tots els subjectes han aconseguit baixar d'aquest índex de 25 ($24,45 \pm 0,55$).

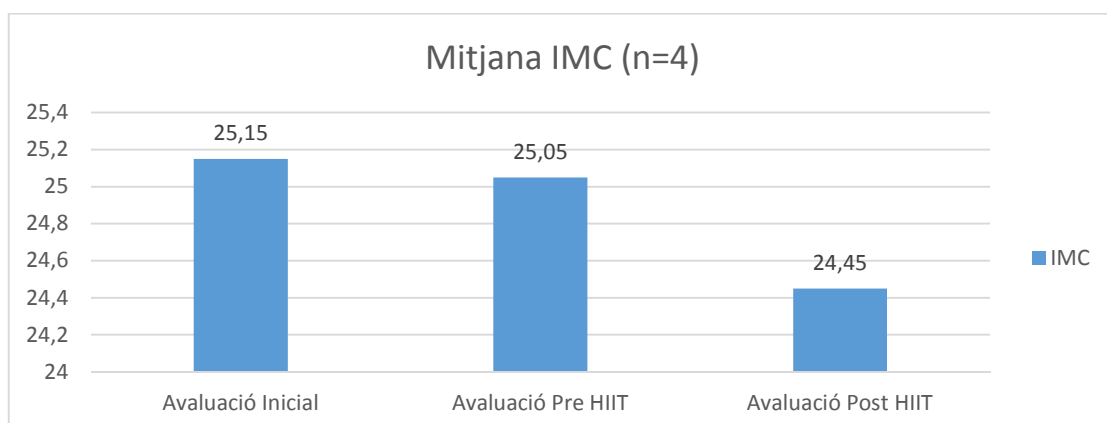


Figura 14. Índex de Massa Corporal de la mostra en les diferents avaluacions realitzades. Font: elaboració pròpia.

Ja fent referència a la composició corporal, primerament és de vital importància mostrar els resultats de l'avaluació inicial, els quals ens permeten saber de quins valors partim i poder contrastar resultats respecte les avaluacions posteriors. Tal i com s'ha pogut comprovar en l'explicació de les variables, els components analitzats són les diferents masses que componen el cos (grassa, òssia, muscular i residual). En aquesta primera avaluació la mostra té una mitjana d'un 30,5% de massa grassa, un 13,05% de massa òssia, un 28,92% de massa muscular i un 27,54% de massa residual (figura, 15). Aquest percentatge de massa grassa (30,5%) està per sobre dels valors òptims que dicta la Societat Espanyola per a l'Estudi de l'Obesitat (SEEDO, 2000) en relació a l'edat (22%-24% i 24%-26% per a dones de 26 a 30 anys i d'entre 31 a 35 anys respectivament) i forma part del valor límit que exposa Bray (1998) (30% – 33%).

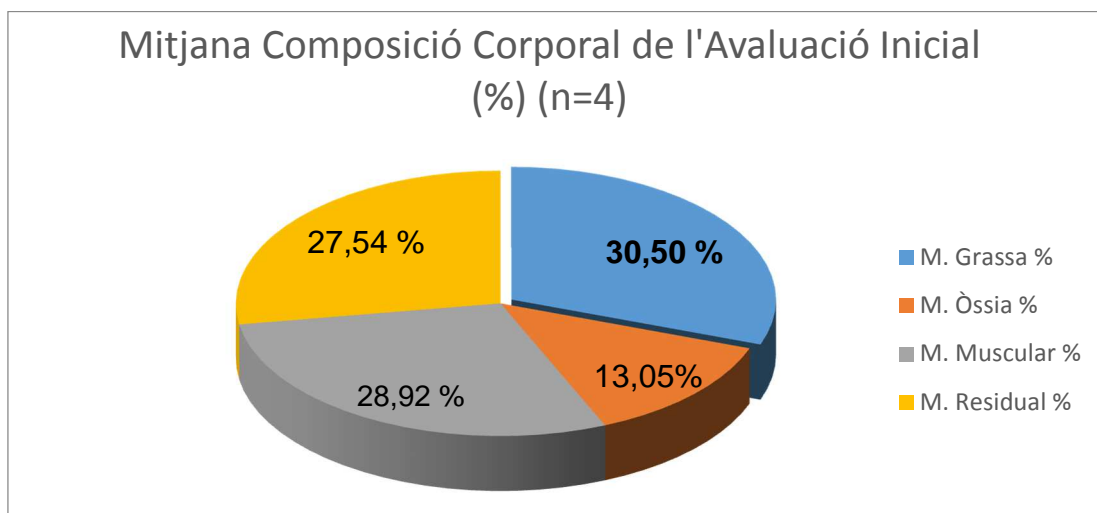


Figura 15. Composició Corporal de l'Avaluació Inicial expressada en %. Font: elaboració pròpia

Respecte als diferents tipus de masses expressades en quilograms, en aquesta primera avaluació (Figura 16), podem observar en quina quantitat es tradueixen aquests percentatges, aquests valors seran de molta utilitat en les anàlisis posteriors, ja que a més de veure la variació dels percentatges es podran quantificar les modificacions en valors absoluts (Kg).

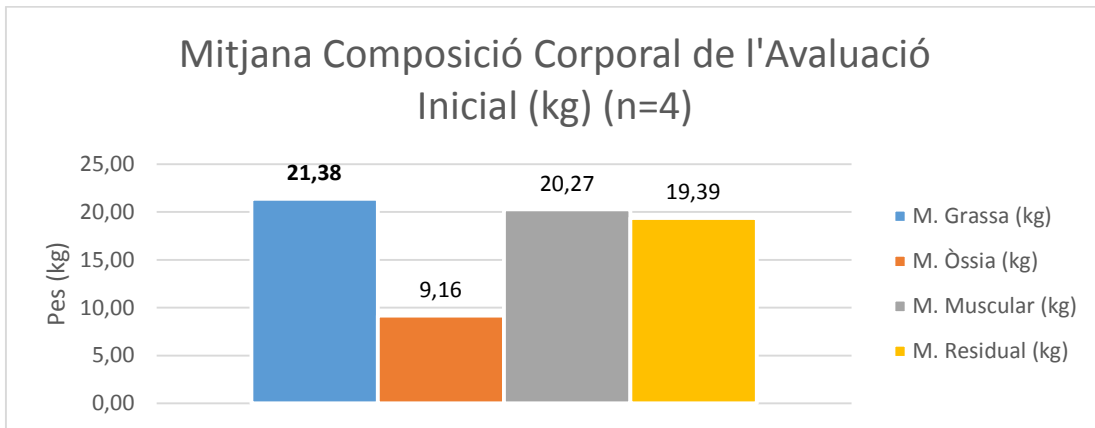


Figura 16. Composició Corporal de l'Avaluació inicial expressada en Kg. Font: elaboració pròpia.

Un cop ja es tenen els resultats de l'avaluació inicial respecte la composició corporal, és el moment de comparar i mostrar les diferències respecte els resultats de l'avaluació prèvia i l'avaluació posterior al programa HIIT tenint en compte l'avaluació inicial. En l'avaluació prèvia el percentatge de la mostra de massa grassa és del 30,26%, el de massa òssia del 13,10%, el de massa muscular de 29,5% i el de massa residual del 27,14% (Figura 17). Mentre que en els resultats de l'avaluació posterior al programa la massa grassa de la mostra es redueix a 28,75%, el percentatge de massa òssia varia 0,35% (13,45%), la massa muscular augmenta fins a 31,69% i finalment el percentatge de la massa residual disminueix fins un 26,12% (figura 17).

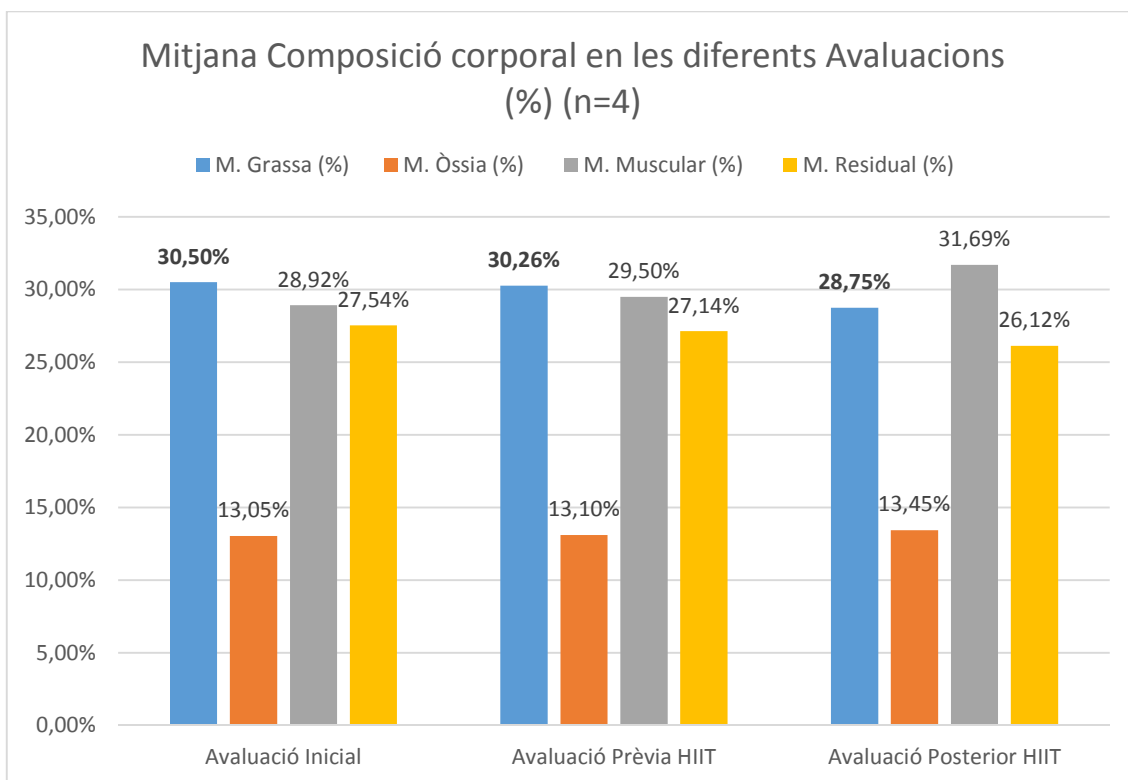


Figura 17. Composició corporal prèvia i posterior al programa HIIT (%). Font: elaboració pròpia.

Si ens fixem detalladament en el percentatge de massa grassa, que és l'objectiu principal de l'estudi de les tres avaluacions (inicial, prèvia HIIT i posterior HIIT) podem observar que en les dues primeres avaluacions el percentatge és similar i tan sols es diferencia en un 0,24% inferior en l'avaluació prèvia al HIIT, però en la última avaluació després de l'impacte del programa HIIT (28,75%) aquesta diferència es més agosarada ja que dista un 1,75% respecte l'avaluació inicial (30,50%) i un 1,51% respecte l'avaluació prèvia (30,26%), plasmant així els possibles efectes de l'entrenament intervàlic d'alta intensitat (Figura 17). Així doncs, tal i com es pot observar, el percentatge de massa grassa (28,75%) de l'última avaluació està més a prop del que la SEEDO (2000) considera òptim i còmodament dins dels marges de Bray (1998).

D'altra banda, si es centra l'atenció en el percentatge de massa grassa i el percentatge de massa muscular, es pot observar una dada bastant rellevant. El fet és que tant en l'avaluació inicial com en l'avaluació prèvia al programa HIIT el percentatge de massa grassa era superior al de massa muscular, concretament 30,26% de massa grassa i 29,50% de massa muscular en l'avaluació prèvia. En canvi, en l'avaluació posterior al programa HIIT podem observar que el percentatge de massa muscular 31,69% es lleugerament superior al de massa grassa 28,75%, mostrant que no tan sols s'ha reduït el percentatge de massa grassa amb l'aplicació del programa sinó que a més a més s'ha incrementat la massa muscular dels subjectes.

En analitzar la composició corporal expressada en valors absoluts (kg), es pot observar que en l'avaluació prèvia la mostra té una mitja de 21,12 kg de massa grassa i 20,6 kg de massa muscular. Mentre que en l'avaluació posterior al HIIT la mostra té 19,59 kg de massa grassa i 21,6 kg de massa muscular, que correspon a 1,53 kg menys de massa grassa i 1 kg més de massa muscular (Figura 18).

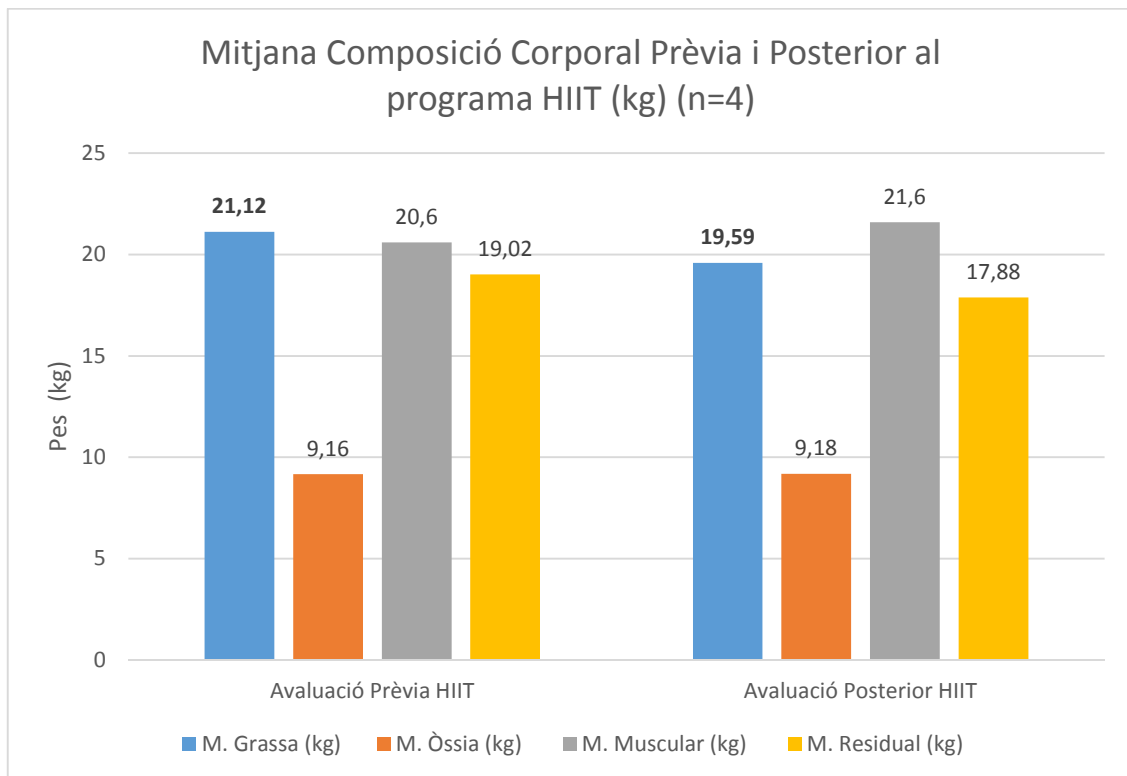


Figura 18. Composició Corporal Prèvia i Posterior al programa HIIT expressada en Kg. Font: Elaboració pròpia.

Agafant aquestes dades i aplicant l'equació per determinar el percentatge de massa grassa que s'ha modificat en podem extreure el percentatge de massa perduda en el cas de la massa grassa (objecte d'estudi) o incrementada en el cas de la massa muscular:

Percentatge de massa grassa perduda (%) = (Massa grassa perduda (Kg) * 100) / Massa grassa Inicial (Kg) = $(1,53 * 100) / 21,12 = 7,24\%$ **de massa grassa perduda.**

Percentatge de massa muscular guanyada (%) = (Massa muscular guanyada (kg) * 100) / Massa muscular inicial = $(1 * 100) / 20,6 = 4,85\%$ **de massa muscular guanyada.**

Així doncs s'ha pogut veure que la pèrdua de massa grassa de la mostra, que és el principal objecte d'estudi, després del programa HIIT, ha estat del 7,24% (1,53 kg) i la massa muscular de la mostra s'ha incrementat en un 4,85% (1kg).

Finalment, cal destacar que en el qüestionari de freqüència alimentària (CFCA) (Annex 4) que es va subministrar als subjectes abans i després del programa HIIT per determinar que no hi hagués canvis significatius en la ingesta d'aliments que poguessin comprometre els resultats, cal destacar que no hi va haver canvis rellevants en els 45 ítems que presenta el qüestionari.

6 Discussió

En aquest punt, un cop aplicat el programa d'entrenament intervàlic d'alta intensitat (HIIT) i analitzades totes les variables en les diferents fases del procés es procedirà a interpretar i contrastar tots aquests resultats obtinguts.

Primerament s'ha de recordar que l'objectiu de l'estudi és identificar si la realització d'un programa HIIT de quatre setmanes de duració és efectiva per disminuir el percentatge de greix corporal en dones actives amb sobrepès lleuger de 28-32 anys. Dit això, a priori sembla que aquest objectiu s'ha assolit amb una pèrdua de massa grassa del 7,24% (1,53kg), però és necessari contrastar aquests resultats amb investigacions prèvies per comprovar si realment aquests resultats són acceptables. És important destacar que aquest objectiu que s'ha marcat coincideix parcialment amb els objectius d'algunes de les investigacions que s'han agafat de referència com Sijie [et al.] (2012) i Heydari [et al.] (2012).

Un aspecte molt important a tenir en compte, és la importància d'aquest tipus d'estudis que relacionen els programes d'entrenament intervàlic d'alta intensitat amb diversos beneficis per a la salut. Així doncs, depenent del resultat i èxit d'aquest estudi, es podrà determinar si l'aplicació d'un programa HIIT pot ser una alternativa viable per combatre el sobrepès en dones joves físicament actives de 28 a 32 anys d'edat. És important especificar el sexe i aquest rang d'edat ja que en els estudis que s'han agafat de referència, o bé s'ha utilitzat una mostra masculina, o bé el rang d'edat era inferior com en el cas de Kordi [et al.] (2012) i Trapp [et al.] (2008).

Respecte als resultats, després de l'aplicació del programa HIIT, la mostra ha perdut $1,65 \pm 0,75$ kg de pes corporal i té un IMC de $24,45 \pm 0,55$. En termes de composició corporal, tal i com s'ha pogut comprovar en l'avaluació posterior al HIIT, s'ha reduït el percentatge de massa grassa, que era el principal objecte d'estudi, en un 8,37% (1,79kg) respecte l'avaluació inicial i un 7,24% (1,53kg) respecte l'avaluació prèvia al HIIT. Respecte als altres components corporals, un altre aspecte destacable de l'aplicació del HIIT que ja es va preveure en les hipòtesis, és l'augment de la massa muscular, tal i com es mostra en els resultats aquesta s'ha incrementat un 4,85% (1kg).

Ja endinsant-nos en termes de contrastació de resultats, aquesta pèrdua de 1,53kg (7,24 %) de massa grassa pot semblar que no és gaire significativa si es compara amb altres estudis de la mateixa temàtica en els quals les pèrdues de massa grassa han estat superiors. És el cas de l'estudi de Trapp [et al.] (2008) la mitja dels subjectes en

aquest cas dones d'edat $20,2 \pm 2$, va experimentar una notable pèrdua de 3,94 kg de massa gassa, després d'un programa HIIT de 15 setmanes. O el cas de Sije [et al.] (2012) on universitàries de 19-20 anys d'edat van perdre un 9,9% de massa grassa en l'aplicació d'un programa HIIT de 12 setmanes. També és cert que els programes HIIT que s'apliquen en aquests casos en què les pèrdues de massa grassa són tan grans normalment són de major durada com en l'anterior cas de Trapp [et al.] (2008) o Sijie [et al.] (2012). Així doncs, tenint en compte que aquests estudis tenen un format més extensiu, aquesta pèrdua de massa grassa (1,53kg) pot ser significativa. A més a més també es pot contrastar amb estudis que han tingut efectes similars com el cas de Heydari [et al.] (2012) on la mostra va experimentar un descens del 6,7% en la massa grassa durant 12 setmanes de HIIT, encara que cal ressaltar que aquest percentatge (6,7%) correspon a 2kg de massa grassa i que la mostra estava composta per homes joves de $24,7 \pm 4,8$ anys d'edat.

Un fet remarcable que podem tenir en compte és que tot i que la mitja de la mostra respecte la massa grassa s'ha reduït 1,53kg i la de massa muscular ha augmentat 1kg en l'avaluació posterior al HIIT respecte l'avaluació prèvia, el pes corporal de la mostra s'ha reduït en $1,65 \pm 0,75$ kg en aquest mateix període. En altres estudis similars com el de Heydari [et al.] (2012) realitzat en dones estudiants va ser major la pèrdua de massa grassa (2 kg, 6,7%) que la pèrdua de massa corporal (1,5kg) degut a que també es va produir un augment de la massa muscular; també s'ha de tenir en compte que en l'estudi de Heydari [et al.] (2012) el programa va tenir el doble de duració. El fet que en la mostra d'aquest estudi la pèrdua de massa corporal sigui major a la pèrdua de massa grassa tot i produir-se un augment de la massa muscular ha quedat justificat per una pèrdua de la massa residual.

A l'hora de comparar els percentatges de greix de la mostra respecte el pes corporal amb altres investigacions, es pot observar que en altres estudis de característiques molt semblants com és el cas de l'estudi de Sije [et al.] (2012) vist anteriorment, en el qual es van investigar els efectes de HIIT en dones joves amb sobrepès i la mostra tenia un percentatge de greix corporal de $40,57\% \pm 4,03\%$ abans d'iniciar el programa HIIT i un $36,55\% \pm 4,32\%$ al finalitzar-lo, amb una pèrdua del 9,9% de massa grassa. Aquests percentatges de greix són notablement més elevats que els que es presenten en el present estudi (30,26% avaluació prèvia i 28,75% en l'avaluació posterior), si tenim en compte que l'IMC de la mostra de l'estudi de Sije [et al.] (2012) era de $27,72 \pm 1,88$, en podem extreure que aquest és lleugerament superior al de la mostra d'aquest estudi ($25,15 \pm 0,45$). Aquesta diferència no és equivalent a la del percentatge de greix corporal (és major en el cas de l'IMC). Aquest fet porta a reflexionar perquè una mostra que té

un IMC notablement superior a un altre té percentatge de greix corporal lleugerament superior. Aquest fet pot succeir perquè, tal i com afirma Kweitel (2007), el IMC no és una eina efectiva per determinar la composició corporal i a més a més la mostra d'aquest estudi és bastant limitada (4 subjectes). Encara que també s'ha de tenir en compte que la metodologia feta servir per calcular el percentatge de greix en aquests dos estudis és diferent, en el cas d'aquest estudi s'ha fet servir el mètode dels plec de greix aplicant l'equació de Durnin – Womersley (1974) que proposa Alvero [et al.] (2010) per aquest tipus de població, mentre que en l'estudi de Sije [et al.] (2012) es va utilitzar el mètode DEXA (Dual Energy X-Ray Absorptiometry).

Pel que fa a l'IMC, en l'avaluació posterior al HIIT aquest ha disminuït un 0,7 i un 0,6 en base l'avaluació inicial i prèvia respectivament, situant la mostra dintre els límits saludables que dicta la OMS (2015) en un $24,45 \pm 0,55$. Es pot arribar a la conclusió que l'IMC és un instrument que funciona molt bé per classificar grans grups de població, ja que només es necessiten dues variables fàcils d'obtenir (pes corporal i talla) i ha funcionat correctament com a instrument per a seleccionar la mostra. Ara bé, si el que es pretén, com en el cas d'aquest estudi, és valorar la pèrdua de massa grassa o qualsevol altre element de la composició corporal l'IMC no és una eina del tot eficaç, ja que, tal i com afirma Kweitel (2007) *“La principal limitación que presenta es que se basa en el supuesto de que todo el peso que exceda de los valores determinados por las tablas de talla-peso corresponderá a masa grasa. Siendo evidente que dicho sobrepeso puede corresponder al aumento de masa muscular y/o masa ósea”*.

Tot i aquest lleuger descens respecte el percentatge de massa grassa, tal i com en el cas de l'IMC la mostra després del programa HIIT quedava englobada dins de les recomanacions de l'OMS (2015) (18,5 - 25), en el cas d'aquest percentatge com s'ha pogut apreciar en l'apartat de resultats, el 28,75% de greix que presenta la mostra encara no està dins dels barems que la SEEDO (2000) considera com a ideals (22%-24% i 24%-26% per a dones de 26 a 30 anys i d'entre 31 a 35 anys respectivament).

En comparar aquest projecte amb els estudis anteriors que relacionen l'entrenament intervàlic d'alta intensitat i la pèrdua de massa grassa podem observar que moltes d'aquestes investigacions no es limiten només a plasmar les pèrdues de massa grassa o els canvis en la composició corporal que ha experimentat la mostra, sinó que moltes d'aquestes investigacions també mostren altres variables de gran interès entre les quals destaca els increments en el consum màxim d'oxigen $VO_2\text{màx}$ (ml/kg/min). Segons Abellán [et al] (2010) el $VO_2\text{màx}$ és un paràmetre de referència per valorar el nivell de rendiment i un marcador de salut. Aquests autors també destaquen que els grans

increments de $VO_2\text{màx}$ s'associen a grans pèrdues de pes i increments en el nivell d'activitat física, a més autors com Fader (2013) i Gibala [et al.] (2013) afirmen que treballar en intensitats pròximes al 100% del $VO_2\text{màx}$ contribueix positivament a l'increment d'aquest. Per tant, possiblement són aquests els motius que justifiquen aquests increments de $VO_2\text{màx}$ que es donen en les investigacions que relacionen el HIIT amb la pèrdua de massa grassa. En l'estudi que s'ha portat a terme no s'ha mesurat el $VO_2\text{màx}$ de forma directa ni indirecta ja que no era l'objectiu de l'estudi, però tenint en compte tot això es pot formular la hipòtesis que segurament el consum màxim d'oxigen hagi augmentat en la mostra.

Una altra d'aquestes variables que analitzen autors com Stepto [et al.] (2013) i Talanian [et al.] (2006) és la taxa d'oxidació de greix ($\mu\text{mol/kg-1/min-1}$), en concret el projecte d'aquests grups d'investigadors determina que s'augmenta notablement aquesta taxa. En l'estudi que s'ha portat a terme no s'ha mesurat aquesta variable ja que no formava part de l'objectiu de l'estudi, a més, en aquest cas tampoc es disposa de la metodologia ni coneixement per calcular aquesta taxa d'oxidació de greix.

Pel que fa el seguiment del programa HIIT, tal i com s'ha pogut comprovar en l'apartat anterior d'assistència al programa, aquesta ha estat molt elevada i només s'han produït algunes absències per part d'algun subjecte. El percentatge de sessions completades amb èxit també ha estat molt elevat, en conclusió podem afirmar que l'elaboració del programa en base a les recomanacions de Brooks (2001) i Peña [et al.] (2013) ha estat adequada a la mostra. Tot i així, cal remarcar que en la última setmana del programa HIIT on s'augmentava el temps de l'estímul a 60 segons i es reduïa la pausa a 120 segons (densitat 1:2) seguint les recomanacions de progressió, algun dels subjectes de l'estudi va tenir dificultats per completar la totalitat de la sessió o va acabar aquesta amb un alt grau de fatiga. Si tenim en compte que la intensitat no es va augmentar en tot el programa (85% $VO_2\text{màx}$, 90%FCM, 17-19 Borg), ja que aquest era de curta durada i autors com Heyward (2008) recomanen que la intensitat sigui l'última variable a modificar, podem arribar a la reflexió que aquest augment de volum i la variació de la densitat van provocar que les sessions d'entrenament en l'última setmana fossin massa exigents. Així doncs, tot i els bons resultats que va tenir el programa, es pot considerar que aquests canvis de la última setmana, van provocar que el programa HIIT fos lleugerament difícil d'assolir per al tipus de mostra. Aquest és un tema delicat que s'ha de tenir en compte, ja que segons Peña [et al.] (2013) una intensitat massa elevada és la principal causa d'abandonament en aquest tipus de sessions (HIIT). En altres estudis com Heydari [et al.] (20012) i Kordi [et al.] (2012) la intensitat dels intervals era màxima (sprint) però la duració també era molt menor (8 segons). En l'estudi de Sijie [et al.]

(2012) la intensitat també era del 85% VO_2 màx i sorprenentment la duració de l'interval era notablement major (3 minuts) tot i treballar amb dones amb sobrepès.

Finalment, tenint en compte l'impacte del programa HIIT sobre la composició corporal, es pot afirmar que aquest és un mètode efectiu per reduir el percentatge de greix i ens fa reflexionar sobre quin es el millor mètode d'exercici físic per combatre el sobrepès de la població femenina. Així doncs, cal recordar que autors com Abellan [et al.] (2010) segueixen recomanant l'exercici tradicional de tipus aeròbic i de intensitat moderada per aquests subjectes que tenen un excés de pes. No és l'objectiu de l'estudi comparar aquests dos mètodes (MICE i HIIT), però el que és evident és que en els estudis en els quals s'ha fet una comparativa, com és el cas de Sijie [et al.] (2012), el grup al qual s'ha aplicat el programa HIIT ha tingut una pèrdua de massa grassa més elevada que el grup del programa MICE (9.9% HIIT vers 5,2% MICE). També és cert que Abellan [et al.] (2010) justifiquen aquest tipus d'exercici d'intensitat moderada per les possibles afeccions (sobretot a nivell cardiovascular) que pot produir l'alta intensitat en subjectes en sobrepès que a més a més en molts casos també són sedentaris. Ara bé, estudis com Heydari [et al.] (2012) i Kordi [et al.] (2012) han aplicat programes HIIT a subjectes sedentaris amb bons resultats. En aquest aspecte podem arribar a la conclusió que els programes HIIT són més efectius per a la reducció de massa grassa que els programes MICE, però és necessari avaluar els riscos que pot tenir l'aplicació d'exercicis d'alta intensitat en els diferents tipus de població. Pel que fa als subjectes que ja són físicament actius, queda demostrat que el HIIT aporta múltiples beneficis sempre hi quan les dosis d'exercici siguin adequades.

6.1 Limitacions de l'estudi

Primerament remarcar que aquesta investigació és de caire acadèmic amb el que, conseqüentment, s'ha de tenir en compte que existeixen una sèrie de limitacions. Sobretot a l'hora de comparar aquest estudi amb altres investigacions prèvies que s'han fet servir de referència i que han estat elaborades per grans professionals de la matèria fent ús de metodologies i instruments de mesura molt precisos i controlant un gran nombre de variables que no s'han contemplat en aquest estudi, tals com el VO_2 màx, la pressió arterial (sistòlica /diastòlica), la taxa d'oxidació de greixos, la resistència a la insulina i els nivells d'adiponectina entre d'altres. Lògicament moltes d'aquestes variables, tal i com s'ha esmentat en l'apartat anterior, no s'han calculat per falta de coneixements i/o recursos ja que la majoria d'aquests estudis referenciats es realitzen en condicions de laboratori.

Dit això, una de les mancances principals de l'estudi és que la mostra està compresa per tan sols 4 subjectes. Tenint en compte que s'ha recorregut a l'àmbit personal de l'investigador i que s'han de complir uns criteris d'inclusió no ha pogut ser més nombrosa. Aquest aspecte és important, ja que segons Boucher (2010) la variabilitat individual per perdre massa grassa mitjançant l'aplicació d'un programa HIIT pot ser molt diferent d'un subjecte a un altre, de forma que en una mostra reduïda pot alterar els resultats. De totes formes, si analitzem la pèrdua de massa grassa dels subjectes d'aquest estudi podem observar que no hi ha canvis significatius entre els diferents subjectes, motiu pel qual es pot dir que la mostra no ha alterat greument els resultats del estudi, però de cara a pròximes investigacions s'ha de contemplar el involucrar una mostra més nombrosa.

En alguns estudis que es realitzen en laboratori s'utilitza el consum màxim d'oxigen com a mètode per regular la intensitat, fet que en aquest projecte és inviable i tenint en compte, tal i com hem vist anteriorment, segons Peña [et al] (2013) no és recomanable utilitzar la freqüència cardíaca per aquest tipus de sessions (HIIT), s'ha optat per utilitzar l'escala de Borg (6-20) que és un instrument fiable i validat per regular la intensitat.

Finalment, una limitació destacable la trobaríem en la realització de l'estudi antropomètric, concretament en la presa de mesures (distàncies, perímetres i plecs cutanis). Per a les mesures s'ha utilitzat el material que proposen Alvero [et al] (2010) i seguint el procediment que es va aprendre en les assignatures de "Valoración de la Condición Física" i "Fisiología de la Nutrición en la Actividad Física y Deportiva" cursades a la "Universidad de León" el curs 2013/14 i també s'han tingut en compte les recomanacions que aconsella Sillero (2004). Tot i això, s'ha de contemplar que existeix un error humà en la presa de mesures que en el cas de l'investigador d'aquest estudi serà major que en altres investigacions més rigoroses en les quals s'utilitzen altres mètodes per al càlcul de massa grassa o bé els investigadors tenen una bona formació per a determinar les mesures. També s'ha d'exposar que a l'haver realitzat el mateix investigador totes les mesures, el percentatge d'error d'una avaluació respecte una altra es redueix considerablement. Cal mencionar que per a minimitzar aquest error existeix una Societat Internacional pel Desenvolupament de la Cineantropometria (ISAK) encarregada d'una unificació de criteris per a realitzar les mesures antropomètriques, de forma que aquestes siguin fiables i objectives. En futur, obtenir la acreditació del ISAK (Nivell 1) com antropometrista per millorar la tècnica pot ser una bona estratègia per dotar de més validesa els estudis realitzats. Un altre mètode per minimitzar l'error en futures investigacions és tenir accés a la tecnologia DEXA (Dual Energy X-Ray Absorptiometry).

7 Conclusions

En aquest apartat final, és on s'exposaran les conclusions finals de la investigació i s'analitzarà si s'han complert els objectius i hipòtesis de l'estudi. Aquestes conclusions es realitzaran en base als resultats i la discussió que s'ha portat a terme contrastant l'estudi amb investigacions prèvies referents als programes HIIT d'entrenament i la pèrdua de massa grassa. També s'exposaran futures línies d'investigació que han sorgit a partir aquest estudi.

Primerament, i com una de les principals conclusions a tenir en compte després d'haver fet una recerca exhaustiva de les investigacions relacionades amb el HIIT, cal destacar que l'aplicació d'aquest tipus de programes en l'àmbit de la salut aporta múltiples beneficis. En termes de composició corporal, tal i com s'ha pogut comprovar en el present estudi (tenint sempre presents les limitacions d'aquest), el programa HIIT és una eina efectiva que ens permet reduir el percentatge de massa grassa a curt termini i augmentar la massa muscular. En aquest cas, l'afirmació anterior la podem utilitzar per a dones físicament actives de 28 a 32 anys, tot i que com ja s'ha pogut comprovar, investigacions prèvies demostren l'efectivitat del HIIT en altres tipus de població. Tenint aquests fets en consideració, es pot arribar a la conclusió que incloure els programes HIIT en població jove físicament activa amb un lleuger sobrepès és una estratègia efectiva per millorar la composició corporal, reduint el percentatge de massa grassa i incrementat la massa muscular. Així doncs el HIIT pot ser una eina efectiva a l'abast dels professionals dels diferents centres de salut i fitness, els quals la poden aplicar en subjectes que ja tenen un hàbit d'activitat física per a la millora de la composició corporal i incrementat l'esperança de vida en base a la reducció del sobrepès i augment del VO_2 màx. Respecte l'aplicació del HIIT en població sedentària i grups de major edat, tot i que com ja s'ha pogut veure en l'anterior apartat hi ha estudis que han demostrat l'eficàcia del HIIT en població sedentària (Heydari [et al.], 2012 i Kordi [et al.], 2012), tenint en compte els perills que pot suposar l'alta intensitat en aquest col·lectiu, tal i com destaquen Abellan [et al.] (2010), es pot arribar a la conclusió que són necessaris més estudis per tal de recomanar programes HIIT en població sedentària i/o d'edat més avançada.

7.1 Sobre els objectius i hipòtesis plantejades

El principal objectiu de l'estudi era determinar si la realització d'un programa HIIT de quatre setmanes de duració és efectiva per disminuir el percentatge de greix corporal

en dones actives amb sobrepès lleuger de 28-32 anys. Si tenim en compte que la mostra ha perdut un 7,24% (1,53kg) de massa grassa en l'avaluació posterior al HIIT respecte l'avaluació prèvia, es podria afirmar que s'ha assolit l'objectiu. Ara bé, s'han de tenir presents les limitacions de l'estudi anteriorment esmentades. Tot i que com ja hem pogut observar, si agafem de referència altres estudis que han analitzat l'impacte d'un programa HIIT podem observar que aquest estudi segueix una mateixa tendència pel que fa la pèrdua de massa grassa. Pel que fa a la duració del programa, tot i que la majoria d'investigacions esmentades tenen una major duració, quatre setmanes sembla ser un termini assequible per començar a notar els efectes del HIIT.

Pel que fa la hipòtesi plantejada, aquesta es centrava en comprovar si l'entrenament intervàlic d'alta intensitat (HIIT) és un mètode efectiu per millorar la composició corporal reduint el percentatge de greix a curt termini i augmentant el percentatge de massa muscular. El percentatge de greix corporal en quatre setmanes s'ha reduït, respecte la massa muscular la mostra l'ha incrementat en un 4,85% (1kg). Motiu pel qual es pot corroborar que s'ha assolit un doble benefici, ja que la composició corporal de la mostra ha reduït la massa grassa i augmentat la massa muscular. Respecte a la massa òssia no s'han produït canvis destacables com era d'esperar (+0,22%, +0,02kg) i pel que fa a la massa residual aquesta s'ha reduït en un 5,99% (1,32kg).

Així doncs, com a conclusió final d'aquest estudi, en podem extreure que un programa HIIT de 4 setmanes de duració és efectiu per reduir el percentatge de massa grassa en dones de 28 a 32 anys amb sobrepès lleuger que ja tenen un hàbit d'activitat física establert.

Cal recordar també que no hi ha hagut canvis destacables en l'alimentació (sha controlat per mitjà d'un qüestionari de freqüència de consum d'aliments) que hagin pogut alterar els resultats i, conseqüentment, els objectius i hipòtesis del estudi.

7.2 Futures línies d'investigació

En aquest estudi, tot i les limitacions esmentades, s'ha produït un descens de la massa grassa. Tenint en compte això i que ja hi ha varis estudis que demostren l'efectivitat del HIIT per perdre massa grassa en l'àmbit de la salut i múltiples estudis de programes HIIT envers les millores fisiològiques, crec que una futura línia d'investigació envers aquesta temàtica podria ser la de determinar quina és la dosi mínima d'un programa HIIT per aconseguir el màxim benefici per a la salut. El fet que la última setmana del programa HIIT d'aquest estudi provoqués rebuig en algun dels subjectes per la seva

exigència en modificar el paràmetres de volum i densitat, m'ha fet plantejar quina pot ser la dosi mínima que produeixi benefici però alhora no generi rebuig en els subjectes. Ja que s'ha de tenir en compte que en molts d'aquests estudis no s'està tractant amb esportistes i, tal i com afirma Boutcher (2010), el protocols dels programes HIIT que solen tenir una durada mitja de 20 minuts i una intensitat alta es poden arribar a fer insuportables per a molts subjectes amb sobrepès i/o sedentaris interessats en la pèrdua de massa grassa. Igualment, investigar una dosi de HIIT per a persones sedentàries que reduís el riscos d'aquest tipus de programes també podria ser un futura línia d'investigació. Segons Tschakert (2013) un ajustament òptim i individual de les variables HIIE requereix la consideració de les respostes fisiològiques produïdes pel règim HIIE.

Així doncs, resumint aquest apartat, són múltiples els estudis que demostren els beneficis dels programes HIIT amb varis protocols pel que fa referència al tipus de programa. Establir quines variables del HIIT són més encertades i produeixen els millors beneficis amb el menor risc per als diferents grups de població, és una problemàtica a la qual encara li falta molta recerca i en poden sortir varies línies d'investigació.

8 Referències

ABELLÁN, J; SAINZ DE BARANDA, P; ORTÍN, E. (2010) "*Guía Para La Prescripción de Ejercicio Físico en Pacientes con Riesgo Cardiovascular*". SEH-LELHA, p.9-35.

ALVERO, J; CABAÑAS; HERRERO, A; MARTÍNEZ, L; MORENO, C; PORTA, J; SILLERO, M; SIRVENT; J (2010) "*Protocolo de Valoración de la Composición Corporal para el Reconocimiento Médico-Deportivo. Documento de Consenso del Grupo Español de Cineantropometría de la Federación Española de Medicina del Deporte*", Archivos de medicina del deporte, Vol XXVI, N.132, p 166-179.

American College of Sports Medicine (2001) "Appropriate Intervention Strategies for Weight Loss and Prevention of Weight Regain for Adults" ACSM. [en línia] [Consulta: el 11 d'abril de 2015] Disponible a: <https://www.acsm.org/about-acsm/media-room/acsm-in-the-news/2001/08/01/acsm-position-stand-on-physical-activity-and-weight-loss-now-available>

AÑÓN. P. (2013). "*Entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT) y su efectividad para la mejora de la composición corporal: claridad frente a la confusión.*" PubliCE Standard [en línia] [Consulta: el 26 de març de 2015] Disponible a: <http://g-se.com/es/salud-y-fitness/blog/entrenamiento-intervalado-de-alta-intensidad-hiit-y-su-efectividad-para-la-mejora-de-la-composicion-corporal-claridad-frente-a-la-confusion>

ARIAS, F. (2006) "*Introducción a la metodología científica*" Caracas: Editorial Episteme, C.A.

ARISTIZÁBAL, J; JARAMILLO, H; RICO, M. (2003). "*Pautas Generales Para la Prescripción de la Actividad Física en Pacientes con Enfermedades Cardiovasculares.*" Lateria, Vol 13, Núm 3, p. 240-252.

BONILLA, J; MORENO, J (2010) "*Entrenamiento Continuo e Interválico Sobre el Fitness Cardiovascular en Mujeres Sedentarias*". Rev. Cienc. Salud, 8 (1), p. 31-41.

BOUTCHER, S. (2010) "*High-Intensity Intermittent Exercise and Fat Loss*" Journal of Obesity. Vol. 2011, ID Article: 868305

BRAY, G; BOUCHARD, C; JAMES, W. (2003) "*Definitions and proposed corrent classifications of obesity*". New York: Mareck Dekker. Hanbook of obesity. P. 31-40.

BUCHHEIT, M; LAURSEN; P. (2013) "High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis". Sports Medicine, Vol 43(5), p. 313-318.

CABAÑAS, MD; ESPARZA, F. (2009) "Compendio de Cineantropometría". Madrid: CTO Medicina.

DELGADO, M; TERCEDOR, P; SOTO, V. (2005) "Traducción de la Guía para el procesamiento de datos y análisis del cuestionario internacional de actividad física (IPAQ). Versiones corta y larga". Universidad de Granada. Junta de Andalucía .

Enquesta de Salut de Catalunya (2015). "Enquesta de salut de Catalunya 2013 (1a edició)". Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament de Salut. [en línia] [Consulta: el 26 d'abril de 2015] Disponible a: http://salutweb.gencat.cat/web/.content/home/el_departament/estadistiques_sanitaries/enquestes/02_enquesta_catalunya_continua/documents/arxiu/esca13_results.pdf

FADER, F. (2013) "Entrenamiento de intervalos de Alta Intensidad (HIIT) en Corredores: Consideraciones Generales." PubliCE Standard. [Consulta: el 10 de Abril de 2015] Disponible a: <https://g-se.com/es/journals/publicce-premium/articulos/efecto-de-la-adaptacion-a-las-grasas-a-corto-plazo-sobre-el-entrenamiento-de-alta-intensidad-1494>

GALLAGHER, D; HEYMSFIELD, S; HEO, M; JEBB, S; MURGATROYD, P; SAKAMOTO, Y. (2000) "Healthy percentatge body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index". The American Journal of Clinical Nutrition. Vol. 72. p. 694-70.

GIBALA, M; LITTLE, J; MACDONALD, M; HAWLEY, J. (2012) "Adaptaciones Fisiológicas al Entrenamiento Intervalado de Alta Intensidad y Bajo Volumen en la Salud y la Enfermedad" PubliCE Premium. [Consulta: el 10 de Abril de 2015] Disponible a: <http://g-se.com/es/entrenamiento-de-la-resistencia/articulos/adaptaciones-fisiologicas-al-entrenamiento-intervalado-de-alta-intensidad-y-bajo-volumen-en-la-salud-y-la-enfermedad--1536>

GUIRAUÄ, T; NIGAM, A; GREMEAUX, V; PHILIPPE MEYER; M. (2012) "Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad en la Rehabilitación Cardíaca". Sports Med, Vol. 42, p.587-605

HEINEMANN, Klaus (2003) "Introducción A La Metodología De La Investiación Empírica." Barcelona: Paidotribo.

HERNÁNDEZ, R; FERNÁNDEZ, C; BAPTISTA, P. (2003) "Metodología de la Investigación" México, D.F: McGraw-Hill Interamericana.

HEYDARI, M; FREUND, J; BOUTCHER, H (2012) “*The Effect of High-Intensity Intermittent Exercise on Body Composition of Overweight Young Males*”. Journal of Obesity, Vol. 2012, ID Article: 480467

HEYWARD. V (2008) “*Evaluación de la aptitud física y Prescripción del ejercicio*”. Madrid: Editorial Medica Panamericana, S.A.

KWEITEL, S (2007) “*IMC: Herramienta poco útil para determinar el peso útil de un deportista*”. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Vol. 7 (28) pp.274-289

LOPATEGUI, E. (2013) “*Prescripción de Ejercicio – Delineamientos más recientes: American College of Sports Medicine (ACSM)*” [en línea]. [Consulta: el 29 de gener de 2015] Disponible a: <http://www.saludmed.com/rxejercicio/rxejercicio.html>

MANTILLA, S; GÓMEZ, A; HIDALGO, M. (2011) “*Actividad física, tabaquismo y consumo de alcohol, en un grupo de estudiantes universitarios*”. Bogotá: Revista de salud pública. Vol. 13, nº5.

MARTÍN,V; GÓMEZ, J; ANTRONAZ, M. (2001) “*Medición De La Grasa Corporal Mediante Impedancia Bioeléctrica, Pliegues Cutáneos Y Ecuaciones A Partir De Medidas Antropométricas. Análisis Comparativo*” Madrid: Revista Española de Salud Pública. Vol. 75. nº3 p. 221-236

MARTÍNEZ, M; URDAMPILLETA, A. (2012) “*Protocolo de medición antropométrica en el deportista y ecuaciones de estimaciones de la masa corporal*”. [en línea]. [Consulta: el 12 de gener de 2015] Disponible a: <http://www.efdeportes.com/efd174/protocolo-de-medicion-antropometrica-en-el-deportista.htm>

Organització Mundial de la Salut (1946). “*Constitución De La Organización Mundial De La Salud*.” [en línea]. [Consulta: el 26 d’abril de 2015] Disponible a: http://www.who.int/governance/eb/who_constitution_sp.pdf

Organització Mundial de la Salut (2010). “*Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud*”. [en línea]. [Consulta: el 26 d’abril de 2015] Disponible a: http://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood_what_can_be_done/es/

Organización Mundial de la Salud (2013). “*Actividad física*” en línea]. [Consulta: el 26 d’abril de 2015] Disponible a: http://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood_what_can_be_done/es/

Organització Mundial de la Salut (2015). “Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud” [en línea]. [Consulta: el 26 d’abril de 2015] Disponible a: http://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood_what_can_be_done/es/

Organització Mundial de la Salut (2015). “Obesidad y sobrepeso” [en línea]. [Consulta: el 26 d’abril de 2015] Disponible a: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>

PEÑA, G; HEREDIA, J; SEGARRA, V; MATA, F; ISIDRO, F; MARTÍN, F; EDIR, M. (2013) “Generalidades del “HIT” aplicado a esfuerzos cardiovasculares en los programas de salud y fitness” [en línea]. [Consulta: el 10 de març de 2015] Disponible a: <http://www.efdeportes.com/efd183/hit-aplicado-a-esfuerzos-cardiovasculares.htm>

SIJIE, T; HAINAI, Y; FENGYING, Y; JIANXIONG, W. (2012) “High Intensity Exercise Training in Overweight Young Women” *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.*” Vol. 52, Nº3, p. 255-262.

SILLERO, Manuel (2004). “Teoría de Kinantropometría. Universidad politècnica de Madrid.” [en línea]. [consulta: 12 de gener de 2015]. Disponible a: <http://ocw.upm.es/educacion-fisica-y-deportiva/kinantropometria/contenidos>

Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad. (2000) “Consenso SEEDO’2000 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapèutica”. Barcelona: Medicina Clínica, Vol. 115, Nº15, p. 587-597

STEPTO, N; CAREY, A; STAUDACHER, H, CUMMINGS, N; BRUKE, L; HAWLEY, J (2013) “Efecto de la Adaptación de las Grasas a Corto Plazo sobre el Entrenamiento de Alta Intensidad” *Publice Premium.* [en línea]. [Consulta: el 15 de Abril de 2015] Disponible a: <https://g-se.com/es/journals/publice-premium/articulos/efecto-de-la-adaptacion-a-las-grasas-a-corto-plazo-sobre-el-entrenamiento-de-alta-intensidad-1494>

THOMAS, Jerry R; NELSON, Jack K (2007) “Métodos de Investigación en Actividad Física.” Barcelona: Paidotribo.

TRAPP, G; CHISHOLM, J, FREUND, J; BOUTCHER, H (2008) “The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss fasting insulin levels of young women” *Journal of Obesity,* Vol. 32(4), p. 684-691

TRINIDAD, I; FERNÁNDEZ, J; CUCÓ, G; BIARNÉS, E; ARIJA, V. (2008) “Validación de un Cuestionario de Frecuencia de Consumo Alimentario Corto: Reproducibilidad y Validez” *Nutrición Hospitalaria,* Vol. 23, p.242-252

TSCHAKERT, G; HOFMANN, P. (2013). "*High-Intensity Intermittent Exercise: Methodological and Physiological aspects.*" International Journal of Sports Physiology and Performance. Vol. 8(6), p. 600-610

TUIMIL, J; IGLESIAS, E; DOPICO, J, MORENILLA, L (2005) "*Efectos del entrenamiento continuo e interválico de carga externa similar sobre la frecuencia cardíaca*". European Journal of Human Movement, Vol. 13, p. 107-118.