

Effect of a HIIT programme vs. Extensive Continuous Training on Inexperienced Individuals

DIEGO ALONSO-FERNÁNDEZ^{1,2*}
ROSANA FERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ¹
ÁGUEDA GUTIÉRREZ-SÁNCHEZ^{1,2}

¹ Faculty of Science Education and Sport, Department of Special Didactics. University of Vigo (Spain)

² Education, Physical Activity and Health Research Group (DE3-Gies10), Galicia Sur Health Research Institute (IIS), University of Vigo (Spain)

* Correspondence: Diego Alonso-Fernández
(diego_alonso@uvigo.es)

Efecte d'un programa HIIT versus entrenament continu extensiu en individus inexperts

DIEGO ALONSO-FERNÁNDEZ¹
ROSANA FERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ¹
ÁGUEDA GUTIÉRREZ-SÁNCHEZ¹

¹ Facultat de Ciències de l'Educació i l'Esport. Departament de Didàctiques Especials. Universitat de Vigo. Campus de Pontevedra (Espanya)

² Grup de Recerca en Educació, Activitat Física i Salut (GIES10-DE3). Institut de Recerca Sanitària Galicia Sur (IIS Galicia Sur), SERGAS-UVIGO

* Correspondència: Diego Alonso-Fernández
(diego_alonso@uvigo.es)

Abstract

The aim of this study was to analyse the effect of high-intensity interval training (HIIT) and compare it with the effect of extensive continuous training (continuous running) on the variables of body weight, % fat and VO_{2max} . 32 participants with no previous experience (mean \pm SD: 22.37 \pm 1.8 years of age, 65.52 \pm 11.98 kg in weight, 170.66 \pm 9.95 cm in height) were randomly assigned to a HIIT group or continuous running training group with three weekly sessions for 10 weeks. The HIIT sessions lasted 20-25 minutes using functional bodyweight exercises with a work/rest ratio of 20/10 seconds. The continuous running sessions lasted 60 minutes without exceeding 70% of personal VO_{2max} . Both groups obtained significant improvements ($p < .05$) in the study variables: body weight, % fat and VO_{2max} . However, the improvement in the HIIT group was higher in the three variables which suggests it is a more efficient and effective form of training in terms of total weekly volume/time than the extensive continuous method based on continuous running.

Keywords: high-intensity interval training, HIIT, body composition, VO_{2max} , fitness

Introduction

Although originally created to optimise athletic performance (Bar-Or, Dotan & Inbar, 1977, Tabata et al., 1996), high-intensity interval training (HIIT) methods are currently spreading among practitioners of recreational physical-sports activities due to the limited volume of activity and time they take and

Resum

L'objectiu del present estudi va ser analitzar l'efecte d'un entrenament intervàlic intensiu (HIIT) i comparar-lo amb l'efecte d'un entrenament continu extensiu (cursa contínua) en les variables de pes corporal, % de greix corporal i $VO_{2m\grave{a}x}$. 32 participants sense experiència prèvia (mitjana \pm DE: 22.37 \pm 1.8 anys d'edat; 65.52 \pm 11.98 kg de pes; 170.66 \pm 9.95 cm d'alçada) van ser assignats de forma aleatòria a un grup d'entrenament HIIT o de cursa contínua de tres sessions setmanals durant 10 setmanes. Les sessions d'HIIT van tenir una durada de 20-25 min, basant-se en exercicis funcionals d'autocàrrega amb una relació treball/descans de 20/10 s. Les sessions de cursa contínua van tenir una durada de 60 min sense sobrepasar el 70% del $VO_{2m\grave{a}x}$ personal. Tots dos grups van obtenir millores significatives ($p < .05$) en les variables d'estudi: pes corporal, % de greix corporal i $VO_{2m\grave{a}x}$. No obstant això, les millores en el grup HIIT van ser superiors en les tres variables, per la qual cosa es mostra com un entrenament més eficaç i eficient, en termes de volum/temps total de pràctica setmanal, que el mètode continu extensiu basat en la cursa contínua.

Paraules clau: entrenament intervàlic intensiu, HIIT, composició corporal, $VO_{2m\grave{a}x}$, fitness

Introducció

Encara que en la seva gènesi van ser creats per optimitzar el rendiment esportiu (Bar-Or, Dotan & Inbar, 1977; Tabata et al., 1996), els mètodes intervàlic intensius (HIIT) estan proliferant actualment en la població de practicants d'activitats físicoesportives recreatives pel seu volum contingut i els seus potencials beneficis

the potential benefits for the variables that make up healthy physical condition. There are several studies that point out the beneficial effects of this type of training in both young people and adults (Emberts, Porcari, Doberstein, Steffen & Foster, 2013, Gibala & McGee, 2008, Olson, 2013, Perry, Heigenhauser, Bonen, & Spriet, 2008; Sánchez & Carranque, 2015). This type of training consists of brief intervals of exercise at high intensity interspersed by short rest periods or low intensity exercises (Guillen, 2012; Laursen & Jenkins, 2002). The physiological and biochemical adaptations take place in relation to the intensity, duration and recovery period due to the fact that the various metabolic pathways will be impacted to a greater or lesser extent depending on these parameters (López and Fernández, 2006).

The current expansion of this method can be clearly seen in the widespread use of multiple apps for mobile devices which are marketed on the main platforms (Apple Store and Play Store) and top the table for number of downloads by users: “7 min workout”, “8fit”, “Seven”, “Tabata+”, “Virtual Training bodyweight”, “HIIT and Tabata Interval Timer”, etc.

Recent studies indicate that HIIT significantly reduces subcutaneous and intramuscular fat, especially abdominal fat, thanks to hormonal segregation: catecholamine, cortisol, norepinephrine and epinephrine (Boutcher, 2011; Heydari, Freund, & Boutcher, 2012; Siegler, Gaskill, & Ruby, 2003; Shiraev & Barclay, 2012), as well as total body mass (Perry et al., 2008; Siegler et al., 2003; Tjonna et al., 2008). In a similar vein King, Broeder, Browder and Panton, (2002) and Camps (2011) find a greater increase in caloric consumption, lipid oxidation and post-exercise energy expenditure than in continuous type exercises. Added to this are positive effects on insulin sensitivity and increased lipolysis (Gibala, Little, MacDonald, & Hawley, 2012; O'Donovan, et al. 2005; Trapp, Chisholm, Freund, & Boutcher, 2008).

Likewise, and despite being anaerobic, HIIT also brings positive effects in the improvement of $V_{2,max}$ (Helgerud et al. 2007; King et al., 2002), producing muscular improvements that increase the size and number of mitochondria, an effect previously reserved exclusively for aerobic endurance training with continuous methods (Daussin, et al., 2008; Gibala, 2009).

Its status as an “intensive” method has led to doubts about its use in individuals with little experience and

en les variables que conformen la condició física saludable. Són diversos els estudis que assenyalen els efectes beneficiosos d'aquest tipus d'entrenament tant en joves com en adults (Emberts, Porcari, Doberstein, Steffen & Foster, 2013; Gibala & McGee, 2008; Olson, 2013; Perry, Heigenhauser, Bonen, & Spriet, 2008; Sánchez & Carranque, 2015). Aquest tipus d'entrenament consisteix en breus intervals d'exercici a màxima intensitat intercalats per curts períodes de descans o d'exercicis de baixa intensitat (Guillen, 2012; Laursen & Jenkins, 2002). Les adaptacions fisiològiques i bioquímiques es produiran en relació a la intensitat, la durada i al període de recuperació, ja que segons aquests paràmetres s'incidirà en major o menor mesura en les diferents vies metabòliques (López & Fernández, 2006).

L'expansió actual d'aquest mètode pot observar-se clarament en la proliferació de múltiples aplicacions per a dispositius mòbils (Apps) que es comercialitzen en les principals plataformes (Appstore i Playstore) i que es mantenen en els primers llocs de nombre de descàrregues per part dels usuaris: “7 minworkout”, “8fit”, “Seven”, “Tabata+”, “Virtual Training bodyweight”, “HIIT & Tabata IntervalTimer”, etc.

Estudis recents assenyalen que l'HIIT redueix significativament el greix subcutani i intramuscular, especialment el greix abdominal, gràcies a la segregació hormonal: catecolamines, cortisol, norepinefrina i epinefrina (Boutcher, 2011; Heydari, Freund, & Boutcher, 2012; Siegler, Gaskill, & Ruby, 2003; Shiraev & Barclay, 2012), així com la massa corporal total (Perry et al., 2008; Siegler et al., 2003; Tjonna et al., 2008). En una línia similar, King, Broeder, Browder i Panton, (2002) i Camps (2011) obtenen un augment del consum calòric, de l'oxidació lipídica i de la despesa d'energia post-exercici major que en exercicis de tipus continu. A això se sumen efectes positius en la sensibilitat a la insulina i l'increment de la lipòlisi (Gibala, Little, MacDonald, & Hawley, 2012; O'Donovan, et al., 2005; Trapp, Chisholm, Freund, & Boutcher, 2008).

Així mateix i malgrat la seva condició anaeròbica, el HIIT també ofereix efectes positius en la millora del $VO_{2,màx}$. (Helgerud et al. 2007; King et al., 2002), produint millores musculars que augmenten la mida i nombre dels mitocondris, efecte abans reservat exclusivament a l'entrenament de resistència aeròbica amb mètodes continus (Daussin, et al., 2008; Gibala, 2009).

La seva condició de mètode “intensiu” ha generat dubtes quant a la seva aplicació en individus amb poca

poor physical condition. However, in recent years its application has been extended to various population segments such as the elderly and young people and teenagers (Sánchez et al., 2016; Thackray, Barrett, & Tolfrey, 2013). According to Hugget (2013), the key to its safe use is proper modification and control of the intensity by adapting it to the different user populations.

Several studies point to “lack of time” as the main reason given by people for giving up or not undertaking physical exercise and sport (Boiche & Sarrazin, 2009; De Hoyo & Sañudo, 2007; Martínez, et al., 2012). Therefore a training method such as HIIT, which significantly reduces weekly practice time yet provides benefits in the individual’s healthy physical condition variables, can be a great ally in persuading otherwise reluctant people to take up and keep doing physical exercise and sport.

The study of its effects on inexperienced subjects compared to the effects of one of the training systems most widely used nowadays, continuous running, may provide information on the advisability of using intensive methods as an effective alternative for the segment of practitioners that seek to improve their healthy physical condition with a reduced volume of weekly exercise.

Thus this study seeks to verify the effect of a 10-week HIIT programme on VO_2 max values and % fat and compare it with an extensive continuous aerobic training programme based on continuous running.

Materials and methods

Participants

The sample was made up of 32 people of both sexes (16 women and 16 men) who were regular practitioners of recreational physical-sports activity. They were divided into two random groups but with a similar proportion of individuals of both sexes (eight women and eight men per group). The experimental group (EG) would do a HIIT training programme and the control group (CG) a training programme based on continuous running. The inclusion criterion was not having previous experience in this type of HIIT. *Table 1* shows the characteristics of the participants.

A prior briefing meeting was held with all the participants to explain the study’s features and aims.

experiència i nivell de condició física. No obstant això, en els últims anys la seva implantació s’ha estès a segments poblacionals diversos com a gent gran i individus joves o adolescents (Sánchez et al., 2016; Thackray, Barrett & Tolfrey, 2013). La clau per a la seva utilització segura, segons Hugget (2013), és la correcta modificació i control de la intensitat adaptant-la a les diverses poblacions.

Diversos estudis assenyalen la “falta de temps” com el motiu principal emprat pels individus per abandonar o no realitzar pràctica físicoesportiva (Boiche & Sarrazin, 2009; D’Hoyo & Sañudo, 2007; Martínez, et al., 2012). Per tant, un mètode d’entrenament com l’HIIT, que redueixi significativament el temps de pràctica setmanal però amb què s’obté beneficis en les variables de condició física saludable de l’individu, pot convertir-se en un gran aliat per captar i mantenir la pràctica físicoesportiva de la població més reticent.

L’estudi dels seus efectes en subjectes no experts comparat amb els efectes d’un dels entrenaments més utilitzats en l’actualitat, la cursa contínua, podrà oferir informació sobre la conveniència d’utilitzar els mètodes intensius com una alternativa eficaç per al segment de població practicant que busca millorar la seva condició física saludable amb un volum de pràctica setmanal contingut.

D’aquesta manera, el present estudi persegueix els objectius de comprovar l’efecte d’un programa d’entrenament intervàlic d’alta intensitat (HIIT) de 10 setmanes, en els seus valors de VO_2 màx i % de greix corporal, així com comparar-los amb un programa d’entrenament aeròbic continu extensiu basat en la cursa contínua.

Material i mètode

Participants

La mostra va estar constituïda per 32 persones de tots dos sexes (16 dones i 16 homes), sent practicants regulars d’activitat físicoesportiva de tipus recreatiu. Van ser dividits en dos grups aleatoris però conservant una proporció similar d’individus de tots dos sexes (vuit dones i vuit homes per grup). El grup experimental (GE) se sotmetria a un programa d’entrenament HIIT i el grup control (GC) a un programa d’entrenament basat en la cursa contínua. El criteri d’inclusió era no tenir experiència prèvia en el tipus d’entrenament HIIT. La *taula 1* mostra les característiques de les persones participants.

Es va mantenir una reunió informativa prèvia amb tots els participants per explicar-los les característiques i

Group Grup	N	Age (years) Edat (anys)		Weight Pes		Height Altura	
		(\bar{x})	($S\bar{x}$)	(\bar{x})	($S\bar{x}$)	(\bar{x})	($S\bar{x}$)
EG GE	16	22.62	1.86	65.82 kg	13.63	170.44 cm	10.61
CG GC	16	22.13	1.75	65.22 kg	10.34	170.88 cm	9.30

They all took part voluntarily, signing an informed consent form required to take measurements and do the training programmes. Likewise, to ensure the suitability and safety of their participation each participant had to complete a “Physical Activity Readiness Questionnaire” (Spanish version by Rodríguez, 1996, of the recognised PAR-Q by Chislom et al., 1978, using the model devised by Thomas, Reading and Shephard, 1992). Given the type of study and the techniques used in it, this research respected all the ethical procedures for data collection and Spain’s Data Protection Act 15/1999. The research also complied with the provisions of the Declaration of Helsinki.

Design and variables

This is a pre-test/post-test experimental study with two intervention groups.

The HIIT programme and the extensive uniform continuous aerobic training programme were defined as independent variables. The dependent variables were the fat percentage, weight and $VO_2\text{max}$.

Instruments

The data collection in the experimental phase of the study (pre-test and post-test) was carried out and supervised by two Physical Exercise and Sports Sciences graduates with the aim of maintaining stable conditions and thus ensuring the accuracy of the data obtained. The anthropometric measurements (size, weight and % fat) were taken individually in a room prepared for this purpose using a Tanita BC-601 bioelectrical impedance scale consisting of 4 electrodes and a Holtex height rod (Tanita Institute Contract Study, 2004, Wang et al., 2004). This is an effective means of taking measurement readings of individual body composition in young individuals (Ripka, Rotta, Ulbricht, & Neves, 2014).

$VO_2\text{max}$ was measured using an indirect test, the 20 metre shuttle run test for aerobic fitness (Léger, Mercier, Gadoury, & Lambert, 1988, Léger and Gadoury,

objectius de l’estudi. Totes hi van participar de manera voluntària, signant un consentiment informat necessari per efectuar els mesuraments i els programes d’entrenament. Així mateix, i per garantir la idoneïtat i seguretat de la seva participació, cada participant va haver d’emplenar un “Qüestionari d’aptitud per a l’activitat física” (versió espanyola de Rodríguez, 1996, del reconegut PAR-Q de Chislom et al., 1978, en versió de Thomas, Reading i Shepard, 1992). Donat el tipus d’estudi i les tècniques utilitzades en el mateix, aquesta recerca va respectar tots els procediments ètics per a la recollida de dades i la Llei orgànica 15/1999, sobre protecció de dades de caràcter personal. La recerca va complir els preceptes de la Declaració d’Hèlsinki.

Disseny i variables

Es tracta d’un estudi experimental pretest-postest amb dos grups d’intervenció.

Es van definir com a variable independent el programa d’entrenament HIIT i el programa d’entrenament aeròbic continu uniforme extensiu. Les variables dependents van ser el percentatge de greix corporal, pes i $VO_2\text{màx}$.

Instruments

La presa de dades de la fase experimental de l’estudi (pretest i postest) va ser realitzada i supervisada per dues persones llicenciades en Ciències de l’activitat física i de l’esport, CAFE, amb l’objectiu de mantenir estables les condicions i assegurar així la precisió de les dades obtingudes. Les mesures antropomètriques (talla, pes i % greix) es van realitzar de forma individual en una sala preparada a aquest efecte i fent ús d’una bàscula de bioimpedància elèctrica Tanita BC-601 composta per 4 elèctrodes i un tallímetre marca Holtex (Tanita Institute Contract Study, 2004; Wang et al., 2004). Aquest és un mitjà efectiu per realitzar mesures de la composició individual en individus joves (Ripka, Rotta, Ulbricht, & Neves, 2014).

La mesura del $VO_2\text{màx}$ es va realitzar mitjançant una prova indirecta, el test de resistència cardiorespiratori de

1989, Mombiedro et al., 1992). This test is suitable for young subjects with a medium level of training (Pernía, Corral & del Castillo, 2010).

Procedure

The total duration of the study was 12 weeks. The first week was used for the prior training of the participants in their respective training protocols (two initial training sessions in the various exercises and their performance) and doing the pre-test, while the last week was used for carrying out the post-test.

Data concerning age, gender and height were taken into account when using the bioelectrical impedance scale and measurements were taken under optimal conditions for precise data collection: same time of the day in pre-test and post-test, no food for at least 3 hours, not doing any physical activity in the previous 12 hours, not drinking stimulants such as coffee or tea in the previous 12 hours and emptying the bladder at least 30 minutes before the measurements were taken (López, Borrego, & Díaz, 2013).

After the anthropometric measurements, $VO_2\text{max}$ was measured using the 20 metre shuttle run test which consists of a maximum and progressive test which measures maximal aerobic power (MAP) and, indirectly, maximal oxygen consumption ($VO_2\text{max}$). The test was carried out on an athletic track straight where two lines separated by 20 metres were marked out. The participants ran between the lines following beep signals that forced them to start at a rate of 8 kph which progressively increased by 0.5 kph every 30 seconds. The test is completed when the individual cannot keep up with the rhythm set (reaching the line late twice in a row). The maximum speed at which they managed to move is recorded based on how far they get in the test, and this figure is then used to indirectly calculate their $VO_2\text{max}$.

Training protocol

Table 2 shows the HIIT programme followed by the EG based on the combination of two protocols:

- The “Tabata” protocol (Tabata et al., 1996) which was used to delimit the periods of work/rest in a 2-to-1 ratio: 20 seconds of work and 10 seconds of rest grouped in sets of four minutes with one minute of rest between sets.

20 m (Léger, Mercier, Gadoury, & Lambert, 1988; Léger & Gadoury, 1989; Mombiedro et al., 1992). Aquesta prova és adequada per a subjectes joves amb un nivell d'entrenament mitjà (Pernía, Corral & del Castillo, 2010).

Procediment

La durada total de l'estudi va ser de 12 setmanes. La primera es va dedicar a la formació prèvia dels participants en els seus respectius protocols d'entrenament (dues sessions de formació inicial en els diferents exercicis i el seu desenvolupament) i en la realització del pretest, mentre que l'última setmana es va dedicar a la realització del postest.

Les dades d'edat, sexe i altura es van tenir en compte en utilitzar la bioimpedància elèctrica, així com la realització del mesurament en les condicions òptimes per precisar la presa de dades: mateixa hora del dia en pretest i postest, en dejú mínim de 3 hores, no realitzar cap activitat física en les 12 hores prèvies, no prendre begudes excitants com cafè o te en les 12 hores prèvies i evacuar la bufeta, almenys, 30 minuts abans del mesurament (López, Borrego, & Díaz, 2013).

Després de les mesures antropomètriques, es va realitzar la mesura del $VO_2\text{màx}$ mitjançant el test de resistència cardiorespiratòria de 20 m que consisteix en un test màxim i progressiu, a través del com es mesura la potència aeròbica màxima (PAM) i indirectament el consum màxim d'oxigen ($VO_2\text{màx}$). La prova es va realitzar en una recta d'atletisme on es van delimitar dues línies separades per 20 m. Els participants es desplacen entre ambdues línies seguint senyals acústics que obliguen a començar a un ritme de vuit km/h que augmenta progressivament 0.5 km/h cada 30 s. La prova finalitza quan l'individu no pot seguir el ritme marcat (arribant tard dues vegades consecutives a la línia). Segons el període aconseguit es registra la velocitat màxima a la qual ha aconseguit desplaçar-se, dada que servirà per calcular de forma indirecta el seu $VO_2\text{màx}$.

Protocol d'entrenament

En la *taula 2* s'observa el programa d'entrenament HIIT seguit pel GE basat en la combinació de dos protocols:

- El protocol Tabata (Tabata et al., 1996): que va servir per delimitar els períodes de treball/descans amb una relació 2-1: 20 s de treball i 10 s de descans agrupats en sèries de quatre minuts de durada, establint-se un minut de descans entre sèries.

Duration	10 weeks
Sessions/week	3 (48/72 recovery hours between sessions)
Session length	20 - 25 min (excluding the warm-down)
Session days held	Tuesday/Thursday/Saturday
Working weeks	10 + 2 (Pre-test and post-test)
Total sessions	30 + 4 (Training, Pre-test and post-test)

Table 2. Training programme HIIT Experimental Group

Durada	10 setmanes
Sessions/setmana	3 (48/72 hores de recuperació entre sessió)
Durada sessió	20 - 25 min (excloent la volta a la calma)
Dies sessions	Dimarts/Dijous/Dissabte
Setmanes de treball	10 + 2 (Pretest i postest)
Total sessions	30 + 4 (Formació, pretest i post-test)

Taula 2. Programa d'entrenament HIIT; grup experimental

- The “7 min Workout” protocol (Klika and Jordan, 2013) which was used to choose the type of exercises (a total of eight) that would be used in the training, all of them based on using the person’s own bodyweight. The exercises had to be performed at maximum intensity which translates into maximum speed of performance while preserving correct technique. The exercises used and their order was as follows:

- 1st. Push-ups
- 2nd. High skipping raising the knees to the horizontal
- 3rd. Crunch cores
- 4th. Dips using a bench or chair (with feet resting on the floor)
- 5th. Jumping jacks
- 6th. Balancing test (isometric abdominal wall contraction)
- 7th. Bench step-ups (40 cm women and 50 cm men)
- 8th. Half squat (90° knee flexion)

The structure of the sessions was always similar using the same work density and exercises and always supervised by a Physical Exercise and Sports Science graduate:

- Warm-up: eight minutes of aerobic exercise (running) and joint mobility exercises.
- Main part: four-minute sets composed of eight exercises performed for 20 seconds at the highest intensity/speed and with 10 seconds for recovery between them. Over the course of the programme the total number of sets per session rose from two to four while always taking a minute’s rest between them (Table 3).

- El protocol “7 min Workout” (Klika & Jordan, 2013) va ser l'emprat per escollir el tipus d'exercicis (un total de vuit) que s'utilitzarien en l'entrenament, tots ells basats en la mobilització del propi pes corporal: autocàrregues. Els exercicis s'han de realitzar a la màxima intensitat que es tradueix en la màxima velocitat d'execució conservant una tècnica correcta. Els exercicis utilitzats i el seu ordre va ser el següent:

- 1r. Fons de braços al terra.
- 2n. *Skipping* alt elevant els genolls fins a l'horitzontal.
- 3r. Encongiments abdominals o “crunch-core”.
- 4t. Fons tríceps en banc o cadira (amb peus recolzats al terra).
- 5è. Salts amb obertura de braços i cames (Jumping Jacks).
- 6è. Planxa facial (contracció isomètrica de paret abdominal).
- 7è. Pujada i baixada a un banc (40 cm dones i 50 cm homes).
- 8è. Mig esquat (90° flexió de genoll).

L'estructura de les sessions va ser sempre similar utilitzant la mateixa densitat de treball i els mateixos exercicis, sempre supervisades per un graduat en CAFE:

- Escalfament: vuit minuts d'exercici aeròbic (cursa) i exercicis de mobilitat articular.
- Part principal: sèries de quatre minuts compostes per vuit exercicis executats durant 20 s a la màxima intensitat/velocitat i amb una recuperació entre ells de 10 s. Durant el programa, el nombre total de sèries per sessió va progressar de dues a quatre, sempre realitzant un minut de descans entre elles (taula 3).

Week	Sets/session	Recovery between sets (s.)
First	2	60
Second	2	60
Third	3	60
Fourth	3	60
Fifth	3	60
Sixth	4	60
Seventh	4	60
Eighth	4	60
Ninth	4	45
Tenth	4	45

Table 3. Evolution of the work set during the HIIT programme

- Warm-down: eight minutes of aerobic exercise (exercise bike) and passive and active static stretching of the main muscle groups exercised.

In lockstep, the CG carried out a running-based programme using an extensive uniform continuous method. The sessions were directed by a Physical Exercise and Sports Science graduate who controlled the intensity of the individuals' effort through individual heart rate monitors (Polar FT4 model). The duration of the programme was similar to the one for the E.G. and never exceeded 70% of personal VO_{2max} (Table 4).

Statistical analysis

The data was analysed using the IBM SPSS Statistics 22.0 for Mac statistical package. The data were subjected to the Shapiro-Wilk test to check normality. Descriptive statistics were used by means (\bar{x}) and standard deviations ($S\bar{x}$).

The t-Student test for related samples was used for the intra-group comparison analysis of the data obtained in the pre-test and the post-test while the t-Student test for independent samples was used for the intergroup analysis. 95% was assumed as a confidence interval for the interpretation of the analysis.

Duration	10 weeks
Sessions/week	3 (48/72 recovery hours between sessions)
Session length	60 min (excluding the warm-down)
Session days held	Tuesday/Thursday/Saturday
Working weeks	10 + 2 (Pre-test and post-test)
Total sessions	30 + 4 (Training, Pre-test and post-test)

Table 4. Continuous training programme (running) Control Group

Setmana	Sèries/sessió	Recup. intersèrie (s)
Primera	2	60
Segona	2	60
Tercera	3	60
Quarta	3	60
Cinquena	3	60
Sisena	4	60
Setena	4	60
Vuitena	4	60
Novena	4	45
Desena	4	45

Taula 3. Evolució de les sèries de treball durant el programa HIIT

- Tornada a la calma: vuit min d'exercici aeròbic (bicicleta estàtica). I estiraments estàtics passius i actius dels principals grups musculars exercitats.

Paral·lelament, el GC va realitzar un programa basat en la carrera seguint un mètode continu uniforme extensiu. Les sessions han estat dirigides per un graduat en CAFE, controlant la intensitat de l'esforç dels individus mitjançant l'ús de pulsòmetres individuals (model Polar FT4). La durada del programa va ser similar al del GE, mai sobrepasant el 70% del VO_{2max} personal (taula 4).

Anàlisi estadística

L'anàlisi de les dades es va realitzar mitjançant el paquet estadístic IBM SPSS Statistics 22.0 per Mac. Les dades han estat sotmeses a la prova Shapiro-Wilk per comprovar-ne la normalitat. Es van emprar estadístics descriptius mitjançant mitjanes (\bar{x}) i desviacions típiques ($S\bar{x}$).

Per a l'anàlisi intragrup de comparació de les dades obtingudes en el pretest i el postest es va utilitzar la prova t-Student per a mostres relacionades i per a l'anàlisi intergrup es va utilitzar la prova t-Student per a mostres independents. Es va assumir el 95% com a interval de confiança per a la interpretació de l'anàlisi.

Durada	10 setmanes
Sessions/setmana	3 (48/72 hores de recuperació entre sessió)
Durada sessions	60 min (excloent la volta a la calma)
Dies sessions	Dimarts/Dijous/Dissabte
Setmanes de treball	10 + 2 (Pretest i postest)
Total sessions	30 + 4 (Formació, pretest i postest)

Taula 4. Programa d'entrenament continu (cursa); grup control

Results

The results in *Table 5* show that both the EG and the CG achieved a significant reduction in the “weight” variable after the 10 weeks of training. Subjects in the EG exposed to the HIIT protocol significantly reduced their bodyweight by an average of 1.94 kg, while average weight reduction in the CG using training based on continuous running came to 0.56 kg.

With respect to the % of estimated body fat, a highly significant reduction in post-test measurements was found in the individuals in both groups (*Table 6*). An EG reduction of 2.07% was observed compared to 1.43% for the CG, which indicates that the weight reduction has not been at the expense of lean mass.

Estimated VO_2 max measurements also showed highly significant increases in the EG and the CG after the training period (*Table 7*), with the mean increase standing at 3.68 ml/kg/min in the subjects in the EG and 2.59 ml/kg/min in the CG.

Group	Dependent variable	Pre-test (\bar{x})	Pos-test (\bar{x})	Sig.
EG	Weight (kg)	65.82 ± 13,63	63.88 ± 12.70	0.010*
CG	Weight (kg)	65.22 ± 10,34	64.66 ± 10.52	0.019*

* Statistically significant difference $p < .05$ (Sig.).

Table 5. Descriptive statistics and comparison of means for “weight” values in the EG and the CG in pre- and post-test scenarios

Group	Dependent variable	Pre-test (\bar{x})	Pos-test (\bar{x})	Sig.
EG	Body fat %	18.14 ± 4.66	16.07 ± 4.56	0.001**
CG	Body fat %	18.96 ± 4.73	17.53 ± 4.53	0.009**

** Difference statistically highly significant, $p < .01$ (Sig.).

Table 6. Descriptive statistics and comparison of means for the “% fat” values in the EG and the CG in pre-test and post-test

Group	Dependent variable	Pre-test (\bar{x})	Pos-test (\bar{x})	Sig.
EG	VO_2 max (ml/kg/min)	46.12 ± 3.89	49.80 ± 3.39	0.003**
CG	VO_2 max (ml/kg/min)	48.35 ± 4.47	50.94 ± 4.00	0.005**

** Difference statistically highly significant, $p < .01$ (Sig.).

Table 7. Descriptive statistics and comparison of means for the values “ VO_2 max” in the EG and the CG in pre-test and post-test

Resultats

Els resultats de la *taula 5* mostren que tant el GE com el GC aconseguen una reducció significativa de la variable “pes” després de les 10 setmanes d’entrenament. Els subjectes del GE exposats al protocol d’entrenament HIIT han reduït significativament el seu pes corporal, amb una mitjana d’1.94 kg, sent la reducció de pes del GC amb entrenament basat en la cursa contínua de 0.56 kg.

Pel que fa al percentatge de greix corporal estimat, es comprova una reducció molt significativa en els mesuraments del postest en els individus de tots dos grups (*taula 6*). S’observa una reducció del GE de 2.07% enfront de l’1.43% del GC, la qual cosa indica que la reducció de pes no s’ha fet a costa de la matèria magra dels individus.

Els mesuraments del VO_2 màx estimat també han mostrat augments molt significatius en el GE i el GC després del període d’entrenament (*taula 7*), sent l’augment mitjà de 3.68 ml/kg/min en els subjectes del GE i de 2.59 ml/kg/min en el GC.

Grup	Variable dependent	Pretest (\bar{x})	Postest (\bar{x})	Sig.
GE	Pes (kg)	65.82 ± 13.63	63.88 ± 12.70	0.010*
GC	Pes (kg)	65.22 ± 10.34	64.66 ± 10.52	0.019*

* Diferència estadísticament significativa, $p < .05$ (Sig.).

Taula 5. Estadístics descriptius i comparació de mitjanes per als valors “pes” en el GE i el GC en pretest i postest

Grup	Variable dependent	Pretest (\bar{x})	Postest (\bar{x})	Sig.
GE	% greix corporal	18.14 ± 4.66	16.07 ± 4.56	0.001**
GC	% greix corporal	18.96 ± 4.73	17.53 ± 4.53	0.009**

** Diferència estadísticament molt significativa, $p < .01$ (Sig.).

Taula 6. Estadístics descriptius i comparació de mitjanes per als valors “% greix” en el GE i el GC en pretest i postest

Grup	Variable dependent	Pretest (\bar{x})	Postest (\bar{x})	Sig.
GE	VO_2 màx (ml/kg/min)	46.12 ± 3.89	49.80 ± 3.39	0.003**
GC	VO_2 màx (ml/kg/min)	48.35 ± 4.47	50.94 ± 4.00	0.005**

** Diferència estadísticament molt significativa, $p < .01$ (Sig.).

Taula 7. Estadístics descriptius i comparació de mitjanes per als valors “ VO_2 màx” en el GE i el GC en pretest i postest

Intergroup	Dependent variable	Sig.
EG-CG	Weight (kg)	0.815
EG-CG	Body fat %	0.395
EG-CG	VO ₂ max (ml/kg/min)	0.370
* Statistically significant difference $p < .05$ (sig.)		

Table 8. T-Student test for independent samples of “weight”, “% fat” and “VO₂max” values in post-test

Finally, the comparison of the intergroup results of the three variables showed the absence of significant differences between the post-test values of the EG and CG (Table 8).

Discussion and conclusions

The purpose of this research was to verify the effects of HIT in subjects without previous experience. In lockstep these effects have been compared with those produced by an extensive continuous training programme based on continuous running with practitioners of a similar profile.

The results show the good outcomes achieved by the intensive method in the variables studied. These results confirm those obtained by previous studies that also used HIIT for their data collection. Siegler et al. (2003) found reductions in body mass and fat mass with a protocol of three weekly sessions lasting 10-15 minutes for 10 weeks based on plyometrics. Trapp et al. (2008) performed 15 weeks of 20 minutes’ training three times a week and also obtained reductions in fat mass as well as body mass. Likewise Heydari et al. (2012) also applied a 20-minutes workout three times a week over 12 weeks to get a reduction in body mass and fat mass. More recently Sánchez and Carranque (2015) achieved similar results but with an intensive protocol of eight weeks consisting of only two weekly sessions lasting four minutes using the “Tabata” method.

Another important result obtained in this study has been in the VO₂max variable which corroborates the idea that interval-based methods, and not only continuous ones, foster an improvement in the cardiovascular capacities of people doing the activity, as indicated in Helgerud et al. (2007). Along the same lines, Daussin et al. (2008) gave two groups of subjects continuous and interval-based training respectively, obtaining improvements in cardiovascular performance in both groups but significantly higher

Intergup	Variable dependent	Sig.
GE-GC	Pes (kg)	0.815
GE-GC	% greix corporal	0.395
GE-GC	VO ₂ màx (ml/kg/min)	0.370
* Diferència estadísticament significativa, $p < .05$ (Sig.).		

Taula 8. Prova t-Student per a mostres independents de valors “pes”, “% greix” i “VO₂màx” en posttest

En últim lloc, la comparació dels resultats intergrup de les tres variables han mostrat la inexistència de diferències significatives entre els valors del posttest de GE i GC (taula 8).

Discussió i conclusions

El propòsit d’aquesta recerca va ser comprovar els efectes d’un entrenament basat en el mètode intervàlic intensiu en subjectes sense experiència prèvia. Paral·lelament, s’han comparat aquests efectes amb els produïts per un programa d’entrenament continu extensiu basat en la cursa contínua en practicants d’un perfil similar.

En aquest sentit, els resultats obtinguts ens mostren un bon comportament del mètode intensiu en les variables estudiades. Aquests resultats confirmen els obtinguts per estudis anteriors que també van utilitzar l’HIIT per al seu procediment d’obtenció de dades. Siegler et al. (2003) va comprovar reduccions de massa corporal i massa de greix amb un protocol de tres sessions setmanals de 10-15 min de durada durant 10 setmanes basat en la pliometria. Trapp et al. (2008) va realitzar 15 setmanes d’entrenament de 20 min tres vegades per setmana, obtenint també disminucions de la massa de greix, així com la massa corporal. En una línia similar, Heydari et al. (2012) va aplicar també un entrenament de 20 min tres vegades a la setmana al llarg de 12 setmanes produint-se una reducció de la massa corporal i de la massa de greix corporal. Més recentment Sánchez i Carranque (2015) van aconseguir similars resultats però amb un protocol intensiu de vuit setmanes, de tan sol dues sessions setmanals de quatre min de durada basat en el mètode Tabata.

Un altre important resultat obtingut en aquest estudi ha estat en la variable VO₂màx, dada que corrobora la idea que els mètodes intervàlics i, no solament, els continus afavoreixen la millora de les capacitats cardiovasculars dels practicants tal com assenyala Helgerud et al. (2007). En aquesta mateixa línia, de Daussin et al.

in the group that followed the protocol using interval-based exercise as can be seen in the results of this research.

The continuous extensive method based on running is also shown as being effective in improving the variables studied as there are no significant intergroup differences with respect to the HIIT method. However, the HIIT method was more effective and efficient since the improvement values are higher with a significantly lower weekly volume of exercise.

Using the HIIT protocol in individuals without prior experience was quite simple since the practitioners easily grasped the organisation of the work and the types of exercises based on functional movements using bodyweight during the two initial training sessions.

Likewise, this type of work allows a group of practitioners with different levels of performance to train in the same space and time, since each one adjusts their workload to the maximum intensity that they can do individually. We believe that this is very relevant in practical terms since the same is not the case in continuous methods such as running, where group training is made very complicated by the sizeable gaps in individual performance that call for differentiated working rhythms and therefore make joint training impossible.

In short, the potentiality of the HIIT method was verified as an intervention protocol in individuals without experience due to its simplicity of use, versatility in heterogeneous groups and excellent outcomes in improving variables related to healthy physical condition.

Conflict of Interests

None.

References | Referències

- Bar-Or, O., Dotan, R., & Inbar, O. (1977). A 30 seconds all out ergometric test: its reliability and validity for anaerobic capacity. *Israel Journal of Medical Science*, 113, 226-230.
- Boiche, J. & Sarrazin, P. (2009). Proximal and distal factors associated with dropout versus maintained participation in organized sport. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8(1), 9-16.
- Boutcher, S. H. (2011). High-intensity intermittent exerci-

(2008) va sotmetre a dos grups de subjectes a entrenament continu i intervàlic respectivament, obtenint millores de rendiment cardiovascular en tots dos grups però significativament majors en el grup que va realitzar el protocol basat en l'exercici intervàlic tal com s'observa en els resultats d'aquesta recerca.

El mètode continu extensiu basat en la carrera també es mostra com un mètode efectiu en la millora de les variables estudiades, no existint diferències significatives intergrupals respecte al mètode HIIT. No obstant això el mètode HIIT s'ha comportat d'una forma més eficaç i eficient, ja que els valors de millora són superiors amb un volum de pràctica setmanal netament menor.

Es pot afirmar que la implementació del protocol HIIT en individus sense experiència prèvia ha estat un procés senzill, doncs tant l'organització del treball com la tipologia dels exercicis utilitzats basats en moviments funcionals sense càrrega addicional (autocàrregues), han estat fàcils d'assimilar pels practicants durant les dues sessions inicials de formació.

Així mateix, aquest tipus de treball permet que un grup de practicants amb nivells de rendiment diferent puguin entrenar en un mateix espai i temps, doncs cadascun ajusta el seu treball a la intensitat màxima que individualment pot desenvolupar. A efectes pràctics, es tracta d'un fet molt rellevant perquè això no passa en mètodes continus com la cursa, on l'entrenament grupal es fa molt complicat per la disparitat de rendiment individual que exigeix ritmes de treball diferenciats i per tant impossibilita l'entrenament conjunt.

En definitiva, comprovem les potencialitats del mètode HIIT com a protocol d'intervenció en individus sense experiència, per la seva senzillesa d'aplicació, la seva versatilitat en grups heterogenis i el seu excel·lent comportament en la millora de variables relacionades amb la condició física saludable.

Conflicte d'interessos

Cap.

- se and fat loss. *International Journal of Obesity*, 32, 684-691. doi:10.1155/2011/868305
- Camps, A. (2011). Consum d'oxigen postexercici després d'un exercici continu i un altre d'interval en tapis rodant. *Apunts. Educació Física i Esports* (104), 21-27. doi:10.5672/apunts.2014-0983.cat.(2011/2).104.02
- Chisholm, D. M., Collis, M. L., Kulak, L.L., Davenport, W., Gruber, N. & Stewart, G. (1978). *PAR-Q Validation Report: The*

- evaluation of a self-administered pre-exercise screening questionnaire for adults.* Vancouver, BC: Ministry of Health.
- Daussin, F. N., Zoll, J., Dufour, S. P., Ponsot, E., Wolf, E. L., Dou-treleau, S., ... Richard, R. (2008). Effect of interval versus continuous training on cardiorespiratory and mitochondrial functions: relationship to aerobic performance improvements in sedentary subjects. *American Journal of Physiology: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 295(1), 264-272. doi:10.1152/ajpregu.00875.2007
- De Hoyo, M., & Sañudo, B. (2007). Motivos y hábitos de práctica de actividad física en escolares de 12 a 16 años en una población rural de Sevilla. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 7(26), 87-98.
- Emberts, T., Porcari, J., Dobers-tein, S., Steffen, J. & Foster, C. (2013). Exercise Intensity and Energy Expenditure of a Tabata Workout. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12(3), 612-613.
- Gibala, M. J. (2009). Molecular responses to high-intensity interval exercise. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 34(3), 428-432. doi:10.1139/H09-046
- Gibala, M. J., Little, J. P., MacDonald, M. J., & Hawley, J.A. (2012). Physiological adaptations to low-volume high-intensity interval training in health and disease. *Journal of Physiology*, 590(5), 1077-1183. doi:10.1113/jphysiol.2011.224725
- Gibala, M. J., & McGee, S. L. (2008). Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain?. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 36(2), 58-63. doi:10.1097/JES.0b013e318168ec1f
- Guillen, J. (2012). Low-volume, high-intensity interval training: A practical fitness strategy. *Wellspring*, 23(4), 1-4.
- Helgerud, J., Hoydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., & Hoff, J. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve $\text{VO}_{2\text{max}}$ more than moderate training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(4), 665-671. doi:10.1249/mss.0b013e3180304570
- Heydari, M., Freund, J., & Boutcher, S. H. (2012). The Effect of High-Intensity Intermittent Exercise on Body Composition of Overweight Young Males. *Journal of Obesity*, 2012, 1-8. doi:10.1155/2012/480467.
- Huggett, T. (2013). Sample class: Triple T. *IDEA Fitness Journal*, 10(5), 75-76.
- King, J., Broeder, C., Browder, K., & Panton, L. (2002). A comparison of interval vs steady-state exercise on substrate utilization in overweight women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33, 228-228. doi:10.1097/00005768-200205001-00726
- Klika, B., & Jordan, C. (2013). High-Intensity Circuit Training using body weight. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 17(3), 3-8. doi:10.1249/FIT.0b013e31828cb1e8
- Laursen, P.B. & Jenkins, D.G. (2002). The Scientific Basis for High-Intensity Interval Training Optimising Training Programmes and Maximising Performance in Highly Trained Endurance Athletes. *Sports Medicine*, 32(1), 53-73. doi:10.2165/00007256-200232010-00003
- Léger, L. & Gadoury, C. (1989). Validity of the 20 m shuttle run test with 1 min stages to predict $\text{VO}_{2\text{max}}$ in adults. *Canadian Journal of Sport Science*, 14(1), 21-26.
- Léger, L., Mercier, D., Gadoury, C. & Lambert, J. (1988). The multistage 20 meter shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Science*, 6(2), 93-101. doi:10.1080/02640418808729800
- López, J., & Fernández, A. (2006). *Fisiología del ejercicio*. Madrid: Panamericana.
- López, G. F., Borrego, F. J., & Díaz, A. (2013). Efectos de un programa de actividad física en la composición corporal de escolares de 3-5 años. *SPORT TK: Revista Euroamericana de Ciencias del Deporte*, 2(2), 41-44.
- Martínez, A.C., Chillón, P., Martín, M., Pérez, I., Castillo, R., Zapatera, B., ... Delgado, M. (2012). Motivos de abandono y no práctica de actividad físico-deportiva en adolescentes españoles: estudios Avena. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 12(1), 45-54. doi:10.4321/S1578-84232012000100005
- Mombiedro, C., Léger, L., Roy, J. Y., Cazorla, G., Delgado, M., Gutierrez, A. & Prat, J. (1992). Validité du test de course navette de 20 m pour prédire le $\text{VO}_{2\text{max}}$ d'athlètes d'endurance. *Science & Motricité*, 17, 3-10.
- O'Donovan, G., Owen, A., Bird, S. R., Kearney, E. M., Nevill, A. M., Jones, D. W., & Woolf, C. (2005). Changes in cardiorespiratory fitness and coronary heart disease risk factors following 24 wk of moderate- or high-intensity exercise of equal energy cost. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism Journal*, 98(5), 1619-1625. doi:10.1152/jappphysiol.01310.2004
- Olson, M. (2013). Tabata interval exercise: Energy expenditure and post-exercise responses. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45, S420.
- Pernía, J., Corral, A., & Del Castillo, O. (2010). La valoración del $\text{VO}_{2\text{max}}$ y su relación con el riesgo cardiovascular como medio de enseñanza-aprendizaje. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 10(2), 25-30.
- Perry, C. G., Heigenhauser, G. J., Bonen, A., & Spriet, L. L. (2008). High-intensity aerobic interval training increases fat and carbohydrate metabolic capacities in human skeletal muscle. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism Journal*, 33(6), 1112-1123. doi:10.1139/H08-097
- Ripka, W. L., Rotta, C. V., Ulbricht, L., & Neves, E. B. (2014). Composición corporal evaluada por pliegues cutáneos y bioimpedancia en varones militares brasileños / Body composition evaluated by skinfolds, bioimpedance and body mass index in adults. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 14(54), 279-289.
- Rodríguez, F. A. (1996). Versión española del Cuestionario de Aptitud para la Actividad Física (CAAF/rPAR-Q). *Archivos de Medicina del Deporte*, 51, 63-68.
- Sánchez, F. J., & Carranque, G. A. (2015). Efectos del entrenamiento tabata en la composición corporal del futbolista. *Kronos*, 14(1).
- Sánchez, J., Hernández, C., Marcos, V., González, A., Rodríguez, A., & Carretero, M. (2016). Efecto de un entrenamiento intermitente con y sin cambios de dirección, sobre el rendimiento físico de jóvenes futbolistas. *Retos*, 30, 70-75.
- Shirae, T., & Barclay, G. (2012). Evidence based exercise: Clinical benefits of high intensity interval training. *Australian Family Physician*, 41(12), 960-962.
- Siegler, J., Gaskill, S., & Ruby, B. (2003). Changes Evaluated in Soccer-Specific Power Endurance Either With or Without a 10-Week, In-Season, Intermittent, High-Intensity Training Protocol. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(2), 379-387.
- Tabata, I., Nishimura, K., Kouzaki, M., Hirai, Y., Ogita, F., Miyachi, M., & Yamamoto, K. (1996). Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and $\text{VO}_{2\text{max}}$. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28(10), 1327-1330. doi:10.1097/00005768-199610000-00018
- Tanita Institute Contract Study. (2004). *Algorithm Development for Estimating Visceral Fat Rating*. Heysfield, S.B. MD. Columbia University College of Physicians and Surgeons.
- Thackray, A. E., Barrett, L. A., & Tolfrey, K. (2013). Acute high-intensity interval running reduces postprandial lipemia in boys. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(7), 1277-84. doi:10.1249/MSS.0b013e31828452c1
- Thomas, S., Reading, J., & Shepard, R.J. (1992). Revision of the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). *Canadian Journal of Sport Science*, 17(4), 338-345.
- Tjonna, A. E., Lee, S. J., Rognmo, O., Stolen, T. O., Bye, A., Haram, P. M., & Wisloff, U. (2008). Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study. *Circulation Journal*, 118, 346-354. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.108.772822
- Trapp, E. G., Chisholm, D. J., Freund, J. & Boutcher, S. H. (2008). The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *International Journal of Obesity*, 32, 684-691. doi:10.1038/sj.ijo.0803781
- Wang, Z., Nishizawa, M. K., Sato, H., Sakamoto, Y., Ikeda, Y., & Heymsfield, S.B. (2004). Japanese-American Differences in Visceral Adiposity and a Simplified Estimation Method for Visceral Adipose Tissue. *North American Association for the Study of Obesity, Annual Meeting*. Abstract 518-P.