Rendimiento en el Deporte

Efectos del Entrenamiento Tabata en la Composición Corporal del Futbolista

Effects of Tabata Training in the Footballer Body Composition

Francisco Javier, Sánchez Pérez., Carranque Chaves, Gabriel Ángel.

[1]*Universidad de Málaga (España) Facultad de Ciencias de la Educación*
[2]*Universidad de Málaga (España) Facultad de Psicología y Medicina. Departamento de Cirugía, Obstetricia y Ginecología*

Dirección de contacto: Francisco Javier Sánchez Pérez fransanchezpt@hotmail.com
Fecha de recepción: 6 de Noviembre 2014
Fecha de aceptación: 6 de Abril de 2015

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue conocer la relación que existe entre el entrenamiento interválico de alta intensidad (método Tabata) asociado a una dieta mediterránea y la composición corporal en un equipo de futbol federado en categoría provincial. Participaron 14 futbolistas voluntarios que fueron distribuidos en tres grupos: (C) Control (n-5), (T) Tabata (n-5) y (TD) Tabata-dieta (n-4). La frecuencia del entrenamiento fue de 2 veces por semana durante 8 semanas con una duración de 4’ por sesión, mediante ejercicios pliométricos y calisténicos. Se emplearon diversas encuestas alimentarias y se efectuaron mediciones pretest y postest mediante impedancia bioeléctrica. Se obtuvieron cambios significativos en la disminución de la masa grasa corporal tanto en el grupo Tabata ($p = 0.05$) como en el grupo Tabata-dieta donde fue aún mayor ($p = 0.004$); sin embargo aparecieron 2 tendencias estadísticas ($p = 0.052$) en Tabata y ($p = 0.055$) en Tabata dieta, con una alta asociación y un gran tamaño del efecto. Se produjeron aumentos en porcentajes de masa magra ($p = 0.05$) en Tabata y ($p = 0.004$) en Tabata dieta, así como de agua corporal y masa mineral en Tabata y Tabata dieta. Sin embargo, se redujo en Tabata dieta: Kg de masa corporal, IMC, nivel de grasa visceral y Kg de masa proteica. Se puede señalar que 8 semanas de entrenamiento Tabata originan modificaciones en la composición corporal que serían útiles para ajustar la programación del entrenamiento deportivo ya que resultaron significativos los cambios producidos.

Palabras Clave: entrenamiento interválico de alta intensidad, composición corporal, Tabata, pérdida de grasa

ABSTRACT

The aim of this study was to find out the relationship between High Intensity Interval Training (Tabata Method) associated with a Mediterranean diet and the corporal composition in a federated football team at provincial category. 14 volunteer footballers participated and were distributed into 3 groups: (C) control (n-5), (T) Tabata (n-5) and (TD) Tabata diet (n-4). The frequency of training was twice per week along 8 weeks with 4’ long sessions, through plyometric and calisthenic

exercises. Different alimentary surveys were used and there were Pretest and postest measurements by bioelectric impedance. Significant changes were achieved in the decreasing of the body fat mass both in Tabata group (p = 0.05) and Tabata diet were it was even greater (p = 0.004); however 2 statistic trends appeared (p = 0.052) in Tabata and (p = 0.055) in Tabata diet, with a high association and a big effect size. There were increases in lean mass percentages (p = 0.05) in Tabata and (p = 0.004) in Tabata diet, as well as in body water and mineral mass in Tabata and Tabata diet. Nevertheless, in Tabata diet was reduced: Kg of body mass, BMI, level of visceral fat and Kg of protein mass. We can mention that 8 weeks of Tabata training cause modifications in body composition which could be used to adapt the planning of the sport training since the changes caused were significant.

Keywords: high intensity interval training, body composition, Tabata, fat loss.

INTRODUCIÓN

En toda disciplina deportiva es imprescindible considerar aquellos parámetros que influyen en el estado de salud del atleta, en tanto en cuanto van a condicionar su rendimiento deportivo. Uno de los indicadores más importantes es el estado nutricional, por lo que una dieta completa y equilibrada con unas proporciones adecuadas de macro y micronutrientes, facilita el peso óptimo y la composición corporal apropiada al deporte que se practica. La composición corporal, que hace referencia a la constitución química del organismo. Inicialmente se estructuró en 5 niveles: atómico, molecular, celular, tejidos y cuerpo completo (Wang, Pierson, & Heymsfield, 1992; WHO, 1995). Posteriormente se han ido simplificando y han aparecido diversos modelos, siendo el más utilizado el *Modelo de 2 componentes* (Wilmore & Costill, 2007).

Este Modelo divide el cuerpo en masa grasa que corresponde al porcentaje de la masa corporal total que se compone de grasa y la masa magra referida a todo el tejido restante libre de grasa (en la mujer 72% , en el varón 85%). Estos porcentajes van ligados al éxito deportivo ya que interrelacionan directamente con la potencia y la capacidad tanto aeróbica como anaeróbica del atleta. Además, un porcentaje elevado de la masa grasa supone un riesgo para la salud general y ofrece un riesgo mayor de lesiones (Bernadot, 2001).

Los valores porcentuales de grasa corporal en el fútbol oscilan entre el 6% y el 14% en hombres y entre el 10% y el 18% en mujeres. (Wilmore & Costill, 2007); en cambio para el resto de población adulta los rangos saludables son del 8%-20% en hombres y del 21%-33% en mujeres (Gallagher, Heymsfield, Heo, Jebb, Murgatroyd, & Sakamoto, 2000).

El entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT), se caracteriza por la realización de series de corta a moderada duración, a una intensidad por encima del umbral anaeróbico, separadas por periodos cortos de baja intensidad o de inactividad (Laursen, & Jenkins, 2002). Los componentes a manipular son: la intensidad y duración del ejercicio; así como la intensidad y duración de la recuperación (López, 29 de enero 2014). Las reservas energéticas utilizadas proceden en la fase inicial del ATP intracelular y de la Fosfocreatina (PC), pero la principal respuesta metabólica la encontramos en la glucolisis anaeróbica, sin embargo la acidosis producida por la alta intensidad, limita la actividad enzimática de la fosfofructoquinasa (frenando la glucolisis anaeróbica) activándose de este modo las rutas aeróbicas de la glucolisis y de la lipolisis (López, 14 de febrero 2014).

Una de las principales ventajas del entrenamiento interválico es que la intensidad puede ser sostenida por más tiempo dando mayor cantidad de estímulos a altas intensidades, manteniendo un equilibrio entre la tasa de lactato (intensidad) y la cantidad de producción del mismo (duración), permitiendo al organismo la suficiente recuperación fisiológica para poder realizar las demás repeticiones a la intensidad requerida. De este modo las adaptaciones fisiológicas y bioquímicas se van a producir en relación a la intensidad, la duración y al periodo de recuperación, ya que según estos parámetros se va a incidir en mayor o menor medida en las diferentes rutas metabólicas (López Chicharro & Fernández Vaquero, 2006). Este tipo de entrenamiento provoca numerosas respuestas fisiológicas y metabólicas en el organismo **como pueden ser: la mejora de la resistencia aeróbica y anaeróbica (**Gibala & McGee, 2008; Morera, 2005**; Tabata,** Nischimura, Kouzaki, Hirai, Ogita, Miyachi, et al., **1996),** adaptaciones **cardiovasculares,**mantenimiento del lactato(Boutcher, 2011), **actividad enzimática oxidativa en la mitocondria, oxidación de ácidos grasos (**Hawley, Martin, Stepto, & Fallon, 2001; Talanian, Galloway, Heigenhauser, Bonen, & Spriet, 2007; Tremblay, Simoneau, & Bouchard, 1994), **con la consecuente reducción de grasa corporal** (Siegler, Gaskill, & Ruby, 2003; Trapp, Chisholm, Freund, & Boutcher, 2008) debido al aumento de la síntesis de citrato, citocromo oxidasa, movilización de ácidos grasos y del 3 β-hidroxiacyl Coenzima A deshidrogenasa (Gillen, Percival, Ludzki, Tarnopolsky, & Gibala, 2013; Heydari, Freund, & Boutcher, 2012; Hood, Little, Tarnopolsky, Myslik, & Gibala, 2011) incrementa la actividad hormonal del cortisol, testosterona, hormona del crecimiento, IGF-1 y de las catecolaminas que

tienen un efecto lipolítico de mayor potencia y duración a nivel del tejido adiposo y muscular, afectando a la composición de la grasa corporal (norepinefrina y epinefrina) (Boutcher, 2011; Trapp, Chisholm, & Boutcher, 2007; Wahl, Mathes, Achtzehn, Bloch, & Mester, 2014; Wahl, Zinner, Achtzehn, Bloch, & Mester, 2010) mejora de la velocidad (Dupont, Koffi, & Serge, 2004) **cambio del tipo de fibras musculares (**Simoneau, Lortie, Boulay, Marcotte, Thibault, & Bouchard, 1985)**, resistencia a la insulina**porTrapp et al. (2008).

El entrenamiento Tabata está asociado al entrenamiento interválico de alta intensidad y consiste en realizar periodos cortos de trabajo de 20 segundos a alta intensidad combinados con periodos cortos de 10 segundos de descanso o recuperación. Lo sorprendente de los estudios utilizando el método Tabata es que en tan sólo 4 minutos de ejercicio se consiguen importantes modificaciones fisiológicas que podrían mejorar el rendimiento deportivo. La diferencia principal entre HIIT y Tabata es el período de descanso entre las series de trabajo que en el primer caso es más prolongado.

Tabata et al. (1996)demostró que 4 minutos de ejercicio, durante 6 semanas, aumenta la capacidad anaeróbica como aeróbica.Un estudio comparativo entre el método Tabata y otro tipo de entrenamiento con 30 segundos de ejercicio y 2 minutos de recuperación, reveló que el grupo Tabata obtuvo una elevación más significativa de la capacidad aeróbica y anaeróbica (Tabata, Irisawa, Kouzaki, Nishimura, Ogita, & Miyachi,**1997), así como un incremento en el contenido de GLUT4 muscular mejorando la captación de glucosa (Terada** et al.**2001). Otro estudio puso de manifiesto que este método aumenta la síntesis de citrato y la actividad de la 3 β-hidroxiacyl Coenzima A deshidrogenasa (enzima importante en la oxidación de ácidos grasos) (Terada, Tabata, & Higuchi, 2004). Recientemente Olson (2013) ha comprobado que el entrenamiento Tabata acelera los procesos metabólicos empleando ejercicios calisténicos y pliométricos, si bien tanto la Frecuencia Cardiaca como el VO2máx fueron mayores que los recomendados por el American College of Sports Medicine para la mejora de la resistencia cardiorrespiratoria (Emberts,**Porcari, Dobers-tein, Steffen, & Foster, **2013).**

El propósito del estudio fue evaluar el efecto sobre la composición corporal (masa grasa y masa magra) del método Tabata de manera aislada y en combinación con una dieta mediterránea equilibrada, distribuyendo los sustratos energéticos en 55% hidratos de carbono, 30% de lípidos y 15% de proteínas, en jugadores de futbol de segunda división provincial de Málaga.

MÉTODO

Sujetos

En el estudio participaron 14 jugadores de fútbol del Candor C.F. de Las Lagunas de Mijas, integrantes del equipo Juvenil y Senior masculino (17.8 ± 1.3 años, 1.75 ± 0.05 m, 74.4 ± 8.6 kg), los cuales entrenaban 3 días en semana con una duración de 90’ y disputaban un partido oficial el fin de semana.

Se mantuvo una reunión informativa con todos los participantes y sus representantes legales para explicarles las características del estudio. Se les pasó el consentimiento informado antes de su inclusión en el estudio.

Se dividieron en tres grupos: Grupo 1: (C) control, no realiza el entrenamiento Tabata (n=5, 18.6 ± 1.5 años, 1.76 ± 0.02 m, 68.0 ± 9.3 kg). Grupo 2:T) realizan el entrenamiento Tabata (n=5, 17.8 ± 0.8 años, 1.73 ± 0.06 m, 76.6 ± 6.7 kg). Grupo 3: (TD) realizan el entrenamiento Tabata y una dieta equilibrada (n=4, 16.7 ± 0.9 años, 1.75 ± 0.06 m, 79.6 ± 6.0 kg).

Material

Para la recogida de datos (colaboraron los entrenadores de los 2 equipos) se utilizó una *encuesta nutricional* donde se recogía el consumo de alimentos habituales, el recuerdo de 24 horas de consumo e historial médico que pudieran tenerse en cuenta en el estudio; y un *diario dietético* de 3 días de duración (González, Sánchez, y Mataix, 2006). Para las mediciones antropométricas de talla se utilizó un metro de pared y para las medidas sobre composición corporal se utilizó una báscula de bioimpedancia eléctrica de marca Tanita UM-076 de 50 kHz, compuesta por 4 electrodos, de la que se sacaron datos de masa corporal, % de grasa corporal, masa muscular, nivel de grasa visceral, % de agua corporal y el Metabolismo Basal (Tanita Institute Contract Study, 2004; Wang, Nishizawa, Sato, Sakamoto, Ikeda, & Heymsfield, 2004).

Los tiempos de ejecución y recuperación se midieron mediante la Aplicación Tabata HIIT Timer versión 1.4 para Android y para medir la Frecuencia Cardíaca con la aplicación para cronómetro Hybrid Stopwatch versión 2.0.5.4. y el software para

la elaboración de la dieta fue el Programa DIAL versión 1.19.

Procedimiento

En este estudio vamos a dar prioridad al modelo de 2 componentes y al modelo molecular de 4 componentes de Wang et al. (1992) ya que nos interesa conocer los porcentajes de grasa corporal y de masa magra o masa libre de grasa, así como los de agua corporal, de masa mineral y de masa proteica.

Con los datos obtenidos en la Tanita podemos obtener el porcentaje de proteínas, restando el de agua corporal al de masa muscular y para conseguir el de masa mineral, se resta el porcentaje de masa muscular al de masa magra.

La duración del estudio fue de 8 semanas, entre febrero y abril de 2014. Una semana antes del inicio de la investigación se hizo entrega de los documentos en papel y se tomaron las medidas antropométricas basales *(Test inicial).*

Se recogieron datos demográficos como edad, sexo y altura. Que se tuvieron en cuenta en la Bioimpedancia eléctrica, y para que las mediciones fueran más precisas, se tomaron a la misma hora del día, en ayuno mínimo de 3 horas, no realizaron ningún tipo de actividad física en las 12 horas previas, no tomaron bebidas como café o té y evacuaron la vejiga antes de la medición.

Los criterios de inclusión para participar en el estudio fueron: no haber presentado en los últimos 6 meses diabetes, hipertensión, asma, alteraciones cardiocirculatorias, escoliosis, hiperlordosis lumbar, etc, (ya que el tipo de ejercicios es de alto impacto y puede ser perjudicial sobre todo para la columna vertebral), así como tener alergia a alimentos o medicamentos. Todos los grupos se realizaron al azar. En todos los casos se requirió la certificación médica oficial. Asimismo se realizó el compromiso por escrito para el seguimiento de la dieta mediante un diario y la encuesta nutricional apropiada.

Para la elaboración de una dieta equilibrada se utilizó el software informático DIAL siguiendo las recomendaciones nutricionales de (Arasa, 2005; Cochran, Little, Tarnopolsky, & Gibala, 2010; Gibala, 2013; Mujika & Burke, 2010; SEEDO, 2007)con un reparto nutricional de 50% de Hidratos de Carbono, 15% de Proteínas, 30% de Lípidos de los cuales Ácidos grasos: Saturados 8.4%, monoinsaturados 13.2% y poliinsaturados 5.4%, con un aporte de ácidos grasos Omega 3 de 1.4 g/día y 38.4 g/día de fibra. Para saber cuál era el Gasto Energético Total (GET) debíamos conocer el Metabolismo Basal (GEB), el cual se podía estimar mediante diferentes ecuaciones predictivas como la de Harris-Benedict, la propuesta por la OMS, o por ejemplo a través de la bioimpedancia eléctrica. Además había que sumarle la Actividad Física en un 55%, ya que realizaban actividad física moderada (3-5 días) y el Efecto Térmico de los Alimentos en un 10%, estimando así las Necesidades de Consumo Energético (Martínez, Veiga, López, Cobo, & Carbajal, 2005).

El entrenamiento Tabata se realizó 2 días a la semana, al final de cada sesión con los grupos T y TD.
Este tipo de entrenamiento requiere de una gran condición física por ello el método se aplicó de manera progresiva durante las 3 primeras semanas, acercándonos paulatinamente hasta los tiempos del método Tabata, reduciendo el tiempo de ejecución y aumentando el tiempo de descanso (Tabla 1).

Tabla 1. *Progresión Tabata*

SEMANAS	EJECUCIÓN	DESCANSO
1 – 2	15″	30″
3	20″	20″
4 - 5 - 6 - 7 - 8	20″	10″

Para ajustar la progresión se tuvo en cuenta la respuesta cardíaca, comprobando que al minuto se restableciese a 120 pulsaciones/min. Para tomar la Frecuencia Cardíaca se realizó mediante la palpación de la arteria carótida o radial.

Se realizaron ejercicios con el propio peso corporal o calisténicos y pliométricos basados en los utilizados porEmberts et al. (2013) con el fin de utilizar el mayor número de grupos musculares para provocar un mayor impacto hormonal y metabólico.
Se seleccionaron 4 ejercicios por semana (Tabla 2) y cada semana se realizaban 2 sesiones de Tabata. Éstos se realizaban

sucesivamente en 2 series hasta completar los 4', a la máxima velocidad gestual alcanzando el mayor número de repeticiones.

Tabla 2. *Ejercicios*

SEMANA	Ejercicio 1	Ejercicio 2	Ejercicio 3	Ejercicio 4
1 y 5	Flexiones de brazos	Burpees	Skipping	Escalador
2 y 6	Fondos de tríceps	Saltos rodillas al pecho	Burpees con giro	Step
3 y 7	Sentadillas	Saltos	Lunge derecha	Lunge Izquierda
4 y 8	Skipping	Flexiones de brazos	Saltos a escalón	Escalador sin apoyo

Nota. Fuente: adaptado de Emberts et al. (2013). Exercise Intensity and Energy Expenditure of a Tabata Workout. *Journal of Sports Science and Medicine*, *12*, 612-613.

Una semana después del estudio se volvieron a tomar las medidas en la báscula
(*Test final).*

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se ha utilizado el software informático IBM SPSS Statistics versión 19. Se ha realizado un análisis de varianza 2x3 de medidas parcialmente repetidas, con el tipo de estímulo como factor intersujeto (grupo) y un pretest-postest como factor intrasujeto, un análisis de varianza unifactorial sobre los cambios producidos, así como la prueba *t* de grupos relacionados y en caso de no satisfacer la normalidad se realizaron las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis y *U* de Mann-Whitney. Comprobando de esta forma los cambios que se producen entre grupos y dentro de un mismo grupo.

RESULTADOS

- ***Masa grasa***

Los resultados muestran efectos significativos en la interacción entre los factores pretest-postest y grupo [F(2,11)= 9.34, ω2parcial =0.54 y p = 0.004] indicando que existen diferencias significativas en el porcentaje de grasa en relación al tipo de entrenamiento.

Analizado los efectos de interacción del factor grupo obtenemos los cambios producidos dentro de cada grupo. En grupo C [(t(4)= -2,16; p = 0,096] no aparecen cambios significativos. Sin embargo en los grupos T y TD aparecen ciertas tendencias estadísticas [t(4)= 2.73; r= 0.81; d= 1.22; p = 0,052] y [t(3)= 3.05; r= 0.87; d= 1.53; p = 0.055] que aunque no llegan a ser significativas podría comprobarse que el cambio producido si lo es, mediante las medidas de asociación y tamaño del efecto, los cuales demuestran una alta asociación en los 2 grupos experimentales así como un gran tamaño del efecto. Pudiendo señalar que los cambios producidos dentro de cada grupo experimental si son significativos.

Por otro lado, las comparaciones múltiples por el ajuste de Bonferroni (Figura 1) podemos observar que los 2 grupos experimentales presentan diferencias significativas con respecto al grupo C p = 0.05 y p = 0.004 pero no entre ellos p = 0.148.

- ***Masa magra***

Los resultados son prácticamente los mismos a los de masa grasa, pero en sentido inverso, es decir, la pérdida de porcentaje en uno repercute en ganancia del otro.

- ***Agua corporal***

Encontramos efectos significativos en su interacción [$F(2,11)= 15.7$, $\omega 2 parcial= 0.68$ y $p = 0.001$] mostrando que éste difiere según el grupo de entrenamiento.
En los efectos de interacción del factor grupo observamos cambios significativos en los 2 grupos experimentales: T [$t(4)= -4.55$; $r= 0.91$; $d= -2.05$; $p = 0,01$] y TD [$t(3)= 4.06$; $r= 0.92$; $d= -2.04$; $p = 0.027$] indicando que el porcentaje de agua corporal aumenta con este entrenamiento.
En las comparaciones múltiples según el cambio producido (Figura 3) vemos que hay diferencias entre el grupo C y T $p = 0.026$ y el grupo C y TD $p = 0.001$ por el ajuste de Bonferroni.

- ***Masa mineral***

Ha sido analizado por la prueba H de Kruskal-Wallis mediante el cambio producido (Figura 4), mostrando significación estadística exacta [$x2(2)= 9.64$; $p = 0.008$] indicando que si difieren entre grupos.
En cuanto a las comparaciones entre grupos se han analizado mediante la prueba U de Mann-Whitney arrojando diferencias significativas exactas unilaterales entre los grupos C y T [$U= 4$; $p = 0.048$; $r= 0.68$] ($MR= 3.80$) y ($MR= 7.20$) y C y TD [$U= 2$; $p = 0.032$; $r= 0.8$] ($MR= 3.40$) y ($MR= 7$) aumentando el porcentaje de masa mineral en los 2 grupos experimentales.

1.5 Sobre los Kg de Masa corporal

Los resultados indican que hay diferencias significativas en la interacción entre grupos de [F $2,11)= 7.88$, $\omega 2 parcial= 0.50$ y $p = 0.008$].
Según los efectos de interacción por grupo vemos diferencias significativas en D con un [$t(3)= 3.2$; $r= 0.88$; $d= 1.60$; $p = 0.049$] siendo el único que perdió masa corporal.
Mediante la prueba de U de Mann-Whitney aparecen diferencias significativas exactas unilaterales del cambio producido (Figura 2) entre C y T [$U= 3.5$ $p = 0.032$ $r= 0.72$] ($MR= 7.3$) y ($MR= 3.7$), C y TD [$U= 0$; $p = 0.008$; $r= 1$] ($MR= 7$) y ($MR= 2.5$) y T y TD [$U= 2$; $p = 0.032$; $r= 0.8$] ($MR= 6.6$) y ($MR= 3$).

1.6 Sobre los Kg de Masa grasa

Los resultados muestran que hubo diferencias significativas en la interacción entre ambos factores [$F(2,11)= 9.79$, $\omega 2 parcial= 0.56$ y $p = 0.004$].
Viendo los efectos de interacción del factor grupo aparecen diferencias significativas en T [$t(4)= 2.93$; $r= 0.83$; $d= 1.31$; $p = 0.042$] y en TD una tendencia estadística con una asociación alta y un gran tamaño del efecto [$t(3)= 3.06$; $r= 0.87$; $d= 1.54$; $p = 0.055$] pudiendo indicar que el entrenamiento reduce la masa grasa en ambos grupos siendo más pronunciada en el grupo TD.
En cuanto a las comparaciones por pares según el cambio producido siguiendo la prueba de U de Mann-Whitney hay diferencia significativa unilateral entre C y T [$U= 0$ $p = 0.004$; $r= 1$] ($MR= 8$) y ($MR= 3$) y C y TD [$U= 0$; $p = 0.008$; $r= 1$] ($MR= 7$) y ($MR= 2.5$).

1.7 Sobre los Kg de Masa proteica

Aparecen diferencias significativas en el factor interacción [$F(2,11)= 4.18$; $\omega 2 parcial= 0.31$ y $p = 0.045$] indicando que la masa proteica depende del tipo de agrupación.
En la comparación por pares según la prueba U de Mann-Withney hay diferencias significativas exactas unilaterales en C y TD [$U= 0$; $p = 0.008$; $r= 1$] ($MR= 7$) y ($MR= 2.5$) y T y TD [$U= 2$; $p = 0.032$; $r= 0.8$] ($MR= 6.6$) y ($MR= 3$) siendo TD el que más desciende.

1.8 Nivel de grasa visceral

Siguiendo la prueba de Kruskal-Wallis sobre el cambio producido podemos comprobar que aparece significación estadística exacta [$x2(2)= 6.18$; $p = 0.041$] indicando que hay diferencias entre los grupos.
En cuanto a las comparaciones por pares según la prueba de U de Mann-Withney encontramos diferencia significativa exacta unilateral entre C y TD [$U= 2.5$ $p = 0.048$; $r= 0.75$] ($MR= 6.50$) y ($MR= 3.13$).

1.9 IMC

Los resultados muestran diferencias significativas en el facto interacción [$F(2,11)= 8.15$, $\omega 2 parcial= 0.51$ y $p = 0.007$].
En los efectos de interacción sobre el factor grupo encontramos diferencias significativas en D [$t(3)= 3.2$; $r= 0.88$; $d= 1.60$; $p = 0.049$].
En cuanto a las comparaciones múltiples del cambio producido encontramos diferencias significativas entre los grupos C y TD $p = 0.006$ según el ajuste Bonferroni.

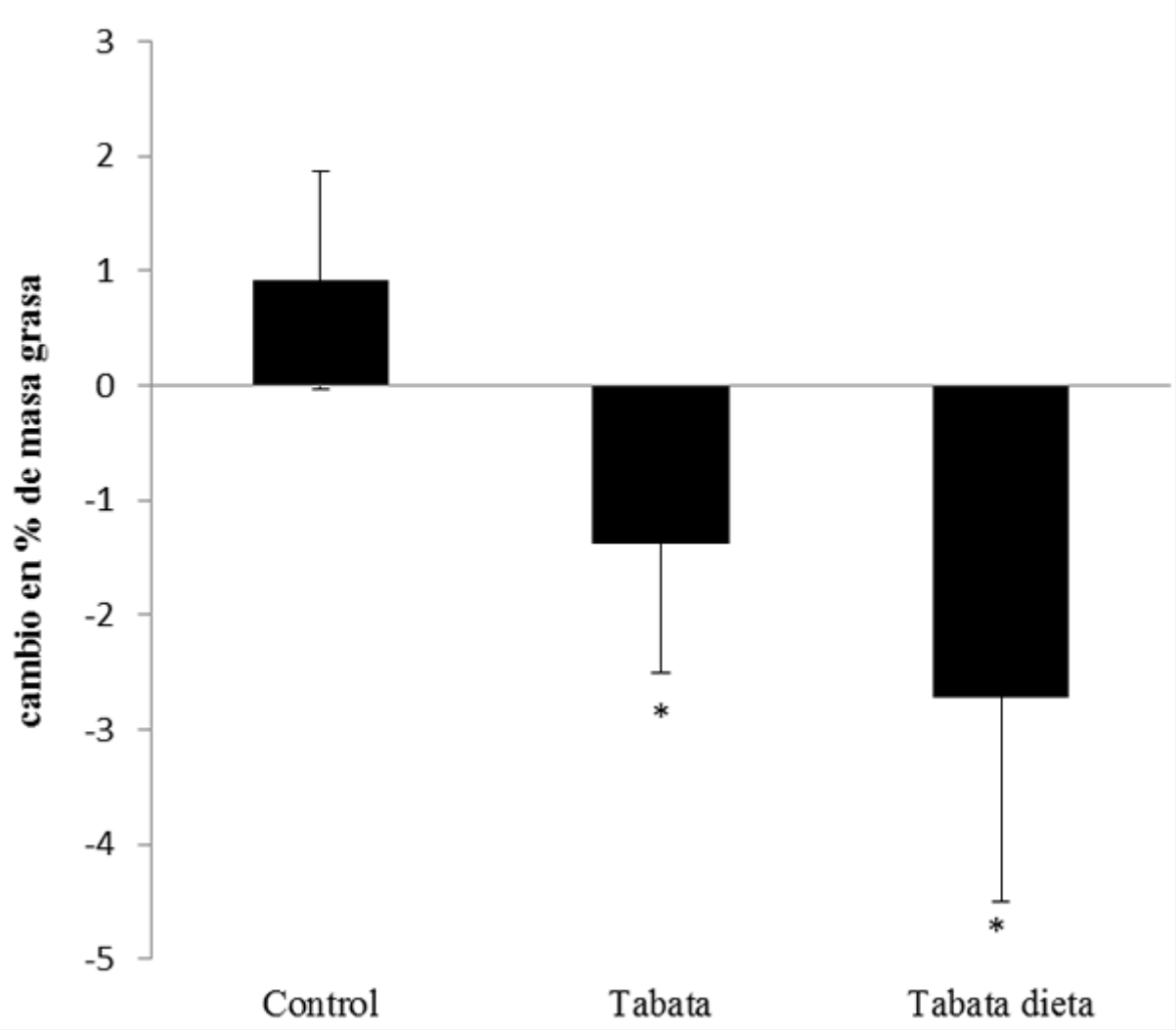

Figura 1. *Efecto de los diferentes grupos en el % de masa grasa. Los valores aparecen como media ± desviación estándar (SD). *p < 0.05: diferencias significativas respecto al grupo control.*

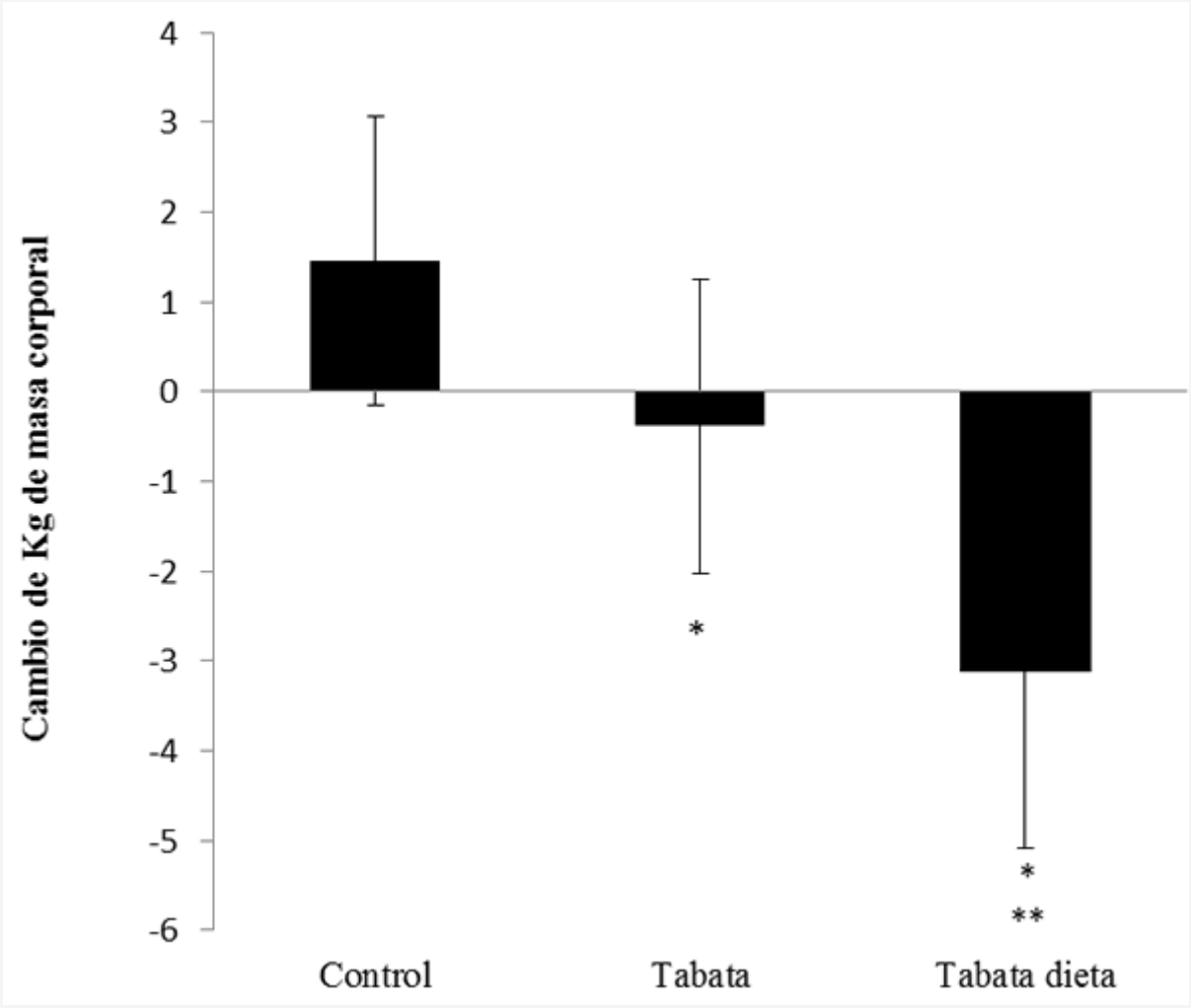

Figura 2. *Efecto de los diferentes grupos en la masa corporal.*
*Los valores aparecen como media ± SD. *p< 0.05: diferencias significativas respecto al grupo control. **p< 0.05: respecto al mismo grupo.*

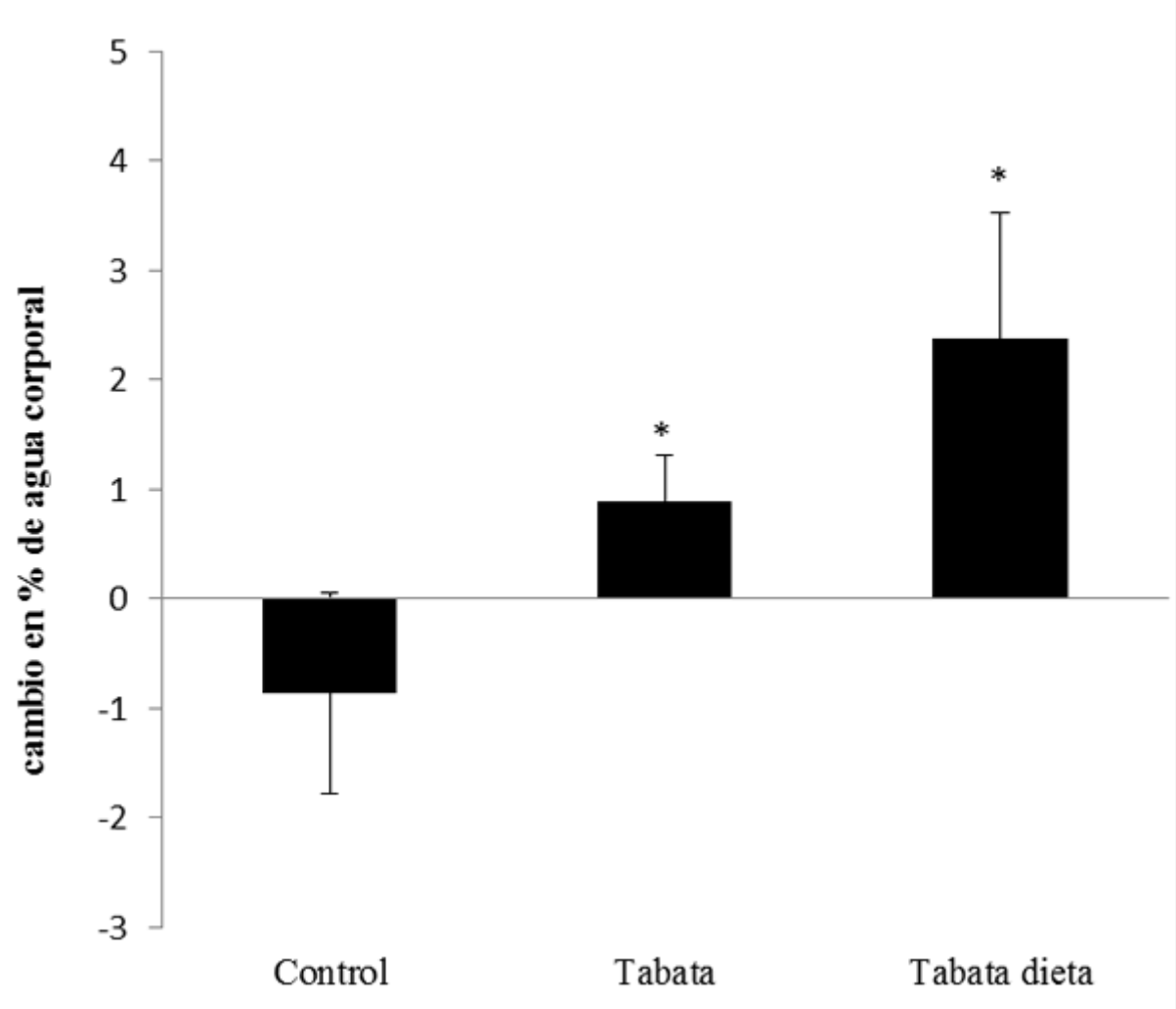

Figura 3. Efecto de los diferentes grupos en el % de agua corporal.
*Los valores aparecen como media ± SD. *p< 0.05; **p ≤ 0.001: diferencias significativas respecto al grupo control.*

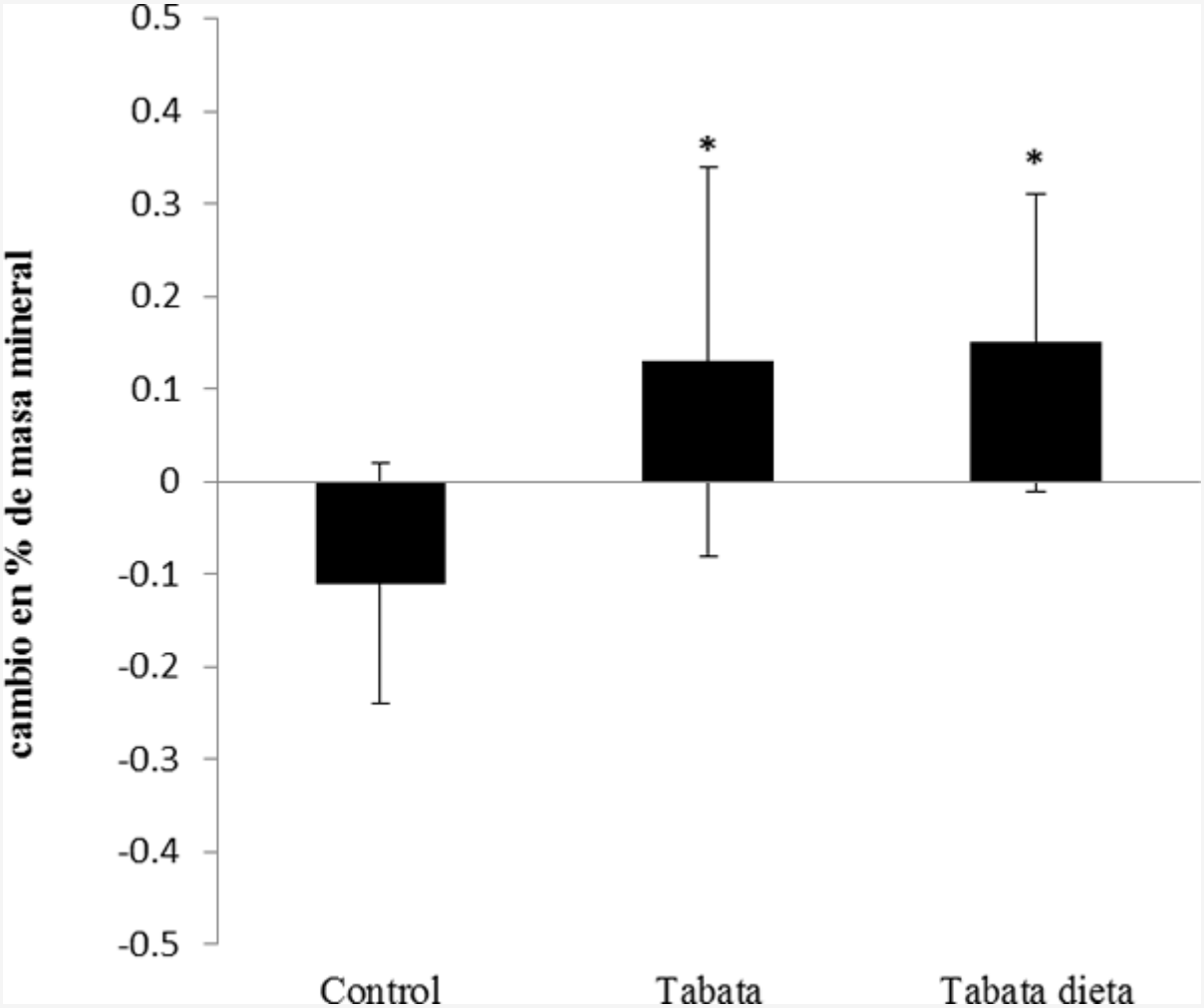

Figura 4. *Efecto de los diferentes grupos en el % de masa mineral.*
*Los valores aparecen como media ± SD. *p < 0.05: diferencias significativas respecto al grupo control.*

Tabla 3. *Cambios en la composición corporal después de 8 semanas de entrenamiento Tabata.*
p ≤ 0.05, **p ≤ 0.001: diferencias significativos respecto al grupo control; /* p ≤ 0.05; /p ≤ 0.001: respecto al grupo Tabata; u: significatividad unilateral.*

	Control		Tabata		Tabata Dieta	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Masa Grasa (%)	10.7 ± 2.4	11.6 ± 2.6	17.5 ± 3.1	16.2 ± 3.3*	17.5 ± 4.7	14.8 ± 3.1*
Masa Magra (%)	89.3 ± 2.4	88.4 ± 2.6	82.4 ± 3.1	83.8 ± 3.3*	82.4 ± 4.7	85.2 ± 3.1*
Agua Corporal (%)	64.0 ± 1.6	63.1 ± 2.0	58.6 ± 2.5	59.5 ± 2.5*	58.6 ± 3.7	60.9 ± 3.4**
Masa Proteica (%)	19.8 ± 2.4	19.9 ± 2.3	19.7 ± 1.4	20.1 ± 1.5	19.7 ± 1.7	19.9 ± 1.6
Masa Mineral (%) u	4.5 ± 0.2	4.4 ± 0.1	4.1 ± 0.1	4.2 ± 0.3*	4.1 ± 0.3	4.2 ± 0,1*
Masa Corporal (Kg) u	68.0 ± 9.4	69.5 ± 9.2	76.6 ± 6.7	76.2 ± 6.5*	79.6 ± 6.0	76.4 ± 4.8*/*
Masa Grasa (kg)	7.4 ± 2.5	8.2 ± 2.6	13.5 ± 2.8	12.4 ± 2.9*	14.0 ± 4.3	11.4 ± 2.8*
Masa Magra (kg)	60.6 ± 6.7	61.2 ± 6.7	63.1 ± 5.6	63.8 ± 5.3	65.5 ± 4.7	65.0 ± 3.3
Masa Muscular (kg)	57.5 ± 6.6	58.2 ± 6.4	60.0 ± 5.3	60.6 ± 5.1	62.2 ± 4.4	61.8 ± 3.2
Agua Corporal (kg)	43.4 ± 5.1	43.7 ± 4.8	44.8 ± 3.2	45.3 ± 3.4	46.5 ± 2.4	46.5 ± 1.2
Masa Proteica (kg) u	14.1 ± 1.6	14.4 ± 1.6	15.1 ± 2.1	15.3 ± 1.9	15.7 ± 2.1	15.3 ± 2.1*/*
Masa Mineral (kg)	3.0 ± 0.3	3.0 ± 0.3	3.1 ± 0.2	3.2 ± 0.2	3.2 ± 0.2	3.2 ± 0.1
Nivel Grasa Visceral u	1 ± 0	1 ± 0	2.8 ± 1.48	2.6 ± 1.1	3 ± 2.1	1.7 ± 0.9*
IMC	21.9 ± 2.8	22.3 ± 2.7	25.4 ± 1.29	25.3 ± 1.4	25.9 ± 1.6	24.9 ± 1.3*
Metabolismo Basal	1811 ± 200	1825 ± 200	1906 ± 164	1919 ± 161	1975 ± 137	1951 ± 100

Abreviaturas: Pre: pretest; Post: postest; IMC: Índice de Masa Corporal.

DISCUSIÓN

La finalidad de este estudio era verificar que el entrenamiento Tabata de 4' (con ejercicios con el propio peso corporal) era capaz de reducir la masa grasa sin cambiar la masa corporal y como consecuencia producir un aumento de la masa magra. Por otro lado nos interesaba conocer qué cambios tendrían lugar si le añadiésemos una dieta equilibrada.

Los principales hallazgos obtenidos en cuanto a la composición corporal (Tabla 3) indican que: por un lado el grupo T redujo la masa grasa en 1.38 % y 1.1 Kg, aumentando en 1.38 % la masa magra, destacando el agua corporal y en menor medida la masa mineral. No obstante no se produjeron cambios en la masa corporal probando así la hipótesis planteada. Tampoco se produjeron cambios en la masa proteica. Por otro lado el grupo TD descendió 2.72 % y 2.66 Kg de masa grasa más del doble comparado con el grupo T, se incrementó la masa magra en 2.72 %, siendo muy destacado el aumento de agua corporal en 2.37 %, además de la masa mineral, siendo el único grupo que redujo la masa proteica en 0.44 Kg y la masa corporal en 3.12 Kg.

Otro parámetro a destacar es el nivel de grasa visceral reduciéndose de forma considerable en el grupo TD. Éste nivel indica si la cantidad de grasa que se encuentra en la zona abdominal recubriendo los órganos internos, es de alto o bajo riesgo para sufrir diferentes enfermedades (hipertensión, diabetes, problemas cardiocirculatorios, etc.) de ahí la importancia de disminuir este tipo de grasa, siendo la actividad física (tanto aeróbica como anaeróbica) y la alimentación (evitando la excesiva ingesta de azúcares simples, de grasas saturadas, hidrogenadas, etc.) unos medios ideales para reducirla como se ha podido comprobar.

Además también debemos tener en cuenta el Índice de Masa Corporal (WHO, 1995; WHO, 2000; SEEDO, 2007),como

elemento para valorar el estado de salud en relación a la grasa corporal, siendo el grupo TD el único que lo redujo, pero debemos atender a su limitación ya que no estima la composición corporal, pudiendo aparecer sujetos musculados con un mayor IMC y no por ello tener sobrepeso y otros delgados con un índice menor pero con mayor grasa corporal.

Este estudio tiene varios puntos en común con respecto a otros realizados mediante entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) y su relación con la pérdida de grasa, de masa corporal y de grasa visceral, como por ejemplo Siegler et al. (2003)quecomprobó cómo tras 10 semanas de entrenamientos pliométricos de 10-15' 3 veces a la semana, se redujo la masa grasa, la masa corporal y se aumentó la masa magra. Trapp et al. (2008) realizó 15 semanas de entrenamiento de 20' (8" de sprint en cicloergómetro y 12" de descanso) 3 veces por semana, también disminuyó la masa grasa, así como la masa corporal. Boutcher, (2011) recopiló una gran variedad de estudios que utilizaban diferentes métodos de HIIT para la pérdida de grasa corporal (tanto de tejido adiposo como visceral). Heydari et al. (2012) aplicó un entrenamiento de 20' 3 veces a la semana (8" de sprint en cicloergómetro y 12" de descanso) a lo largo de 12 semanas produciéndose una reducción de la masa corporal, de la masa grasa y un aumento de la masa magra

Nuestros resultados son semejantes a la mayoría de estos estudios sobre todo con los aparecidos en el grupo TD. Pero la principal diferencia es el tiempo de entrenamiento, siendo mucho menor, con lo cual se puede pensar que el impacto fisiológico y metabólico del entrenamiento Tabata es mayor que los métodos HIIT utilizados para la perdida de grasa corporal.

Por otro lado la mayoría de las investigaciones están centradas en el modelo de 2 componentes, en las que algunas incluyen la grasa visceral, mientras que este estudio además contempla un modelo de 4 componentes en el que se puede apreciar que destaca aparte de la masa grasa, el agua corporal, pudiendo llegar a concluir que la actividad física no sólo elimina las reservas de grasa (las cuales en exceso son perjudiciales para la salud) si no que aumenta el nivel de agua corporal, íntimamente relacionado con la mejora de la salud y de la calidad de vida.

En cuanto a las limitaciones que presenta el estudio se puede señalar como principal el tamaño de la muestra que, al ser pequeño, reduce la potencia estadística, debiendo evaluar las tendencias como se ha visto anteriormente, además los grupos fueron heterogéneos presentando medias pretest distantes, debiendo aplicar la comparación entre medias sobre los cambios producidos.

Para futuras investigaciones sobre el entrenamiento Tabata utilizando este tipo de ejercicios sería recomendable aumentar el tamaño de la muestra, asegurando la homogeneidad de los grupos, así como el número de días ya que sólo se pudieron realizar 2 sesiones por semana debido a la proximidad de 2 días de entrenamiento del equipo siendo aconsejable la realización de 3 días por semana dejando 48 horas de descanso.

En definitiva el entrenamiento Tabata consigue modificaciones de la composición corporal, sin afectar al IMC, reduciendo la masa grasa. Mientras que si dicho entrenamiento se acompaña de una dieta equilibrada y saludable, se obtiene la reducción del IMC y de la grasa visceral. Por ello es importante realizar una correcta evaluación inicial antes de comenzar con un plan de entrenamiento, así como saber cuál es el objetivo que cada sujeto pretende conseguir teniendo siempre como referencia la salud.

REFERENCIAS

Arasa Gil, M. (2005). Manual de nutrición deportiva. *Barcelona: Paidotribo.*

Bernadot, D. (2001). Nutrición para deportistas de alto nivel. *Barcelona: Hispano europea.*

Boutcher, S.H. (2011). High-Intensity Intermittent Exercise and Fat Loss. *Journal of Obesity, 2011*. doi:10.1155/2011/868305

Cochran A. J., Little J.P., Tarnopolsky M. A. & Gibala M. J. (2010). Carbohydrate feeding during recovery alters the skeletal muscle metabolic response to repeated sessions of high-intensity interval exercise in humans. *J Appl Physiol, 108, 628–636*. doi:10.1152/japplphysiol.00659.2009

Dupont, C, Koffi, A. & Serge, B. (2004). The effect of in season, high intensity interval training in soccer players. *J Strength Cond Res, 18(3): 584-589.*

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, 612-613.*

Gallagher, D., Heymsfield, S.B., Heo, M., Jebb, S.A., Murgatroyd, P.R. & Sakamoto, Y. (2000). Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *American Journal Clinical of Nutrition, 72(3), 694-701.*

Gibala, M.J. (2013). Nutritional strategies to support adaptation to high-intensity interval training in team sports. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser, 75, 41-49*. doi: 10.1159/000345817

Gibala, M.J. & McGee, S.L. (2008). Metabolic Adaptations to Short-term High-Intensity Interval Training: A Little Pain for a Lot of Gain? Exerc Sport Sci Rev, 36(2), 58-63.

Gillen, J. B, Percival, M. E., Ludzki, A., Tarnopolsky, M. A. & Gibala, M. J. (2013). Interval training in the fed or fasted state improves body composition and muscle oxidative capacity in overweight women. *The Obesity Society, 21(11), 2249–225.* doi: 10.1002/oby.20379

González Gallego, J., Sánchez Collado, P. y Mataix Verdú, J. (2006). Nutrición en el deporte. *Ayudas ergogénicas y dopaje. Madrid: Díaz de Santos.*

Hawley, J.A., Martin, D.T. Stepto, N.K. & Fallon, K.E. (2001). Metabolic demands of intense interval training in competitive cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 33(2), 303-310.* doi: 10.1097/00005768-200102000-00021

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,* doi:10.1155/2012/480467

Hood, M. S., Little, J. P., Tarnopolsky, M. A., Myslik, F. & Gibala M. J. (2011). Low-Volume Interval Training Improves Muscle Oxidative Capacity in Sedentary Adults. *Med. Sci. Sports Exerc, 43(10), 1849–1856.*

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 Med, 32(1), 53-73.*

López Chicharro, J. y Fernández Vaquero, A. (2006). Fisiología del ejercicio. *Madrid: Panamericana.*

López, J. 29 de enero (2014). Interval training II: componentes e intensidad [Mensaje de blog]. *Recuperado de http://jlchicharro.blogspot.com.es/2014/01/interval-training-ii-componentes-e.html*

López, J. 14 de febrero (2014). Interval training (V): ¿qué respuesta fisiológica se busca? [Mensaje de blog]. *Recuperado de http://jlchicharro.blogspot.com.es/2014/02/interval-training-v-que-respuesta.html*

Martínez Roldán, C., Veiga Herreros, P., López de Andrés, A., Cobo Sanz, J.M. y Carbajal Azcona, A. (2005). Evaluación del estado nutricional de un grupo de estudiantes universitarios mediante parámetros dietéticos y de composición corporal. *Nutr Hosp, 20,197-203.*

Morera Siercovich, P.L. (2005). Entrenamiento de intervalos en el desarrollo de la resistencia específica en el fútbol. *Revista Internacional de Fútbol y Ciencia, 3(1), 45-58.*

Mujika, I. & Burke, L. M. (2010). Nutrition in Team Sports. *Ann Nutr Metab, 57(2):26–35* doi: 10.1159/000322700

Olson, M. (2013). Tabata interval exercise: Energy expenditure and post-exercise responses. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 45, S420.*

Sociedad Española para el Estudio De la Obesidad (SEEDO). (2007). Consenso SEEDO 2000 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. *Medicina clínica, (Barcelona) 115, 587-97.*

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.*

Simoneau, J. A., Lortie, G., Boulay, M. R., Marcotte, M., Thibault, M. C. & Bouchard, C. (1985). Human skeletal muscle fiber type alteration with high-intensity intermittent training. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, 54(3), 250-253.*

Tabata, I., Nischimura, 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 VO 2 max. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 28(10), 1327-1330.*

Tabata, I., Irisawa, K., Kouzaki, M., Nishimura, K., Ogita, F. & Miyachi, M. (1997). Metabolic profile of high intensity intermittent exercises. *Med Sci Sports Exerc, 29(3), 390-395.*

Talanian, J.L., Galloway, S.D., Heigenhauser, G.J., Bonen, A. & Spriet, L.L. (2007). Two weeks of high-intensity aerobic interval training increases the capacity for fat oxidation during exercise in women. *J Appl Physiol, 102, 1439–1447.* doi:10.1152/jappl physiol. 01098.2006

Tanita Institute Contract Study. (2004). Algorithm Development for Estimating Visceral Fat Rating. *Heymsfield, S.B. MD. Columbia University College of Physicians and Surgeons.*

Terada, S., Tabata, I. & Higuchi, M. (2004). Effect of High-Intensity Intermittent Swimming Training on Fatty Accid Oxidation Enzyme Activity in Rat Skeletal Muscle. *Japanese Journal of Physiology, 54, 47-52.*

Terada, S., Yokozeki, T., Kawanaka, K., Ogawa, K., Higuchi, M., Ezaki, O. & Tabata, I. (2001). Effects of high-intensity swimming training on GLUT-4 and glucose transport activity in rat skeletal muscle. *J Appl Physiol, 90, 2019–2024.*

Trapp, E.G., Chisholm, D. & Boutcher, S,H. (2007). Metabolic response of trained and untrained women during high-intensity intermittent cycle exercise. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol, 293, 2370–2375.* doi:10.1152/ajpregu.00780.2006

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.*

Tremblay, A. Simoneau, J.A. & Bouchard, C. (1994). Impact of Exercise Intensity on Body Fatness and Skeletal Muscle metabolism. *Metabolism, 43(7), 814-818.* doi: 0026~0495/94/4307-0004$03.00/0

Wahl, P., Mathes, S., Achtzehn, S., Bloch, W. & Mester, J. (2014). Active vs. *Passive Recovery During High-intensity Training Influences Hormonal Response. Int J Sports Med, 35(7), 583-589.* doi: 10.1055/s-0033-1358474

Wahl, P., Zinner, C., Achtzehn, S., Bloch, W. & Mester, J. (2010). Effect of high- and low-intensity exercise and metabolic acidosis on levels of GH, IGF-I, IGFBP-3 and cortisol. *Growth Horm IGF Res, 20, 380-385.* doi.org/10.1016/j.ghir.2010.08.001

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.*

Wang, Z.M., Pierson, R.N. Jr. & Heymsfield, S.B. (1992). The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *The American Journal of Clinical Nutrition, 56, 19–28.*

Wilmore, J.H. & Costill, D.L. (2007). Fisiología del esfuerzo y del deporte. *Barcelona: Paidotribo.*

World Health Organization. (1995). Physical status: the use and interpretation of anthropometry. *Report of a WHO Expert Committee, WHO Technical Report Series 854. Geneva.*

World Health Organization. (2000). Obesity: preventing and managing the global epidemic. *Report of a WHO consultation, WHO*

Tecnhnical Report Series 894. Geneva.

Versión Digital

http://g-se.com/es/journals/kronos/articulos/efectos-del-entrenamiento-tabata-en-la-composicion-corporal-del-futbolista-1805