



Original / *Deporte y ejercicio*

# Efecto de dos dietas hipocalóricas y su combinación con ejercicio físico sobre la tasa metabólica basal y la composición corporal

Noelia Bonfanti, Juan Marcelo Fernández, Francisco Gomez-Delgado y Francisco Pérez-Jiménez

Unidad de Lípidos y Arteriosclerosis. IMIBIC/Hospital Universitario Reina Sofía/Universidad de Córdoba. CIBER Fisiopatología de la Obesidad y la Nutrición (CIBEROBN). Instituto de Salud Carlos III. Madrid. España.

## Resumen

El Síndrome Metabólico (SMet) se diagnostica por el cumplimiento de al menos tres criterios: hipertrigliceridemia, HDL-C disminuido, hipertensión arterial, glucemia alterada en ayunas y obesidad. Dicha obesidad constituiría el punto inicial para el desarrollo del SMet. Según la evidencia científica, las dietas hipocalóricas, incluyendo la mediterránea y la reducida en grasa con alto contenido en carbohidratos, reducen la masa grasa (MG) de estos pacientes y su efecto se potencia al combinarse con ejercicio físico (EF), pero se desconoce aún su influencia sobre la tasa metabólica basal (TMB).

**Objetivo:** Conocer el efecto de dos dietas hipocalóricas: mediterránea y baja en grasas, combinadas o no con EF, sobre la TMB y la composición corporal (CC) de adultos con SMet.

**Métodos:** 36 voluntarios, > 50 años, ambos sexos, con diagnóstico de SMet. Se asignaron aleatoriamente a uno de los cuatro grupos de intervención: Dieta hipocalórica mediterránea (MED), Dieta hipocalórica baja en grasa (CHO) ó ambas asociadas a EF (MEDE y CHOE respectivamente). Se evaluó CC (antropometría) y TMB (calorimetría indirecta) antes y después de la intervención.

**Resultados:** La adición de EF a los dos tratamientos hipocalóricos produjo mayor pérdida de peso y MG que las dietas por sí solas, siendo esta pérdida en CHOE > MEDE ( $p < 0,05$ ). Dichos grupos descendieron la TMB siendo MEDE > CHOE ( $p < 0,05$ ). La Dieta Mediterránea, combinada o no con EF, disminuyó la MM siendo MEDE > MED ( $p < 0,05$ ).

**Conclusiones:** CHOE fue el tratamiento que mayor pérdida de peso y MG produjo, induciendo menor reducción de TMB y manteniendo un mejor perfil de CC que MEDE.

(Nutr Hosp. 2014;29:635-643)

DOI:10.3305/nh.2014.29.3.7119

Palabras clave: *Síndrome metabólico. Dieta hipocalórica baja en grasas. Dieta hipocalórica mediterránea. Ejercicio físico. Tasa metabólica basal.*

**Correspondencia:** Noelia Bonfanti.  
Manuel Torres Salcedo, 1 - piso 1.º A.  
28411 Morzarzal. Madrid.  
E-mail: noeliabonfanti@yahoo.com.ar

Recibido: 2-VIII-2013.  
1.ª Revisión: 6-XII-2013.  
Aceptado: 12-XII-2013.

## EFFECT OF TWO HYPOCALORIC DIETS AND THEIR COMBINATION WITH PHYSICAL EXERCISE ON BASAL METABOLIC RATE AND BODY COMPOSITION

### Abstract

**Background:** Metabolic syndrome (MetS) is diagnosed by the detection of at least three criteria (hypertriglyceridemia, low HDL-C, hypertension, obesity and altered fasting glucose). Visceral fat excess would be the starting point for its development. Scientific evidence supports hypocaloric diets -mediterranean or low fat diet and rich in complex carbohydrates diet included- as the best treatment to reduce fat mass (FM), maximizing its impact by combining them with physical exercise (PE). However, the effects of these treatments on basal metabolic rate (BMR) of patients with MetS, are unknown.

**Objective:** To study the effect of the hypocaloric diet -mediterranean or low fat diet- with or without PE on the BMR and body composition (BC) of adults with MetS.

**Methods:** 36 volunteers, MetS, both sexes, > 50 years, meeting the inclusion criteria. They were randomly assigned to a group of intervention (3 months) of hypocaloric diet: mediterranean diet (MED), low fat and rich in complex carbohydrates diet (CHO) and both combined with PE (MEDE and CHOE respectively). Anthropometric data was taken (weight, muscle mass (MM) and FM) and BMR was determined by indirect calorimetry, before and after intervention.

**Results:** The addition of PE to both hypocaloric treatments produced greater FM loss and weight loss than dieting alone, being this loss in CHOE > MEDE ( $p < 0.05$ ). These groups decreased the BMR after treatment being MEDE > CHOE ( $p < 0.05$ ). Mediterranean diet with or without PE lost MM ( $p < 0.05$ ) being MEDE > MED

**Conclusions:** CHOE induces less reduction of BMR while supporting a better profile of BC than MEDE.

(Nutr Hosp. 2014;29:635-643)

DOI:10.3305/nh.2014.29.3.7119

Keywords: *Metabolic syndrome. Low fat hypocaloric diet. Mediterranean hypocaloric diet. Physical exercise. Basal metabolic rate.*

## Abreviaturas

CC = Composición Corporal.  
CHO = Dieta Hipocalórica Baja en Grasas con alto contenido en Hidratos de Carbono.  
CHOE = Dieta CHO combinada con Ejercicio Físico Aeróbico.  
EF = Ejercicio Físico.  
FC = Frecuencia cardíaca.  
FCmáx = FC máxima.  
Gr = grasas.  
HCO = Hidratos de Carbono.  
HDL-c = Colesterol HDL.  
HT = Hormonas Tiroideas.  
HTA = Hipertensión Arterial.  
HURS = Hospital Universitario Reina Sofía.  
Kg = Kilogramos.  
LDL-c = Colesterol LDL.  
Lpm = Latidos por minuto.  
MB = Metabolismo Basal.  
MED = Dieta Hipocalórica Mediterránea.  
MEDE = Dieta MED combinada con Ejercicio Físico Aeróbico.  
MET = Tasa Equivalente Metabólica.  
MG = masa grasa.  
MM = masa muscular.  
PC = Peso Corporal.  
Pr = Proteínas.  
SMet = Síndrome Metabólico.  
T = Talla.  
TG = Triglicéridos plasmáticos.  
TMB = Tasa Metabólica Basal.  
VO<sub>2</sub> = Consumo de O<sub>2</sub>.  
VCO<sub>2</sub> = Producción de CO<sub>2</sub>.

## Introducción

La creciente prevalencia de Síndrome Metabólico (SMet) en países desarrollados lo coloca dentro de las principales problemáticas de salud pública. Dicho síndrome constituye una entidad de dudoso significado nosológico y se diagnostica por la presencia de al menos tres de los siguientes criterios: triglicéridos plasmáticos (TG) en ayunas  $\geq 150$  mg/dl, HDL-c plasmático  $< 40$  mg/dl en hombres y  $< 50$  mg/dl en mujeres, hipertensión arterial (HTA) (tensión arterial sistólica y/o diastólica  $\geq 130$  y  $\geq 85$  mmHg respectivamente o tratamiento para la HTA), glucemia alterada en ayunas (GAA) (glucemia en ayunas  $\geq 100$  mg/dl) y obesidad abdominal (perímetro de cintura  $> 88$  cm en mujeres y  $> 102$  cm en hombres)<sup>1,2</sup>. En Estados Unidos se da la mayor prevalencia de SMet a nivel mundial (41% en hombres y 37% en mujeres entre los 40-59 años y 52% en hombres y 54% en mujeres mayores de 60 años)<sup>3</sup>. En España, diferentes estudios epidemiológicos aportan cifras similares a otros países desarrollados, con un 40% de SMet en poblaciones mayores de 60 años<sup>4,5</sup>.

Algunos autores consideran que el desarrollo de SMet podría deberse a la acumulación excesiva de grasa abdominal, lo que se atribuye, al menos en una gran mayoría de los pacientes, al desequilibrio entre la ingesta y el gasto calórico diario<sup>6-8</sup>. Dicho gasto energético es utilizado tanto para mantener el metabolismo basal (MB) (entre el 45-70% del gasto diario) como para realizar actividad física –cotidiana y ejercicio físico– (20-45% del gasto diario) y responder a la respuesta metabólica inducida por alimentos (10% del gasto diario)<sup>9</sup>.

La energía utilizada para el MB suele medirse en un período de tiempo determinado (comúnmente 24 horas) y se denomina tasa metabólica basal (TMB). La TMB queda determinada principalmente por factores no modificables, como la edad y el género, pero también puede variar en función al nivel de entrenamiento físico del sujeto así como de su composición corporal, dependiendo tanto del peso total como de las proporciones de masa grasa (MG) y masa muscular (MM)<sup>9</sup>. De acuerdo con ello, un tratamiento óptimo para el descenso de la MG y la consecuente mejoría de los factores de riesgo del SMet, sería aquél que induzca el mejor efecto sobre ambos elementos de la balanza energética. Es decir, aquél que permita disminuir el ingreso de energía y aumentar su gasto, provocando una pérdida de peso proveniente de MG sin deteriorar significativamente la MM ni la TMB.

Actualmente, la evidencia científica apoya que una dieta hipocalórica, bien sea el modelo de Dieta mediterránea o el de una Dieta pobre en grasas con un alto contenido en carbohidratos (HCO), es el tratamiento de elección para reducir la grasa visceral y el SMet<sup>10-12</sup>. Además, diferentes estudios muestran que la combinación de dichas dietas con un programa de ejercicio físico (EF) produce una mayor reducción del peso corporal y de la grasa visceral, mejorando aún más el perfil cardio-metabólico de estos pacientes<sup>13-16</sup>. Sin embargo, no se ha valorado aún el efecto sobre la TMB de ninguna de las dietas mencionadas, ya sea con o sin EF, en pacientes con SMet.

## Objetivos

Principal: Conocer el efecto de dos intervenciones dietéticas hipocalóricas: Dieta mediterránea y Dieta baja en grasas con alto contenido en HCO, en dos modalidades: sin la adición de actividad física programada o combinadas con un programa semanal de ejercicio físico aeróbico, sobre la TMB de adultos con SMet.

Secundario: Analizar las variaciones de PC, MG y MM a fin de establecer una relación entre dichos cambios con la modificación de la TMB en los diferentes grupos de tratamiento.

## Métodos

*Población:* se seleccionó a través de la consulta externa del Servicio de Medicina Interna del Hospital

Universitario Reina Sofía (HURS) en el contexto de un estudio de intervención dietética y ejercicio físico titulado "Efectos a largo plazo de dos dietas mediterráneas hipocalóricas con diferente aporte proteico y su combinación con un programa estructurado de ejercicio físico, sobre los factores de riesgo en pacientes con síndrome metabólico"

*Criterios de inclusión:* personas adultas (50-70 años de edad) de ambos sexos, con al menos 3 criterios de SMet según ATP III: TG en ayunas  $\geq$  150 mg/dl, HDL-c plasmático  $<$  40 mg/dl en hombres y  $<$  50 mg/dl en mujeres, HTA (tensión arterial sistólica y/o diastólica  $\geq$  130 y  $\geq$  85 mmHg respectivamente o tratamiento para la HTA), GAA (glucemia en ayunas  $\geq$  100 mg/dl) y obesidad abdominal (perímetro de cintura  $>$  88 cm en mujeres y  $>$  102 cm en hombres)<sup>1,2</sup>.

*Criterios de exclusión:* ser fumador, consumir alcohol en una cantidad  $>$  20 g y  $>$  30 g al día en mujeres y hombres respectivamente; antecedentes de infarto agudo de miocardio (IAM); dieta o restricción calórica sistemática en los 3 meses previos al estudio; ejercicio físico o actividad física vigorosa superior a 2 horas semanales.

### Diseño

El presente estudio fue un ensayo clínico experimental aleatorizado cuya primera etapa consistió en una entrevista médica a los posibles candidatos voluntarios, llevada a cabo por un médico de familia para determinar los criterios de inclusión y exclusión. Luego, 36 pacientes con SMet fueron incluidos en la muestra y distribuidos aleatoriamente en uno de los cuatro grupos de intervención: Dieta hipocalórica mediterránea (MED), Dieta hipocalórica baja en grasas con un alto contenido en HCO (CHO) y la combinación de ambos tratamientos dietéticos con un programa semanal de ejercicio físico aeróbico (MEDE y CHOE respectivamente). Se determinó TMB, MG y MM en forma previa a intervención y al finalizar la misma. Todos los procedimientos fueron aprobados por el Comité de ética del HURS.

### Tasa Metabólica Basal

Se determinó mediante calorimetría indirecta de circuito abierto con un equipo Jaeger (Oxycon Pro 2007, Alemania). Los participantes fueron instruidos para concurrir al centro por la mañana, con 12 horas de ayuno nocturnas, sin haber bebido cafeína el día previo, ni consumido medicamentos, ni haber realizado EF intenso. Además, debieron concurrir realizando el mínimo de actividad posible (se indicó asistir en coche como acompañante o en su defecto en autobús). Antes de iniciar la prueba, los sujetos permanecieron recostados en reposo durante un mínimo de 10 minutos, a fin de normalizar la frecuencia cardíaca (FC) y alcanzar el máxi-

mo nivel de reposo posible<sup>17,18</sup>. Una vez realizada la calibración del equipo (volúmenes, tiempo de retraso y determinación de concentraciones específicas de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>) se colocó sobre el paciente una máscara tipo Canopy (Oxycon Jaeger tm) y se inició la medición. Durante la prueba el sujeto permaneció decúbito supino sobre la camilla durante un período medio de 30 min mientras se procedía a medir el consumo de O<sub>2</sub> (VO<sub>2</sub>) y producción de CO<sub>2</sub> (VCO<sub>2</sub>) utilizando un sistema de cámara de mezcla y una campana con cámara de mezcla de gases espirados. Para el análisis de los datos obtenidos y basándose en estudios previos se adoptó el criterio de eliminación de los 10 primeros min de la prueba, como plazo necesario de adaptación a la misma<sup>19,20</sup>. El tiempo mínimo de evaluación consistió en 5 min. Por lo tanto, la TMB de aquellos sujetos que no pudieron cumplimentar 15 min totales de evaluación se obtuvo descontando un plazo inicial de adaptación que permitiera evaluar al menos los 5 min finales. Los valores de MB obtenidos fueron extrapolados a 24 h y expresados en kcal/día para obtener la TMB.

### Composición Corporal

El análisis de la composición corporal se realizó mediante estudio antropométrico siguiendo el protocolo estandarizado de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (International Society for the Advancement of Kinanthropometry, ISAK)<sup>21</sup>. Los pacientes debieron concurrir en un estado de ayunas de 12 h, evitar la práctica de ejercicio, no tomar medicamentos diuréticos en las 24 h previas y orinar al menos 30 min antes del examen.

Se valoró el PC y la talla (T) mediante balanza de precisión con tallímetro (MB 201T Plus). Los perímetros musculares (brazo relajado, antebrazo, cintura mínima, muslo medial y pantorrilla) fueron obtenidos mediante el uso de una cinta antropométrica metálica flexible no extensible (Rosscraft). Y los pliegues grasos (bíceps, tríceps, subescapular, cresta ilíaca, supraespinale, abdominal, muslo anterior, pantorrilla medial) fueron medidos por triplicado, usando luego el valor de la mediana, con un calibrador de pliegues cutáneos (Harpender). La MM fue estimada según la Ecuación de Martin y cols., 1990<sup>22</sup> y la MG mediante la fórmula de Durnin & Womersley, 1974<sup>23</sup>.

### Ingesta dietética inicial y prescripción de las dietas

*Determinación de la ingesta:* todos los sujetos completaron un registro dietético de 3 días no consecutivos (dos días laborables y un día de fin de semana). Se utilizó el método de pesada, entregándose una balanza digital (Mettler Toledo® precisión  $\pm$  0,5 g) a los sujetos que les permitió registrar prospectiva y detalladamente cada uno de los alimentos y líquidos consumidos (hora, día, cantidad, marca). La ingesta habitual de energía y

nutrientes fue analizada usando el software Dietsource (Novartis 2000, España).

**Prescripción dietética:** en base a los datos obtenidos de la valoración de la ingesta se prescribió la dieta personalizada a cada paciente ya sea mediterránea o baja en grasas.

La proporción de macronutrientes en la dieta mediterránea hipocalórica fue: 50% de hidratos de carbono (HCO), 30% de grasas (Gr) conformado por un 20% de ácidos grasos monoinsaturados, provenientes de aceite de oliva virgen, 5% de ácidos grasos saturados y 5% de ácidos grasos poliinsaturados y 20-22% de proteínas (Pr). Para la dieta baja en grasas los porcentajes fueron: < 20% de Gr (con la misma proporción de ácidos grasos que la dieta mediterránea), 55-58% de HCO y 20-22% de Pr. En ambos tratamientos se redujo el 40% de energía respecto a la ingesta habitual para promover la pérdida de peso de forma progresiva: 20% el primer mes, 10% el segundo y tercer mes. Se utilizaron réplicas y fotografías de alimentos para explicar el tratamiento dietético y se instruyó al paciente sobre la selección de alimentos y técnicas culinarias adecuadas.

#### *Programa de ejercicio físico*

**Protocolo de prueba:** se realizó una prueba submáxima de ejercicio en el Laboratorio de Ejercicio físico y Metabolismo del HURS a todos los pacientes asignados a un tratamiento con ejercicio físico (MEDE y CHOE) con el fin de conocer su capacidad cardiopulmonar máxima y determinar las cargas de ejercicio individuales que se utilizaron luego durante la fase de intervención. Para ello, los sujetos se ejercitaron en un cicloergómetro (Ergonomics 800; Ergoline, Barcelona España) hasta alcanzar el 85% de su FC máxima (FCmáx) determinada según la ecuación específica de Tanaka<sup>24</sup>. El protocolo de prueba comenzó con 2 min de reposo. Luego, se inició el ejercicio con una carga de esfuerzo inicial de 25 W durante los tres primeros min de actividad. La segunda carga se determinó según la FC alcanzada por el sujeto en esta fase de la siguiente manera: si en el tercer minuto de carga inicial su FC era < 80 lpm, la carga inicial de incremento consistió en 125 W; entre 80 a 89 lpm se aplicó una carga de 100 W; entre 90 a 100 lpm la carga aplicada fue de 75 W y >100 lpm, la carga fue de 50 W. A partir de la segunda carga se incrementó 25 W de intensidad cada tres min de ejercicio hasta finalizar la prueba. Además, se monitorizó la FC con un pulsímetro y la cadencia de pedaleo se mantuvo constante en 50 rpm durante todo el ejercicio.

**Programa semanal de ejercicio aeróbico:** para ambos grupos de ejercicio, el programa semanal consistió en dos sesiones supervisadas realizadas en el HURS y una sesión no supervisada fuera de la institución. En ambos casos la intensidad del ejercicio fue del 75% de la FC máx y se prescribió a partir de los valores de FC

alcanzados durante el protocolo de prueba. Las sesiones supervisadas constaron de 30 min de ejercicio aeróbico intermitente (esfuerzos de alta intensidad y corta duración, seguidos por periodos de ejercicio de baja intensidad). Se realizó pedaleo sobre cicloergómetro en series discontinuas con períodos de alta intensidad (75% de la FCmáx) y periodos de recuperación (45% de la FCmáx). Se utilizó también un ergómetro de brazo, donde la FC fue 5% inferior a la fijada para el cicloergómetro. La sesión no supervisada consistió en ejercicio aeróbico continuo durante 30-60 minutos (caminata), cuya intensidad (velocidad de caminata) se incrementó mensualmente (65, 70 y 75% FC máx en cada mes de tratamiento).

#### **Análisis Estadístico**

Los datos se presentan como media y error estándar (ES). La normalidad de la muestra fue calculada utilizando el test Shapiro-Wilk. Para el análisis del efecto de las diferentes intervenciones, MED, MEDE, CHO y CHOE, (variables independientes) sobre la TMB, PC, MM y MG (variables dependientes) se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) con medidas repetidas de dos factores intrasujeto: grupo y tiempo: [4 (grupo) × 4 (tiempo)]. La corrección de Tukey fue utilizada para ajustar los valores de la P en relación al número de contrastes llevados a cabo. La significancia estadística fue establecida en  $p < 0,05$ . Se utilizó el software SPSS 15.0 de Windows.

#### **Resultados**

36 pacientes con diagnóstico de SMet completaron el tratamiento asignado, distribuidos en 4 grupos de intervención: CHO (n = 8), CHOE (n = 10), MED (n = 8) y MEDE (n = 10). La edad media (años) fue  $58,2 \pm 1,0$ ,  $58,8 \pm 0,6$ ,  $57,2 \pm 1,0$  y  $58,8 \pm 1,1$ , el IMC medio fue  $38,0 \pm 1,8$ ,  $37,9 \pm 1,6$ ,  $39,0 \pm 1,6$  y  $37,8 \pm 0,7$ , la media de MM (kg) fue de  $3,8 \pm 3,4$ ,  $35,3 \pm 3,5$ ,  $36,8 \pm 3,0$ ,  $36,4 \pm 2,3$  y la MG (kg) media fue de  $34,6 \pm 4,3$ ,  $34,6 \pm 1,0$ ,  $35 \pm 3,0$  y  $35,2 \pm 1,7$  para CHO, CHOE, MED y MEDE respectivamente. También se registró el uso de estatinas e antihipertensivos, así como la media de colesterol LDL (LDL-c), HDL-c, colesterol total, TG, glucemia, realización de actividad física total en (METs/w), ejercicio de resistencia y caminata y actividades sedentarias. Ninguna de las variables mencionadas presentó diferencias estadísticamente significativas entre grupos.

#### *Tasa Metabólica Basal (TMB)*

Se valoró y comparó entre grupos la media obtenida de TMB (Kcal) antes y después de la intervención para cada uno de los grupos. Además, se comparó entre

tratamientos el porcentaje de variación de la TMB entre los momentos pre y post intervención. Todos los datos se presentan como media +/- ES en las figuras 1 y 2, dónde puede verse que tanto MEDE como CHOE sufrieron un descenso estadísticamente significativo de la TMB luego de la intervención ( $p < 0,05$ ) y respecto a ambos grupos sin EF ( $p < 0,05$ ). Dicha disminución de TMB fue mayor en MEDE que en CHOE ( $p < 0,05$ ).

### Peso corporal

Se valoró y comparó entre grupos el descenso de PC (kg) como porcentaje de variación entre los momentos pre y post intervención.

La figura 3 presenta los datos como media +/- ES evidenciando un descenso de PC estadísticamente significativo en todos los grupos luego de la intervención

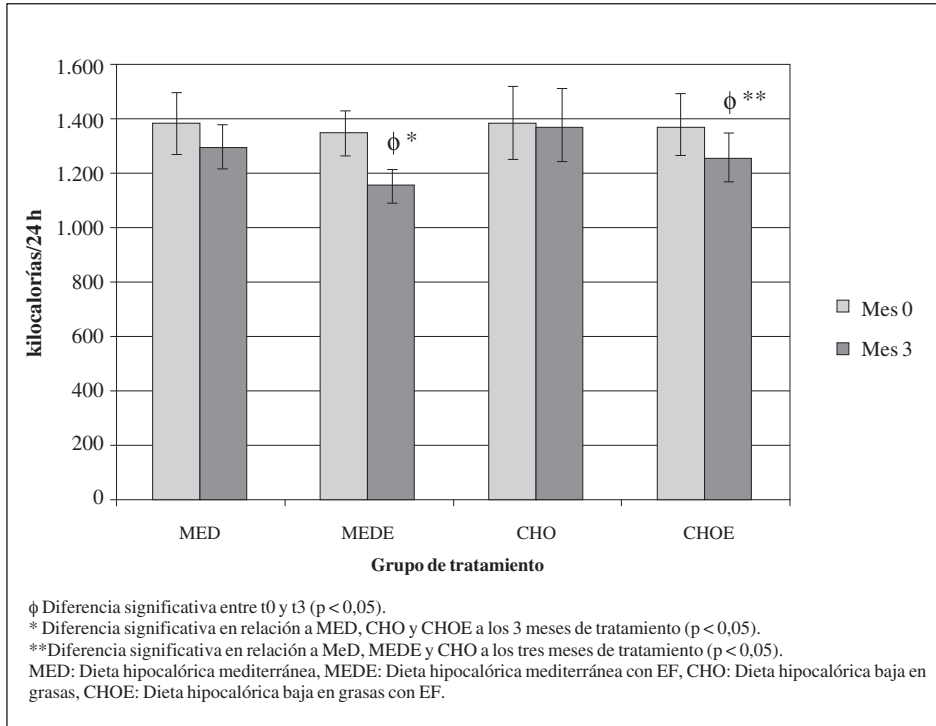


Fig. 1.—Tasa metabólica basal promedio según tratamiento al inicio y final de los 3 meses de intervención (media ± ES).

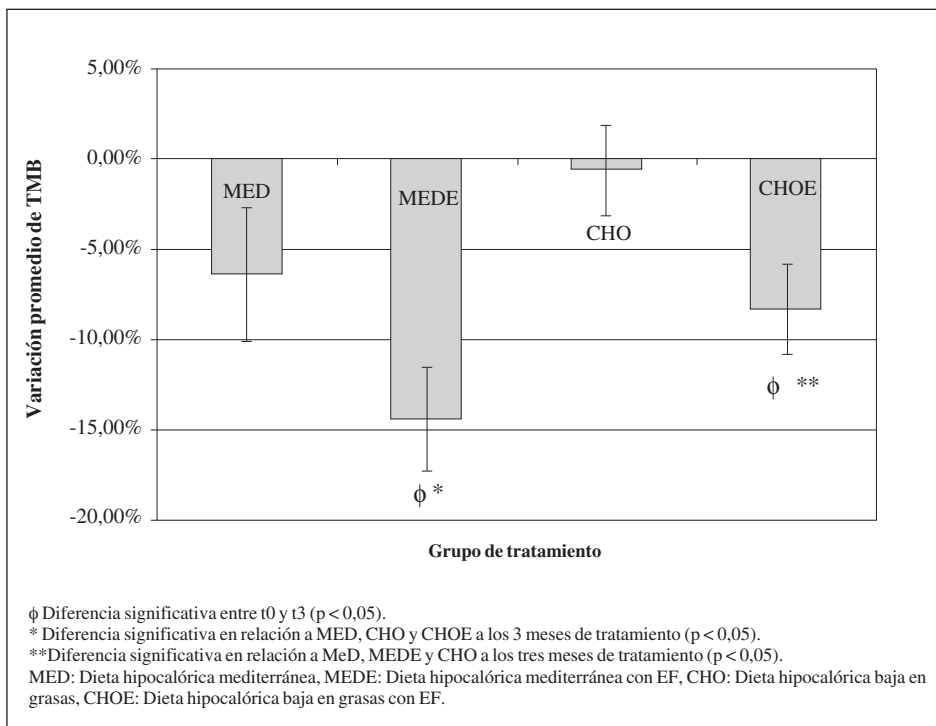


Fig. 2.—Porcentaje de variación de la TMB según tipo de tratamiento entre los momentos pre y post intervención (media ± ES).

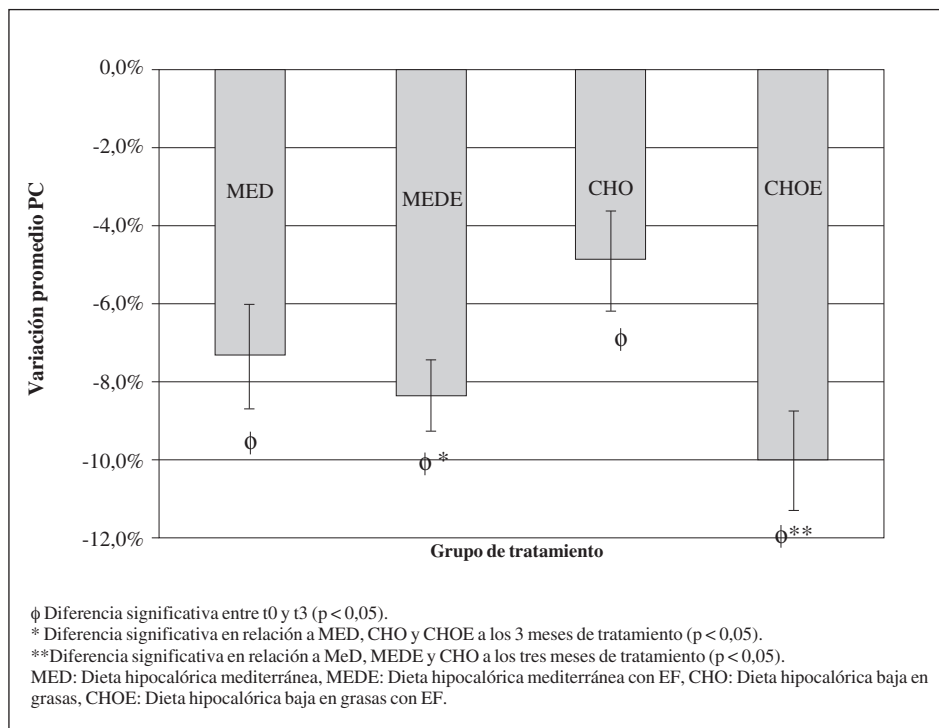


Fig. 3.—Porcentaje de variación del peso corporal según tipo de tratamiento entre los momentos pre y post intervención (media  $\pm$  ES).

( $p < 0,05$ ). Al comparar los distintos tratamientos, se obtiene que la pérdida de PC fue mayor en ambos grupos con EF respecto a los dos tratamientos con intervención dietética solamente ( $p < 0,05$ ). Entre los grupos con EF, CHOE perdió más peso que MEDE ( $p < 0,05$ ).

#### Kilogramos de masa grasa (MG)

Se valoró y comparó entre grupos el descenso de MG (kg) como porcentaje de variación entre los momentos pre y post intervención. Los datos se presentan como media  $\pm$  ES en la figura 4 y muestran un des-

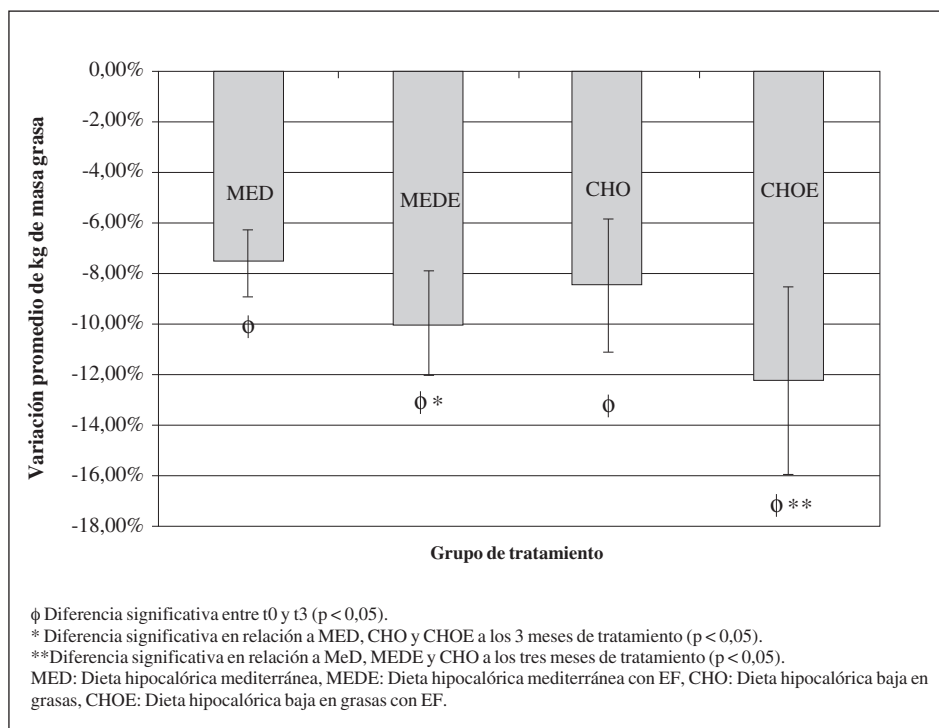


Fig. 4.—Porcentaje de variación de la MG según tipo de tratamiento entre los momentos pre y post intervención (media  $\pm$  ES).

censo de la MG estadísticamente significativo en todos los grupos luego de la intervención ( $p < 0,05$ ). La comparación entre tratamientos arroja una mayor pérdida de MG en ambos grupos con EF respecto a los dos tratamientos con intervención dietética solamente ( $p < 0,05$ ). Entre los grupos con EF, CHOE provocó mayor pérdida de MG que MEDE ( $p < 0,05$ ).

#### Kilogramos de masa muscular (MM)

Se valoró y comparó entre grupos la modificación de la MM (kg) como porcentaje de variación entre los momentos pre y post intervención. La figura 5 presenta los datos como media  $\pm$  ES. Ambos tratamientos con dieta hipocalórica mediterránea, MED y MEDE, sufrieron una pérdida significativa de MM al finalizar la intervención ( $p < 0,05$ ), siendo MEDE  $>$  MED ( $p < 0,05$ ). Dicha pérdida de MM en MEDE y MED fue mayor que en ambos grupos con dieta hipocalórica baja en Gr con alto contenido en HCO, CHOE y CHO ( $p < 0,05$ ).

#### Discusión

Este estudio permitió observar que una Dieta baja en grasa y con alto contenido en hidratos de carbono combinada con un programa semanal de ejercicio físico aeróbico (CHOE), induce la mayor reducción de PC y MG respecto al resto de grupos (CHO, MED y MEDE). Al mismo tiempo provoca menor reducción de la TMB respecto a una Dieta hipocalórica mediterránea combi-

nada con EF (MEDE) y preserva la MM más efectivamente que esta última.

Se conoce que la dieta hipocalórica eficiente es aquella que disminuye el aporte calórico, lo que favorece la movilización de grasa almacenada en el tejido adiposo, con el consiguiente descenso progresivo del PC a causa de la pérdida de MG. Sin embargo, una dieta hipocalórica puede conllevar una pérdida fisiológica no deseada de MM, metabólicamente activa, conduciendo a una reducción de la TMB. Dicha pérdida podría limitar el éxito del tratamiento en el largo plazo, causando un efecto compensatorio del gasto energético capaz de obstaculizar la progresión de la pérdida de PC<sup>25,26</sup>. Por lo tanto, el tratamiento más efectivo no sólo será aquél que provoque la mayor pérdida de PC y MG sino también el que permita mantener, o incluso aumentar, la MM y la TMB. Ambos tratamientos dietéticos hipocalóricos (Dieta mediterránea y Baja en grasa con alto contenido de hidratos de carbono complejos) son más efectivos para lograr una pérdida de peso y grasa corporal cuando se combinan con un programa regular de EF. Dicho resultado coincide con estudios previos que combinaron otros modelos hipocalóricos con EF aeróbico<sup>13-16</sup>. Por otra parte, la TMB no varió significativamente en los tratamientos dietéticos sin EF (CHO y MED), coincidiendo con el estudio realizado por Sénéchal y cols., 2010, quienes no observaron diferencias en la TMB tras un tratamiento dietético hipocalórico en mujeres post-menopáusicas obesas<sup>27</sup>. MED, a diferencia de CHO, produjo una reducción significativa de MM, pero que no se corresponde con un descenso de la TMB. Dos posibles hechos podrían explicar este hallazgo: primero, es cono-

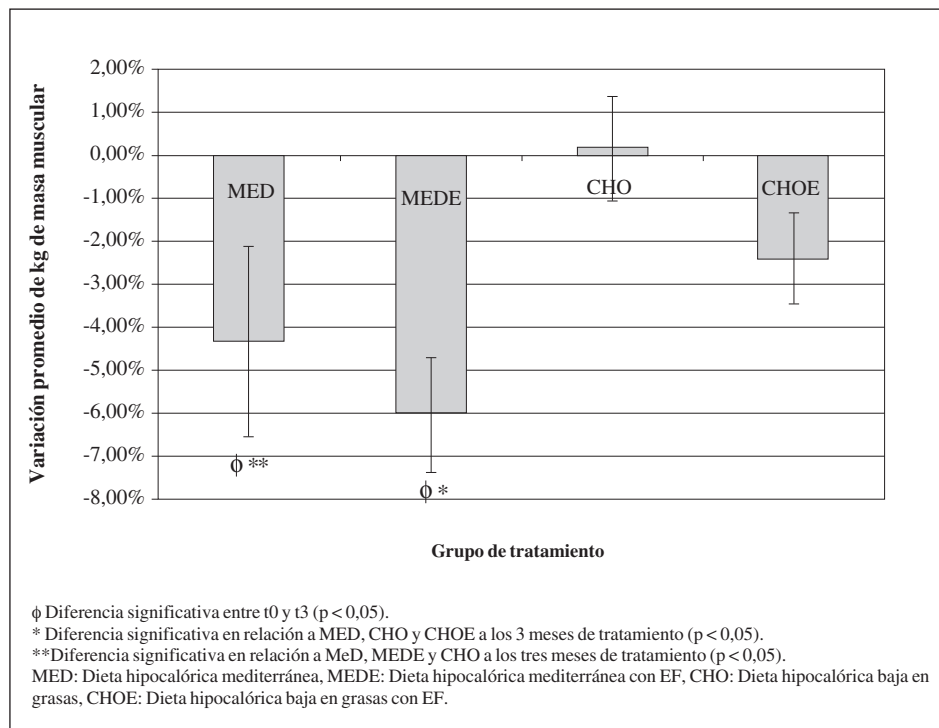


Fig. 5.—Porcentaje de variación de MM según tipo de tratamiento entre los momentos pre y post intervención (media  $\pm$  ES).

cido que la MM no constituye el único factor regulador del MB, interviniendo otros como la reducción en la secreción de hormonas tiroideas (HT) que actúan sinérgicamente provocando la reducción de la TMB. Sin embargo, esta reducción en la concentración de HT ocurre sólo ante una pérdida aguda de PC<sup>28,29</sup>. Éste no fue el caso de MED, el cual redujo un 7% del PC en 3 meses de tratamiento. Quizás sea razonable explicarlo por el tamaño muestral, ya que MED mostró una tendencia negativa de la TMB, aunque no significativa, que podría alcanzar significancia estadística con un mayor número de sujetos, correspondiéndose con la pérdida de MM de este grupo.

Respecto a la intervención con EF, MEDE indujo la mayor pérdida de MM junto con una pronunciada reducción de la TMB en relación con CHOE. Como se ha explicado anteriormente, la TMB disminuye cuando se pierde tejido metabólicamente activo ya que al disminuir su tamaño y actividad, se requiere menos energía para sostener sus demandas<sup>28</sup>. Sin embargo, MEDE y CHOE fueron igualmente hipocalóricas y normoproteicas, por lo cual, se sugiere que las diferencias inducidas en la masa MM y en la TMB podrían estar relacionadas con la menor ingesta de ingesta de HCO en el grupo MEDE (50% vs 55-58% en el grupo CHOE). Dicho nutriente es un factor clave para la estimulación de la secreción de insulina, principal hormona anabólica requerida para la recuperación del glucógeno muscular (utilizado durante las sesiones de ejercicio y también en la re-síntesis de proteínas musculares) que aumenta su catabolismo cuando el sujeto realiza actividad física. Además, los HCO constituyen la única fuente de glucógeno muscular y, por ende, funcionan como principal abastecimiento energético para la contracción, mantención y regeneración de la MM. Por lo tanto, la menor proporción de dicho nutriente en MEDE podría haber afectado los mecanismos mencionados, favoreciendo los procesos de catabolismo muscular y la consecuente pérdida de MM. Simultáneamente, el EF incrementa la demanda de HCO potenciando así el desequilibrio entre la disponibilidad y utilización muscular de este nutriente con la consecuente utilización de la proteína endógena, desgastando el tejido muscular. Conjuntamente, aunque no fue objetivo del presente estudio analizar la ingesta dietética pre y post ejercicio, un bajo consumo de HCO en las comidas posteriores a la sesión de ejercicio, limitaría la recuperación del glucógeno muscular y provocaría aún mayor pérdida progresiva de MM<sup>30</sup>. Estas evidencias en su conjunto, podrían ser las causas de que MEDE haya provocado la mayor variación negativa de TMB y MM respecto al resto de los grupos. Distinto es el caso de CHOE el cual resultaría a primera vista el tratamiento más efectivo, produciendo el mayor descenso de PC y MG sin pérdida significativa de MM. Sin embargo, CHOE también indujo una reducción de la TMB. Dicha variación podría deberse a la pérdida aguda de PC y MG que provocó este tratamiento, significativamente mayor que en el resto de los grupos. Como se explicó anteriormente, la

pérdida aguda de PC puede afectar parámetros hormonales capaces de alterar el MB independientemente de la masa magra, como la acción de las HT<sup>28,29</sup>.

Este estudio analiza por primera vez la influencia de una dieta hipocalórica combinada con EF sobre la TMB en pacientes con SMet. Aparentemente, la Dieta baja en grasas y con alto contenido en HCO complejos combinada con un programa semanal de EF podría ser la opción que mejor conserva la TMB y la MM. Aún así, debería examinarse la posibilidad de incrementar la proporción de HCO de la dieta mediterránea para mantener los efectos beneficiosos de ésta sobre el resto de factores de riesgo del SMet<sup>31,32</sup> controlando la pérdida de MM y consecuentemente la disminución de la TMB.

Finalmente, la principal limitación del estudio queda determinada por el reducido tamaño muestral que no permite aún extrapolar los resultados a la población general con SMet, por lo que este estudio lo consideramos base suficiente de una hipótesis que habrá que validarla con estudios a más largo plazo y con mayor tamaño muestral.

## Conclusiones

En conclusión, una Dieta hipocalórica baja en grasas y con alto contenido en hidratos de carbono complejos combinada con un programa regular de ejercicio físico aeróbico semanal induce menor reducción de la tasa metabólica basal al tiempo que favorece un mejor perfil de composición corporal que la Dieta hipocalórica mediterránea combinada con el mismo protocolo de ejercicio físico.

## Referencias

1. Expert Panel on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. *JAMA* 2001; 285: 2486-97.
2. Lakka HM, Laaksonen DE, Lakka TA, Niskanen LK, Kumpusalo E, Tuomilehto J, Salonen JT. The metabolic syndrome and total and cardiovascular disease mortality in middle-aged men. *JAMA* 2002 Dec 4; 288 (21): 2709-16.
3. Bethene Ervin R. Prevalence of Metabolic Syndrome Among Adults 20 Years of Age and Over, by Sex, Age, Race and Ethnicity and Body Mass Index: United States, 2003-2006; *National Health Statistics Reports* N° 13 2009 May 5
4. Cordero A, Alegría E, León M. Prevalencia de Síndrome Metabólico. *Rev Esp Cardiol Supl* 2005; 5: 11D-5D.
5. Llisterri JL, Cea-Calvo L, Martí-Canales JC, Lozano JV, Aznar J, Redón J. Prevalencia del síndrome metabólico en la población española de 60 años o más. Estudio de base poblacional PREV-ICTUS. *Medicina Clínica* 14 Feb 2009; 132 (5):172-9.
6. Alexander CM, Landsman PB, Teutsh SM, Haffner SM. NCEP-defined metabolic syndrome, diabetes and prevalence of coronary heart disease among NHANES III participants age 50 years and older. *Diabetes* 2003; 52: 1210-4.
7. Hu FB, Manson JE, Stampfer MJ, Colditz G, Liu S, Solomon CG, Willett WC. Diet, lifestyle, and the risk of type 2 diabetes mellitus in women. *N Engl J Med* 2001 Sep 13; 345 (11):790-7.
8. Grundy SM. Obesity, metabolic syndrome, and coronary atherosclerosis. *Circulation* 2002; 105: 2696-8.
9. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation; Rome, 2004. Human energy requirements.



10. Babio N, Bullo M, Basora J, Martínez-González MA, Fernández-Ballart J, Márquez-Sandoval F, Molina C, Salas-Salvado J. Adherence to the Mediterranean diet and risk of metabolic syndrome and its components. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2009; 19: 563-70.
11. Halyburton AK, Brinkworth GD, Wilson CJ, Noakes M, Buckley JD, Keogh JB, Clifton PM. Low-and high-carbohydrate weight-loss diets have similar effects on mood but not cognitive performance. *Am J Clin Nutr* 2007; 86: 580-7.
12. Schröder H, Marrugat J, Vila J, Covas MI, Elosua R. Adherence to the Traditional Mediterranean Diet Is Inversely Associated with Body Mass Index and Obesity in a Spanish Population. *J. Nutr* 2004; 134: 3355-61.
13. Foster-Schubert KE, Alfano CM, Duggan CR, Xiao L, Campbell KL, Kong A, Bain CE, Wang CY, Blackburn GL, McTier-nan A. Effect of Diet and Exercise, Alone or Combined, on Weight and Body Composition in Overweight-to-Obese Postmenopausal Women. *Obesity* (Silver Spring) 2011 Apr 14; [Epub ahead of print].
14. Chambliss HO. Exercise duration and intensity in a weight-loss program. *Clin J Sport Med* 2005 Mar; 15 (2): 113-5.
15. Rodríguez-Rodríguez E, Perea JM, López-Sobaler AM, Ortega RM. Obesidad, resistencia a la insulina y aumento de los niveles de adipocinas: importancia de la dieta y el ejercicio físico. *Nutr Hosp* 2009; 24 (4): 415-21.
16. González Calvo G, Hernández Sánchez S, Pozo Rosado P, García López D. Asociación entre tejido graso abdominal y riesgo de morbilidad: efectos positivos del ejercicio físico en la reducción de esta tendencia. *Nutr Hosp* 2011; 26 (4):685-91.
17. Da Rocha EE, Alves VG, da Fonseca RB. Indirect calorimetry: methodology, instruments and clinical application. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2006 May; 9 (3): 247-56.
18. Haugen HA, Chan LN, Li F. Indirect calorimetry: a practical guide for clinicians. *Nutr Clin Pract* 2007 Aug; 22 (4): 377-88.
19. Adriaens MP, Schoffelen PF, Westerterp KR. Intra-individual variation of basal metabolic rate and the influence of daily habitual physical activity before testing. *Br J Nutr* 2003 Aug; 90 (2): 419-23.
20. St-Pierre DH, Karelis AD, Cianflone K, Conus F, Mignault D, Rabasa-Lhoret R, St-Onge M, Tremblay-Lebeau A, Poehlman ET. Relationship between ghrelin and energy expenditure in healthy young women. *J Clin Endocrinol Metab* 2004 Dec; 89 (12): 5993-7.
21. Marfell-Jones M. Guidelines for Athlete Assessment in New Zealand Sport. Kinanthropometric Assessment; <http://home-pages.ihug.co.nz/~rip/Aanthropometry>. Acceso 12/01/2011.
22. Martin AD, Spent LF, Drinkwater DT, Clays JP. Anthropometric estimation of muscle mass in men. *Med Sci Sports Exerc* 1990; 22 (5): 729-33.
23. Durnin JVGA, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr* 1974; 32: 77-97.
24. Tanaka H., Monahan, K.G. and Seals, D.S. Age – predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol*. 2001;37:153-6
25. Chaston TB, Dixon JB, O'Brien PE. Changes in fat-free mass during significant weight loss: a systematic review. *Int J Obes (Lond)* 2007 May; 31(5): 743-50.
26. Stiegler P, Cunliffe A. The role of diet and exercise for the maintenance of fat-free mass and resting metabolic rate during weight loss. *Sports Med* 2006; 36 (3): 239-62.
27. Sénéchal M, Arguin H, Bouchard DR, Carpentier AC, Ardilouze JL, Dionne IJ, Brochu M. Interindividual variations in resting metabolic rate during weight loss in obese postmenopausal women A pilot study. *Metabolism* 2010 Apr; 59 (4): 478-85.
28. Welle SL, Campbell RG. Decrease in resting metabolic rate during rapid weight loss is reversed by low dose thyroid hormone treatment. *Metabolism* 1986 Apr; 35 (4): 289-91.
29. Sari R, Balci MK, Altunbas H, Karayalcin U. The effect of body weight and weight loss on thyroid volume and function in obese women. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2003 Aug; 59 (2): 258-62.
30. Onzari M. Fundamentos de Nutrición el Deporte. 3.ª Edición. Buenos Aires: El Ateneo, 2004. p. 328. ISBN: 950-02-0416-9.
31. Pérez-Martínez P, García-Ríos A, Delgado-Lista J, Pérez-Jiménez F, López-Miranda J. Mediterranean diet rich in olive oil and obesity, metabolic syndrome and diabetes mellitus. *Curr Pharm Des* 2011; 17 (8): 769-77.
32. Giugliano D, Esposito K. Mediterranean diet and metabolic diseases. *Curr Opin Lipidol* 2008 Feb; 19 (1): 63-8.