

# **El cost energètic de l'exercici i la seva importància en el tractament de l'obesitat**

## **El coste energético del ejercicio y su importancia en el tratamiento de la obesidad**

---

Antonio Tinajas Ruiz; José Vicente Tinajas Ruiz

---

---

### **RESUM**

Cada vegada és més gran el nombre de persones que, per motius de salut o simplement estètic, se sotmeten a programes d'aprimament. Aquests consisteixen habitualment en una reducció, més o menys pronunciada, de l'energia ingerida a través dels aliments. Pel contrari, l'augment de la despesa d'energia mitjançant la realització d'exercici físic té poca acceptació entre les persones que desitgen aprimar-se, especialment si es tracta de dones.

Per tal de ressaltar la importància de l'exercici físic a l'hora d'assolir un desajustament del balanç energètic que condueixi a una reducció del greix corporal, es recull informació sobre el consum d'energia que comporta la realització d'alguns dels exercicis físics més habituals.

---

### **RESUMEN**

Cada vez es mayor el número de personas que, por motivos de salud o simplemente estéticos, se someten a programas de adelgazamiento. Éstos consisten, la mayoría de las veces, en una reducción más o menos pronunciada de la energía ingerida a través de los alimentos. Por el contrario, el aumento del gasto de energía mediante la realización de ejercicio físico tiene poca aceptación entre las personas que desean adelgazar, especialmente si se trata de mujeres.

Con el fin de resaltar la importancia del ejercicio físico a la hora de lograr un desajuste del balance energético que conduzca a una reducción de la grasa corporal, se recoge información sobre el consumo de energía que conlleva la realización de algunos de los ejercicios físicos más habituales.

---

### **1. Introducció**

Estudis efectuats als EEUU revelen que la composició corporal dels infants ha anat variant al llarg de les dues darreres dècades, observant un augment de la proporció de greix corporal<sup>13,31</sup> (Figura 1).

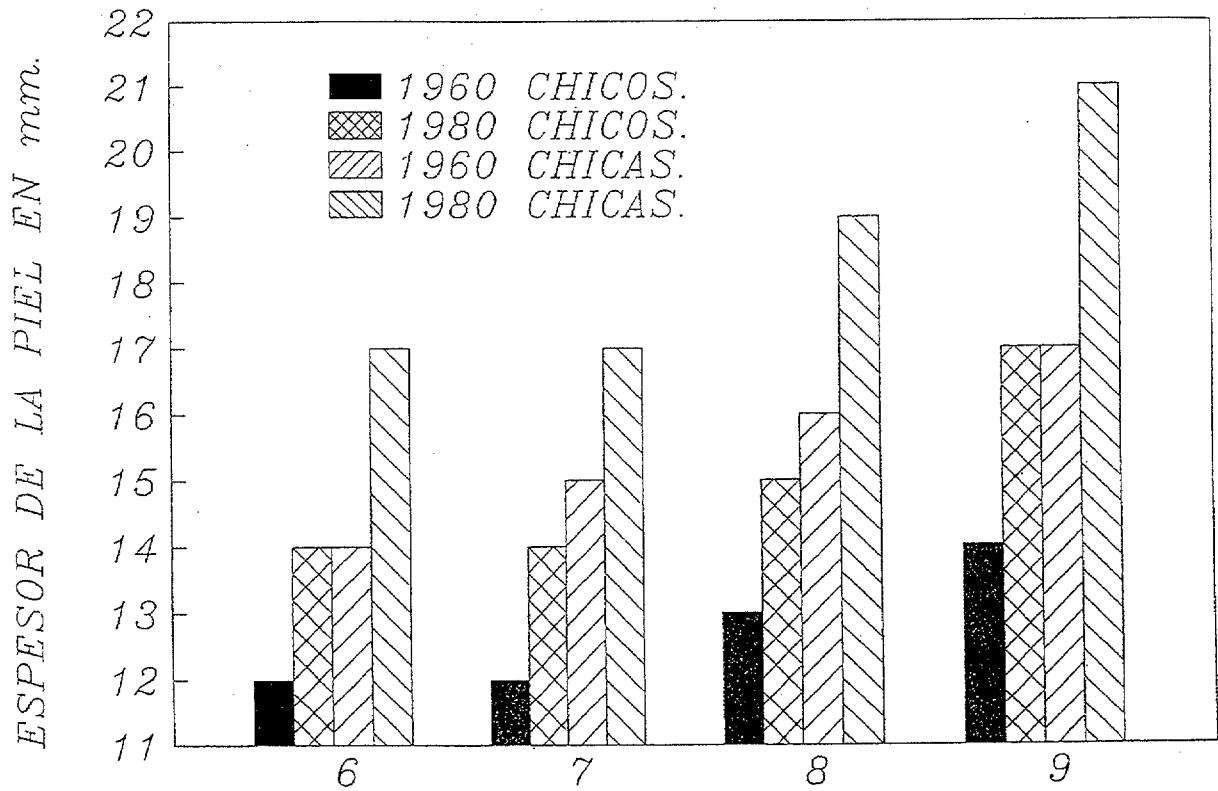
L'explicació cal buscar-la en la progressiva implantació d'hàbits alimentosos inadequats i en la reducció de l'activitat física quotidiana. La fixació d'aquestes conductes a una edat molt primerenca contribueix, sens dubte, a augmentar el nombre de persones adultes amb sobrepès, cosa que fa necessària l'adopció de mesures igualment precoces en el tractament de l'obesitat.<sup>35</sup>

---

### **1. Introducción**

Estudios efectuados en EEUU revelan que la composición corporal de los niños ha ido variando a lo largo de las dos últimas décadas observándose un aumento de la proporción de grasa corporal<sup>13, 31</sup> (Figura 1.).

La explicación hay que buscarla en la progresiva implantación de hábitos alimenticios inadecuados y en la reducción de la actividad física cotidiana. La fijación de tales conductas a edad muy temprana contribuye, sin duda, a aumentar el número de personas adultas con sobrepeso, lo que hace necesaria la adopción de medidas igual-



**Figura 1:** Evolució del contingut de greix corporal de nens i nenes dels EEUU entre 1960 i 1980. Adaptat de Ross i col. (31).  
**Figura 1:** Evolución del contenido de grasa corporal de niños y niñas de los EEUU entre 1960 y 1980. Adaptado de Ross y col. (31).

Aquests progressiu augment de l'obesitat entre la població dels països industrialitzats ha despertat l'interès pels problemes de salut que s'hi troben relacionats: hipertensió, hiperlipidèmia, diabetis, càncer de mamella, etc.<sup>1,27</sup> Aquesta preocupació es posa en relleu a través de les recomanacions que realitzen organismes de prestigi internacional per millorar quantitativament i qualitativa la dieta que consumim<sup>27</sup> i estendre entre la població l'hàbit de l'exercici físic.<sup>1</sup>

Sovint, la necessitat que experimentem de reduir l'excés de greix corporal no prové d'una preocupació per la salut sinó del desig d'ajustar la nostra imatge corporal a un model socialment establert. En aquests casos és freqüent una sobreestimació subjectiva de la quantitat de greix que emmagatzemem sota la pell.

Sigui real o imaginària l'obesitat que patim, cada vegada és més alt el nombre de persones que se sotmeten a programes d'aprimament. La pràctica més estesa consisteix en el seguiment de dietes hipocalòriques, i això malgrat els molts inconvenients que comporten.<sup>1</sup> Entre ells destaquen la reducció de la taxametabòlica de repòs (TMR),<sup>1, 32, 33</sup> que representa entre el 60 i el 75% del nostre con-

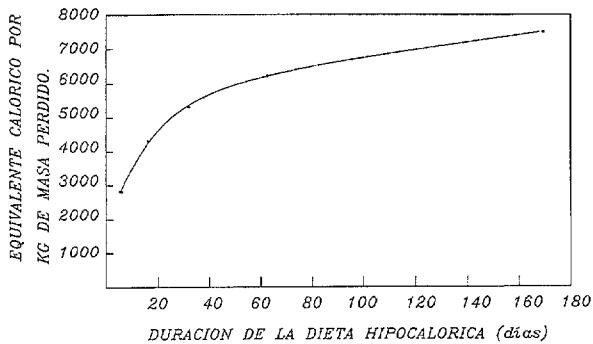
mente precoces en el tratamiento de la obesidad.<sup>35</sup>

Este progresivo aumento de la obesidad entre la población de los países industrializados ha despertado el interés por los problemas de salud que se hallan relacionados con ella: hipertensión, hiperlipidemia, diabetes, cáncer de mama, etc.<sup>1, 27</sup> Esa preocupación se pone de manifiesto a través de las recomendaciones que realizan organismos de prestigio internacional para mejorar cuantitativa y cualitativamente la dieta que consumimos<sup>27</sup> y extender entre la población el hábito del ejercicio físico.<sup>1</sup>

A menudo, la necesidad que experimentamos de reducir el exceso de grasa corporal no proviene de una preocupación por la salud, sino del deseo de ajustar nuestra imagen corporal a un modelo socialmente establecido. En estos casos es frecuente una sobreestimación subjetiva de la cantidad de grasa que almacenamos bajo la piel.

Sea real o imaginaria la gordura que padecemos, cada vez es mayor el número de personas que se someten a programas de adelgazamiento. La práctica más extendida consiste en el seguimiento de dietas hipocalóricas, y ello a pesar de los muchos inconvenientes que acarrear.<sup>1</sup> Entre ellos destacan

sum energètic total, i la pèrdua de massa lliure de greix, especialment múscul, cosa que suposa que solament entre un 50 i un 75% de la massa perduda durant una dieta hipocalòrica sigui teixit adipós (Figura 2).<sup>1, 5, 7, 38</sup>



**Figura 2:** Equivalent calòric per quilogram de massa perduda en funció de la durada de la restricció calòrica. Adaptat de Colabianchi i Felici (5).

**Figura 2:** *Equivalente calórico por kilogramo de masa perdida en función de la duración de la restricción calórica. Adaptado de Colabianchi y Felici (5).*

D'altra banda, la utilització exclusiva d'exercici com a teràpia aprimadora topa amb l'inconvenient

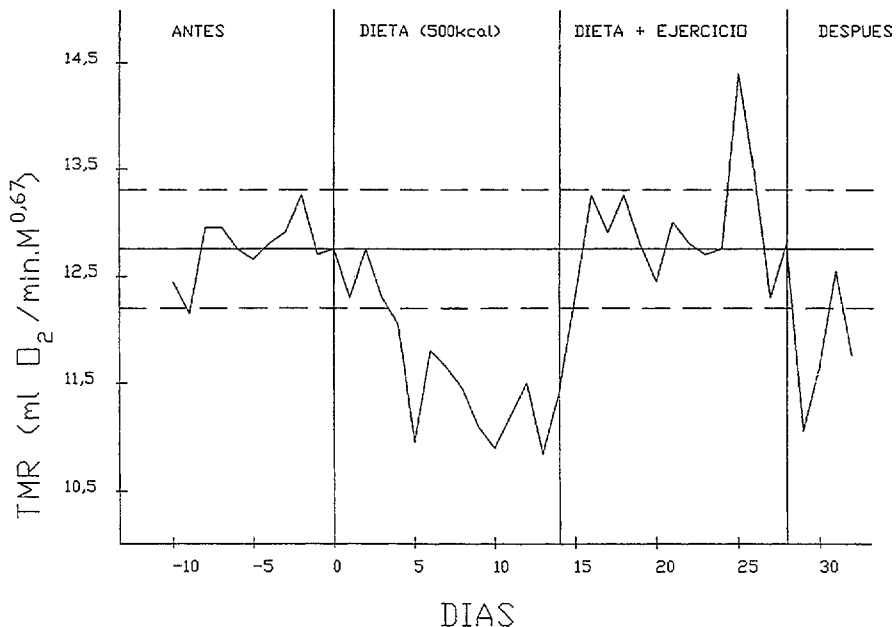
la reducció de la tasa metabòlica de repòs (TMR),<sup>1, 32, 33</sup> que representa entre el 60 y el 75% de nuestro consumo energético total; y la pèrdua de la masa lliure de grasa, especialmente músculo, lo que supone que sólo entre un 50 y un 75% de la masa perdida durante una dieta hipocalòrica sea tejido adiposo.<sup>1, 5, 7, 38</sup> (Figura 2).

Por otro lado, la utilización exclusiva de ejercicio como terapia adelgazante choca con el inconveniente de las muchas horas de esfuerzo que son necesarias para consumir las 7.500 Kcal que proporciona el metabolismo de un kilogramo de tejido graso.

Así las cosas, no es extraño que exista unanimidad en considerar la combinación de dieta y ejercicio como el mejor método para lograr una reducción de la grasa corporal. En el caso de personas muy obesas este método es el único posible.<sup>18</sup>

La bonanza de esta terapia está justificada, no sólo porque evita la reducción de la IMR (Figura 3)<sup>1, 24, 32, 39</sup> y la pèrdua de masa lliure de grasa,<sup>1, 23, 24, 30</sup> sino por ser más llevadera desde un punto de vista psicológico.<sup>5, 11, 18</sup> lo que no es poco cuando se busca más que una brusca reducción de la grasa corporal, la adquisición de hábitos saludables que puedan ser conservados a lo largo de la vida.

Sin embargo, la experiencia nos demuestra que quienes siguen programas de adelgazamiento, sobre todo si se trata de mujeres, rehuyen el ejercicio, contraviniendo todo el conocimiento científico del que disponemos sobre este tema.



**Figura 3:** Evolució dels valors diaris de la taxa metabòlica de repòs (TMR). La línia contínua indica el valor mitjà (+2 D.E., en línia discontinua) de la TMR prèvia a l'inici de la dieta. Adaptat de Molé i col. (24).

**Figura 3:** *Evolución de los valores diarios de la tasa metabólica de reposo (TMR). La línea continua indica el valor medio (+2 D.E., en línea discontinua) de la TMR prèvia al inicio de la dieta. Adaptado de Molé y col. (24).*

de la gran quantitat d'hores d'esforç que són necessàries per consumir les 7.500 Kcal. que proporciona el metabolisme d'un quilogram de teixit gras.

Així les coses, no és estrany que hi hagi unanimitat a considerar la combinació de dieta i exercici com el millor mètode per aconseguir una reducció del greix corporal. En el cas de persones molt obeses aquest mètode és l'únic possible.<sup>18</sup>

La bonesa d'aquesta teràpia està justificada no solament perquè evita la reducció de la TMR (Figura 3)<sup>1, 24, 32, 39</sup> i la pèrdua de massa lliure de greix,<sup>1, 23, 24, 30</sup> sinó perquè és més tolerable des d'un punt de vista psicològic,<sup>5, 11, 18</sup> cosa que ja és prou quan es busca, més que una brusca reducció del greix corporal, l'adquisició d'hàbits saludables que puguin ser conservats al llarg de la vida.

Tanmateix, l'experiència ens demostra que aquells que segueixen programes d'aprimament, sobretot si es tracta de dones, defugen l'exercici, contravenint tot el coneixement científic de què disposem sobre aquest tema.

És probable que aquesta actitud estigui motivada, en part, pel desconeixement del cost energètic que suposa la realització dels exercicis físics més habituals.

Pal·liar aquesta manca d'informació és l'objectiu d'aquest treball.

## 2. El cost energètic de l'exercici

La combustió d'un litre d'oxigen rendeix entre 4,09 i 5,05 Kcal. segons que la font energètica estigui constituïda de forma exclusiva per hidrats de carboni o per àcids grassos, tot i que habitualment es pren com a valor el de 5 Kcal per litre d'oxigen. Per conèixer el cost energètic d'un exercici cal saber quin volum d'oxigen s'ha consumit durant la seva execució. Puix que aquesta dada només és possible obtenir-la a través de l'anàlisi directa dels gasos espirats (Ergoespirometria), s'han trobat fórmules que possibiliten el càlcul aproximat del cost energètic de les formes d'exercici més usuals.

Això no obstant, convé saber que aquestes fórmules proporcionen el consum d'energia *durant* l'esforç. Així, hi caldria afegir el consum d'energia *després* de l'esforç, però motivat per aquest: és l'anomenat excés de consum d'oxigen posterior a l'exercici (ECOPE). Tot i que el seu valor, que depèn de la intensitat i la durada de l'exercici<sup>6, 12</sup> no és gaire elevat, pot contribuir al manteniment i/o reducció del greix corporal a llarg termini.

Finalment, recordem la recomanació de l'American College of Sports Medicine<sup>1</sup> sobre les característiques de l'exercici mínim que ha d'estar involucrat en qualsevol programa d'aprimament: 20-30 minuts d'exercici per sessió a un 60% de la freqüència cardíaca màxima, tres vegades per setmana.

Es probable que esa actitud esté motivada, en parte, por el desconocimiento del coste energético que supone la realización de los ejercicios físicos más habituales. Paliar esa falta de información es el objetivo de este trabajo.

## 2. El coste energético del ejercicio

La combustión de un litro de oxígeno rinde entre 4,09 y 5,05 Kcal según la fuente energética esté constituida de forma exclusiva por hidratos de carbono o por ácidos grasos, aunque habitualmente se toma como valor el de 5 Kcal por litro de oxígeno.

Para conocer el coste energético de un ejercicio es necesario saber qué volumen de oxígeno se ha consumido durante su ejecución. Puesto que este dato sólo es posible obtenerlo a través del análisis directo de los gases espirados (Ergoespirometría), se han hallado fórmulas que posibilitan el cálculo aproximado del coste energético de las formas de ejercicio más usuales.

Sin embargo, conviene saber que esas fórmulas proporcionan el consumo de energía *durante* el esfuerzo. A él habría que añadir el consumo de energía *después* del esfuerzo, pero motivado por éste: es el denominado exceso de consumo de oxígeno posterior al ejercicio (ECOPE). Aunque su valor, que depende de la intensidad y duración del ejercicio<sup>6, 12</sup> no es muy elevado, puede contribuir al manteniendo y/o reducción de la grasa corporal a largo plazo.

Por último, recordemos la recomendación del American College of Sports Medicine<sup>1</sup> sobre las ca-

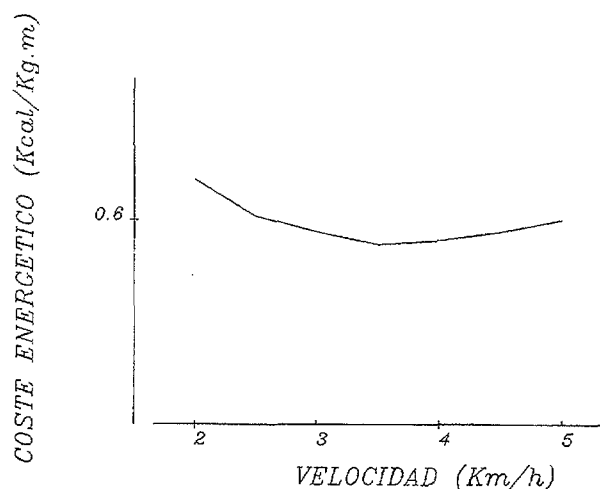


Figura 4: Cost energètic de la marxa. Adaptat de Di Prampero (9). No inclou la taxa metabòlica de repòs.

Figura 4: Coste energético de la marcha. Adaptado de Di Prampero (9). No incluye la tasa metabólica de reposo.

## 2.1. Marxa

La Figura 4 ens permet calcular les quilocalories consumides durant una caminada en funció de la massa corporal (Kg), de la distància recorreguda (Km) i de la velocitat (Km/h):<sup>9</sup>

Com podem observar, a una velocitat de 5 Km/h es consumeixen unes 0,6 Kcal/Km x Kg. Una persona de 90 Kg que corrés 7 Km a aquesta velocitat consumiria:

$$\text{Cost energètic} = \frac{0,6 \text{ Kcal}}{\text{Km} \times \text{Kg}} \times 90 \text{ Kg} \times 7 \text{ Km} = 378 \text{ Kcal.}$$

El cost energètic que es dedueix de les dades d'un estudi calorimètric de la marxa efectuat per Webb<sup>40</sup> és similar, en relació amb els valors que apareixen a la Figura 6, a una velocitat de 2,5 Km/h i un 10% superior quan la marxa és de 4,6 Km/h.

Un treball recent de Holt i col.<sup>16</sup> posa de manifest l'efecte de la longitud i de la freqüència de la gambada en el cost energètic de la marxa. Una de les conclusions de l'estudi és que aquest cost resulta

racterístiques del exercici mínim que debe estar involucrado en todo programa de adelgazamiento: 20-30 minutos de ejercicio por sesión a un 60% de la frecuencia cardíaca máxima, tres veces por semana.

## 2.1. Marcha

La Figura 4 nos permite calcular las kilocalorías consumidas durante una caminata en función de la masa corporal (Kg), de la distancia recorrida (Km) y de la velocidad (Km/h):<sup>9</sup>

Como puede observarse, a una velocidad de 5 Km/h se consumen unes 0,6 Kcal/Km x Kg. Una persona de 90 Kg que corriera 7 Km a esa velocidad consumiría:

$$\text{Coste energético} = \frac{0,6 \text{ Kcal}}{\text{Km} \times \text{Kg}} \times 90 \text{ Kg} \times 7 \text{ Km} = 378 \text{ Kcal.}$$

El coste energético que se deduce de los datos de un estudio calorimétrico de la marcha efectuado

	Lastre (kg)	Localización	Velocidad (km/h)	Inclinación %	VO <sub>2</sub> mlO <sub>2</sub> /kgmin. (a)	Coste calórico adicional (b) (Kcal.)
Maklaus y col. (20)	0,45	mano	5,5	cero	0,082 (c)	24,6
Graves y col. (15)	0,45	mano	6,0	7,9	1,9	51,3
	0,45	mano	6,0	10,5	1,7	45,9
	1,35	mano	6,0	7,9	3,3	89,1
	1,35	mano	6,0	10,5	3,1	83,7
Graves y col. (14)	1,35	muñeca	6,3	6,3	3,8	102,6
	1,35	tobillo	6,3	6,3	2,4	64,8
Auble y col.	1,35	mano	5,6	zero	6,9	186,3
Zarandona y col.(d)	2,27	mano	5,6	zero	3,0	81,0

(a) VO<sub>2</sub> = Consum d'oxigeno

(b) Per a una persona de 90 kg de massa i durant una hora de marxa, prenent com a factor de conversió el de 5 kcal. per litre d'oxigen consumit.

(c) En litres d'oxigen per minut.

(d) Citat per Graves i col. (15).

**Taula 1:** Comparació entre estudis sobre el cost energètic adicional de la marxa amb llastre.

**Tabla 1:** Comparación entre estudios sobre el coste energético adicional de la marcha con lastre.

més gran, per a cada velocitat, si s'augmenta la longitud de la gambada i es disminueix la seva freqüència, que no viceversa.

Hi ha la possibilitat d'augmentar el cost calòric de la marxa utilitzant llasts. Es tracta d'un mètode que té bona acceptació entre aquelles persones a les quals no els agraden els esforços més intensos com pot ser la cursa o que tenen limitacions serioses per a practicar-los per llur condició física o per patir determinades incapacitats.

El consum energètic addicional de la marxa amb llasts depèn de la massa d'aquest lastre, dels llocs del cos on és col·locat (mans, canells, turmells o cintura), de la velocitat de la marxa de la inclinació del terreny (Taula I).

L'ús de llasts petits, de l'ordre de 0,5 Kg, no és suficient per ocasionar increments del consum d'oxigen que comportin una reducció de greix prou sorprenent perquè justifiqui aquest tipus de pràctica.<sup>20</sup> Per això, calen llasts d'almenys 1,5 Kg i, tant com sigui possible, col·locats a les mans o als canells més que no en els turmells.<sup>14</sup> D'altra banda, l'augment del cost energètic que suposa l'ús de llasts més grans no va acompanyat generalment d'una percepció més ràpida de l'esforç per part de l'individu.<sup>14, 15</sup>

## 2.2. Cursa

Nombrosos treballs han permès trobar nomogrames i equacions a través dels quals poder calcular el cos energètic de la cursa. Entre els primers esmentarem el nomograma de Margaria i col·laboradors. Aquest nomograma (Figura 5) permet calcular el cost energètic d'una cursa en funció de la velocitat i de la inclinació del terreny. Una persona de 80 Kg de massa que recorri 7 Km en 35 minuts ( $V=12$  Km/h) sobre terreny horitzontal, consumeix unes 13 Kcal/Kg x h. Aquesta dada s'obté de la intersecció entre la columna de l'esquerra i una recta que passa pel valor 12 de la columna de la dreta i la creu central, que és el valor 0 del grau d'inclinació.

El consum d'energia total seria el següent:

$$\text{Cost energètic} = \frac{13 \text{ Kcal}}{\text{Kg x h}} \times 80 \text{ Kg} \times \frac{35 \text{ min.}}{60 \text{ min./h}} = 607 \text{ Kcal.}$$

Quant a les equacions, han estat trobades expressions matemàtiques molt variades (logarítmiques, polinòmiques, hiperbòliques, etc.). Tanmateix és unànime l'opinió que, a velocitats compreses entre 8-21 Km/h, o el que és el mateix, quan el consum d'oxigen oscil·la entre 20-80% del  $\text{VO}_2$  màx., el cost energètic de la cursa és una funció lineal de la velocitat del tipu:

$$\text{VO}_2 \text{ (ml O}_2\text{/Kg/min.)} = a \cdot V \text{ (Km/h)} + b$$

A títol d'exemple, esmentarem les equacions trobades per Bunc, Sprinarová i Leso, citats per Tina-

por Webb<sup>40</sup> es similar, respecto de los valores que aparecen en la Figura 6, a una velocidad de 2,5 Km/h y un 10% superior cuando se marcha a 4,6 Km/h.

Un trabajo reciente de Holt y col.<sup>16</sup> pone de manifiesto el efecto de la longitud y de la frecuencia de la zancada en el coste energético de la marcha. Una de las conclusiones del estudio es que dicho coste resulta mayor, para cada velocidad, si se aumenta la longitud de la zancada y se disminuye su frecuencia, que viceversa.

Existe la posibilidad de aumentar el coste calórico de la marcha utilizando lastres. Se trata de un método que tiene buena aceptación entre personas que no gustan de esfuerzos más intensos como la carrera o que tienen serias limitaciones para su práctica por su condición física o por padecer determinadas incapacidades.

El consumo energético adicional de la marcha con lastres depende de la masa de dicho lastre, de los lugares del cuerpo donde se coloca (manos, muñecas, tobillos o cintura), de la velocidad de la marcha y de la inclinación del terreno (Tabla 1).

El empleo de lastres pequeños, del orden de 0,5 Kg, no es suficiente para ocasionar incrementos del consumo de oxígeno que conduzcan a una reducción de grasa lo suficientemente llamativa como para justificar este tipo de práctica.<sup>20</sup> Para ello son precisos lastres de al menos 1,5 Kg y, a ser posible, colocados en manos o muñecas más que en tobillos.<sup>14</sup> Por otro lado, el aumento del coste energético que supone el empleo de lastres mayores no va acompañado generalmente de una percepción más rápida del esfuerzo por parte del individuo.<sup>14, 15</sup>

## 2.2. Carrera

Numerosos trabajos han permitido hallar nomogramas y ecuaciones a través de los cuales calcular el coste energético de la carrera. Entre los primeros citaremos el nomograma de Margaria y colaboradores. Dicho nomograma (Figura 5) permite calcular el coste energético de una carrera en función de la velocidad y de la inclinación del terreno. Una persona de 80 Kg de masa que recorra 7 Km en 35 minutos ( $V=12$  Km/h) sobre terreno horizontal consume unes 13 Kcal/Kg x h. Este dato se obtiene de la intersección entre la columna de la izquierda y una recta que pasa por el valor 12 de la columna de la derecha y la cruz central, que es el valor 0 del grado de inclinación:

El consumo de energía total sería el siguiente:

$$\text{Coste energético} = \frac{13 \text{ Kcal}}{\text{Kg x h}} \times 80 \text{ Kg} \times \frac{35 \text{ min.}}{60 \text{ min./h}} = 607 \text{ Kcal.}$$

En cuanto a las ecuaciones, han sido halladas expresiones matemáticas muy variadas (logarítmicas,

jas,<sup>36</sup> per a homes i dones, que són independents de l'edat i del nivell d'entrenament de la persona:

**HOMES:**

$$VO_2 \text{ (ml O}_2\text{/Kg/min.)} = 3154 \cdot V \text{ (Km/h)} + 3881$$

**DONES:**

$$VO_2 \text{ (ml O}_2\text{/Kg/min.)} = 2756 \cdot V \text{ (Km/h)} + 8516$$

Les equacions anteriors poden ser modificades per expressar el consum energètic de la cursa en quilocalories com a funció de la velocitat (V), de la massa del corredor (M) i del temps, de cursa (T). Per això n'hi ha prou a suposar que el consum d'un litre d'oxigen proporciona 5 quilocalories. Les noves equacions, que inclouen també la TMR, tenen la forma:

**HOMES:**

$$\text{Cost Energètic (Kcal)} = (15,77 \cdot V + 19,40) \cdot M \cdot T$$

**DONES:**

$$\text{Cost Energètic (Kcal)} = 13,78 \cdot V + 42,58) \cdot M \cdot T$$

Amb la intenció d'aconseguir una despesa calòrica més gran, sovint hom es planteja el dubte de si és més eficaç augmentar el temps de cursa mantenint la velocitat constant, o augmentar la velocitat mantenint constant el temps de cursa. La resposta a aquesta pregunta es pot obtenir calculant, a partir de l'equació 1, l'increment de despesa calòrica que origina una variació relativa:

1. Del temps de cursa.
2. De la velocitat de cursa.

Per a un individu de 70 Kg de massa que corrés inicialment 30 minuts i que hagués de decidir-se per incrementar en un 10% la velocitat o el temps de cursa, la diferència en el cost energètic segons que adoptés una solució o l'altra seria de solament unes 4 Kcal. a favor de l'exercici físic realitzat incrementant la velocitat de cursa.<sup>36</sup>

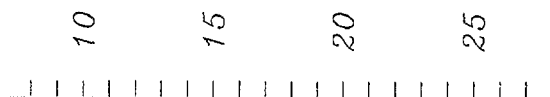
Ja que incrementar la velocitat de cursa pot resultar, tant psicològicament com fisiològica, un objectiu impossible d'aconseguir per una persona sotmesa a un programa d'aprimament, podem concloure que per incrementar la despesa calòrica és preferible augmentar el temps de cursa, mantenint la velocitat constant, que no adoptar la solució contrària.\*

\* Quan s'efectua el mateix càlcul utilitzant el nomograma de la Figura 5 s'obté un valor semblant, tot i que de signe contrari. Amb tot, podem continuar mantenint la conclusió exposada: si desitgem augmentar el consum d'energia durant la cursa és més còmode prolongar el temps d'exercici que no incrementar el ritme.

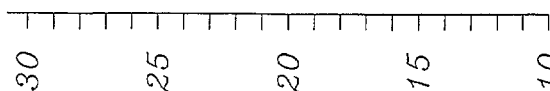
cas, polinòmics, hiperbòlics, etc.) en las que el coste energético es función de la velocidad de carrera. Sin embargo, es unánime la opinión de que, a velocidades comprendidas entre 8-21 Km/h, o lo que es lo mismo, cuando el consumo de oxígeno oscila entre 20-80% del VO<sub>2</sub> máx., el coste energético de la carrera es una función lineal de la velocidad del tipo:

$$VO_2 \text{ (ml O}_2\text{/Kg/min.)} = a \cdot V \text{ (Km/h)} + b$$

VELOCIDAD DE CARRERA (Km/h)



+



COSTE ENERGETICO (Kcal/Kg.h)

**Figura 5:** Nomograma per al càlcul del cost energètic de la cursa segons la velocitat, en terreny horitzontal. Adaptat de Montecinos i Estruch (25). No inclou la taxa metabòlica de repòs.

**Figura 5:** Nomograma para el cálculo del coste energético de la carrera según la velocidad, en terreno horizontal. Adaptado de Montecinos y Estruch (25). No incluye la tasa metabólica de reposo.

A título de ejemplo, citaremos las ecuaciones halladas por Bunc, Sprinarová y Leso, citados por Tinajas,<sup>36</sup> para hombres y mujeres, que son inde-

Finalment, en alguns països està de moda utilitzar durant la cursa llasts de canells i turmells com a conseqüència de campanyes publicitàries que anuncien increments de la despesa calòrica que van del 30 al 300%. A la pràctica, aquest increment rarament supera les 30 Kcal./h,<sup>4</sup> cosa que es pot aconseguir sense dificultat augmentant lleugerament la velocitat de cursa o la distància recorreguda. Però sí que amb la utilització de llasts durant la cursa augmenta la incomoditat de l'exercici i el risc de lesions a les extremitats inferiors. El seu ús, per tant, no està justificat.

### 2.3. Ciclisme

Per al cost energètic del desplaçament amb bicicleta, quan s'adopta la postura de flexió cap endavant i en absència de vent, s'ha proposat la següent equació:<sup>\* 9</sup>

$$\text{Cost energètic (Kcal.)} = (0,17 M + 0,43 Sc V^2 + 39,2 M \times i) = \frac{D}{4,18}$$

En ella, M = massa del ciclista i de la bicicleta (Kg), Sc = superfície corporal (m<sup>2</sup>), V = velocitat (m/sg), i = inclinació del terreny (tg α), D = distància recorreguda (Km).

La superfície corporal la podem conèixer a través del nomograma de la Figura 6.

Així, per a una persona de 70 Kg de massa i una altura de 175 cm (Sc = 1,85 m<sup>2</sup>), el recorregut en horitzontal (i = 0) de 30 Km en una hora (V = 30 Km/h = 8,33 m/sg) sobre una bicicleta de 10 Kg de massa suposaria el següent consum d'energia:

$$C.E. = [0,17 \times (70 + 10) + 0,43 \times 1,85 \times 8,33^2] \times \frac{30}{4,18} \text{ Kcal.} = 494 \text{ Kcal.}$$

### 2.4. Natació

En la natació, i cenyint-nos a l'estil "crawl", el consum energètic de les persones adultes i sedentàries és independent de la velocitat quan aquesta és inferior a 0,9 m/sg. El cost energètic en les dones és un 30% menor que en els homes, perquè la distribució especial del greix corporal entorn l'eix cap-peus els facilita el manteniment del cos en posició horitzontal.<sup>9</sup>

El consum de l'energia és funció de la distància D (m) i de la superfície corporal Sc (m<sup>2</sup>). Ve donat per les equacions:<sup>\* 9</sup>

$$\text{HOMES: Cost Energètic (Kcal.)} = 0,21 Sc \times D$$

$$\text{DONES: Cost Energètic (Kcal.)} = 0,151 Sc \times D$$

\* No inclouen la TMR

pendientes de la edad y del nivel de entrenamiento de la persona:

**HOMBRES:**

$$V_{O_2} \text{ (ml } O_2/\text{Kg/min.)} = 3154 \cdot V \text{ (Km/h)} + 3881$$

**MUJERES:**

$$V_{O_2} \text{ (ml } O_2/\text{Kg/min.)} = 2756 \cdot V \text{ (Km/h)} + 8516$$

Las ecuaciones anteriores pueden modificarse para expresar el consumo energético de la carrera en kilocalorías como función de la velocidad (V) de la masa del corredor (M) y del tiempo de carrera (T). Basta, para ello, suponer que el consumo de un litro de oxígeno proporciona 5 kilocalorías. Las nuevas ecuaciones, que incluyen también la TMR, tienen la forma:

**HOMBRES:**

$$\text{Coste Energético (Kcal)} = (15,77 \cdot V + 19,40) \cdot M \cdot T$$

**MUJERES:**

$$\text{Coste Energético (Kcal)} = 13,78 \cdot V + 42,58) \cdot M \cdot T$$

Con la intención de lograr un mayor gasto calórico, se plantea con frecuencia la duda de qué es más eficaz, si aumentar el tiempo de carrera manteniendo constante la velocidad, o aumentar la velocidad manteniendo constante el tiempo de carrera. La respuesta a esta pregunta se puede obtener calculando, a partir de la ecuación 1, el incremento del gasto calórico que origina una variación relativa:

1. Del tiempo de carrera.
2. De la velocidad de carrera.

Para un individuo de 70 Kg de masa que corriera inicialmente 30 minutos y que tuviera que decidir por incrementar en un 10% la velocidad o el tiempo de carrera, la diferencia en el coste energético según adoptara una solución u otra sería de tan sólo unas 4 Kcal. a favor del ejercicio físico realizado incrementando la velocidad de carrera.<sup>39</sup>

Puesto que incrementar la velocidad de carrera puede resultar para una persona sometida a un programa de adelgazamiento un objetivo imposible de lograr, tanto psicológica como fisiológicamente, podemos concluir que para incrementar el gasto calórico es preferible aumentar el tiempo de carrera, manteniendo la velocidad constante, que adoptar la solución contraria\*.

(\*) Cuando se efectúa el mismo cálculo utilizando el nomograma de la Figura 5 se obtiene un valor similar, aunque de signo contrario. A pesar de ello, podemos seguir manteniendo la conclusión expuesta: si deseamos aumentar el consumo de energía durante la carrera es más cómodo prolongar el tiempo de ejercicio que incrementar el ritmo.



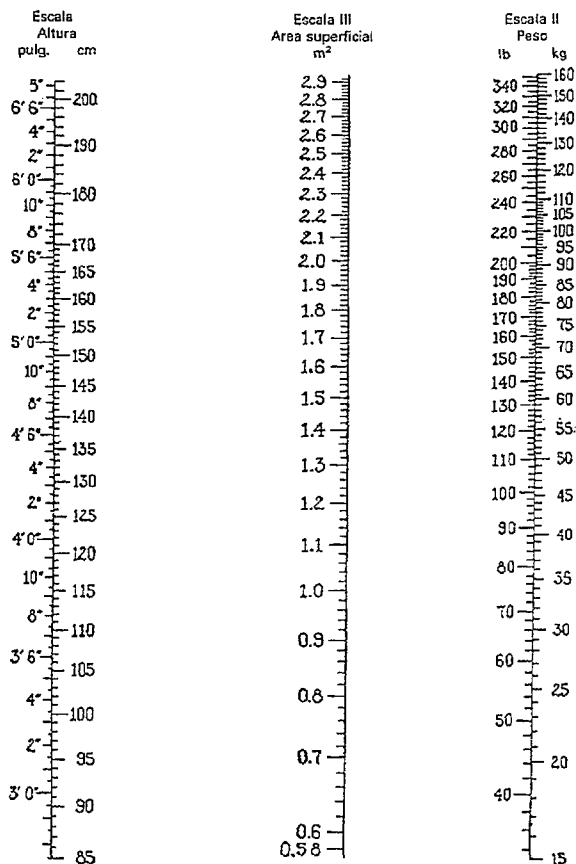


Figura 6: Nomograma per estimar la superfície corporal a partir de l'altura i el pes (21).

Figura 6: Nomograma para estimar la superficie corporal a partir de la altura y el peso (21).

No disposem de prou informació per afirmar si les equacions anteriors inclouen la pèrdua energètica que es produeix en submergir el cos en aigua freda i, si és així, no sabem a quina temperatura fou fet l'experiment. El que sí que podem dir és que, entre 20 i 28°C aquestes dades són irrellevants quan l'objectiu de l'exercici en aigua és la reducció del greix corporal. Veurem per què.

La pèrdua de calor que pateix el cos en ser submergit en aigua freda depèn de la temperatura de la pell (aproximadament la de l'aigua), de la temperatura central del cos (que és funció, a la vegada, de la intensitat de l'exercici), de la superfície corporal i de la conductivitat tèrmica del cos. Aquesta última depèn en gran mesura del contingut en greix de l'epidermis. L'efecte aïllant del greix fa que les persones obeses experimentin una pèrdua de calor menor que les primes (2,22) (vegeu Figura 7). El seu efecte protector també beneficia més les dones que no els homes,<sup>22</sup> en tenir el seu greix distribuït d'una manera tal que aïlla millor les extremitats, que

Por último, se ha puesto de moda en algunos países la utilización durante la carrera de lastres en muñecas y tobillos como consecuencia de campañas publicitarias que anuncian incrementos del gasto calórico que van del 30 al 300%. En la práctica, dicho incremento rara vez supera las 30 Kcal/h,<sup>4</sup> lo que puede lograrse sin dificultad aumentando ligeramente la velocidad de carrera o la distancia recorrida. Lo que sí aumenta con la utilización de lastres durante la carrera es la incomodidad del ejercicio y el riesgo de lesión de las extremidades inferiores. Su uso, por tanto, no está justificado.

### 2.3. Ciclismo

Para el coste energético del desplazamiento en bicicleta, cuando se adopta la postura de flexión del tronco hacia adelante y en ausencia de viento, se ha propuesto la siguiente ecuación<sup>89</sup>:

$$\text{Coste energético (Kcal.)} = (0,17 M + 0,43 Sc V^2 + 39,2 M \times i) = \frac{D}{4,18}$$

En ella, M = masa del ciclista y de la bicicleta (Kg), Sc = superfície corporal (m<sup>2</sup>), V = velocitat (m/sg), i = inclinació del terreny (tg α), D = distancia recorrida (Km).

La superfície corporal puede conocerse a través del nomograma de la Figura 6.

Así, para una persona de 70 Kg de masa y una altura de 175 cm (Sc = 1,85 m<sup>2</sup>), el recorrido en horizontal (i = 0) de 30 Km en una hora (V = 30 Km/h = 8,33 m/sg) sobre una bicicleta de 10 Kg de masa supondría el siguiente consumo de energía:

$$C.E. = [0,17 \times (70 + 10) + 0,43 \times 1,85 \times 8,33^2] \times \frac{30}{4,18} \text{ Kcal.} = 494 \text{ Kcal.}$$

### 2.4. Natación

En la natación, y ciñéndonos al estilo "crawl", el consumo energético de las personas adultas y sedentarias es independiente de la velocidad cuando ésta es inferior a 0,9 m/sg. El coste energético en las mujeres es un 30% menor que en los hombres debido a que la especial distribución de la grasa corporal en torno al eje cabeza-pies les facilita el mantenimiento del cuerpo en posición horizontal.<sup>9</sup>

El consumo de energía es función de la distancia D (m) y de la superficie corporal Sc (m<sup>2</sup>). Viene dado por las ecuaciones:<sup>9</sup>

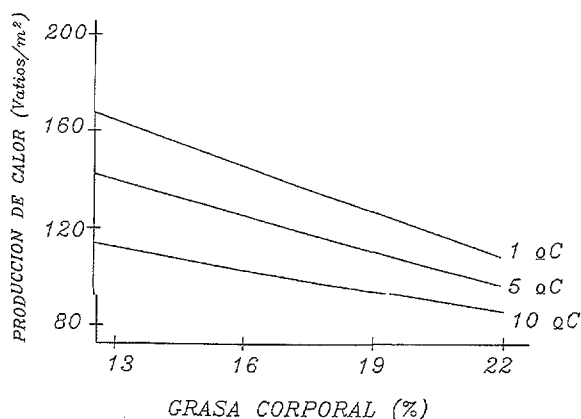
**HOMBRES:** Coste Energético (Kcal.) = 0,21 Sc x D

**MUJERES:** Coste Energético (Kcal.) = 0,151 Sc x D

(\*) No incluyen la TMR.

és on es concentra la major part de la musculatura implicada en la natació i a través de les quals es produeix quasi el 80% de l'intercanvi de calor amb el medi durant l'exercici.<sup>37</sup>

McArdle i col.<sup>22</sup> van estudiar la resposta tèrmica i metabòlica d'homes i dones amb diferents tants per cent de greix corporal en realitzar un exercici suau en aigües de diferents temperatures (20°C, 24°C i 28°C), comparant els resultats amb els obtinguts en realitzar el mateix exercici a l'aire lliure a una temperatura entre 24 i 28°C. Els homes obesos no van incrementar el seu consum energètic a cap de les temperatures estudiades, mentre que les diferències més grans es produïren en els homes prims (0,4 l de O<sub>2</sub>/minut a 20°C i 0,2 litres de O<sub>2</sub>/minut a 20°C), sent de menys quantia tant en dones normals com en primes .



**Figura 7:** Variació de la producció de calor (vats/m<sup>2</sup>) segons la temperatura de l'aigua i el tant per cent de greix corporal. Adaptat de Bittel i col. (2).

**Figura 7:** Variación de la producción de calor (vatios/m<sup>2</sup>) según la temperatura del agua y el tanto por ciento de grasa corporal. Adaptado de Bittel y col. (2).

Tal com podem veure, no és correcte afirmar que l'exercici en aigua freda ajuda les persones obeses a augmentar la despesa colòrica d'una forma tal que contribueix significativament a la reducció del seu greix corporal. Sí que podem dir, però, que ajuda les persones primes a mantenir el seu contingut de greix.

## 2.5. Dansa aeròbica

És interessant conèixer el cost energètic de la dansa aeròbica perquè la seva pràctica és majoritària entre les dones del nostre país, generalment amb l'objectiu de millorar l'aspecte corporal.<sup>3</sup>

En aquest sentit, hem recollit quatre treballs portats a terme amb protocols diferents, no ja quant a

No disponem de la informació suficient com para afirmar si las ecuaciones anteriores incluyen la pérdida energética que se produce al sumergir el cuerpo en agua fría y, de ser así, no sabemos a qué temperatura se efectuó el experimento. Lo que sí podemos decir es que, entre 20 y 28°C, esos datos son irrelevantes cuando el objetivo del ejercicio en agua es la reducción de la grasa corporal. Veamos por qué.

La pérdida de calor que sufre el cuerpo al ser sumergido en agua fría depende de la temperatura de la piel (aproximadamente la del agua), de la temperatura central del cuerpo (que es función, a su vez, de la intensidad del ejercicio), de la superficie corporal y de la conductividad térmica del cuerpo. Esta última depende en buena medida del contenido en grasa de la epidermis. El efecto aislante de la grasa hace que las personas obesas experimenten una pérdida de calor menor que las delgadas<sup>22</sup> (ver Figura 7). Su efecto protector también beneficia más a las mujeres que a los hombres<sup>22</sup> al tener su grasa distribuida de tal forma que aísla mejor las extremidades, que es donde se concentra la mayor parte de la musculatura implicada en la natación y a través de las cuales se produce casi el 80% del intercambio de calor con el medio durante el ejercicio.<sup>37</sup>

McArdle y col.<sup>22</sup> estudiaron la respuesta térmica y metabólica de hombres y mujeres con diferentes tanto por ciento de grasa corporal al realizar un ejercicio suave en agua a diferentes temperaturas (20°C, 24°C y 28°C), comparando los resultados con los obtenidos al realizar el mismo ejercicio al aire libre a una temperatura entre 24 y 28°C. Los hombres obesos no incrementaron su consumo energético a ninguna de las temperaturas estudiadas mientras que las mayores diferencias se dieron en los hombres delgados (0,4 l. de O<sub>2</sub>/minuto a 20°C y 0,2 litros de O<sub>2</sub>/minuto a 20°C), siendo de menor cuantía tanto en mujeres normales como en delgadas.

Como puede verse, no es correcto afirmar que el ejercicio en agua fría ayuda a las personas obesas a aumentar el gasto calórico de tal forma que contribuye significativamente a la reducción de su grasa corporal. Sí puede decirse, sin embargo, que ayuda a las personas delgadas a mantener su contenido de grasa.

## 2.5. Dansa aeròbica

Resulta interesante conocer el coste energètic de la dansa aeròbica porque su pràctica es majoritària entre las mujeres de nuestro país, generalmente con el objetivo de mejorar el aspecto corporal.<sup>3</sup>

Para ello hemos recogido cuatro trabajos llevados a cabo con protocolos diferentes, no ya en cuanto a la naturaleza de los ejercicios aeróbicos, sino en cuanto al método empleado para medir el VO<sub>2</sub>. Así, mientras Igbánigo y Gutin<sup>17</sup> por un lado, y Parker y col.<sup>28</sup> por otro llevaron a cabo una medi-

la naturalesa dels exercicis aeròbics sinó quant al mètode emprat per mesurar el VO<sub>2</sub>. Així, mentre Igbanugo i Gutin<sup>17</sup> d'una banda, i Parker i col.<sup>28</sup> de l'altra portaren a terme un mesurament directe (en el primer cas els ballarins carregaren un espiròmetre de 4,5 Kg), Léger<sup>19</sup> i Nelson i col.<sup>26</sup> ho feren de forma indirecta: el primer per retroextrapolació de la corba de recuperació d'oxigen, i els segons a través de la freqüència cardíaca (FC) de treball, després d'haver trobat per a cada participant la relació entre VO<sub>2</sub> i FC en cursa sobre cinta rodant (sobre això convé recordar la conclusió del treball de Parker i col.<sup>28</sup> segons la qual la FC durant la dansa aeròbica és més elevada que durant la cursa per a un mateix VO<sub>2</sub>). Les dades més rellevants de les quatre investigacions queden resumides a la Taula 2.

Tal com podem veure, hi ha una notable coincidència en els valors del consum energètic que oscil·len entorn les 0,130 Kcal/Kg x min. Això suposaria, per a una dona de 60 Kg de massa, que amb 35-40 minuts de dansa aeròbica podria aconseguir una despesa calòrica de 300 Kcal., que és el que es recomana per a una sessió dins un programa d'aprimament.<sup>1</sup>

Igbanugo i Gutin,<sup>17</sup> així com Léger,<sup>19</sup> van incloure també homes en els seus treballs respectius. El consum energètic que assoliren fou sempre supe-

ció directa (en el primer cas los bailarines cargaron con un espirómetro de 4,5 Kg), Léger<sup>19</sup> y Nelson y col.<sup>26</sup> lo hicieron de forma indirecta: el primero por retroextrapolación de la curva de recuperación de oxígeno, y los segundos a través de la frecuencia cardíaca (FC) de trabajo, después de haber hallado para cada participante la relación entre VO<sub>2</sub> y FC en carrera sobre cinta rodante (a este respecto conviene recordar la conclusión del trabajo de Parker y col.<sup>28</sup> según la cual la FC durante la danza aeróbica es más elevada que durante la carrera, para un mismo VO<sub>2</sub>). Los datos más relevantes de las cuatro investigaciones son resumidos en la Tabla 2.

Como puede verse, existe una notable coincidencia en los valores del consumo energético que oscilan en torno a las 0,130 Kcal/Kg x min. Eso supondría, para una mujer de 60 Kg de masa, que con 35-40 minutos de danza aeróbica podría lograr un gasto calórico de 300 Kcal, que es lo que se recomienda para una sesión dentro de un programa de adelgazamiento.<sup>1</sup>

Igbanugo y Gutin,<sup>17</sup> así como Léger<sup>19</sup> incluyeron también hombres en sus respectivos trabajos. El consumo energético alcanzado por éstos fue siempre mayor que el de las mujeres en términos absolutos (Kcal./min.), lo que se explica por su mayor masa muscular, pero fue similar al de las mujeres

	<b>Igbanugo y Gutin (17)</b>	<b>Parker y col. (28)</b>	<b>Léger (19)</b>	<b>Nelson y col. (26)</b>
Nº participantes (mujeres)	2	14	8	13
Edad (años)	23	19	21,6	21,5
F.C. de trabajo	156	180	135	129-155
Intensidad (F.C. de reserva) (%)	64	86,8	72 (a)	50-70
Coste energético (kcal./kg x min.)	0,132 (b,e)	0,116 (c,e)	0,138 (d,e)	0,138 (c)

Notes:

- (a) % de la FC <sub>màxima</sub>
- (b) Inclou la TMR i l'ECOPE entre les set peces de ball de la sessió;
- (c) inclou la TMR;
- (d) no inclou la TMR;
- (e) Suposant 4,914 kcal./ litre d'O<sub>2</sub>, valor trobat per Igbanugo i Gutin.
- (\*) Fc de reserva = Fc màxima - Fc de repòs.

**Taula 2:** Característiques de quatre investigacions en les quals es mesurà el consum d'energia durant una sessió de dansa aeròbica. Només s'inclouen les dades (valors mitjans) de les dones participants.

**Tabla 2:** Características de cuatro investigaciones en las que se midió el consumo de energía durante una sesión de danza aeróbica. Sólo se incluyen los datos (valores medios) de las mujeres participantes.

rior al de les dones en termes absoluts (Kcal/min.), cosa que s'explica perquè llur massa muscular és més gran. Però fou semblant al de les dones quan s'expressava en termes relatius (Kcal/Kg x min.).

La conclusió en tots els casos fou que la pràctica continuada de la dansa aeròbica resultava útil en programes de reducció del greix corporal.

## 2.6. Exercicis de força

És fàcil comprovar que els halteròfils i els homes i dones que practiquen culturisme posseeixen uns continguts de greix corporal baixos. Fleck i Kraemer,<sup>10</sup> en una revisió sobre els efectes de l'entrenament amb peses, ho justifiquen per l'enorme volum de treball que aquestes persones realitzen, així com pels hàbits dietètics peculiars que segueixen.

Aquests mateixos autors recullen informació d'estudis on es constata una reducció del greix corporal dels participants en entrenaments amb peses. De fet, quan es comparen els efectes sobre la composició corporal produïts per diferents entrenaments de força<sup>29, 34</sup> (vegeu Taula 3) s'observa que l'entrenament en circuit condueix sovint a una reducció del contingut de greix corporal. Recordem que aquest entrenament consisteix en l'ús de 8 a 12 exercicis que es repeteixen de 10 a 15 vegades en cada sèrie, amb càrregues que oscil·len entre el 40 i el 60% de la força, d'un entrenament amb un volum de treball elevat.

cuando se expresaba en términos relativos (Kcal./Kg x min.).

La conclusión en todos los casos fue que la práctica continuada de la danza aeróbica resultaba útil en programas de reducción de la grasa corporal.

## 2.6. Ejercicios de fuerza

Es fácil comprobar que los halterófilos y los hombres y mujeres que practican culturismo poseen unos bajos contenidos de grasa corporal. Fleck y Kraemer,<sup>10</sup> en una revisión sobre los efectos del entrenamiento con pesas, lo justifican por el enorme volumen de trabajo que realizan esas personas, así como por los peculiares hábitos dietéticos que siguen.

Esos mismos autores recogen información de estudios donde se constata una reducción de la grasa corporal de los participantes en entrenamientos con pesas. De hecho, cuando se comparan los efectos sobre la composición corporal producidos por diferentes entrenamientos de fuerza<sup>29, 34</sup> (ver Tabla 3) se observa que el entrenamiento en circuito conduce frecuentemente a una reducción del contenido de grasa corporal. Recordemos que dicho entrenamiento consiste en el empleo de 8 a 12 ejercicios que se repiten de 10 a 15 veces en cada serie, con cargas que oscilan entre el 40 y el 60% de la fuerza máxima, con descansos cortos

	Gettman (1978)	Gettman (1978)	Hortobagyi (1980)	Colliander (1990)
Nº de semanas	20	10	12	12
Días/semana	3	3	3	3
Intensidad	50%		1-6      5-10(**)	6 RM
Nº de series	2	3	5      5	4-5
Nº d'exercicis	10	7(*)	2      5	3
Nº repeticiones	15	10-15	1-6      5-10	12
Variación grasa%	-6.7 (1,3kg)	-13 (2,6 kg)	N.S.	N.S.

Notes:

(\*) Exercicis isocinètics a 60°/segon.

(\*\*) En unitats RM, és a dir nombre màxim de vegades que és possible repetir un exercici.

(\*\*\*) N.S.: No significativa.

**Taula 3:** Característiques de quatre períodes d'entrenament de la força i les modificacions aconseguides en el contingut de greix corporal (34).

**Tabla 3:** Características de cuatro períodos de entrenamiento de la fuerza y las modificaciones logradas en el contenido de grasa corporal (34).

	Kcal. (a)	Kcal./min.	Kcal./Kg x min.	Kcal./Kg MLG x min (b)
Hombres (n = 20)	202,4	9,0	0,116	0,136
Mujeres (n = 20)	137,8	6,1	0,100	0,136

(a) Suposant 5,05 kcal./litre d'O<sub>2</sub>.

(b) MLG = Massa lliure de greix.

**Taula 4:** Consum total d'energia. Inclou la TMR durant la sessió i la recuperació, així com l'ECOPE durant els descansos entre exercicis i durant la recuperació. Els valors per minut es refereixen als 22,5 minuts que va durar la sessió. Pres de Wilmore i col. (41).

**Tabla 4:** Consumo total de energía. Incluye la TMR durante la sesión y la recuperación, así como el ECOPE durante los descansos entre ejercicios y durante la recuperación. Los valores por minuto se defieren a los 22,5 minutos que duró la sesión. Tomado de Wilmore y col. (41).

	Kcal.	Kcal./min.	Kcal./Kg x min. (a)	Kcal./Kg MLG x min
Hombres (n = 20)	129	0,074	0,111	0,086 (b)
Mujeres (n = 20)	95	0,069	0,105	0,094 (b)

(a) Tenint en compte solament els 15 minuts d'esforç.

(b) Els homes tenien un 85,5% de MLG i les dones un 73,6%.

**Taula 5:** Consum d'energia net, descomptada la TMR i l'ECOPE durant la sessió d'entrenament i durant els 12 minuts de recuperació. Adaptat de Wilmore i col. (41).

**Tabla 5:** Consumo de energía neto, decontada la TMR y la ECOPE durante la sesión de entrenamiento y durante los doce minutos de recuperación. Adaptado de Wilmore y col. (41).

Com en el cas de la dansa aeròbica, no és fàcil quantificar el cost energètic involucrat en els exercicis de força, puig que es tracta d'un esforç difícilment estandaritzable ja que depèn de nombrosos factors. Tanmateix, disposem de l'excel·lent treball realitzat per Wilmore i col.,<sup>41</sup> en el qual s'avaluà el cost energètic d'una sessió d'entrenament en circuit consistent en tres sèries de deu exercicis, repetits de 15 a 18 vegades cada un, amb una càrrega del 40%. L'execució de cada exercici durà 30 segons amb un descans de 15 segons entre exercicis. La durada de la sessió fou de 22,5 minuts (15 minuts de treball i 7,5 minuts de descans) i es fixà en 12 minuts el temps de recuperació necessari perquè el consum d'oxigen tornés als valors previs a l'esforç.

El consum d'oxigen dels homes durant la sessió s'acostà al 40% del seu valor màxim, mentre que el

entre ejercicios. Se trata, pues, de un entrenamiento con un elevado volumen de trabajo.

Como en el caso de la danza aeróbica, no es fácil cuantificar el coste energético involucrado en los ejercicios de fuerza, al tratarse de un esfuerzo difícilmente estandarizable que depende de numerosos factores. Sin embargo, disponemos del excelente trabajo realizado por Wilmore y col.<sup>41</sup> en el que se evaluó el coste energético de una sesión de entrenamiento en circuito consistente en 3 series de 10 ejercicios, repetidos de 15 a 18 veces cada uno, con una carga del 40%. La ejecución de cada ejercicio duró 30 segundos con un descanso de 15 segundos entre ejercicios. La duración de la sesión fue de 22,5 minutos (15 minutos de trabajo y 7,5 minutos de descanso) y se fijó en 12 minutos el tiempo de recuperación necesario para que el con-

de les dones se situà entorn al 45%. Les principals dades relatives al consum energètic són recollides a les Taules 4 i 5.

El seguiment durant una hora d'un entrenament com el que hem descrit suposaria, per a un home de 70 Kg, un cost energètic de 487 KCal.

### 3. Conclusió

La millor teràpia contra l'obesitat consisteix en la combinació d'una disminució de la ingestió d'energia a través dels aliments i l'increment de la despesa energètica per mitjà de l'exercici.

La magnitud d'aquest darrer està directament relacionada amb la massa muscular involucrada així com amb la intensitat i la durada de l'exercici.

L'exercici físic, a més de contribuir a l'assoliment d'un balanç energètic negatiu, constitueix un factor de motivació que facilita el seguiment prolongat d'una dieta, eliminant alguna de les seves conseqüències negatives.

#### Nota:

L'adaptació de les figures per ordinador ha estat realitzada per Jesús Bravo Ayuso.

sumo de oxígeno volviera a los valores previos al esfuerzo.

El consumo de oxígeno de los hombres durante la sesión rondó el 40% de su valor máximo, mientras que el de las mujeres se situó en torno al 45%. Los principales datos relativos al consumo energético se recogen en las Tablas 4 y 5.

El seguimiento durante una hora de un entrenamiento como el descrito supondría, para un hombre de 70 Kg un coste energético de 487 Kcal.

### 3. Conclusión

La mejor terapia contra la obesidad consiste en la combinación de una disminución de la ingestión de energía a través de los alimentos y el incremento del gasto energético por medio del ejercicio.

La magnitud de este último está directamente relacionada con la masa muscular involucrada así como con la intensidad y duración del ejercicio.

El ejercicio físico, además de contribuir al logro de un balance energético negativo, constituye un factor de motivación que facilita el seguimiento prolongado de una dieta, eliminando alguna de sus consecuencias negativas.

#### Nota:

La adaptación de las figuras por ordenador ha sido realizada por Jesús Bravo Ayuso.

## Bibliografia

1. AMERICAM COLLEGE OF SPORS MEDICINE: Position statement on proper and improper weight los programs. Med. Sci. Sports Exerc. 15: IX-XIII, 1983.
2. BITTEL, J.H.M.; NONOTTE-VARLY, C.; LIVECCHIGONNOT, G.H.; SAVOUREY, G.L.M.J.; HANNIQUET, A.M.: Physical Fitness and thermoregulatory reactions in a cold environment in men. J. Appl. Physiol. 65 (5): 1984-1989, 1988.
3. BUÑUEL, ANA: Repercusiones psico-sociales de las gimnasias de tiempo libre en la población femenina adulta. Revista de investigación y documentación sobre la ciencia de la educación física y el deporte, 6: 32-58, 1987.
4. CLAREMONT, A.L.; HALL, S.J.: Effects of extremity loading upon energy expenditure and running mechanics. Med. Sci. Sports Exerc. 20 (2): 167-171, 1988.
5. COLABIANCHI, A.; FELICI, F.: Attività fisica ed obesità nel bambino. Atleticastudi (4): 301-313, 1989.
6. CHAD, K.E.; WENGER, H.A.: The effect of exercise duration on the exercise and post-exercise oxygen consumption. Can. J. Spt. Sci. 13 (4): 204-207, 1988.
7. CHAREST-LILLY, P.; SHERRILL, C.; ROSENTSWIEG, J.: Body composition of women with anorexia nervosa: A pilot study. Adapted Physical Activity Quarterly (4): 126-136, 1987.
8. DANIELS, J.T.: A physiologist's view of running economy. Med. Sci. Sports Exerc. 17 (3): 332-338, 1985.
9. DI PRAMPERO, P.E.: The energy cost of human locomotion on land and in water. Int. J. Sports Med. 7: 55-72, 1986.
10. FLECK, S.J.; KRAEMER, W.J.: Resistance training: Physiological responses and adaptations (part. 3 of

- 4). Physician Sportsmed. 16 (5): 63-68, 1988.
11. FOREYT, J.P.; GOODRICK, G.K.: Factors common to successful therapy for the obese patient. Med. Sci. Sports Exerc. 23 (3): 292-297, 1991.
  12. GORE, C.J.; WITHERS, R.T.: Effect of exercise intensity and duration on postexercise metabolism. J. Appl. Physiol. 68 (6): 2.362-2.368, 1990.
  13. GORTMAKER, S.L.; DIETZ, W.H.; SOBOL, A.M.; WEHLER, C.A.: Increasing Obesity in the United States. American Journal of Diseases of Children. 141: 535-540, 1987.
  14. GRAVES, J.E.; MARTIN, A.D.; MILTENBERGER, L.A.; POLLOCK, M.L.: Physiological responses to walking with hand weights, wrist weights, and ankle weights. Med. Sci. Sports Exerc. 20 (3): 265-271, 1988.
  15. GRAVES, J.E.; POLLOCK, M.L.; MONTAIN, S.J.; JACKSON, A.S.; O'KEEFE, J.M.: The effect of hand-held weights on the physiological responses to walking exercise. Med. Sci. Sports Exerc. 19 (3): 260-265, 1987.
  16. HOLT, K.G.; HAMILL, J.; ANDRES, R.O.: Predicting the minimal energy cost of human walking. Med. Sci. Sports Exerc. 23 (4): 491-498, 1991.
  17. IGBANUGO, V.; GUTIN, B.: The energy cost of aerobic dancing. Res. Q. Exerc. Sport 49 (3): 308-316, 1978.
  18. LAMPMAN, R.M.; SCHTEINGART, D.E.; FOSS, M.L.: Exercise as a partial therapy for the extremely obese. Med. Sci. Sports Exerc. 18 (1): 19-24, 1985.
  19. LEGER, L.A.: Energy cost of disco dancing. Res. Q. Exerc. Sport 53 (1): 46-49, 1982.
  20. MAKALOUS, S.L.; ARAUJO, J.; THOMAS, T.R.: Energy expenditure during walking with hand weight. Physician Sportsmed. 16 (4): 139-148, 1988.
  21. McARDLE, W.D.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L.: Fisiología del Ejercicio. Energía, nutrición y rendimiento humano. MADRID: Alianza Editorial, S.A., 1990.
  22. McARDLE, W.D.; MAGEL, J.R.; SPINA, R.J.; GERGLEY, T.J.; TONER, M.M.: Thermal adjustment to cold-water exposure in exercising men and women. J. Appl. Physiol. 56 (6): 1.572-1.577, 1984.
  23. McMURRAY, R.G.; BEN-EZRA, V.; FORSYTHE, W.A.; SMITH, A.T.: Responses of endurance-trained subjects to caloric deficits induced by diet or exercise. Med. Sci. Sports Exerc. 17 (4): 574-579, 1985.
  24. NOLE, P.A.; STERN, J.S.; SCHULTZ, C.L.; BERNAUER, E.M.; HOLCOMB, B.J.: Exercise reverses depressed metabolic rate produced by severe caloric restriction. Med. Sci. Sports Exerc. 21 (1): 29-33, 1989.
  25. MONTECINOS, R.; ESTRUCH, J.: Requerimientos energéticos en las carreras atléticas. Apunts d'Educació Física i Medicina Esportiva 19 (76): 231-243, 1982.
  26. NELSON, D.J.; PELS, A.E.; GEENEN, D.L.; WHITE, T.P.: Cardiac frequency and caloric cost of aerobic dancing in young women. Res. Q. Exerc. Sport 59 (3): 229-223, 1988.
  27. O.M.S.: Canvis en el consum de greixos als països mediterranis. Dieta mediterrània i salut. Seminari de salut pública. Barcelona, 1-3 de juny de 1992.
  28. PARKER, S.B.; HURLEY, B.F.; HANLON, D.P.: Failure of target heart rate to accurately monitor intensity during aerobic dance. Med. Sci. Sports Exerc. 21 (2): 230-234, 1989.
  29. POUMARAT, G.; DABONNEVILLE, M.: Les circuits de musculation. Science et Motricité 9: 35-42, 1989.
  30. ROLANDO, H.; SOLER M.; RIVERO, G.; NURIAS, F.; SÁNCHEZ, F.; VERDZACO, A.; ESQUIVEL, M.; DUANY, J.: Terapia y modificación de conductas, ejercicio físico y dieta en el tratamiento de la obesidad. Boletín Científico Técnico, (3): 6-20, 1989.
  31. ROSS, J.G.; PATE, R.R.; LOHMAN, T.G. CHRISTENSON, G.M.: Changes in the body composition of children. JOPERD 58 (9): 26-29, 1987.
  32. SUMMERFIELD, L.M.: Resting metabolic rates in obese women: Factors associated with metabolic efficiency. Quest 42 (1): 13-26, 1990.
  33. THOMPSON, J.K.; BLANTON, P.: Energy conservation and exercise dependence: A sympathetic arousal hypothesis. Med. Sci. Sports Exerc. 19 (2): 90-91, 1987.
  34. TINAJAS, A; TINAJAS, J.V.: Influencia de la danza aeróbica y de los ejercicios de fuerza en la reducción de la grasa corporal. Apunts, Educació Física (30): 64-68, 1992.
  35. TINAJAS, A.; TINAJAS, J.V.: La obesidad y su tratamiento en el prepubescente. Stadium 26 (151): 19-23, 1992.
  36. TINAJAS, A.; TINAJAS, J.V.: Perder grasa con la carrera: ¿Correr más rápido o durante más tiempo? Sport-Medicina (Pendiente de Publicación).
  37. VEICSTENIAS, A.: La termorregulación en el agua. Sport-Medicina 3: 22-24, 1990.
  38. WALBER, J.L.; RUIZ, V.K.; TARLTON, S.L.; HINKLE, D.E.; THYE, F.W.: Exercise capacity and nitrogen loss during a high or low carbohydrate diet. Med. Sci. Sports Exerc. 20 (1): 34-43, 1988.
  39. WEBB, P.: Direct calorimetry and the energetics of exercise and weight loss. Med. Sci. Sports Exerc. 18 (1): 3-5, 1985.
  40. WEBB, P.; SARIS, W.H.M.; SCHOFFELLEN, P.F.M.; VAN INGEN SCHENAU, G.J.; TEN HOOR, F.: The work of walking: a calorimetric study. Med. Sci. Sports Exerc. 20 (4): 331-337, 1988.
  41. WILMORE, J.H.: Energy cost of circuit weight training. Med. Sci Sports, 10 (2): 75-78, 1978.

