

# Balance energético y rendimiento muscular

DR. J. R. SERRA GRIMA

## INTRODUCCION

El control de peso es un aspecto a tener en cuenta en el mantenimiento de la salud. El ejercicio físico tiene una importancia secundaria, de ahí que no debe sorprendernos encontrar nadadores altamente entrenados con exceso de depósitos grasos. Resulta obvio decir que, salvo excepciones que entran en la vertiente patológica, no se trata de auténticas obesidades sino de acúmulos grasos en el organismo que exceden los límites teóricamente establecidos como normales. Se verá más adelante que es difícil calcular la cantidad de grasa en depósito ya que no se dispone de un criterio uniforme, pero aún lo es más el medir la que puede tener un individuo altamente entrenado en el cual su desarrollo muscular encubre una parte de grasa superflua.

Nuestro principal objetivo es el estudio de la posible relación existente entre rendimiento muscular y obesidad. Para ello referiremos los siguientes apartados:

- concepto de «peso ideal»
- nuevos aspectos de la obesidad
- necesidades energéticas
- influencia del tejido adiposo en el rendimiento muscular
- consideraciones de tipo práctico.

### 1. — CONCEPTO DE PESO «IDEAL»

El peso corporal es una característica antropométrica de cada individuo y viene determi-

nado por una serie de factores, como estatura, estructura ósea, desarrollo muscular y presencia más o menos importante de tejido graso. En un individuo pueden producirse sensibles variaciones del mismo, que van ligadas a las modificaciones del tejido adiposo y que representan un 3-4 % del peso total en un hombre y de un 13-15 % en la mujer.

En rigor al concepto de «peso ideal» no puede ser definido satisfactoriamente. El criterio de evaluación ha venido condicionado por factores socio-económicos, según los países y según las épocas.

La fórmula de LORENTZ ha sido aceptada para calcular el «peso ideal»:

$$P \text{ (en Kg.)} = T \text{ en (cm.)} \frac{(T \text{ cm.} - 150)}{4}$$

Unas tablas más detalladas establecen tres tipos diferentes de peso para una misma estatura, según se trata de un individuo con silueta longilínea, intermedia o brevilinea. Por ejemplo 61, 63 y 71 kilos, respectivamente para un hombre de 170 cm. (Tablas de la Metropolitan Insurance).

Diversas fórmulas han sido propuestas para clasificar a los individuos como longilíneos o brevilineos. La suma de los diámetros bihumerales y bitrocantéreos partido por estatura nos da un índice. Si es inferior a 0,44 se trata de un longilíneo y si es superior a 0,45 tenemos un brevilineo.

«Ap. Med. Dep.», vol. X, n.º 39, 1973.

El límite de normalidad a partir del cual ya se puede hablar de obesidad, se fija habitualmente en un 10 % por encima del peso ideal para las gorduras discretas y en un 20 % para los obesidades francas.

Con todo lo dicho creemos es posible determinar un peso ideal o teórico que permita valorar una obesidad. La Medicina del esfuerzo debe aprovecharse de todos estos datos que facilitan la corrección de supuestas obesidades de la forma más precisa en beneficio del rendimiento.

## 2. — NUEVOS ASPECTOS DE LA OBESIDAD

El exceso de ingesta es una forma anormal de nutrición y su consecuencia es la obesidad. Si el aporte alimenticio en forma de hidratos de carbono y grasas es superior a la energía consumida, y si esta situación se mantiene durante un cierto tiempo, se producen depósitos grasos. Un exceso de 100 calorías al día (un plátano ó 12-15 avellanas, por ejemplo), suman 3.000 calorías al mes. Si se conserva durante un año este exceso, el individuo tendrá una ganancia ponderal teórica de 5 kilos.

El control del peso corporal constituye uno de los principales problemas de salud pública en muchos países. Está demostrado que la obesidad constituye un factor de riesgo en el padecimiento de enfermedades degenerativas, vasculares y diabetes. Dentro de la medicina de esfuerzo hay que pensar que la grasa en exceso en un organismo preparado para el máximo rendimiento y precisión, como es la lucha contra la décima de segundo, constituye un lastre que hay que eliminar o prevenir por todos los medios.

El exceso de grasa puede ser en ocasiones un problema difícil de solucionar, pero en la gran mayoría de casos con ayuda y control médico puede ajustarse el peso sin que sea preciso tomar medidas extraordinarias. El no aprovechar esta posibilidad ya no es sólo un atentado contra la salud sino también contra la estética de nuestra civilización.

No es sólo el ingreso calórico excesivo el que condiciona esta situación metabólica anormal, sino que son múltiples las causas que lo determinan.

El hecho de que las estadísticas hablen de que un 85 % de obesos llegan a serlo por causas exógenas, es decir, por sobrealimentación,

simplifica el problema. En el 15 % restante se incluirían los tipos de obesidad relacionados con trastornos endocrinológicos, constitución o de causa desconocida. Estudios realizados últimamente hablan de la influencia de factores socio-económicos, ambientales o de ciertas características de la fisiología del tejido adiposo:

a) Factores socio-económicos: Al parecer existe una relación inversa entre obesidad y nivel socio-económico: cuanto más bajo es éste mayor porcentaje de obesos se encuentra. En el sexo femenino aún resulta más evidente.

b) Ambientales: Experiencias realizadas con ratas demuestran que éstas se vuelven obesas cuando tienen libre acceso a la comida; si se les ponía dificultades, el ingreso alimenticio disminuía considerablemente. NISBETT realizó experiencias en estudiantes universitarios, basándose en lo efectuado con ratas, mediante un ingenioso sistema que no describiremos por su extensión. Las conclusiones a que llegó son paralelas a las obtenidas con los animales de experimentación. El libre acceso a los alimentos permitía un mayor aporte calórico en obesos que en sujetos no obesos. Si se les ponía impedimento la ingesta descendía en ambos, pero más acusada en los no obesos. Una prueba de lo expuesto por NISBETT lo tenemos en la práctica diaria. Aumentos de peso en apariencia misteriosos se ven en estudiantes cuyo horario de clases y/o trabajo se reduce a media jornada, lo que les permite estar toda la tarde en casa con libre acceso al frigorífico. La fatiga, tensión psíquica y en algunos casos el aburrimiento contribuyen eficazmente a que el aporte calórico sobrepase las necesidades teóricas.

En nadadores con gran nivel de entrenamiento, en especial en el sexo femenino, pueden verse falsas obesidades aparentemente debidas a una peculiar distribución del tejido adiposo y que no se debe más que a la hipertrofia del tejido muscular. Por este motivo se producen trastornos psicológicos por autoproyección de la imagen corporal. Cuando cesa la actividad deportiva, disminuye el volumen de la masa muscular hipertrofiada por el esfuerzo, manteniéndose en general una mayor fibrosidad en el hombre.

c) Fisiología del tejido adiposo: El número de células no cambia en la vida adulta, por lo que cabe suponer que en la primera o segunda infancia quedó establecido el número de células adiposas en el hombre para toda la vida. La experiencia clínica concuerda con tales predicciones. La obesidad de comienzo infanto-juvenil es más resistente al tratamiento que la obesidad que empieza en la vida adulta. Una sobrealimentación durante la primera fase de la vida,

al parecer, puede aumentar el número y tamaño de las células grasas, mientras que en el adulto la sobrealimentación tiende a aumentar el tamaño de las células más que su número (HIRSCH y TN, 1969). Cuando los adultos adiposos se someten a restricciones dietéticas, disminuye el tamaño de cada una de las células, pero el número total de las mismas no se modifica. Con una dieta liberal, esas células fácilmente recobran su volumen original.

### 3. — NECESIDADES ENERGETICAS

La alimentación de un individuo debe responder a necesidades energéticas y necesidades plásticas. Por las primeras se consigue el mantenimiento de la vida y de la actividad muscular y por las segundas la protección, reparación y edificación de los tejidos orgánicos. Gracias a la acción de las proteínas, hidratos de carbono y grasas se consigue una acción energética y plástica. Los oligoelementos, vitaminas y agua tienen acción plástica exclusivamente.

Las necesidades energéticas en condiciones basales se puede calcular de forma aproximada. Si la energía producida es debida a la combinación de alimentos y oxígeno en las células con formación de gas carbónico, midiendo ambos y conocidas la superficie corporal, talla y edad, obtendremos el metabolismo basal. Este se ha definido convencionalmente, estando un sujeto en reposo, tranquilo, en ayunas de 12 horas, temperatura ambiente de 18-20° C, entre las 8 y las 11 de la mañana.

A las necesidades calóricas basales hay que añadir las de trabajo que variarán según sea el tipo y condiciones en que se realiza.

El aumento calórico horario para un nadador oscila entre 450 y 700 calorías, según sea fondo o velocidad. Comparando con otros deportes o actividades (ver gráfico) vemos que un atleta de medio fondo consume 950 calorías/hora, un esquiador viene a consumir, aproximadamente, las mismas y un boxeador unas 600 calorías/hora. Es decir, que para quemar 450 calorías (40 gramos de mantequilla y 130 gramos de mermelada, por ejemplo) se debería nadar una hora a ritmo lento.

En función de la actividad deportiva, el aumento calórico horario para KESTERER y KNIPPING, es de:

	Velocidad ... ..	500
Atletismo:	Medio fondo ... ..	930
	Fondo ... ..	750
	Marathon ... ..	700
Ciclismo:	En carretera ... ..	360

Natación:	Velocidad ... ..	700
	Fondo ... ..	450
Esquí:	Fondo ... ..	750
	Velocidad ... ..	960
Tenis:	Individual ... ..	800
	Doble ... ..	350
Esgrima:	.. ..	600
Water-polo:	... ..	600

Las necesidades calóricas en la práctica, por lo complejo que resulta su determinación, se establecen de forma aproximada. Basta decir que las necesidades calóricas deben guardar equilibrio entre los distintos principios inmediatos que constituyen la fuente de energía. Una ración dietética respondería a las siguientes proporciones: 55 % en forma de hidratos de carbono, 30 % en forma de grasas y el 15 % en forma de proteínas. El combustible esencial para el trabajo muscular es el glucógeno almacenado en el músculo.

La tasa de glucógeno disminuye durante la contracción muscular.

Las grasas y las proteínas sólo serán utilizadas como material energético en cantidades muy reducidas.

Con los hidratos de carbono un 20-25 % de la energía liberada aparece bajo la forma de trabajo y un 75-80 % en forma de calor. Este rendimiento medio baja a un 13 % con un régimen proteico y se eleva a un 33 % con un régimen de hidratos de carbono.

### 4. — INFLUENCIA DEL TEJIDO ADIPOSO EN EL RENDIMIENTO MUSCULAR

Se admite que el tejido adiposo actúa como aislante contra la pérdida de calor, de soporte mecánico a ciertas zonas del cuerpo y contribuye a dar forma estéticamente aceptable al cuerpo. Sin duda su papel más importante es la regulación homeostática energética del cuerpo y su intervención en el metabolismo general de los hidratos de carbono y grasas. Si al referirnos al rendimiento muscular queremos decir rendimiento del individuo en un ambiente que no es el suyo, como en el medio acuático, debemos pensar en la particularidad del tejido adiposo de permitir una mayor flotabilidad merced a su baja densidad. Una mayor cantidad de tejido adiposo supondría una mayor ventaja para la estabilidad en el agua y un rendimiento más elevado si a la vez se acompañase de una mayor fuerza muscular. Pero en la prác-

tica no es así, un acúmulo graso excesivo se acompaña en general, de un menor desarrollo muscular y por consiguiente de una menor fuerza, con lo que la supuesta ventaja queda no tan sólo neutralizada, sino que acarrea una serie de inconvenientes como ahora veremos.

Además de acumularse grasa en el panículo adiposo subcutáneo, glándulas mamarias en las mujeres, cavidad abdominal, espacio retroperi-

toneal, mesenterio y en torno a las vísceras puede hacerlo también en las fibras musculares. Daremos una idea de la organización muscular. La unión de 100 - 150 fibras musculares forman fascículos todos ellos rodeados de tejido conectivo. Un conjunto de fascículos unidos forman grupos aún más grandes, que se unen para formar el músculo mismo, el cual está también rodeado por tejido conectivo.

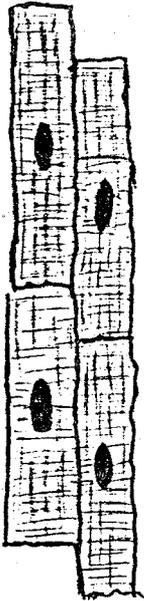


Fig-1

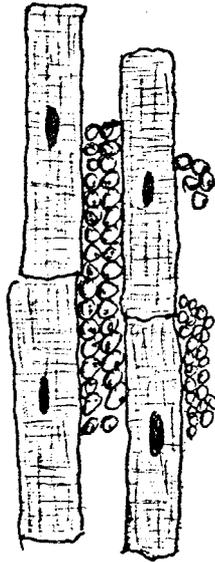


Fig-2

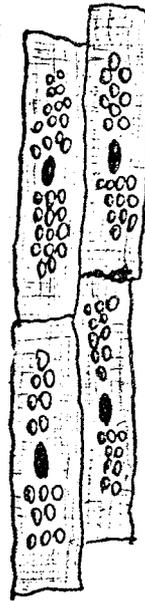


Fig-3

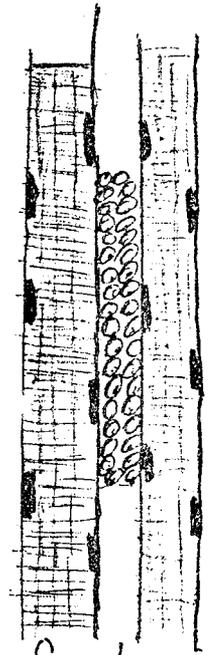


Fig 4

Fig. 1. — Fibra miocárdica normal.

Fig. 2. — Adiposis (*Lipomatosis cordis*): células adiposas ENTRE las fibras miocárdicas.

Fig. 3. — Degeneración grasa: presencia de va-

cuolas grasas DENTRO del citoplasma de las células miocárdicas.

Fig. 4. — Fibras musculares estriadas esqueléticas con células adiposas ENTRE las fibras musculares en la «Seudohipertrofia Lipomatosa».

La degeneración grasa en músculos estriados esqueléticos (vacuolas grasas dentro del citoplasma) sólo se da en ciertas intoxicaciones.

Si se acumula grasa entre las fibras musculares (ver gráfico núm. 2) o entre los diversos fascículos, la contracción o relajación que debe ser violenta no podrá efectuarse con el máximo rendimiento. No se ha demostrado que pueda interferir en el mecanismo bioquímico de la misma salvo en casos de degeneración grasa de la fibra muscular. Lo que COUNSILMAN llama «grupo muscular de trabajo suplementario» porque ayuda pero no produce movimiento, está formado por los músculos anteriores, laterales y posteriores del tronco. Es de destacar debido

a que en estos grupos musculares es donde puede acumularse con preferencia mayor cantidad de grasa (cinturón pélvico-abdominal si incluimos a los glúteos, éstos ya con función promotora), repercutiendo en la potencia aplicada, tanto a las extremidades superiores como a las inferiores, en la estabilización del cuerpo y en la dinámica dentro del agua.

Las articulaciones también se ven afectadas. La mecánica articular sufre una cierta frenación por la presencia de tejido graso, se precisará de un mayor esfuerzo para que el juego se desarrolle con la máxima eficacia. Caderas y hombros son, por su mayor importancia, los que pueden citarse como ejemplo.

Individuos con contextura muscular importante pueden encubrir depósitos grasos que eliminándose redundaría en una mayor eficacia. Cabe sospechar que una gran hipertrofia muscular sin acúmulos grasos añadidos no dé lugar al rendimiento que esperábamos, debido a que el consumo de oxígeno sea mayor. En otras palabras, resultaría más rentable una menor masa muscular con buena «puesta a punto» con lo que se ahorraría oxígeno. Por otra parte la movilidad articular es más dificultosa. Se deduce por lo dicho anteriormente que un nadador de estas características puede adaptarse mejor a las pruebas de velocidad. Nadadores con cierto componente adiposo se adaptarán mejor, en general, a las pruebas largas.

Un comentario al margen del rendimiento y pensando tan sólo en que un nadador deja la alta competición a edades tempranas, especialmente mujeres, nos lleva a pensar en lo que ocurre en un organismo habituado al ejercicio físico intenso y a un aporte calórico excepcional. En principio es de aconsejar un control riguroso de peso y una reestructuración de la ración alimenticia para prevenir los acúmulos grasos generalizados, y en particular los abdominopelvianos. La hipertrofia muscular del tronco superior disminuye sensiblemente, eliminándose prejuicios estéticos. Individuos con antecedentes familiares de obesidad, con problemas de mantenimiento de peso o hábitos alimenticios hipercalóricos deben ser los primeros en acogerse a ciertas medidas preventivas.

El cese brusco de la actividad en individuos de alto nivel de entrenamiento obliga a una readaptación brusca que no siempre puede ser beneficiosa, no sólo por lo que afecta al problema metabólico sino al sistema cardiocirculatorio fundamentalmente.

Un capítulo aparte merecería el estudio de las repercusiones psicológicas por el abandono del entrenamiento y la competición. ¿Pueden tener base orgánica cuyo origen sería atribuible a la pérdida del predominio vagatónico adquirido con el entrenamiento, disturbios metabólicos por la inactividad o simplemente emocional? Estudios en grandes grupos nos permitirá aclarar estos aspectos ciertamente interesantes que se plantearán en el ocaso del nadador de alta competición.

##### 5. — CONSIDERACIONES DE TIPO PRACTICO QUE DEBEN TENERSE EN CUENTA

a) La reducción de los aportes calóricos es el elemento esencial. El ejercicio físico es tan

sólo un eficaz auxiliar. Puedo referirme al caso concreto de una nadadora que casi dobló el número de metros habituales y sin embargo incrementó su peso en unos 2 kilos en unos nueve meses. Se produjeron cambios en la situación ambiental y en los hábitos dietéticos.

b) El temor a aumentar de peso conduce a seguir regímenes rigurosos que pueden perjudicar más que beneficiar. Es uno de los motivos por los que debe evitarse el autocontrol sin asesoramiento médico.

c) Revisar las dietas periódicamente. No debe olvidarse que la costumbre de «picar» a deshoras es una fuente de calorías que a la hora de contabilizar se olvidan.

d) En condiciones ideales debería establecerse una dieta para hombres y otra para mujeres, teniendo en cuenta además la edad, tipo de entrenamiento y tipología.

e) El entrenador aparte de preocuparse de los aspectos técnicos, físicos y psicológicos de sus nadadores, debe conocer, y creo que no está de más, sus hábitos dietéticos. Si manteniendo un mismo nivel de entrenamiento el peso se incrementa hay que pensar en las despensas generosas. En último término el médico debe ser quien establezca el balance calórico y las modificaciones que sean precisas.

f) Bajo ningún concepto se debe recurrir a los anorexígenos, lipolíticos u otros preparados a los que se les atribuye propiedades adelgazantes. Piénsese que la mayoría de ellos llevan anfetaminas, lo que automáticamente contraindica su uso en Medicina Deportiva, ya que involuntariamente se caería en el turbio mundo del «Doping».

g) La estabilidad emocional es un factor que contribuye a muchos éxitos en la reducción de peso. El individuo ansioso e inseguro plantea mayores problemas. Se ha comprobado que algunas personas que fracasaban tenían problemas emocionales profundos.

h) La acción de hormonas ováricas empleadas en la corrección de trastornos menstruales, en principio es opuesta a las medidas restrictivas ya que produce retención hídrica, por lo que se dificulta la cura de adelgazamiento. Cuando se suspende la medicación los efectos desaparecen.

i) Las llaves maestras, en fin, a nuestra disposición, deben ser exclusivamente la restricción dietética y el ejercicio físico. Y además suficientes. No está demostrado todavía que el agua y el aire puedan crear problemas de peso...

## BIBLIOGRAFÍA

COOPER, BARBER, MITCHELL, RYNBERGEN, GREENE: «Nutrición y dieta», 1966.

GASTON, L. S. PAVAN: «British Journal of Hospital Medicine». Marzo, 1972.

A. F. CREFF, L. BERARD: «Sport et alimentation», 1963.

TREMOLIERS: «Nutrition et metabolisme», 1971.  
KARPOVICH: «Physiologie of muscular activity», 1965.

L. E. MOREHOUSE, A. T. MILLER: «Fisiología del ejercicio», 1965.

JAMES E. COUNSILMAN: «La natación: Ciencia y técnica», 1971.

# artrodesmol extra crema

EL ANTIINFLAMATORIO  
QUE RESUELVE EL PROBLEMA  
DE LA INFLAMACION  
TRAUMATICA  
DEPORTIVA

CREMA tubo con 20 g. P.V.P. 184,40 ptas.  
Comprimidos: Frasco con 10 y 30  
P.V.P. 58 y 139,10 ptas.  
Supositorios: Caja con 10 P.V.P. 44,70 ptas.



**ALONGI**  LAFARQUIM S.A.

LABORATORIOS LAFARQUIM, S. A. - MADRID-BARCELONA

# BOI-K aspártico

terapéutica potásica pura  
sin antagonismos iónicos  
con acción defatigante



GRAFIFARMA



25 mEq de K =	975 mg.
Vitamina C.	500 mg.
Acido L-aspártico	350 mg.