

COSTO ENERGÉTICO DE LA MARATÓN:

UTILIZACIÓN Y ORIGEN DE LAS FUENTES DE ENERGÍA



Por Carlos Saavedra MSc. www.biosportmed.cl (*)

Los momentos previos y posteriores a un maratón están caracterizados por una serie de intercambios de “normas” individuales, sentimientos físicos o espirituales y cientos de consejos inundan las cabezas de los corredores y los consecuentes análisis de la causa de una u otra marca o el porque de una u otra sensación física a los 10, 20 ó 30 Km.

Este intercambio de opiniones y consejos tienden a sembrar dudas, lo que obliga a efectuar una seria búsqueda acudiendo a la literatura especializada ya que es fácil constatar que las experiencias personales no siempre coinciden con los conocimientos científicos entregados por investigadores, que a su vez ellos también son corredores de maratón.

En este artículo se trata de analizar y desarrollar las evidencias científicas en relación con la medición y cálculo del gasto energético y el tipo de substrato que se utiliza durante la carrera.

Cada deportista interesado en el tema podrá efectuar los cálculos adecuados al su peso corporal, pero :

EL MARATON NECESITA UN ESFUERZO.....DE
REFLEXION.

¿CUÁL ES EL GASTO ENERGÉTICO TOTAL DE “SU” MARATON?

El gasto de una carrera está determinado por el peso del corredor multiplicado por la distancia corrida en kilómetros y se expresa en kilocalorías, no obstante pueden observarse algunas leves diferencias derivadas de la eficiencia en la biomecánica de la carrera.

En cifras exactas:

Corriendo a 200 m por minuto el gasto es de:1,027 kcal./kg.

y a 300 m por minuto resultan:1,038 kcal./kg.

En maratones corridas entre 4:10 y 5:15 minutos el kilómetro, el gasto puede ser calculado a razón de una kilocaloría por kilo de peso por kilometro con pequeño margen de error.

Un hombre o mujer con un peso corporal de:

(*) Con la colaboración y corrección de Raul Zabala, Entrenador Nacional de Argentina.

Tabla 1 : Cálculo del gasto calórico

$$50 \text{ kg.} \times 42,192 \text{ km.} = 2109 \text{ cal}$$

$$60 \text{ kg.} \times 42,192 \text{ km.} = 2531 \text{ cal}$$

$$70 \text{ kg.} \times 42,192 \text{ km.} = 2953 \text{ cal}$$

$$80 \text{ kg.} \times 42,192 \text{ km.} = 3375 \text{ cal}$$

Es decir que multiplicando el peso corporal por la distancia corrida se obtiene el gasto calórico total

NOTA: Como ya se mencionó la eficiencia mecánica en la carrera de cada corredor puede marcar diferencias en el gasto calórico, así es y es así como Steve Scott al correr a razón de: 268 mts./min. gasta 0.845 cal./kg./km. en cambio un corredor "no profesional" a la misma velocidad utiliza 0.932 cal./kg./km., multiplicando estos gastos por 42 kilómetros y por 70kg (suponiendo que ambos poseen el mismo peso corporal), mientras Scott demanda 2484 cal. el otro necesita 2740 cal.

Por otro lado y como dato anecdótico, en 10 meses Scott mejoró su eficiencia pasando de .904 cal a.845 cal. de gasto por kg./min. Es decir que para una misma distancia corrida a la misma velocidad y con el mismo peso corporal utilizó inicialmente 2657 cal. y al cabo de dicho lapso utilizó solamente 2484 cal.

Cálculo:

Cal. km. peso

$$0.856 \quad \times 42 \times 70$$

Si un gramo de glucosa aporta 4 calorías y este atleta economizó en 10 meses gracias a la mejoría de la eficiencia mecánica 173 cal., ahorró 43 gramos de glucosa ($173/4$), suponiendo que el 100% de la energía gastada o calculada proviniera solo de la glucosa!

¿DE DONDE PROVIENE LA ENERGÍA

QUÉ SE UTILIZA EN UN MARATÓN?

Como se detalló anteriormente el gasto calórico total es independiente del tiempo y es más o menos similar entre los seres humanos, es decir:

1 caloría por kilo de peso por kilómetro corrido.

Sin embargo la gran diferencia está en que a distintas velocidades se utiliza distintos tipos de substratos energéticos (grasas, glucosa, proteínas) en la carrera a ritmo de lento prevalece el uso de las grasas, pero cuando aumenta la velocidad se va gastando cada vez más los azúcares, o sea que, para cada intensidad de desplazamiento se utiliza una proporción diferente de carburantes, como así también difiere el lugar de donde provienen.

TABLA 2: estimación y origen del carburante gastado en una maratón según el tiempo empleado (en gramos.)

Glucosa de la sangre

109

151

168

Glucógeno muscular

359

225

150

Glucógeno hepático

67

81

86

Ácidos grasos

89
129
159

Proteínas

18
36
41

Glicemia final

.81g/l
.60g/l
.56g/l

GASTO CALORICO APROXIMADO

70 KG x 42/ = 2940 CAL en los tres

Por lo tanto se puede calcular cuanta grasa o cuanto azúcar se utiliza en un maratón según el tiempo empleado en el mismo, dado que el ser humano posee patrones de comportamiento que le son típicos, con un ritmo de carrera lento se ponen en funcionamiento mecanismos de regulación neuro endocrina que posibilitan la utilización de los substratos alimenticios de manera diferente. Esto se comprueba por la relación entre el oxígeno consumido y el anhídrido carbónico producido, variable fisiológica denominada cociente respiratorio.(CR)

Los valores del CR van desde: .704, lo que significa la que se está utilizando un 100% de grasas para desarrollar la actividad, hasta: .996 donde la energía proviene exclusivamente de los azúcares. Un cociente respiratorio de .85 significa un gasto equilibrado entre grasas y azúcares.

Si se corre por un tiempo de 2 horas y 10 minutos, el cociente respiratorio para dicho lapso será de .90, esto significa que el corredor utilizó 69% de glucosa y 31% de grasa. Pero si se prolongara hasta 3 horas 30 minutos, el cociente respiratorio sería de .86, en este caso el gasto energético total provendrá de la combustión de un 55% de glucosa y un 45% de grasa.

POR LO TANTO:

Si se corre el maratón en 3 horas le corresponderá un CR de .86 y lo que significa el 50% de grasa del gasto calórico total. Si el peso corporal es de 70 kilos, que multiplicado por los 42,192 kilómetros resultará un gasto calórico de 2954 calorías

(ver Tabla 1). De dicho porcentaje (1477 calorías) provienen de la combustión de las grasas y como cada gramo de la misma aporta casi 10 calorías, el consumo de grasa será de ~148 gramos.

CÁLCULO:

$$70\text{kg} \times 42 \text{ km.} = 2954 \text{ cal}$$

$$2954/2 = 1477\text{cal}$$

$$1477/10 = 148 \text{ gr.}$$

Para los azúcares se procede en forma similar pero considerando que los mismos aportan solo 4 calorías por gramo de hidratos de carbono, es decir que si el otro 50% de la carrera el gasto proviene de la degradación de glucosa, las 1477 calorías se dividen por 4, lo que da un total de 369 gramos.

CÁLCULO

$$70 \text{ kg} \times 42 \text{ km} = 2954 \text{ cal.}$$

$$2954 /2 = 1477 \text{ cal.}$$

$$1477 /4 = 369 \text{ gr.}$$

A ESTA ALTURA DE LOS CÁLCULOS VALE LA PENA PREGUNTARSE:

- 1.- ¿Qué comer antes de un entrenamiento en que los ritmos de carreras son diferentes a los del maratón?
- 2.-¿Según lo gastado, con qué tipo de nutrientes se deberá reponer el gasto energético efectuado después de una u otra forma de entrenamiento?
3. ¿La proporción de grasas o azúcares ingeridos deberá ser diferente según el tipo de ritmo de carrera empleado?
- 4.- ¿Cuánta grasa y cuánta glucosa (glucógeno) se pueden almacenar en los músculos de los miembros inferiores?
- 5.- ¿Para cuántos metros y a qué velocidad alcanzan las reservas que se pueden almacenar en los músculos de las piernas?

QUE TIPO DE CÁLCULOS SE PUEDEN REALIZAR:

Con un peso corporal de 70 Kg. y 14 % de grasa, la masa magra o libre de grasa será de $70 \text{ kg.} - 10 \text{ kg.} = 60 \text{ kg.}$. Por otro lado la musculatura de las piernas se acerca al 50% del peso total libre de grasa, es decir que los músculos pesan aproximadamente 30 Kg.

Cada kilo de músculo contiene alrededor de 15 gramos de grasa, por lo que en 30 Kg. de músculo existe una reserva cercana a:

$$30 \text{ Kg.} \times 15 \text{ gr.} = 450 \text{ gr.}$$

Pero como los músculos involucrados en la carrera corresponden aproximadamente al 40% de la musculatura total, el peso de los músculos de las piernas será de ~12 Kg. , lo que equivaldría a un valor cercano a 180 gr. de grasa, que multiplicados por 9 (cantidad de calorías por gramo) dará 1620 calorías de grasa en depósito o reserva en los músculos de las piernas.

En carreras de corta duración (30 minutos) es utilizado el 75% de la grasa intramuscular, pero en carreras de distancias o duraciones mayores (más de 4 horas), solo son utilizados el 25% de estos depósitos

¿Y QUE SE PUEDE CALCULAR SOBRE EL USO DE AZÚCARES?

Ya anteriormente se citó que el azúcar se deposita en hígado y músculo, El peso del hígado equivale al 0.025 % del peso corporal, en el caso del ejemplo dado (un sujeto de 70 Kg.) este valor se multiplicará por 0.025 Kg. dando así el peso del hígado, que será de: ~1750 gr.

Como el hígado almacena 50 gr. de glucógeno por Kg. de peso, una persona de 70 Kg. tendrá una reserva aproximada de 87 gr. ($1,750 \text{ Kg.} \times 50\text{gr.} = 87 \text{ gr.}$).

El valor energético de esta reserva de glucógeno hepático se calcula multiplicando x4 que es el equivalente calórico del glucógeno: vale decir un total de:

$$348 \text{ cal} (87 \text{ gr.} \times 4)$$

Esta reserva energética, para un corredor de 70 Kg., solo alcanzaría para cubrir 5

Km. de carrera, sin embargo este glucógeno hepático es utilizado para mantener los niveles de la glucosa sanguínea que se utiliza en carreras hasta 30 Km.

De acá se desprende la importancia de la reserva de glucógeno intramuscular. Estos depósitos en el ser humano pueden variar de 10 a 45 gr. por Kg. de músculo. Por lo tanto en el caso de un sujeto de 70 kilos, al que le correspondían 12 kilos de músculos utilizados en la carrera podrá depositar entre 120 a 450 gr de glucógeno en la musculatura de las piernas.

Esto quiere decir que dado un grado y tipo de entrenamiento y además la alimentación, los depósitos podrán cubrir entre 480 a 1800 cal. Lo que significaría cubrir solamente con este combustible entre 6 a 25 Km. (1 cal/kg/km) de carrera.

Después de una carrera estos depósitos pueden disminuir a valores de 0 a 5 gr.

Resumen:

Los gastos energéticos calculados de esta forma, es decir, matemáticamente contemplando diversos fenómenos fisiológicos, permite de algún modo prevenir días antes de la carrera ciertas errores que pueden ser muy desagradables para el corredor, sobre todo si se considera el tiempo y esfuerzo empleado en su preparación y la carrera misma. Por otro lado la reposición de los depósitos energéticos posterior a los diversos tipos, intensidades y volúmenes de entrenamiento diario debe ser bien considerada ya que de eso dependerá la efectividad del entrenamiento del día siguiente.