

educación física educacion fisica deportes deporte sport futbol fútbol entrenamiento deportivo discapacidad aventura poker jackpot bet apuesta dados dice casino naturaleza lesión lesion deportiva psicología sociología estudios sociales culturales physical juegos game gambling education sports sciences education physique gimnasia fitness natacion atletismo velocidad

# Fisiología del esfuerzo: análisis de los factores limitantes y propuesta práctica para la planificación nutricional para la maratón

\*Centro Público de Enseñanza para Deportes, Kirolene. Gobierno Vasco  
 Profesor Invitado. Departamento Fisiología. Universidad del País Vasco (UPV-EHU)  
 \*\*Asesoramiento Científico-Técnico para la Planificación Deportiva, NUTRIAKTIVE  
 \*\*\*Departamento de Enfermería de la Universidad de Alicante  
 (España)

**Aritz Urdampilleta\* \*\***  
**Sergio Sánchez\*\***  
**José Miguel Martínez\*\* \*\*\***  
[aritzurdampi@hotmail.com](mailto:aritzurdampi@hotmail.com)

## Resumen

La maratón es la prueba reina entre los deportes de resistencia. La duración del evento es variable según el nivel de cada deportista, pero como reto los corredores aficionados pretenden hacer por debajo de las 3 horas. Es importante conocer la fisiología del esfuerzo y bioquímica de una maratón para poder afrontar esta. Los corredores de élite tienen su umbral anaeróbico al 85-90% del VO<sub>2</sub>max. Dentro de los factores limitantes nutricionales, podemos encontrar la deshidratación, vaciado de los depósitos de glucógeno, o problemas gastrointestinales por tener que hacer ingesta elevada de bebidas isotónicas y geles de glucosa. Por otra parte, el peso corporal que llevamos a la competición y entrenamiento previo del metabolismo lipolítico y zona del umbral anaeróbico serán trascendentales. En este tipo de eventos tendremos que tomar como mínimo 0,5 litros de bebida isotónica por hora (para evitar problemas médico-nutricionales) y evitar tomar agua sola. La toma de 60-90g de hidratos de carbono a la hora, será la pauta nutricional a seguir y como ayuda ergonutricional la cafeína es una ayuda suficientemente demostrada, aunque hay que tener en cuenta que la toma de esta puede empeorar los problemas gastrointestinales.

**Palabras clave:** Maratón. Fisiología y bioquímica del esfuerzo. Factores limitantes de rendimiento. Planificación dietética. Ergonutrición.

EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, Año 18, Nº 186, Noviembre de 2013. <http://www.efdeportes.com/>

1 / 1

## Introducción

La maratón es una carrera de resistencia de larga duración de 42,195km que se recorre a pie. La duración media de este evento oscila entre las 3:30-4 horas, siendo el tiempo para los primeros puestos de 2:08:00 para hombres y 2:34:23 para mujeres. Los corredores aficionados suelen llevar ritmos de 4,5-5 min/km. Como el resto de pruebas de resistencia, el organismo del deportista utiliza el metabolismo aeróbico, a través de los hidratos de carbono (HC) (como glucógeno en el músculo e hígado) y los triglicéridos intramusculares. Una vez se vacían los depósitos de glucógeno, viene la bajada del ritmo de carrera, llamada como **"la pared"**, y es cuando se activa el ciclo de Glucosa-Alanina y la utilización de aminoácidos ramificados (aaR) como combustible energético, al no ser totalmente biodisponible la grasa almacenada en el tejido adiposo (Urdampilleta et al, 2012)

Se ha observado que en los corredores más rápidos, utilizan prioritariamente los HC, mientras que los más lentos utilizan como combustible los HC y grasas, todo depende de dónde tenga cada deportista sus umbrales, aeróbico (en esta zona se utilizan exclusivamente las grasas) y anaeróbico (a partir de esta se utiliza prioritariamente la glucosa) (Stellingwerff et al, 2013).

Así, es importante conocer la fisiología del esfuerzo y tener bien claros cuáles son los factores limitantes del rendimiento deportivo en la maratón, antes de pensar en hacer cualquier intervención nutricional o planificación deportiva.

El objetivo de este artículo es conocer bien la fisiología del esfuerzo de la maratón, definir bien los factores limitantes del rendimiento deportivo para correr una maratón y en base a estos hacer una planificación dietética y ergonutricional, para exponer prácticamente una posible intervención nutricional para afrontar de una manera óptima una maratón.

## Método

Para la realización de la revisión bibliográfica se utilizó como motor de búsqueda el Google Académico y las bases de datos como el Pubmed y SportDiscus, utilizando las siguientes palabras claves: maratón y fisiología del esfuerzo/ valores bioquímicos/ factores limitantes de rendimiento/ planificación dietética y ergonutrición.

No se acotaron los años de búsqueda. Para encontrar más información de la estrategia de búsqueda anteriormente comentada, se realizó la estrategia de bola de nieve, a partir de los artículos más interesantes encontrados.

## Resultados

### Fisiología y bioquímica del esfuerzo de una maratón

En la literatura científica se encuentran numerosos estudios sobre pruebas de resistencia de larga duración que analizan la fisiología y bioquímica del esfuerzo y se alega la importancia de su análisis (Urdampilleta, 2013).

Así, decir que el rendimiento del atleta de resistencia requiere la integración de muchos factores, entre ellos están las dotaciones genéticas del atleta (parámetros antropométricas, rasgos cardiovasculares hereditarios, composición muscular), otras adaptaciones físicas y fisiológicas que pueden ser conseguidas con el efecto del entrenamiento (mejora de las capacidades físicas y coordinativas), algunos factores susceptibles de ser aprendidos (economía de carrera, aspectos técnico-tácticos, predisposición al entrenamiento), y otros incluso fuera del control de corredor y entrenador (características socio-económicas, climatológicas, etc...). Además de lo individual influyen también elementos sociológicos, y en el momento de la competición es especialmente importante lograr una óptima integración de lo técnico, lo táctico, lo fisiológico y lo psicológico (Smith 2003).

Respecto a la fisiología del esfuerzo, se ha demostrado que un déficit de fluidos corporales debido a una mala hidratación en pruebas de resistencia de larga duración como la maratón, provoca un aumento de la frecuencia cardiaca (para mantener el gasto cardiaco), una reducción del volumen sistólico, además de un aumento de la temperatura central (Rehrer, 2001). La susceptibilidad de **deshidratarse** aumenta en situaciones de gran humedad relativa (por encima de los 55%) y calor ambiental (superior a los 25°C) (Palacios et al, 2008).

Las complicaciones por calor como la **hiponatremia** son problemas potencialmente serios para los maratonistas y otros practicantes de deportes de larga distancia y duración. La hiponatremia es un desorden en el equilibrio de líquidos y electrolitos del cuerpo, en el cual se alcanza una concentración muy baja de sodio plasmático o sodio en sangre. En el caso de la hiponatremia por dilución, que está presente en muchos casos en atletas de pruebas de larga distancia, la concentración de sodio disminuye por un aumento desproporcionado de la cantidad de agua en el líquido extracelular. Una de las recomendaciones es que el líquido que se debe ingerir durante una maratón es de 2-4 litros (unos 0,5 y máximo 0,7l/ hora), independientemente del tiempo de realización (Aragón, 2012). La incidencia de hiponatremia es variable según los diversos estudios. Según Rosner (2009), se encontraron valores en corredores de maratón y de larga distancia, con un rango de 2-7%, aunque algunos comunican hasta un 29%.

En un estudio realizado, se comprobó que los atletas que mantenían su **peso corporal** después de una prueba de larga duración obtenían valores bajos en la concentración de sodio. Estas pérdidas también se obtienen en los atletas que pierden menos del 2% del peso corporal o que incluso tienen ganancias de peso después de la prueba. En cambio, la osmolaridad plasmática se mantiene en los

Fisiología del esfuerzo: análisis de los factores limitantes y propuesta práctica para la planificación nutricional para la maratón

rangos normales ( $\pm 3$  mMol/l) cuando las pérdidas de peso corporal son entre 2-4%. Por lo tanto, experimentar cambios en el peso corporal, después de una prueba de larga duración, por debajo del 2%, incluso con ganancia o por encima del 4% puede ser la causa potencial de sufrir hiponatremia (Hew-Butler, 2006).

Para la correcta hidratación en pruebas de larga duración se recomienda la ingesta de bebida con contenido de electrolitos; los deportistas que ingieren solamente agua solamente restauran un 68% de las pérdidas de líquido, mientras que los **deportistas que ingieren bebida con electrolitos lo hacen en un 82%**, tras una deshidratación inducida por el ejercicio, aparte de reducir el riesgo de sufrir hiponatremia. Por ello, las recomendaciones para pruebas de larga distancia son de beber entre 6-8 mililitros de líquido por kilogramo de peso y hora de ejercicio. Aproximadamente 500ml/hora o 150-200ml cada 20 minutos (Hew-Butler, 2006).

Así, en esfuerzos de larga duración a humedad y temperatura desfavorables, se observa a partir de las 2-3 horas un aumento de la **frecuencia cardiaca** (FC) de unos 10 p/m (Mattsson et al, 2009). Estas modificaciones de la FC han sido estudiados en pruebas de ciclismo, natación obteniendo unos valores de FC al finalizar los diferentes esfuerzos entre 119 y 133 p/m, suponiendo un 60-66% de la FC máxima. Estas FCs se suelen dar en carreras de ultrarresistencia (Laursen y Rhodes, 2001), donde la intensidad de carrera a la que se compite en la zona de umbral aeróbico (vía energética prioritaria, la lipólisis, usos de las grasas). No obstante, estas FCs medias dependen del tipo de deporte, modalidad y el tipo de terreno en el que se compite (diferentes tipos de terreno, diferentes desniveles a superar, etc...). Cabe destacar que en las modalidades de carrera a pie, como la maratón, estas FCs suelen ser algo superiores (Esteve, 2004).

El uso de la FC es un indicador válido de la intensidad del ejercicio aeróbico. Así, Esteve (2004) realizó un estudio con 54 corredores de diversos niveles y comprobó que en la maratón la FC media a la que un corredor se encuentra a lo largo de la prueba es aproximadamente del **88 $\pm$ 2% de la FC máxima**, llegándose a encontrar picos de hasta el 94 $\pm$ 2% de la FC máxima.

El **consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub> máx.)**, determina el potencial aeróbico de un corredor. Por ejemplo, un corredor con un VO<sub>2</sub> máx (relativo) de 60 ml/Kg/min no puede correr más de unos 12 minutos a una velocidad que requiera ese consumo de oxígeno, mientras que un corredor con un VO<sub>2</sub> máx de 75 ml/Kg/min podrá ser capaz de correr una maratón a una velocidad que requiriera un consumo de 60 ml/Kg/min (Ortega, 1944).

En la maratón se encuentran valores de media en torno al 75% de su VO<sub>2</sub> máx durante la competición, aunque oscilan entre un 64% y un 90% del VO<sub>2</sub> máx. Esto indica que los valores no son uniformes a lo largo de la prueba; apreciándose una tendencia a la disminución del VO<sub>2</sub> máx a pesar de mantenerse una velocidad similar. (Ortega, 1944).

Así que, la potencia aeróbica no va a ser la capacidad que más determine el rendimiento de la prueba ya que la velocidad de carrera no va a ser tan elevada como para exigir intensidades cercanas al máximo VO<sub>2</sub>. Por lo tanto, el **rendimiento** en pruebas de larga distancia como la maratón, está más relacionado con la economía o eficiencia energética de carrera y el mantenimiento de un alto % de VO<sub>2</sub> durante toda la prueba (% VO<sub>2</sub> de umbral anaeróbico) (Alonso y Campo, 2002).

En la maratón se compite con una intensidad de trabajo submáxima, es decir, por debajo de la zona del **umbral anaeróbico** (utilización de la vía glucolítica aeróbica). Esta zona de trabajo se puede denominar de distintas formas, pero sobre todo como umbral anaeróbico individual (UANI) es la más

utilizada (Bassett y Howley, 2000). Así, el **corredor que tenga más alto el UANI será el que mayor rendimiento deportivo podrá dar**. Para poner un ejemplo, podemos encontrar dos corredores de maratón que tienen su VO<sub>2</sub>max a 80ml/kg/min (valores de potencia aeróbica muy altos), pero el 1º tiene su UANI al 80% del VO<sub>2</sub>max y el 2º al 90% del VO<sub>2</sub>max (la 2º opción es la más habitual en corredores de élite de maratón) (Jones, 2006). No cabe duda que el que más alto tenga el UANI dará mayor rendimiento deportivo, a no ser que su economía de carrera sea muy malo o no realice adecuadamente la estrategia alimentaria y de hidratación.

Por otra parte, es conocido que la **concentración sanguínea de lactato** es un marcador muy útil de la intensidad del ejercicio, de tal forma que diversos autores han estudiado su concentración en diferentes deporte: en triatletas después de realizar 3 km de natación y 3 h de ciclismo, viendo como sus valores aumentaban por encima de Umbral Anaeróbico Individual (UANI) (3-4 mmol/l), (Laursen et al, 2000) y en corredores de ultra resistencia (Linderman y Laubach, 2004) después de realizar 160 km obteniendo valores cercanos a 1-1,5 mMol/l.

En la maratón, existen algunas referencias que afirman una elevada correlación entre **concentraciones de lactato** comprendidas entre 2,5-3 mMol/l y la velocidad a la que un maratoniano es capaz de correr una maratón. Se considera a esta cifra como el valor en el que se mueve el estado estable de lactato en deportistas de alto nivel entrenados en resistencia. Este punto denominado **LT** se define como la intensidad de esfuerzo máximo en el que la formación y la eliminación de lactato se encuentran en equilibrio. Resulta de gran importancia la velocidad correspondiente a esta concentración de lactato, a la hora de fijar el ritmo al que el atleta puede correr la prueba (Leibar et al. 1994).

Con estos datos, podemos observar como a **mayor tiempo de prueba la concentración sanguínea de lactato es menor**, mostrando como la intervención del metabolismo aeróbico es mayor mientras más larga es la duración de la prueba. Por otra parte, es importante analizar el **carácter del esfuerzo**, ya que por ejemplo en un triatlón se pueden dar cambios de ritmo repentinos por la misma estructura de la competición e implicación muscular diferente en las diferentes modalidades, lo cual hace aumentar la participación del sistema glucolítico y en consecuencia aumentos del lactato sanguíneo, cosa que no sucede en una maratón al ser los ritmos más constante (Jeukendrup, 2011).

Por otra parte, existen numerosos estudios sobre pruebas de ultra resistencia en los que se han estudiado **parámetros bioquímicos** para medir la destrucción muscular como la creatinquinasa (CK) mostrando como esta enzima aumenta por encima de los valores normales (33 – 180 U/l hasta valores de entre 400 y 600 U/l y en algunos casos hasta 1661 U/l después de pruebas de ultra resistencia y especialmente en los 24-48 horas posteriores a la prueba. Este parámetro bioquímico nos da la información del estrés físico que supone a nivel osteomuscular este tipo de pruebas, lo cual puede estar relacionado con la fatiga y lesiones que pueden inducir este tipo de pruebas (Urdampilleta et al, 2013). Después de una prueba de maratón se observan valores altos de **CK**, debido a la naturaleza de la prueba y el tipo de terreno por el que se desarrolla (muy habitual asfalto). Smith y colaboradores (2004) tomaron muestras de 34 corredores y se analizaron los parámetros bioquímicos; en cuanto a la CK se obtuvieron resultados de 707,8 ± 376,7 U/l al finalizar la prueba. Valores similares fueron obtenidos por Siegel y colaboradores (2007) en CK, 150 ± 19 U/l antes de la prueba y 745 ± 97 U/l antes de las 2 horas posteriores a la prueba. Estos datos teniendo en cuenta que un corredor de maratón masculino de alto rendimiento pesa alrededor de 60-65 Kg, y sabiendo que a más músculo los niveles de CK pueden aumentar, al tener cierta relación a la cantidad de masa muscular de los atletas. Los corredores de élite masculinos de maratón tienen pesos de 60,2±2,9 Kg y una altura media de 172± cm, (Billat et al, 2001) lo que indica que tienen una masa muscular relativamente baja.

En cuanto a los **valores hematológicos**, se producen modificaciones agudas en los parámetros habituales tras la realización de una carrera de maratón. En un estudio realizado con 41 maratonianos se obtuvieron incrementos significativos tanto en los valores de la serie roja (hematíes, hemoglobina, hematocrito), como en la serie blanca (leucocitos, plaquetas). Las variables como experiencia deportiva, nivel de entrenamiento y tiempo en meta parecen no ser significativas y no tener relación con estos incrementos (Ruiz et al, 2013).

Por otra parte, la **percepción subjetiva del esfuerzo** realizado ha sido objeto de estudio por diversos autores, Borg comprobó cómo los factores fisiológicos tienen una mayor influencia sobre la percepción de la fatiga que los psicológicos (Borg, 1982). Otros autores la han estudiado en deportistas de ultraresistencia como ciclistas y triatletas obteniendo valores entre los 13-15 en la escala 6-20 (Wirnitzer, 2005). Una puntuación de 13 se ha relacionado con la intensidad de umbral anaeróbico individual (UANI), por lo que esta percepción subjetiva de los atletas dice que la carga interna fisiológica es muy intensa ya que las intensidades de carrera son inferiores al UANI, esto puede ser por el dolor músculo-esquelético que suelen acompañarse a las pruebas de larga duración. Específicamente, para la prueba de maratón se obtienen valores medios en torno a 16-17 puntos en la escala RPE de Borg (Nieman et al, 2001), parece ser que los valores de una maratón son más elevadas, al ser los ritmos de carrera muy altos y a su vez se da un traumatismo muy elevado (micro traumatismos contra el pavimento constante).

#### Factores limitantes rendimiento deportivo y estrategias para hacer frente

Después de conocer la fisiología y bioquímica del ejercicio de una maratón, no cabe duda que resulta más fácil comprender cuáles son los factores limitantes del rendimiento deportivo, y no cabe duda que es necesario para cualquier intervención dietético-nutricional, así como para la planificación deportiva y preparación psicológica del atleta.

##### 1. Aspectos Nutricionales

Algunos de los **factores limitantes nutricionales del rendimiento deportivo** en la realización de una maratón podríamos encontrar (Hsieh et al, 2002; Sánchez, 2006; Jekendrup, 2011):

- **Agotamiento de los depósitos de glucógeno muscular:** este puede comenzar a limitarse a partir de las 2 primeras horas, y en consecuencia disminuye considerablemente el ritmo de carrera. Por ello cobrará importancia la ingesta de HC antes y durante la competición.
- **Equilibrio hidroelectrolítico:** durante la maratón se establecen unas tasas medias de sudor entre 1-1,5 litros de líquidos por cada hora, según la intensidad relativa del esfuerzo. Estas pueden ser mayores en función de las tasas de sudoración individuales o las condiciones de temperatura y humedad relativa. El sudor es una manera que tiene el organismo de disipar el calor producido durante la actividad físico-deportiva. El sudor contiene una mezcla de agua y electrolitos (principalmente sodio y cloro). Cobrará importancia el consumo de bebida isotónica para ayudar mantener/reemplazar los líquidos y restaurar el equilibrio de electrolitos anteriormente comentados.
- **Hiponatremia:** disminución brusca de la concentración de sodio (Na<sup>+</sup>) en sangre (<135 mmol/L, normalidad sobre 140 mmol/L), durante el ejercicio o recuperación. Relacionado con el equilibrio hidroelectrolítico. Algunos de sus síntomas son calambres, mareos, confusión, etc. Por ello se debe mantener el aporte de sodio a través de las bebidas isotónicas, aporte de

alimentos/suplementos ricos en Na<sup>+</sup>. Podemos establecer 2 causas:

- Los corredores beben agua que restaura parte de los líquidos perdidos pero no de electrolitos.
- Los corredores realizan una sobrecarga de líquidos (principalmente agua), bebiendo más cantidad de líquidos a la recomendada, que provoca una dilución de los electrolitos en sangre.
- **Problemas gastrointestinales:** Durante el desarrollo de la competición, el flujo sanguíneo abarca principalmente los músculos implicados en la actividad, reduciendo hasta un 80% el flujo sanguíneo del tracto gastrointestinal, para el vaciamiento gástrico, disminución de la absorción intestinal así como factores mecánicos (golpes, empujones, posición no relajada a nivel abdominal). Ello puede dar lugar a náuseas, vómitos, gases, diarrea al realizar la toma de líquidos, alimentos, suplementos o ayudas ergonutricionales.

Para afrontar estos **factores limitantes del rendimiento**, se debe realizar una correcta planificación alimentaria para la toma de alimentos/suplementos durante la maratón, para el aporte de líquidos, HC y sodio. Se ha observado que los corredores pueden llevar a cabo ingestas de HC alrededor de 40-60g/hora, según la tolerancia individual, este aspecto ha de ser entrenado, para que llegue a tolerar máximas concentraciones posibles (cerca de 80-90g/h) (Jeukendrup, 2010).

La combinación ideal es una **mezcla de alimentos que aporten azúcares de rápida y lenta absorción** (proporción azúcares rápidos/ lentos, 2:1) (azúcares rápidos: glucosa, maltodextrina o sacarosa y lento: fructosa), porque mejora el vaciamiento gástrico, el suministro de HC al cuerpo y de fluido (si se aportan a través de la bebida). Se ha visto que no es recomendable tomar más que un 30% de fructosa porque puede traer problemas gastrointestinales (Jeukendrup, 2011).

## 2. Aspectos antropométricos, peso y composición corporal

Determinadas variables antropométricas, como el peso, composición corporal, pliegues cutáneos, entre otros, caracterizan al maratoniano. Se ha observado como características antropométricas, que los maratonianos de élite presentan (Cabañas-Armesilla et al, 2009):

- Un bajo peso (sea masa grasa o muscular)
- Valores de 6-8% de masa grasa en hombres y alrededor del 10-11% en mujeres. Estos bajos valores se reflejan en el grosor de los pliegues cutáneos (<63mm, correspondiente al sumatorio de 6 pliegues: tricipital, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo anterior y pierna medial)
- Elevada masa muscular (>48% del peso total).

Todo ello ayudará a ser más eficiente durante la carrera, y por tanto se deben trabajar estrategias dietético-nutricionales (en el caso de que sea necesario y acorde a los objetivos del entrenamiento) para la pérdida de grasa y peso corporal, aumento de masa muscular, mediante la evaluación antropométrica periódica (Martínez-Sanz y Urdampilleta, 2011).

No cabe duda que en los maratonianos, donde tiene que desplazar su cuerpo durante mucho tiempo, con impactos constantes contra el pavimento y con frecuencias altas es imprescindible tener bajo peso corporal.

### 3. Aspectos fisiológicos y condicionales

Dentro de los factores limitantes físico-fisiológicos del rendimiento deportivo, cabe comentar que tiene el **Umbral Anaeróbico Individual (UANI) alto es necesario**, ya que depende esta el rendimiento final en la carrera. Los maratonianos de élite suelen tener su UANI al 85-90% el VO<sub>2</sub>max, y esto les lleva a que puedan ir a intensidades absolutas muy altas a ritmos de 3 minutos/km, cuando una persona que tenga el UANI al 75% del VO<sub>2</sub>max, pueda ir a un ritmo de 5 minutos/km. La diferencia es abismal, y en base a esto, cuando se sobrepasa esta zona de umbral, la utilización de glucosa es prioritaria y se empiezan a gastar los depósitos de glucógeno muscular.

Para tener referencias más aproximadas, un **maratoniano que lleva a cabo la prueba en 2:20h puede tener su UANI al 85-90% del VO<sub>2</sub>max y uno que esté entre 3:00-3:15 h, puede tener entre 75-80%.**

A su vez, se ha visto que los deportistas de elite, pueden tener estar en su zona de UANI durante 60-90 minutos, pero los aficionados (pueden durar entre 30-45' máximo), por ello que viene el bajón de ritmo, cuando se sobrepasa esta zona. En la maratón es muy frecuente observar esto en el km 30, llamado por los maratonianos "**la pared**", que coincide cuando se vacían los depósitos de glucógeno muscular. Esta situación sucede en los aficionados, aproximadamente a las 2 horas de la carrera.

#### Aplicaciones prácticas: estrategias de entrenamiento físico y nutricional

Para **aumentar la zona de UANI es imprescindible** hacer una prueba e esfuerzo antes con determinaciones de lactato sanguíneo o consumo de oxígeno, y se entrenará aquellas zonas para **1) Potenciar el metabolismo lipolítico y 2) para aumentar la zona de UANI**, y así reservar más cantidad de glucógeno durante la carrera.

Para potenciar la utilización de las grasas y metabolismo lipolítico, además de entrenar bajas intensidades durante largos recorridos (entrenamientos de 25-35 km) también se utilizan otras **estrategias como el ayuno** antes de entrenamientos largos, con el fin de entrenar el al organismo para utilizar más cantidad de grasa y ahorrar glucógeno muscular en mayor medida, durante la carrera. Con esta estrategia además de obtener cierta tolerancia psicológica, se obtienen cambios metabólicos y adaptaciones musculares.

Por otra parte, si se va a competir en un día caluroso, será una estrategia adecuada realizar la **aclimatación al calor**. Esto se consigue entrenando a temperaturas cercana a los 30°C, durante 2 semanas (se observan mejoras en los primeros 7 días de entrenamiento). De este modo se consigue que el organismo mejore la eficacia termorreguladora, disipa antes el calor y el índice de sudoración, además de disminuir la pérdida del mineral sodio por cada libro de sudor.

También se utilizan ayudas ergonutricionales y farmacológicas para potenciar el metabolismo lipolítico, como puede ser el caso de la **cafeína** (se suelen hacer tomas de 2-4 mg/kg de peso corporal). Esto se suele combinar con una **dieta baja en hidratos de carbono antes del entrenamiento** (empezando del día anterior), para así sea la participación de la glucólisis más baja. No obstante, esta estrategia hace que la activación del ciclo glucosa-alanina sea mayor y en consecuencia aumente el catabolismo proteico.

#### Aspectos a tener en cuenta antes de realizar una maratón

Respectos a otros aspectos nutricionales, **conviene realizar una analítica sanguínea antes de la**

**prueba**, para valorar los **depósitos de hierro**. Si existe carencia, se debe realizar una intervención dietética o farmacológicamente (bajo supervisión médica), para así tratar la posible anemia ferropénica.

#### Planificación alimentaria previa al evento para correr en óptimas condiciones

Uno de los aspectos previos a considerar, es llegar al evento con los depósitos de glucógeno muscular llenos e ir en condiciones óptimas de hidratación. Para ello, se han de establecer los días previos (2-3 días) asegurando una toma entre 9-11g de HC/kg de peso corporal/día (Burke, 2007; Jeukendrup, 2011), así como una ingesta de proteínas entre 1,2-1,6 g/kg de peso corporal/día (no son elevadas cantidades de proteína por peso, porque la ingesta energética de un maratoniano se eleva a unas 3000kcal y la cantidad absoluta es superior a 100g de proteínas/día) (Urdampilleta, 2012). A continuación proponemos unas indicaciones de menú a realizar las 48 horas previas al evento.

**Los dos días anteriores a la carrera, el objetivo será aumentar los depósitos de glucógeno muscular**, lo cual se ingiere más cantidad de HC diariamente y se bajan drásticamente los volúmenes de entrenamientos la semana anterior, y especialmente reposo los 2 días anteriores (quizá un calentamiento de 30' el día anterior).

**Tabla 1.** Propuesta de menú 48 horas antes de la media maratón. Fuente: Elaboración propia, mediante el software Easy Diet, de la Asociación Española de Dietistas-Nutricionistas (AEDN).

<b>Tomas</b>	<b>48 horas previas</b>	<b>24 horas previas</b>
<b>Desayuno</b>	1 vaso de bebida de soja/almendras (200ml) + 1 cucharada de cacao en polvo (10g) 1 vaso y medio copos de maíz (90g) 1 tostada de pan de molde con 1 cucharada de aceite de oliva 1 tostada de pan de molde con un poco de mermelada de fruta(15g) 1 vaso de zumo de naranja (200ml)	2 yogures desnatados de sabores 1 pieza de fruta pelada (pera, manzana, plátano) aprox. 120-150g 1 vaso de copos de arroz y trigo no integrales (80g) + 1 vaso de copos de avena (60g)
<b>Almuerzo</b>	1 yogur desnatado para beber (100ml) 2 barritas de cereales (60-70g) 1 Pieza de fruta (200-300g)	1 yogur desnatado con un puñado de cereales de avena/maíz/arroz (40g) 5 galletas tipo maría
<b>Comida</b>	Salteado (con 2 cucharadas soperas de aceite de oliva, 20ml) de 120g de pasta (en crudo) con 150-200g de tomate rallado y 100-150g de pechuga de pollo en trozos Vaso de zumo de fruta + 100ml de leche desnatada	Salteado (con 2 cucharadas soperas de aceite de oliva, 20ml) de verduras (100-150g) con arroz (100g en crudo) 1 yogur desnatado con trozos de fruta (añadir fruta pelada)
<b>Merienda</b>	1 sándwich de jamón york/pavo (1 loncha) 8 unidades de almendras, nueces o	1 sándwich con una lata de atún al natural (1 loncha)

	avellanas	
<b>Entrenamiento</b>	Descanso Absoluto	<b>30' de carrera interválica</b> 300-400ml de bebida isotónica (6-8% de concentración de HC, aporte de 30-40g de HC) durante los 30'.
<b>Cena</b>	Puré de patata pelada (400g) y calabacín sin piel (100g) con 2 cucharadas de aceite de oliva (20ml) 2 medallones de merluza a la plancha 60g de pan blanco 1 unidad de natillas 1 bol de macedonia de frutas (150g)	Sopa de fideos Tortilla francesa de 1 huevo y 1-2 loncha de jamón de pavo o 1 lata de atún al natural 60g de pan blanco 1 unidad de arroz con leche (elaborado con leche desnatada) 1 trozo de membrillo
Características calóricas y e macronutrientes de la dieta: 3000kcal, 490g HC ( <b>65%</b> ), 112g proteínas ( <b>15%</b> ) y 66g de grasas ( <b>20%</b> ).		

Nota: se recomienda cereales no integrales y pan blanco. Eliminar la piel mientras que sea posible de frutas y verduras. La pasta, arroz y fideo se deben cocerse previamente.

Tampoco debemos de olvidarnos del momento previo a la maratón, la cual se disputa a las 9:00 horas, por lo que el desayuno será de interés para preparar la maratón. Se deber realizar una **ingesta de 3-4 horas previas**, ingiriendo entre 1-4 g/kg peso de HC (entre 140-330g) con una pequeña cantidad de proteínas de fácil digestión, baja en grasas y fibra. Alguna de las propuestas de **desayuno**:

**Tabla 2.** Propuestas de desayuno previo a la media maratón que aportan una media de 150-200g de HC. Fuente: Elaboración propia.

Yogur líquido con frutas (250ml), recomendado desnatado 1 vaso de copos de maíz (80g) o plato de arroz blanco (80g) 1 tostada dextrinada (30g) Loncha de jamón de pavo (20-25g) 2 Plátanos maduros (240g sin piel)	Yogur líquido con frutas (250ml), recomendado desnatado 1 vaso de copos de avena (60-80g) Vaso grande de zumo de fruta (200ml) Pan dextrinado con miel (30+10g) o compota de manzana	Vaso de leche de soja/ almendras (250ml) 1 vaso de copos de maíz (80g) y 1/2 vaso de avena en copos (30g) 2 tostadas dextrinadas (60g) 1 tarrina de queso fresco 0% materia grasa (62-75g) 1 tarrina pequeña de mermelada (20-25g)
--	---	--

Nota: Se trata de tomar lo que habitualmente nos sienta bien y toleramos. El formato de yogur hace que sea más digerible, pero si toleramos la leche, no habrá problema de tomarla. No obstante, recomendamos la toma de bebida de soja o e almendras, ya que la leche tomada antes de las competiciones se ha visto que es menos digerible y puede generar cierta mucosidad.

### Un ejemplo de alimentos disponibles y avituallamientos en una maratón: Maratón de Valencia 2013

Para poder afrontar la maratón y poder establecer la cronología alimentaria, debemos conocer el perfil de la prueba, lugar de los avituallamientos, con el fin de ser prudentes y protocolizar la alimentación. Las características y composición de los avituallamientos serían los siguientes (tablas 3 y 4):

**Tabla 3.** Localización de los avituallamientos: Ejemplo de la Maratón Divina Pastora de Valencia y alimentos/suplementos que incluyen

	<b>Velocidad media</b>
--	------------------------

<b>Km del avituallamiento</b>	<b>Composición del avituallamiento</b>	<b>estimada/ km 5 min/km</b>
5	Agua	25 min
10	Agua y bebida isotónica	50 min
15	Agua y bebida isotónica	75 min
20	Agua, bebida isotónica y gel	100 min
25	Agua, bebida isotónica y fruta	125 min
30 "La pared"	Agua, bebida isotónica, gel y fruta pelada + cafeína (75-150mg)	150 min
35	Agua, bebida isotónica y fruta	175 min
40	Agua, bebida isotónica y gel	200 min
Meta (recuperación)	Agua, bebida isotónica, fruta, frutos secos y yogurt líquido	

Fuente: <http://maratondivinapastoravalencia.com/>

**Tabla 4.** Composición nutricional de los alimentos de los avituallamientos. Fuente: Tabla de composición de alimentos del CESNID, mediante el software Easy Diet, de la Asociación Española de Dietistas-Nutricionistas (AEDN).

<b>Alimento</b>	<b>Peso (g)/Volumen (ml)</b>	<b>Kcal</b>	<b>Proteínas (g)</b>	<b>Grasas (g)</b>	<b>HC (g)</b>	<b>Sodio (mg)</b>
<b>Powerade Bebida isotónica</b>	500ml	155	0	0	37,5 (7,5%)	250
<b>Gel energético Infisport</b>	20g	43,5	0,4	0	14,14	0
Agua	250	0	0	0	0	0
Manzana <sup>^</sup>	150	75	0,6	0,1	17	
<b>Plátano<sup>^</sup></b>	120	109,2	1,3	0,4	25,3	1.2
Frutos secos	250	108	--	--	27	--

Nota: \*fuente de sodio; <sup>^</sup>fruta pelada y cortada en trozos.

**El material que el maratoniano puede utilizar** en el evento, será de utilidad para incorporar agua, bebida isotónica, geles, frutas secas, etc. de gran importancia para preparar la prueba, y afrontar los primeros km hasta alcanzar los primeros 10km (avituallamiento donde encontramos bebida isotónica).

Hasta el avituallamiento del km 20, no encontramos la posibilidad de coger geles o fruta (hasta el km 25), estos alimentos/suplementos son de utilidad para aportar energía durante el esfuerzo, por ello, si previamente se disponen en el material que preparamos, podremos tomarlos. Algunos ejemplos del material que podremos utilizar para poner geles o bebida isotónica es: **cinturón de running, portadorsal o modulable.**

Como resumen de las premisas dietético-nutricionales para afrontar la maratón, antes de la planificación cronológica de toma de alimentos, debemos de considerar:

**Tabla 5.** Resumen de las consideraciones dietético-nutricionales para el IM. Fuente: elaboración propia

Nutrientes	Líquidos	HC
Consideraciones Mínimas a tener en cuenta	Mínimo/hora 500ml	40-60g/hora
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Empezar muy bien hidratado la carrera, tomando de antemano una bebida ligeramente hipotónica o simplemente agua (unos 1-2l). Orinar transparente antes de la carrera.</li> <li>- Tomar bebida isotónica para aportar sales minerales e HC, que contenga entre 250-350mg sodio por cada 500ml (dosis de preparación) y entre 30-40g de hidratos de carbono por cada 500ml (dosis de preparación).</li> <li>- Es importante que la <b>bebida sea apetecible</b>. Podríamos mantener la temperatura de la bebida fresca añadiendo <b>cubitos de hielo</b> a los bidones.</li> <li>- En forma líquida (bebida de reposición y semilíquida (geles) para serán de utilidad para afrontar la prueba.</li> <li>- La toma de cafeína, no dosis mayores de 150mg, podemos tomar 60' antes de la carrera y a los 20-30km, de absorción rápida.</li> <li>- Cuando se ingiera un <b>gel concentrado en HC</b>, beber siempre con agua a continuación para favorecer su digestibilidad y no aumentar demasiado la osmolaridad.</li> </ul>	

### Estrategia dietético-nutricional para la maratón

Es el momento de establecerla cronología alimentaria (ingesta de alimentos/hora según avituallamientos y material del deportista), basándonos en un tiempo medio de 3:30 horas (5min/km), siguiendo las recomendaciones de la **tabla 5.**

**Tabla 6.** Propuesta de cronología alimentaria para la maratón de Valencia. Fuente: elaboración propia.

Hora	Alimentos	Comentarios
<b>120 minutos previas a la prueba</b>		
		<p><b>Bebida Isotónica diluida al 50%:</b> Mantener fresquita con <b>cubitos de hielo</b>. No hacer ingestas superiores a 150-200ml a la vez. Hacer tomas cada 15-20', según circunstancias de competición.</p> <p>Beber en total 1-1,5 antes de la carrera.</p> <p>Orinar transparente antes de empezar.</p> <p><b>Ayuda ergonutricional. Cafeína:</b> Se deben realizar la</p>

<p><b>500ml de Bebida Isotónica y suplemento alimenticio o farmacéutico de cafeína</b></p>		<p>toma 30-60' hora antes del evento para establecer adecuadamente su efecto.</p> <p>Las opciones posibles es tomarlo a través de un suplemento (con 100-150mg cafeína aproximadamente) o café (tomarlo con hielo para diluir la cafeína y mejorar el vaciamiento gástrico, para disminuir problemas gastrointestinales).</p> <p>La cafeína farmacéutica (tipo durbitán) (300mg) puede tener bueno si es de liberación sostenida, ya que irá entrando poco a poco al torrente sanguíneo y no causará tanta ansiedad al momento.</p>
<b>Comienzo</b>		
1h	<p>Bidón 500 ml ó 2 vasos de bebida isotónica powerade 1 gel infisport Tragos de agua</p> <p><b>Total: 51,5gHC y 600-700ml</b></p>	<p>Si hay un poco de hambre, tomar un pico de membrillo pero de fructosa (de absorción muy lenta).</p> <p>Pasas por el avituallamiento del km 5 y 10.</p> <p>Disponer previamente en el material del maratoniano, geles y bebida isotónica. La bebida isotónica del avituallamiento del km 10.</p> <p>Recuerda que cuando tomes el <b>gel</b>, debes de tomar <b>sorbos agua</b>.</p>
2h	<p>Bidón 500 ml ó 2 vasos de bebida isotónica powerade 1 gel infisport Tragos de agua</p> <p><b>Total: 51,5gHC y 600-700ml</b></p>	<p>Pasas por el avituallamiento del km 15 y 20.</p> <p>Aprovechar los avituallamientos para coger bebida isotónica y geles. Para aportarnos energía, mineral sodio y agua.</p> <p><b>Observaciones:</b> Este es el punto donde se vacían los depósitos de glucógeno y nos encontramos con un bajón "la pared". Es momento para tomar más <b>HC concentrado (30 g) y cafeína</b>.</p>
3h	<p>Bidón 500 ml ó 2 vasos de bebida isotónica powerade Trazos de fruta Tragos de agua</p> <p><b>Total: 40-60gHC y 600-700ml</b></p>	<p>Pasas por el avituallamiento del km 25, 30 y 35</p> <p>Aprovechar para coger bebida isotónica y trazos de fruta para no cansarnos del gel.</p>
	<p>½ Bidón 250 ml ó 1 vaso de bebida isotónica powerade</p>	

+30min	Trozos de fruta o gel infisport Tragos de agua  <b>Total: 20-30gHC y 250-400ml</b>	Pasas por el avituallamiento del km 40
--------	---	--

Nota: se han elaborado diferentes propuestas que pueden ir cambiando a lo largo del recorrido, teniendo en cuenta el análisis nutricional de la tabla 3 y 4.

### Recuperación post esfuerzo

Siempre se nos habla de la importancia de la recuperación nutricional post-esfuerzo, la cual se debe de ser rápida, eficaz y debe estar constituida por agua, **HC** (1-1,5G/kg de peso), **proteínas (P)** (unos 15-20g), **aminoácidos ramificados (aaR)** (0,01g/kg) y **sodio (Na+)** (1-1,5g/l de bebida). Todos esos nutrientes ayudaran a recuperar los depósitos de glucógeno muscular, síntesis de proteínas, rehidratación y aporte de sales pero las cantidades de los nutrientes también son importantes en la elaboración de la ingesta post-esfuerzo. Recordamos según las referencias científicas que las recomendaciones para llevar a cabo un **buen batido recuperador post-esfuerzo son** (Urdampilleta, 2012):

**Tabla 7.** Resumen de los aspectos nutricionales a tener en cuenta para la recuperación temprana del corredor

<b>Macronutrientes y micronutrientes recuperadores + Agua</b>	<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>
<b>HC</b>	De absorción muy rápida combinado con de lenta absorción (glucosa/MD + Fructosa)	1-1,5g/kg de peso corporal
<b>Proteínas</b>	Proteínas hidrolizadas de suero	Proporción HC/P, 3-4/1. Aproximadamente unos 15-20g de proteínas.
<b>Aminoácidos ramificados (aaR)</b>	Leucina. Isoleucina Valina	0,01g/kg (<60min post-esfuerzo), siendo del total de estos: <b>50% leucina</b> 25% valina 25% isoleucina
<b>Hidratación</b>	Bebida Hipertónica Na (1-1,5g/l)	Hasta recuperar el 150-200% del peso perdido

### Conclusiones finales

Dentro de la **fisiología del ejercicio de una maratón**, podemos encontrar:

- Valores muy altos de UANI en torno al 85-90%del VO2max.

Dentro de los **factores limitantes del rendimiento en al maratón podemos encontrar, factores limitantes nutricionales** como:

- Deshidratación.

- Desequilibrios hidroelectrolíticos.
- Agotamiento de los depósitos de glucógeno.
- Hiponatremia dilucional.
- Problemas gastrointestinales.

Por otra parte, tenemos que atender a otros **factores limitantes antropométricos y fisiológicos**, para mejorar el rendimiento deportivo, así como bajar el peso corporal hasta un 8% de grasa corporal y realizar estrategias dietético-nutricionales y de entrenamiento para potenciar la vía lipolítica al máximo, así como aumentar el UANI.

Desde el punto de vista de la planificación nutricional será muy importante:

- Conocer los avituallamientos y los alimentos/suplementos que contiene, será de utilidad para la previa planificación alimentaria que llevaremos a cabo, para ingerir la cantidad suficiente de líquidos, hidratos de carbono y sales minerales.
- El material deportivo será de gran utilidad para disponer nuestros alimentos/suplementos. En ella llevaremos bebida isotónica y geles concentrados con unos 25-30g de azúcares.
- Debemos entrenarnos con los alimentos/suplementos que vamos a consumir y emplear, así como acostumbrarnos a los horarios que vamos a llevar a cabo (al menos la semana previa).

## Referencias

- Alonso DE, Campo Y. La aplicación de los ritmos de carrera en el entrenamiento de la prueba de maratón para la mejora del rendimiento. *Kronos*, 2002, 2.
- Aragón LF. ¿Deberíamos preocuparnos por la hiponatremia durante el ejercicio? V Simposium Internacional Ciencias del Deporte. Lima, Perú. 2012.
- Bassett DR y Howley E. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci. Sport Exerc.* 2000, 32: 70-84.
- Billat VL, Demarle A, Slawinski J, Paiva M and Koralsztein JP. Physical and training characteristics of top-class marathon runners. *Med Sci Sports Exerc.* 33: 2089-2097.
- David R. Bassett, Jr. y Edward T. Howley. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med. Sci. Sports Exerc* 2000, 32:70-84.
- Burke LM. Nutrition strategies for the marathon: fuel for training and racing. *Sports Med.* 2007; 37:344-7.
- Cabañas Armesilla MD, Esparza Ros F. Compendio de cineantropometría. 1 ed. Madrid: CTO Editorial; 2009.
- Esteve J. Frecuencia Cardíaca en las pruebas de carrera de 5 Km a Maratón: un estudio preliminar. Madrid: Universidad Europea de Madrid; 2004.
- Hew-Butler T, Verbalis J, Noakes T. Updated fluid recommendations: Position Statement from the International Marathon Medical Directors Association (IMMDA). *Clin J Sport Med* 2006; 16:238-292.
- Jones, A. The Physiology of the World Record Holder for the Women's Marathon. *Int Journal of Sports Science and Coaching.* 2006, 6.
- Jeukendrup AE. Nutrition for endurance Sports: marathon, triatlón and road cycling. *J Sports Sci*, 2011; 29:sup1, S91-S99.
- Kreider RB. Physiological considerations of ultraendurance performance. *Int J Sports Nutrition* 1991; 1:3-27.
- Newsholme P, Krause M, Newsholme EA, Stear SJ, Burke LM, Castell LM. *BJSM reviews: A to Z of nutritional supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance--part 18.* *Br J Sports Med.* 2011; 45:230-2.
- Martínez-Sanz JM y Urdampilleta A. Aplicaciones de la antropometría para el control del peso. *Sport Training Magazine* 2011. 41.
- Mattsson, C.; Enqvist, J; Brink-Elfegoum, T.; Johansson, P.; Bakkman, L.; y Ekblom, B. Reversed drift in heart

Fisiología del esfuerzo: análisis de los factores limitantes y propuesta práctica para la planificación nutricional para la maratón rate but increased oxygen uptake at fixed work rate during 24h ultra-endurance exercise. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 2009, 29: 1-7.

- Mishchenko, VS y Monogarov VD. Fisiología del deportista. Editorial Paidotribo, 1995; Barcelona.
- Nieman DC, Henson DA, Smith LL, Utter AC, Vinci DM, Davis JM, Kaminsky DE, Shute M. Cytokine changes after marathon race. Appl Physiology, 2001. 91: (1) 109-144.
- Laursen P, Rhodes E. Factors affecting performance in an ultraendurance triathlon. Sports Med 2001; 31:195-209.
- Leibar X, Arratibel I, Abellán A. Una propuesta de valoración, seguimiento y control del maratoniano de alto nivel. En Plata et al. El maratón, aspectos técnicos y científicos. Madrid: Alianza editorial; 1994.
- Linderman, JK, y Laubach LL. Energy balance during 24 hours of treadmill running. Journal of Exercise Physiology, 2004, 7, 37-44.
- Sanchez LD, Corwell B, Berkoff D. Medical problems of marathon runners. Am J Emerg Med., 2006; 24:608-15.
- Stellingwerff T. Contemporary Nutrition Approaches to Optimize Elite Marathon Performance. Int J Sports Physiol Perform. 2013.
- Urdampilleta A, Vicente-Salazar N, Martínez Sanz JM. Necesidades proteicas en los deportistas y pautas dietético-nutricionales para la ganancia de masa muscular. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2012;16:25-35.
- Urdampilleta A y Martínez-Sanz JM. Capítulo IV. Evaluación bioquímica. En: Urdampilleta A y Martínez-Sanz JM (Eds.) Evaluación nutricional deportiva (pág. 26-58). Valencia, 2011. ISBN: 978-84-9858-542-1.
- Urdampilleta A. Valoración fisiológica y bioquímica del deportista de resistencia. EFDdeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, 181, Junio 2013. <http://www.efdeportes.com/efd181/valoracion-del-deportista-de-resistencia.htm>
- Urdampilleta A, Martínez-Sanz JM, López-Gruaso R. Valoración bioquímica del entrenamiento deportivo. Revista Española de Nutrición Humana y Dietética. 2013. (In Press).
- Ortega, R. El entrenamiento de maratón. En Plata et al. El maratón, aspectos técnicos y científicos, pág. 187-203. Madrid: Alianza editorial; 1994.
- Palacios N, Franco L, Manonelles P, Manuz B, Villegas JA. Consenso sobre bebidas para el deportista. Composición y pautas de reposición de líquidos. Archivos de Medicina del Deporte 2008, 126(16):24558.
- Rehrer N. Fluid and electrolyte balance in ultra-endurance sport. Sports Med 2001;31:701-15.
- Rosner MH. Exercise-associated hyponatremia. Semin Nephrol 2009; 29:271-281.
- Ruiz D, Salinero J, Del Coso J, González-Millan C, Abián-Vicén J, Areces F, Gallo-Salazar C, Fernández D. Efectos de una maratón en valores hematológicos. Arch Med Deporte 2013; 30(3): 150-155.
- Siegel AJ, Verbalis JG, Clement S, Mendelson JH, Mello NK, Ander M, Shirey T, Glowacki J, Lee-Lewandowski E, Lewandowski KB. Hyponatremia in Marathon Runners due to Inappropriate Arginine Vasopressin Secretion. The American Journal of Medicine 2007 120,461.e11-461.17.
- Smith DJ. A framework for understanding the training process leading to elite performance. Sports Med 2003; 33.
- Smith DJ. Effects of prolonged strenuous exercise (marathon running) on biochemical and hematological markers used in the investigation of patients in the emergency department. Sports Med 2004; 38 292-294.

Otros artículos sobre [Nutrición](#)

Recomienda este sitio

	<input type="text"/>	<input type="button" value="Buscar"/>	 Búsqueda personalizada
---	----------------------	---------------------------------------	---

