

**Artículo de Revisión**

## **Efectos del ejercicio físico y una dieta saludable**

### **Effects of physical exercise and a healthy diet**

Sánchez Benito, José Luis

*Colegio Oficial de Farmacéuticos de Madrid. Vocalía alimentación.*

#### **Resumen**

Con la práctica regular del ejercicio físico se obtienen efectos saludables y adaptaciones fisiológicas que duran hasta un tiempo después de finalizada la práctica del ejercicio. Para obtener dichos efectos la práctica del ejercicio físico tiene que ser programada individualmente con la ayuda de un especialista. Las personas sedentarias, en particular, tienen que ir aumentando progresivamente tanto la intensidad como la duración del entrenamiento hasta conseguir los objetivos fijados. Las adaptaciones que se producen por el ejercicio son a largo plazo y dependen del tipo de entrenamiento que se realice (por ejemplo: para conseguir mayor resistencia a la fatiga, mayor potencia aeróbica, mayor velocidad, para controlar el peso, para sentirse mejor, etc.). Durante la práctica del ejercicio físico se activan centenares de genes que desencadenan los procesos catabólicos que permiten al músculo generar la energía para las contracciones y al finalizar el ejercicio, desencadenar los procesos anabólicos necesarios para la recuperación de depósitos de sustratos (glucógeno) y la reparación de los posibles daños musculares; por medio del descanso y de la restauración. Estos procesos funcionan perfectamente porque han sido modela-

dos por millones de años de evolución y pueden servir para prevenir y corregir desarreglos metabólicos de las personas (tales como obesidad y diabetes tipo 2).

La correcta alimentación rica en Hidratos de carbono y la rehidratación para la recuperación después del ejercicio, también juegan un papel fundamental en el estilo de vida saludable; que se muestra en este modesto trabajo de revisión.

#### **Palabras clave**

Sustratos energéticos. Entrenamiento aeróbico. Dieta saludable. Rehidratación.

#### **Abstract**

Exercising regularly provokes physiological adaptations resulting in benefits for health, that last until some time after having finished the practice of the exercise. Physical exercise has to be individually programmed with the help of a specialist. In particular sedentary people have to increase progressively the intensity and duration of their training activity, until their objectives are reached. Adaptations that occur by exercising are only visible in the long term and are dependent on the type of training made (ie.: achieving greater resistance to fatigue, greater aerobic power, speed, to control weight, to feel better, etc.).

During the practice of physical exercise, hundreds of genes are activated to trigger the catabolic and anabolic processes, allowing the muscles to generate energy for contractions and afterwards, at the end of the exercise, to replenish the glycogen stores and repair the damaged tissues by means of resting and eating.

---

#### **Correspondencia:**

José Luis Sánchez Benito

*Colegio Oficial de Farmacéuticos de Madrid. Vocalía alimentación.*

Tel.: 913738262

jl.sbenito@ya.com

Those processes are perfectly tuned, because they have been adapted by millions of years of evolution, and could be used to correct the metabolic disorders of people (obesity, Diabetes type 2, etc.).

The correct diet rich in carbohydrates and the rehydration after the exercise, play as well an important role in the healthy style of life as it is showed in this modest review work

### Key words

Energy substrates. Aerobic workout. Healthy diet. Rehydration.

## Introducción

### SUSTRATOS ENERGÉTICOS PARA EL EJERCICIO FÍSICO

El estilo de vida sedentario y la alimentación desequilibrada que hacemos en la actualidad abre las puertas a numerosas enfermedades crónicas asociadas a desordenes metabólicos<sup>1</sup>.

Los requerimientos energéticos cubren las necesidades de los procesos fisiológicos<sup>2</sup>, como son:

- Metabolismo basal en reposo
- Termorregulación
- Gastos en el aparato digestivo
- Gastos en crecimiento y desarrollo
- Gasto debido al trabajo muscular

La organización mundial de la salud (OMS) ha indicado las necesidades de energía y proteínas para diferentes colectivos en varios informes<sup>3</sup>. Un factor a tener en cuenta además de la edad, género y estado; es la cantidad de actividad física realizada.

Las adaptaciones producidas por el ejercicio tienen un límite y dependen de una buena recuperación, si ésta no tiene lugar ocurre el fenómeno de sobre-entrenamiento y la lesión. Dichas adaptaciones en gran parte están relacionadas con el metabolismo energético, y tienen como resultado la producción de mayor cantidad de energía y de forma más eficiente. Ello supone la activación y desactivación de varios genes relacionados con el metabolismo<sup>4,5,1</sup>.

Las adaptaciones se producen de forma gradual y progresiva con la práctica regular del entrenamiento

bien programado e individualizado. El deporte de élite competitivo y extenuante es perjudicial para la salud. El exceso de tiempo dedicado al deporte y la insuficiente alimentación se observa a veces en personas jóvenes que buscan la delgadez y que si no está bien supervisado hace que dichas personas acaben cayendo en trastornos alimentarios como la anorexia<sup>6</sup>.

A lo largo de este trabajo se utiliza también la palabra entrenamiento, que es la actividad deportiva sistemática de larga duración, graduada de forma progresiva a nivel individual, cuyo objetivo es confirmar las funciones fisiológicas y psicológicas; para superar tareas cada vez más exigentes<sup>7</sup>.

Antes de hacer entrenamiento intenso es importante hacer una prueba de esfuerzo con un especialista, para detectar las limitaciones y las posibles patologías ocultas. Un ejemplo es la muerte súbita por parada cardio-respiratoria debido generalmente a la arteriosclerosis (en caso de persona mayor), o debido a arritmias o defectos congénitos del músculo cardíaco, en jóvenes<sup>8,9</sup>.

El entrenamiento requiere el gasto de energía, en forma de moléculas de ATP (adenosin tri-fosfato) que las fibras musculares producen a partir de los sustratos energéticos como son la glucosa, los ácidos grasos y en menor medida las proteínas. Los combustibles óptimos son grasa y los hidratos de carbono<sup>10,11</sup>. Dietas ricas en hidratos de carbono (HdeC) y baja en grasas (20% de energía) proporcionan mayores reservas de glucógeno muscular y más velocidad por la utilización del metabolismo aeróbico; además es una dieta cardiosaludable<sup>12</sup>. Las reservas de glucógeno se consumen a velocidad creciente con la intensidad del ejercicio y duran aproximadamente unos 90 min. a 60%-80% de VO<sub>2</sub> max, o bien unos 15-30 min. a 90%-130% de VO<sub>2</sub> max.<sup>13</sup>.

La restricción excesiva de grasas en la dieta (menos del 15%), por el contrario, limita el rendimiento, limita el almacenamiento intramuscular de triglicéridos, los cuales proporcionan la mayor parte de la energía al ejercicio de resistencia a cualquier intensidad<sup>14</sup>. La grasa en la dieta permite economizar otros combustibles, también es utilizada para la síntesis de esteroides y para el crecimiento, por lo que se debe vigilar la adecuada obtención de ácidos grasos y vitaminas en los deportistas jóvenes<sup>15</sup>. La grasa almacenada en el músculo en forma de triglicéridos, más la grasa del tejido adiposo si fuera necesario es movilizada, para el cata-

bolismo aeróbico, en respuesta a la estimulación por las catecolaminas de una lipasa intracelular, como resultado de las demandas del ejercicio<sup>15</sup>.

La bajas temperaturas tienden al aumento de la utilización de grasa y proteínas, mientras que altas temperaturas aumentan el consumo de glucógeno<sup>16</sup>.

Es importante reponer las reservas de glucógeno y las proteínas perdidas en las 2 horas después de la finalización del ejercicio mientras se mantiene el elevado nivel hormonal de glucógeno sintetasa (GS), hormona de crecimiento (GH) y glucagon<sup>13</sup>.

Sin embargo si se hace ejercicio para perder peso hay que hacer lo contrario, es decir no comer HdeC en varias horas después de finalizado el ejercicio<sup>17</sup>.

## Método

El método seguido para realizar la presente revisión ha sido consultas en base de datos, principalmente en PubMed:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=pubmed> de publicaciones científicas relacionadas con la actividad física, el entrenamiento y la nutrición para deportistas.

También información obtenida de libros y revistas y Contribuciones a Congresos como los de FEMEDE (medicina del Deporte).

Igualmente importante ha sido la experiencia adquirida como nutricionista del equipo ciclista Enypesa Juvenil y Sub23: [www.echozas.com](http://www.echozas.com) Los resultados de las evaluaciones nutricionales del citado equipo han sido publicadas en diferentes artículos tales como el relativo al progresivo abandono de la Dieta mediterránea por los jóvenes<sup>18</sup> y otros que se citan a lo largo de ésta revisión.

## Resultados y discusión

### 1. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA PARA EL EJERCICIO FÍSICO

El movimiento se consigue por la contracción de fibras musculares con el gasto del ATP, que los músculos producen sobre la marcha, dependiendo de la cantidad demandada, ya que solamente pueden almacenar ATP en pequeñas cantidades, en forma de Fosfato de Creatina. En el ejercicio aeróbico la mayor parte de la energía se obtiene por la oxidación de la glucosa que estaba almacenada en forma de glucógeno o libre en

sangre; también por la oxidación de ácidos grasos que estaban almacenados en forma de triglicéridos.

Los nutrientes, incluyendo los lípidos, juegan un papel importante como reguladores de la expresión génica. El sistema de regulación de la expresión génica que es mediado por un grupo de proteínas nucleares denominadas PPAR (*peroxisome proliferator-activated receptor*; o, receptor activado por proliferadores peroxisomales); que tiene un papel clave en la regulación de las vías metabólicas involucradas en la mantenimiento del balance energético y en la utilización de sustratos, en especial de la oxidación de las grasas<sup>19</sup>. La glucosa plasmática puede oxidarse a la velocidad de 1 g. /min. en la últimas fases críticas del ejercicio. Por ello los deportistas necesitan ingerir en torno al 60% de la energía a partir de los HdeC, que aumenta las reservas de glucógeno (frente a una dieta rica en grasas), en ejercicios de resistencia<sup>20,21</sup>.

Cuando la intensidad del ejercicio aumenta, la demanda de energía también aumenta, por lo que aumenta el consumo de oxígeno hasta el límite máximo y a partir de ahí, todavía se puede producir mas energía, por hidrólisis anaeróbica de la glucosa (que no necesita oxígeno, pero que produce ácido láctico, por lo que se acidifica el músculo y disminuye su rendimiento a medida que la acidez aumenta).

Los recursos energéticos para producir energía dependen del tipo e intensidad del ejercicio (a mas intensidad mas consumo de HdeC), de su duración (a mas duración mas consumo de grasas), así como del estado de entrenamiento del deportista (si esta mas desentrenado consume mas grasas, pero consigue menor velocidad; a la misma velocidad consume mas HdeC). En los primeros minutos de ejercicio se consume principalmente glucosa, hasta que la lipólisis libera ácidos grasos, para su metabolización por beta-oxidación. En general en ejercicios de larga duración se consumen mas grasas, pero para su metabolización son necesarios los HdeC<sup>22</sup>.

El entrenamiento produce adaptaciones fisiológicas lo que permiten menor utilización de los HdeC, menor consumo de oxígeno, mayor capacidad oxidativa, mayor resistencia y menor fatiga<sup>15</sup>.

Un sencillo ejemplo para ilustrar lo anteriormente mencionado, en el caso de un hipotético atleta sería el siguiente, basado en extrapolaciones de otros trabajos<sup>23</sup>.

**Corriendo a 10 Km./h** si necesita 100 ATPs, en una hora de ejercicio, probablemente saldrán:

- de la oxidación de Grasas: 30 ATPs;
- de la Glucosa: 64 ATPs (55 oxidación aeróbica y 9 glicólisis anaeróbica),
- de proteínas: 4 ATPs y
- del almacén de fosfato de Creatina: 2 ATPs.

**Corriendo a 20 Km./h** si necesita 200 ATPs 1 hora de ejercicio, probablemente saldrán

- de las Grasas: 70 ATPs;
- de Glucosa: 120 ATPs (60 aeróbicos y 60 anaeróbicos),
- de proteínas: 8 ATPs y
- del almacén de fosfato Creatina: 2 ATPs

La producción de energía para el ejercicio físico viene en parte determinada genéticamente, pero se puede modificar hasta ciertos límites con el entrenamiento deportivo y con la alimentación<sup>24</sup>. El entrenamiento en deportes de resistencia hace que se incrementen las fibras lentas aeróbicas, se aumente la capacidad respiratoria y la masa magra.

## 2. CAPACIDADES FUNCIONALES MODIFICABLES POR EL ENTRENAMIENTO

También está demostrado que el ejercicio de cierta intensidad (más allá del umbral anaeróbico) mejora (mucho más que el entrenamiento suave), la capacidad funcional (aumento del  $VO_2$  máx., disminución del nivel de lactato en sangre, mejora la utilización de las grasas como sustrato energético, aumento de la resistencia del deportista y ahorro del glucógeno muscular). El ejercicio intenso (80%  $VO_2$  máx.) eleva los niveles de linfocitos y monocitos en la sangre periférica y activa la expresión de sus genes productores de interleuquinas pro-inflamatorias (IL-6, proteína inflamatoria de macrófagos), así como las anti-inflamatorias (IL-1ra y otras) que están relacionadas con la inflamación; y otras relacionadas con el estrés oxidativo (proteína de Shock al calor 70 y la fosfatasa 1); así como los factores de crecimiento (epirregulina, factor de crecimiento plaquetario, factor inducido de hipoxia-I) que ayudan a reparar lesiones y a aumentar la angiogénesis en la fase de recuperación<sup>25</sup>.

Las zonas en las que se debe entrenar para conseguir los diferentes efectos fisiológicos están ilustradas en la siguiente Tabla 1 (a modo de ejemplo para un ciclista de 20 años).

**Tabla 1.** Efectos fisiológicos de diferentes Zonas de entrenamiento

Zona	Pulsaciones p. min.	potencia W
Esfuerzo máx.	190-200	1420
Anaeróbica	160-190	510
Aeróbica	120-160	282
Quemar calorías	110-120	200
Recuperación	90-110	100

Las capacidades fisiológicas vienen determinadas por la herencia genética en un porcentaje más o menos elevado, según se ha visto en estudios con gemelos univitelinos; de mayor a menor están las siguientes mostradas en la Tabla 2. La parte que no está determinada genéticamente se puede modificar por el entrenamiento físico. En la Tabla 2 se muestra, por ejemplo, que la  $VO_2$  máx. se puede mejorar mucho, mientras que la Potencia máxima a-láctica se puede mejorar poco, con el entrenamiento. Los porcentajes son aproximados y varían bastante individualmente, según se mostró en el "Heritage family study" y en otros trabajos relacionados hechos con gemelos univitelinos<sup>26,27,28</sup>.

**Tabla 2.** Heredabilidad de capacidades fisiológicas

Parámetro	% hereditario
Flexibilidad hombro	80%
Potencia máxima a-láctica (fosfato de Creatina)	80%
Fuerza	70%
Potencia total (oxidación + glucólisis)	70%
Producción Hemo	66%
Potencia anaeróbica láctica (glucólisis)	60%
Potencia aeróbica	50%
$VO_2$ máx.	50%
Saturación $O_2$	40%

La capacidad cardiovascular y pulmonar determina el aporte de oxígeno y es mayor (entre otras cosas) cuanto mayor es el rango de pulsaciones por minuto del deportista. Por ejemplo la pulsaciones por minuto en reposo, de un deportista de resistencia, suelen ser 40 ppm. Mientras que el máx. de ppm. depende de la edad y suele llegar (en dicho deportista si es un joven de 20 años) en momentos de máximo esfuerzo hasta 200 ppm. Este amplio rango de pulsaciones permite un incremento de unas 5 veces en el aporte de  $O_2$ . Existe una relación directa entre el consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx.), que expresa la máxima capa-

cidad aeróbica de un individuo, y el rango de pulsaciones por minuto. El consumo de oxígeno depende del aporte de oxígeno (capacidad respiratoria) y de la capacidad de oxidación de sustratos (numero y tamaño de las mitocondrias) y esto último también se puede aumentar hasta un 30% o incluso un 50% con un buen entrenamiento.

Como ejemplo de las capacidades que mejoran con el correcto entrenamiento<sup>29</sup> podemos mostrar las de la Tabla 3.

**Tabla 3.** Adaptación por el entrenamiento de capacidades fisiológicas

Incremento del VO <sub>2</sub> máx.
Tolerancia al lactato
Oxidación de grasas
Síntesis de glucógeno
Modificación de fibras musculares I IIa IIx
Subir el umbral anaeróbico
Potencia aeróbica
Síntesis de mitocondrias
Factores del crecimiento
Perfil lipídico
Peso corpora

Con el entrenamiento adecuado y bien planificado podemos mejorar la producción de energía tanto aeróbica como anaeróbica<sup>30</sup>.

La producción de energía aeróbica se consigue aumentando la expresión de los genes adecuados para tener mas mitocondrias y que estas sean mas grandes y nos permitan oxidar mas cantidad de sustrato por unidad de tiempo<sup>31</sup>.

El entrenamiento de larga duración a intensidad moderada (60% del VO<sub>2</sub>max.) aumenta la resistencia deportiva al mejorar la eficiencia y la capacidad de oxidación de grasas.

La mejora en la producción de energía de forma anaeróbica se consigue con series de ejercicios de alta intensidad (mas 80% del VO<sub>2</sub>max.; superando el umbral anaeróbico) de pocos minutos de duración; seguidas de recuperaciones de intensidad moderada que duren varios minutos. Se aumenta la potencia máxima al mejorar la eficiencia y la capacidad de glucólisis anaeróbica.

Adicionalmente en el músculo hay almacenada una cantidad pequeña de moléculas de Fosfato de Creatina que nos permiten obtener ATPs para realizar un trabajo de corta duración (unos 10 s.) pero a una intensidad máxima. Con el entrenamiento de muy alta intensidad (en torno al 100% del VO<sub>2</sub>max.) durante unos segundos, seguido de recuperación que dure varios minutos; Con ello se aumenta esta reserva de Fosfato de Creatina.

En los músculos esqueléticos dependiendo de la genética y grado de entrenamiento tenemos varios tipos de fibras musculares: las fibras lentas tipos I y II A (con 10 veces mas mitocondrias que las rápidas) que utilizan principalmente energía del metabolismo aeróbico, y las fibras rápidas tipo II B (con pocas mitocondrias, pero con muchas enzimas para hidrolizar la glucosa (y producir por unidad de tiempo unas 20 veces mas de ATP) que se pueden contraer mas veces por segundo y que utilizan energía sobre todo del tipo anaeróbico, aunque también del metabolismo aeróbico<sup>32</sup>.

Las fibras lentas tipos I y IIA, componen la mayoría de las fibras del músculo sóleo; mientras que el cuádriceps tiene mucha fibras rápidas tipo II B.

Otras fibras transitorias del Tipo II X se pueden convertir de forma reversible en los otros tipos II A o B; pero cuando finaliza el entrenamiento poco a poco vuelven a su condición anterior. Por medio del entrenamiento se activan unos genes y se suprimen otros para transformar unas fibras en otro tipo de fibra, por medio de modificaciones en su capacidad mitocondrial, enzimática, y de los canales de calcio<sup>32</sup>.

Las adaptaciones alcanzan en un momento dado cotas, estabilizaciones o límites individuales para cada persona<sup>33,34</sup>.

### 3. LA ALIMENTACIÓN CORRECTA PARA PERMITIR EL BUEN ENTRENAMIENTO

Para los que entrenan regularmente se recomienda un consumo entre 1.0 y 1.5 g/Kg de peso y día de proteínas<sup>35</sup>. El aporte proteico (mitad de origen animal y mitad de origen vegetal) debe ser del 10% al 15% de la energía total. Las proteínas vegetales deben complementarse para proporcionar todos los aminoácidos esenciales y deben tener variedad: hortalizas, vegetales, granos, cereales y frutos secos<sup>36</sup>. Sin embargo la ingesta media proteica en España es excesiva (sobre el 200% de lo recomendado<sup>37</sup>, por lo que hay que vigilar para que no se produzca exceso de ingesta proteica en

general. El exceso de consumo de proteínas se excreta en forma de urea, lo que va acompañado de excreción de agua y calcio por lo que puede comprometer el balance electrolítico<sup>2</sup>.

Asimismo se recomienda menos del 30% de la energía diaria en grasas<sup>12</sup>.

El resto de la energía debe provenir de HdeC (complejos en su mayoría y 10% solamente como máximo de HdeC simples). El índice glucémico (IG) de los HdeC ingeridos mas apropiado cuando se practica el ejercicio sería el siguiente: Durante y después del ejercicio tomar HdeC simples de IG alto y polímetros de IG medio. Antes del ejercicio y resto del tiempo, en las comidas tomar HdeC complejos de IG bajo<sup>13,14</sup>.

Además es fundamental la hidratación bebiendo abundantes líquidos. La síntesis de glucógeno además de glucosa necesita agua a razón de 2.7g de agua por cada gramo de glucosa que se quiere almacenar como glucógeno<sup>38</sup>. Después de la competición la ingesta de HdeC y proteínas están recomendadas para conseguir la recarga muscular de glucógeno, reparación tisular y aumentar el rendimiento deportivo<sup>39</sup>.

Por si sola la correcta alimentación no garantiza el mayor rendimiento deportivo, debido al mayor peso de las capacidades fisiológicas y la importancia del entrenamiento en jóvenes<sup>40</sup>.

Es importante el papel de las vitaminas del grupo B (que se requieren en mayor medida cuanto mayor es el metabolismo aeróbico) y las sustancias antioxidantes (las vitaminas C y E, polifenoles, etc.) que protegen del estrés oxidativo aumentado, por el mayor consumo de oxígeno en el ejercicio, así como minerales tales como el hierro (del que se tienen mayores necesidades por las pérdidas hemolíticas en el deportista), minerales antioxidantes (selenio y cinc). Los ácidos grasos mono / poli-insaturados que mejoran el perfil lipídico y protegen de la inflamación. El consumo de alimentos con residuo alcalino (frutas) que ayudan a neutralizar el ácido láctico que se produce en el metabolismo anaeróbico. Finalmente el Calcio y la vitamina D para el fortalecimiento óseo<sup>35</sup>.

Como ejemplo de las capacidades que mejoran en mayor o menor medida de forma directa o indirecta con la alimentación correcta,<sup>2, 12,35,41</sup>, podemos mostrar las de la Tabla 4.

En entrenamientos de mas de una hora de duración, es necesario beber líquidos, aún sin tener sed, a razón

**Tabla 4.** Adaptación por la alimentación de capacidades fisiológicas

Almacén de glucógeno
Oxidación de grasas
Tolerancia al lactato (pH acidez)
Recuperación de homeostasis líquidos, electrolitos
Recuperación de la inflamación
Recuperación del estrés oxidativo
Perfil lipídico
Control del peso corporal
Prevención anemias
Recuperación muscular
Recuperación ósea

de un cuarto de litro por cada cuarto de hora y continuar después de finalizado el ejercicio hasta la correcta rehidratación. Los líquidos pueden ser bebidas deportivas iso / hipo-tónicas, o agua a la que se agrega un gramo de sal por litro y algo (menos del 6%) de HdeC<sup>20</sup>.

También se puede darle mas sabor con un poco de zumo de limón.

La importancia de una alimentación sana, completa y variada, para estar en buena forma; ha sido mencionada en numerosas publicaciones<sup>2,42,35,43,44,3</sup> y se ilustra en las dos siguientes Tablas 5 y 6:

**Tabla 5.** Importancia de la correcta alimentación en el deportista

Una alimentación deficiente puede ser la cusa del fracaso en los deportes:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La carencia de vitaminas o minerales es causa de un rendimiento insuficiente, así como de un deficiente funcionamiento del sistema inmunitario.</li> <li>• Las intoxicaciones alimentarias, alergias e infecciones del tracto respiratorio superior, provocan frecuentes fracasos en las competiciones.</li> <li>• La hidratación del deportista es fundamental para su rendimiento óptimo.</li> <li>• La correcta recuperación de las reservas de glucógeno son determinantes en deportes de resistencia.</li> </ul>
Consulta con tu médico para saber si necesitas ergogénicos o complementos vitamínicos o minerales.

## Conclusiones

La práctica regular del ejercicio físico tiene resultados saludables y adaptaciones fisiológicas que duran hasta un tiempo después de finalizada la práctica del ejercicio.

**Tabla 6.** El decálogo de la alimentación del deportista

El resumen de unas sencillas recomendaciones para una alimentación correcta:

1. La alimentación del deportista como la de cualquier otra persona de su edad, género y condición debe de ser Variada, Completa, Equilibrada y Saludable.
2. Para compensar las calorías gastadas se debe consumir más hidratos de carbono (Cereales, pastas, frutas y verduras) de absorción lenta.
3. Para la realización del ejercicio físico es importante consumir Alimentos que contengan:
  - Vitaminas del grupo B (cereales, carne) vit. D (lácteos, pescado, rayos solares).
  - Ácido fólico (cereales, legumbres, verduras); vit. C (piña, limón, kiwi, cítricos, fresas, tomate, pimiento morrón, col, patata); vit. E (aceites vegetales, pipas, semillas vegetales, cereales, germen de trigo, yema de huevo, legumbres, cacahuete, margarina.).
  - Minerales como Calcio (lácteos, brécol, naranja, salmón, maíz, soja, nueces, cereales, legumbres, verduras), hierro (carnes, morcilla, pipas calabaza, morcilla, hígado, almejas, cereales, legumbres, Selenio (nueces, mariscos, cereales, langosta) y Cinc (ostras, carne, queso, cereales).
4. La cantidad de cada alimento se indica en raciones; cada persona tomará las raciones que necesite para controlar su peso y evitar las carencias nutricionales. A más actividad física medida por intensidad y duración del ejercicio, será necesario mayor cantidad de alimentos.
5. Para reponer las pérdidas de líquidos por transpiración, se deben tomar bebidas que contengan sales minerales e hidratos de carbono.
6. Dos horas antes del entrenamiento, se tomarán bebidas o alimentos ricos en hidratos de carbono (cereales, pastas, frutas y verduras) y bajos en grasa, evitando los fritos y los alimentos flatulentos (legumbres, coles, etc).
7. En las dos horas posteriores al entrenamiento se tomarán bebidas o alimentos ricos en hidratos de carbono y proteínas (lácteos, frutos secos, cereales, pastas, frutas y verduras) y se continuará bebiendo líquidos.
8. Consulta al especialista en nutrición tus dudas: Farmacéutico, Médico, Dietista / Nutricionista.
9. Cada persona tiene que encontrar la dieta más adecuada para sí mismo: apetitosa, variada, y sobre todo en línea con unos buenos hábitos alimentarios que mantenga a lo largo de su vida.
10. Todos éstos consejos se pueden llevar a cabo, siguiendo con continuidad la tradicional Dieta Mediterránea.

Antes de hacer entrenamiento es importante hacer una prueba de esfuerzo con un especialista. Para obtener los objetivos deseados la práctica del ejercicio físico tiene que estar programada individualmente con la ayuda de un especialista y para las personas sedentarias tiene que ir aumentándose progresivamente tanto la intensidad como la duración del entrenamiento hasta conseguir los objetivos fijados.

La alimentación, juntamente con el entrenamiento, juega un papel primordial en el rendimiento deportivo.

Para mantener altas las reservas de glucógeno que son fundamentales para un mejor rendimiento deportivo es fundamental la ingesta de importantes Hidratos de carbono en nuestra dieta, así como la correcta rehidratación después del entrenamiento.

## Bibliografía

1. Booth FW, Lees SJ. Fundamental questions about genes, inactivity, and chronic diseases. *Physiol Genomics*. 2007 Jan 17;28(2):146-57.
2. Wootton S. *Nutrition y Deporte*. Ed. Acirbia. Zaragoza (España) 1988.
3. OMS (Organización Mundial de la Salud). Régimen alimentario, actividad física y salud. 109ª reunión del Consejo ejecutivo. 2001.
4. Bueno M. L'adaptation. *Procesus biologique fondamental de l'entremement*. École Federale du sport de Macolin (ESM). Macolin 1992.
5. Calderón J Lejido J. *Neurofisiología aplicada al deporte*. Madrid Ed. Tebar. 2002.
6. Sudi K, Payerl D., Baumgratl P, Tauschmann K. Muller W. Anorexia atlética. *Nutrición* 2004; 20:657-71.
7. Bompa T. *Theory and methodology of training*. Iowa. Ed. Kendall, 1983.
8. Wellens H.J.J., Lemery R. et al. Sudden Arrhythmic Death without Overt Heart Disease. *Circulation*, 85: Suppl: '92-97 (January 1992).
9. Priori S. G., Aliot E. et al (Task Force). Groupe de travail sur la mort subite par arrêt cardiorespiratoire de la Société Européenne de Cardiologie. (European Society of Cardiology Guidelines: Sudden Cardiac Death.) *European Heart Journal*, 22: 1374-1450 (2001). European Society of Cardiology
10. Guillet R., Genety J, Brunet-Guedj E. *Dietética del deporte*. Manual de medicina del Deporte. 1985. Ed. Masson Barcelona.
11. Willians C, Breuer J., Walter M. The effect of high carbohydrate diet on running performance during a 30 Km tread mill time trial. *Eur J Appl Physiol* (1992). 65:18-24.
12. Simonsen JG. Dietary carbohydrate, muscle glycogen and power output during rowing training. *J Applic Physiol*, (1991). 70:1500.
13. Coyle EF. Time and method in increased Carbohydrates intake to cope with heavy training competition and recovery. *J Sports Sci* (1991). 9:29-52.
14. Butterfield GE & Tremblay E. A physical activity and nutrition in the context of fitness and health. *Human kinetics publicers*, (1994). P. 257-269
15. Bjorntorp P., (1991). Importance of fat as support nutrient for energy: metabolism of athletes. *J Sports Sci* 9:71-76.
16. Dolny DG. & Lemon PWR., (1988). Effect of ambient temperature on protein breakdown during prolonged exercise. *J Appl Physiol* 64:550-5.

17. Holtz KA, Stephens BR, Sharoff CG, Chipkin SR, Braun B. The effect of carbohydrate availability following exercise on whole-body insulin action. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2008 Oct;33(5):946-56.
18. Sánchez-Benito JL, Sánchez-Soriano E, Ginart Suárez J. Assessment of the Mediterranean Diet Adequacy Index of a collective of young cyclists. *Nutr Hosp*. 2009 Feb;24(1):77-86
19. Osmunsen H, Bremer J, Pedersen JL. Metabolic aspects of peroxisomal betaoxidation. *Biochim Biophys Acta* 1991; 1085: 141-58
20. Coggan AR, Swanson EC. Nutritional manipulation before and during endurance exercise Effects on performance. *Med Sci Sportd Exer* (1992). 24:9 (Suppl): S331-5.
21. Achten J, Jeukendrup AE. Optimizing fat oxidation through exercise and diet. *Nutrition*. 2004 Jul-Aug;20(7-8):716-27. Review.
22. Poleman CM., Peckenpaugh NJ. *Nutrition: Essentials and diet therapy*. WB Saunders company Ph. (1991).
23. Peronnet y col. *Maratón: Equilibrio energético, alimentación y entrenamiento del corredor de fondo*. Publicaciones INDE. Barcelona. 2001.
24. Garcia-Verdugo Delmas M. *Resistencia y entrenamiento. Una Metodología práctica*. Barcelona Ed. Paidotribo, 2007.
25. Peter H, Connolly,1,2 Vincent J, Caiozzo,3,7 Frank Zaldivar,1,2 Dan Nemet,1,2 Jennifer Larson,1,2 She-pin Hung,4,6 J. Denis Heck,5 G. Wesley Hatfield,4,6 and Dan M. Cooper,1,2 Effects of exercise on gene expression in human peripheral blood mononuclear cells *J Appl Physiol* 97: 1461-1469, 2004. First published June 11, 2004; doi:10.1152/jappphysiol.00316.2004 8750-7587.
26. Bouchard C, An P, Rice T, Skinner JS, Wilmore JH, Gagnon J, Pérusse L, Leon AS, Rao DC. Familial aggregation of VO(2max) response to exercise training: results from the HERITAGE Family Study. *J Appl Physiol*. 1999 Sep;87(3):1003-8.
27. Peeters MW, Thomis MA, Maes HH, Loos RJ, Claessens AL, Vlietinck R, Beunen GP. Genetic and environmental causes of tracking in explosive strength during adolescence. *Behav Genet*. 2005 Sep;35(5):551-63.
28. Calvo M, Rodas G, Vallejo M, Estruch A, Arcas A, Javierre C, Viscor G, Ventura JL. Heritability of explosive power and anaerobic capacity in humans. *Eur J Appl Physiol*. 2002 Jan;86(3):218-25.
29. Danis A, Kyriazis Y, Klissouras V. The effect of training in male prepubertal and pubertal monozygotic twins. *Eur J Appl Physiol*. 2003 May;89(3-4):309-18. Epub 2003 Mar 14.
30. Grosser M *Entrenamiento de la velocidad*. Ed. Martinez Roca, 1992.
31. Garcia-Verdugo Delmas M. *Resistencia y entrenamiento. Un Metodología práctica*. Barcelona Ed. Paidotribo, 2007.
32. Williams R, Kraus WE Exercise and Health: Can Biotechnology Confer Similar Benefits? *PLoS Med* (2005) 2(3): e68.
33. Garcia M. *Alto Rendimiento. La adaptación y la excelencia deportiva*. Madrid. ED. Gymnos, 2001.
34. Viru A, Viru M. *Análisis y control del rendimiento deportivo*. Barcelona Ed. Paidotribo, 2003.
35. Mahan, K and Escott-Stump. *Krause's Food, Nutrition and Dietherapy*. 11th Ed. Philadelphia, USA: Saunders Pub, 2001.
36. Ortega RM; González Cross M.; Andrés P, Turmero E., Requejo AM, Garrido G(1991). Consumo de complementos alimenticios de varios grupos de jóvenes españoles, en función del tiempo que dedican a la práctica deportiva. *Archivos de medicina del deporte VIII(31):221-9*.
37. Varela G., García D, Moreiras O. (1985). *La nutrición de los españoles: diagnóstico y recomendaciones*. Estudios del instituto de desarrollo económico. Madrid.
38. Willians C. Carbohydrates needs of elite athletes. *Wordl Rev Nutr Diet* (1993). 71:34-60.
39. Garcia-Roves PM, Terrados N, Fernandez SF, Patterson AM. Macronutrients intake of top level cyclists during continuous competition—change in the feeding pattern. *Int J Sports Med*. 1998 Jan;19(1):61-7.
40. Sánchez-Benito J.L., Sánchez-Soriano E. The excessive intake of macronutrients: does it influence the sportive performances of young cyclists?. *Nutr Hosp*. 2007 Julio-Agosto;22(4):461-70.
41. Burke LM, Cox GR, Culmings NK, Desbrow B. Guidelines for daily carbohydrate intake: do athletes achieve them?. *Sports Med*. 2001;31(4):267-99.
42. Willians MH. *Ayudas ergogénicas nutricionales. Simposium sobre metabolismo y nutrición en el deporte*. Barcelona Mayo 1992. Libro de resúmenes del Congreso, 142-151.
43. Brouns F, Sarris WHM, Stroeken J, Beckers E, Thussen R, Rehrer HJ, ten Hoor F, Eating, drinking and cycling. A controlled Tour de France simulation study, part I. *Int J Sports Med* (1989). 10 (suppl I), 32-40.
44. Maughan, R.J., S.M. Shirreffs, and J.B. Leiper. Rehydration and recovery after exercise. *Sport Sci. Exch.* (1996). 9 (62):1-5.