

CONFERENCIA

Recomendaciones nutricionales para el ejercicio físico

PERSPECTIVA EN NUTRICIÓN HUMANA
ISSN 0124 - 4108
Separata 40 años. Agosto 2005
Universidad de Antioquia Medellín, Colombia

Mercedes Mora Plazas NUTRICIONISTA DIETISTA
MsC Nutrición Humana. Universidad de Londres
MsC en Fisiología. Universidad Nacional de Colombia

Los requerimientos energéticos y nutricionales de un atleta varían con el peso, la estatura, la edad, el sexo y la tasa metabólica, así como con el tipo, la frecuencia, la intensidad y la duración del ejercicio (10).

El aumento de la ingesta debe hacerse de manera equilibrada, tanto para los macronutrientes (proteínas, grasas y carbohidratos) como para los micronutrientes (vitaminas y minerales), con base en el entrenamiento y los objetivos propuestos de acuerdo con el estado nutricional.

Solo una alimentación completa, equilibrada, suficiente y adecuada al tipo de deporte practicado, a las características morfofuncionales del atleta, garantizaran el

funcionamiento óptimo del organismo del deportista y su rendimiento (15).

Para el cálculo el gasto energético del deportista o de la persona físicamente activa, es necesario considerar la actividad desarrollada durante un ciclo específico de tiempo, que puede establecerse como mínimo de 7 días o ajustarse al ciclo de entrenamiento del deportista. Se debe calcular el valor equivalente al gasto energético de las diferentes actividades deportivas como promedio día teniendo en cuenta la tasa metabólica basal del sujeto y el tiempo promedio dedicado a cada actividad.

Este gasto energético por actividades deportivas se debe sumar a las actividades realizadas por la persona cuantificando la

energía gastada en las actividades diarias restantes. Para realizar el cálculo del gasto de energético se recomienda utilizar los factores establecidos por actividades y presentados en unidades metabólicas de

gasto de energético (METs)ⁱ. En la publicación de Barbara Ainsworth, se presenta un listado de actividades con sus correspondientes valores en METs.ⁱⁱ

ⁱ Se define como 3.5 ml /O₂ /Kg /min ó 1 Kcal / kg /hora. AINSWORTH. B. MED & SCIENCE & SPORTS & ESCE. Vol 25, No 1. pp.71 80. 1993

ⁱⁱ Ainsworth Barbara E. et al. Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities. Medicine & Science in Sports & Exercise. Vol 25, No 1. pp.71 80. 1993; Vol 32, (suppl): S498-S516 2000

MACRONUTRIENTES

Hidratos de carbono y ejercicio físico

Un aporte insuficiente de carbohidratos conlleva una baja acumulación de glucógeno, que puede conducir a la fatiga, agotamiento e hipoglucemia.

Los músculos no pueden extraer directamente la energía útil para su concentración a partir de los alimentos. El organismo dispone de un intermediario entre la energía liberada por los alimentos y la energía necesaria para la contracción muscular. Este intermediario es un compuesto fosforado: el ATP, o adenosintrifosfato, cuya ruptura libera la energía que la célula muscular puede utilizar directamente al contraerse (3).

Para mantener la actividad muscular, exceptuando los primeros segundos, es necesaria la formación continua de nuevo ATP. Esto es posible gracias a la ruptura de moléculas más complejas por tres diferentes series de reacciones químicas que tienen lugar en el organismo. El sistema glucolítico y el sistema oxidativo, dependen de los alimentos ingeridos, tanto que la tercera lo hace de un compuesto químico denominado fosfocreatina.

En el sistema glucolítico, se descomponen exclusivamente los carbohidratos para dar energía requerida en la resíntesis de ATP. En el sistema oxidativo, se oxidan tanto los carbohidratos como grasas en presencia de oxígeno. Por lo tanto es evidente que las actividades deportivas son posibles gracias a la energía proveniente fundamentalmente de la dieta y, dentro de los componentes de esta, tienen un papel fundamental los hidratos de carbono.

En la elección de los carbohidratos es

indispensable conocer el **Índice glucémico** de los alimentos. Cada comida produce una variación en los niveles de azúcar en sangre. El índice glucémico (IG) de un alimento es la medida de su capacidad para elevar el azúcar en la sangre y, técnicamente, *se define como la elevación del azúcar de la sangre producida después de ingerir un alimento que contenga 50 gramos de hidratos de carbono, comparado con un alimento de referencia (glucosa o pan blanco), al cual se le asigna un valor de 100*, por lo tanto, el índice glucémico más elevado de un alimento es 100, que es aquel en el que se produce la elevación más rápida. La mayor parte de los alimentos habituales tienen un IG que oscila entre 20 y 100.

En ocasiones es necesario consumir hidratos de carbono que puedan ser absorbidos rápidamente para ser transportados a los músculos, por ejemplo inmediatamente antes de una sesión de ejercicio físico, durante una actividad extenuante y en las dos horas siguientes a la finalización del entrenamiento. En otras ocasiones, lo más deseable es consumirlos de absorción más lenta, como sucede en el periodo de 2 a 4 horas antes del comienzo del ejercicio y durante la fase de recuperación que media entre dos sesiones de entrenamiento (2, 36).

Consumo de hidratos de carbono antes del ejercicio físico

El consumo de alimento previo al ejercicio o al entrenamiento tiene dos propósitos. Evitar que el atleta se sienta con hambre antes y durante el ejercicio y mantener los niveles óptimos de glucosa en sangre para los músculos que se ejercitaran durante el entrenamiento (10).

Los alimentos consumidos antes del

ejercicio deben aportar carbohidratos que puedan elevar o mantener la glucosa sanguínea sin incrementar dramáticamente la secreción de insulina. Esta situación deberá teóricamente optimizar la disponibilidad tanto de la glucosa como de ácidos grasos para ser usados en el músculo.

El consumo de alimentos en las horas anteriores al ejercicio tiene efectos claramente beneficiosos.

En cuanto a las pautas concretas de la ingesta precompetencia, idealmente debe consistir en 500 a 800 calorías, con un aporte elevado de carbohidratos (200 a 300 gramos), moderado en proteínas y un porcentaje relativamente bajo de grasas y fibra, consumidos entre 3 y 4 horas antes del ejercicio (1,6).

Consumo de hidratos de carbono durante el ejercicio físico

El consumo de carbohidratos durante la actividad física mejora la capacidad de mantener una intensidad de ejercicio determinada durante un mayor tiempo y la capacidad de desarrollar intensidades mayores en las últimas fases de un ejercicio prolongado. (6)

Con la administración de carbohidratos durante ejercicios al 60-80% de la capacidad aeróbica máxima se puede aplazar la fatiga de 15 a 30 minutos. Esto es de importancia para los atletas de resistencia, en los que la fatiga normalmente aparece a las dos horas. El efecto beneficioso durante los ejercicios de baja intensidad es de poca importancia, porque se recurre fundamentalmente a la oxidación de las grasas con una demanda baja de metabolismo de hidratos de carbono (6, 14).

Las concentraciones de hidratos de carbono de hasta 8% no dan problemas, siendo la velocidad de vaciamiento gástrico y la de absorción intestinal similares a las del agua sola. Por encima de esas concentraciones hay riesgo de enlentecimiento del vaciamiento, con mayor frecuencia de molestias gástricas, sensación de pesadez, náuseas, etc.

La bebida azucarada que se debe recomendar es una solución isotónica del 5-8% a base de hidratos de carbono, consumida en cantidades de 150-350 ml cada 15-30 minutos (1, 6).

Otra opción para los deportistas son los alimentos sólidos, se puede elegir aquellos que poseen un alto índice glucémico, como son las barras energéticas, plátanos, además de tomar cierta cantidad de agua (2).

Consumo de hidratos de carbono después del ejercicio físico

El objetivo de consumir alimentos después del ejercicio es elevar la glucosa como sea posible, con el fin de promover sustratos para la síntesis de glucógeno, esta puede ocurrir más rápidamente si los carbohidratos son consumidos inmediatamente y en cantidades adecuadas después del ejercicio (18).

Un punto importante es el del periodo de tiempo transcurrido desde el final del ejercicio hasta la ingestión de los hidratos de carbono. Diversos autores han demostrado que cuando se ingieren hidratos de carbono inmediatamente tras el ejercicio, los músculos se cargan muy bien de glucógeno, mientras que si se tarda dos horas en comer tras terminar solo se replecionan los depósitos en un 50% (10).

La cantidad optima de hidratos de carbono a consumir esta alrededor de 100 gramos de en los primeros 30 minutos posteriores al ejercicio para maximizar la síntesis de glucógeno muscular (10).

Se ha observado que la repleción es mejor cuando se consumen hidratos de carbono con un índice glucémico alto, al igual que ingerir los hidratos de carbono en forma líquida o sólida. No obstante pueden preferir la ingestión de líquidos, y en tales casos se puede utilizar soluciones con glucosa, sacarosa o maltodextrinas a concentraciones de 6% o incluso superiores. En cuanto a los alimentos sólidos, son preferibles los más concentrados en hidratos de carbono y con un elevado índice glucémico, en las primeras 6 horas tras el ejercicio. Es importante evitar alimentos que contengan menos del 70% de carbohidratos, y por lo tanto ricos en proteínas y grasas, debido a que conllevan una disminución del apetito y por tanto se limita el aporte de hidratos de carbono (6).

La recomendación de hidratos de carbono en la alimentación del deportista esta en el rango de 6 a 10 gramos por kilogramo de peso corporal (55 al 58 % del valor calórico total) (1)

Lípidos y ejercicio físico

La grasa es el principal, combustible para el ejercicio de intensidad leve a moderada. Representa un combustible metabólico valioso para la actividad muscular durante el ejercicio aeróbico, y desempeña muchas funciones importantes en el organismo (10).

La actividad deportiva habitual trae consigo un aumento del consumo de oxígeno, obligado por el incremento del ejercicio

aeróbico. El mayor nivel de oxidación celular, lleva paralelo un riesgo de oxidación celular que, aunque no afecta el rendimiento deportivo, si puede a lo largo de los años generar daños tisulares que afecten la salud de los deportistas. La solución está en incluir en la dieta una mayor cantidad de aceites con poco nivel de insaturación, como es el aceite de oliva, el cual hará que las membranas celulares sean menos vulnerables a la agresión oxidativa. Es recomendable que los deportistas consuman aceite de oliva, ya que contiene vitaminas y compuestos fenólicos de carácter antioxidante que ayudaran a la defensa oxidativa celular (6).

El seguir una dieta baja en grasa y rica en carbohidratos también es importante por razones de salud, ya que una dieta rica en grasa se relaciona con enfermedades cardiovasculares, obesidad, diabetes y algunos tipos de cánceres.

Los atletas deberán consumir de 20 a 25% de sus calorías a expensas de grasas (1). Además de reducir las calorías globales, el limitar el consumo de grasa alimentaria es el primer paso para perder un exceso de grasa corporal. El hacerlo elimina calorías excesivas pero no nutrientes. Sin embargo, la restricción grave de grasas (<15% del aporte de energía) limita el rendimiento al dificultar el almacenamiento intramuscular de triglicéridos, los cuales aportan una proporción importante de energía a bajas y moderadas intensidades de ejercicio (10).

Proteínas y ejercicio físico

Las necesidades de proteínas de los atletas deben ser investigadas, no solo considerando que los requerimientos en los atletas se incrementan, sino también, en relación a que los aminoácidos individuales son de beneficio para el desempeño.

Aunque ha sido una gran creencia popular entre los atletas que la proteína adicional aumenta la fuerza y mejora el rendimiento, los nutricionistas y algunos fisiólogos del deporte sostienen que no se disponen de datos para apoyar esta hipótesis (10).

En las personas que realizan actividad física de forma habitual, las necesidades de proteínas están aumentadas con respecto a las personas sedentarias. Esto se debe fundamentalmente a un incremento de la degradación de proteínas durante el ejercicio y aun incremento de la biosíntesis de proteínas durante la recuperación.

La causa más probable asociada al incremento de las necesidades proteicas en deportistas que entrenan resistencia es el aumento en la tasa de oxidación de los aminoácidos durante el ejercicio (6).

Los hechos que apoyan el incremento de las necesidades de aminoácidos y/o proteína durante el ejercicio de resistencia son:

- Incremento de la concentración de amonio en el músculo.

- Incremento de la concentración en músculo, con respecto al suero, de aminoácidos totales incluidos algunos de los esenciales pero no los ramificados.
- Incremento en la excreción de orina de 3- metilhistidina derivado del aminoácido proteico (histidina), indicativo del grado de degradación de las proteínas contráctiles.
- Incremento en el contenido de urea muscular y la excreción de urea por la orina.

Actualmente existe poca información con respecto a los requerimientos de proteínas para deportistas. La recomendación de proteínas para los deportistas de resistencia es de 1.2 a 1.4 gramos / kilogramo de peso por día. Para los deportes de fuerza se recomienda 1.6 a 1.7 gramos / kilogramo por día. Se debe garantizar que el consumo de energía sea adecuado de lo contrario, la proteína podría ser usada como fuente de energía (1).

MICRONUTRIENTES

Vitaminas y minerales en el ejercicio físico

Las vitaminas y minerales, cumplen también, un papel importante en el funcionamiento normal del organismo, y actúan como catalizadores en diversas reacciones del metabolismo. Actualmente, se ha demostrado que aportes inadecuados de vitaminas y minerales, conduce a un compromiso de la salud, a una disminución de la resistencia, a una mayor susceptibilidad de infecciones y a la disminución de la capacidad de trabajo. La ingesta de mega dosis no mejora el rendimiento por el contrario puede ser contraproducente para la salud (17).

El ejercicio puede incrementar o alterar las necesidades de vitaminas y minerales de diferentes maneras. El entrenamiento puede provocar adaptaciones bioquímicas musculares, debido al estrés metabólico que maneja, lo cual incrementa las necesidades de estas (1).

Vitaminas. Son moléculas orgánicas esenciales, cumplen funciones vitales como reguladoras de un gran número de procesos para el metabolismo normal, el crecimiento y el desarrollo del organismo humano. No son fuente de energía pero son responsables de su producción, almacenamiento y utilización en el organismo.

Las vitaminas con actividad antioxidante (vitaminas C, E y A), neutralizan los radicales libres. Estas pueden desempeñar un papel para favorecer la recuperación tras el ejercicio y mantener la respuesta inmunitaria óptima, pero no hay estudios que comprueben que mejore el rendimiento (5).

Vitaminas hidrosolubles:

Tiamina o vitamina B1: Juega un papel importante en el metabolismo de los carbohidratos, la deficiencia de tiamina aumenta la cantidad de ácidos piruvico y láctico en los tejidos y líquidos corporales y genera una disminución de la capacidad de rendimiento físico y psíquico.

Permite la síntesis de lípidos a partir de los carbohidratos, estimula el apetito y regula la función intestinal. Experiencias realizadas por científicos europeos muestran que una dosis suplementaria de tiamina hace factible el alcance de mejores marcas, y a la vez permite conocer su efecto para atenuar la fatiga, disminuir el tiempo de recuperación y activar la desaparición de calambres musculares.

La recomendación es de 0.5 mg por cada 1000 calorías (11).

Riboflavina o vitamina B2: Es una importante enzima, componente de la cadena respiratoria mitocondrial, contribuye a la disminución de la fatiga y los calambres musculares.

La necesidad diaria para deportistas de resistencia es de 6 a 8 mg y para deportistas de fuerza y rapidez de 8 a 12 mg o 0.6 a 0.8 mg por cada 1000 calorías (11),

Niacina o Vitamina B3: Actúa como cofactor de la piridoxina, juega un papel importante en la formación de enzimas, que facilitan la asimilación de los hidratos de carbono.

La necesidad diaria en el adulto es de 9 a 15 mg, para deportistas de resistencia se aconseja un consumo de 20 a 30 mg y para los de fuerza y rapidez de 30 a 40 mg (11).

Ácido pantoténico o vitamina B4: Es un componente de la coenzima A, por lo que forma parte de uno de los principales productos del metabolismo. La

acetilcoenzima A, es un importante antioxidante. El consumo necesario se encuentra entre 8 y 10 mg por día, y en deportistas se puede aumentar a 20 mg (11).

Piridoxina o vitamina B6: Interviene en el metabolismo de los carbohidratos y lípidos, mejora el metabolismo del corazón del deportista, efecto demostrado por el electrocardiograma.

La necesidad diaria para el adulto en reposo es de 1.25 a 2 mg de piridoxina por día, pero cuando el trabajo va acompañado de una dieta rica en proteínas, la necesidad aumenta. Para ejercicios de resistencia se aconseja un consumo diario de 6 a 8 mg, para los de fuerza y rapidez de 10 a 15 mg (11).

Cianocobalamina o vitamina B12: Participa en la síntesis de glóbulos rojos y en el metabolismo de carbohidratos y grasas. Actualmente no existe evidencia que la suplementación con vitamina B12 mejore la resistencia. La suplementación bajo estricto control, solo es válida en los deportistas vegetarianos estrictos.

Vitamina C o ácido ascórbico: Por su poder oxidante juega un papel importante en el transporte de hidrógeno indispensable para la nutrición de las células. Favorece la hematopoyesis, asegurando la maduración de los glóbulos rojos y la reabsorción y el metabolismo del hierro. Aumenta la carga de glucógeno en el hígado y en los músculos. También ayuda a mantener el tono general, el tono de la forma física y la resistencia a la fatiga. La necesidad diaria recomendada para el deportista debe ser dada en forma fraccionada durante el día, teniendo en cuenta que no se almacena y es de 150 a 300 mg/día (11).

· **Vitaminas liposolubles:**

Las vitaminas liposolubles incluyen la vitamina A, D, E y K. Las vitaminas A y E, pueden relacionarse con el ejercicio como antioxidantes, la vitamina D es funcional en el metabolismo mineral del hueso y la vitamina K interviene en la coagulación sanguínea. No se encuentra con evidencia que estos compuestos incrementen el rendimiento en individuos con nutrición adecuada. La sobre dosis de vitamina A puede producir anorexia, hipercalcemia y daño hepático y renal. La sobre dosis de vitamina D puede causar hipercalcemia e hipercalciuria (13).

Minerales. Aproximadamente el 5% del organismo está compuesto por minerales. Estos son importantes por la formación de la estructura básica (calcio en los huesos) y son esenciales para mantener la función nerviosa o muscular, actúan como catalizadores, mantienen los líquidos del organismo en su compartimiento donde pertenecen (5).

Algunos minerales participan de manera directa en el metabolismo energético o en otras funciones relacionadas con el ejercicio o la recuperación del ejercicio. El Zinc participa en el metabolismo de carbohidratos, grasas y proteínas, y en la reparación de los tejidos. El cobre participa en la fosforilación oxidativa, la eritropoyesis y la regulación de las catecolaminas. El cromo potencializa el efecto de la insulina y tiene que ver con el metabolismo de carbohidratos y grasa. El selenio es un antioxidante y el hierro suministra oxígeno a los tejidos (13).

Hierro: El hierro tiene diversas funciones vitales para la actividad muscular:

- Como componente de la hemoglobina

(60 a 70%), es determinante en el transporte de oxígeno de los pulmones a los tejidos.

- Realiza un papel similar con la mioglobina, recibe el oxígeno y lo acumula para el metabolismo anaeróbico con formación de ATP.
- Forma parte del citocromo donde se realizan los procesos finales de la oxidación biológica, en los que se forma agua y se retiene energía útil en forma de ATP.

La ingestión inadecuada de hierro, produce pérdida de fuerza y resistencia, tendencia a la fatiga, disminución de la capacidad de atención y pérdida de la percepción visual, atributos vitales para el deportista.

Cuando existe una depleción parcial de las reservas de hierro en el hígado, bazo y médula espinal, que se refleja con la disminución de los niveles de ferritina, se genera un efecto negativo en el ejercicio, aunque no haya anemia.

Los atletas con riesgo a desarrollar bajas reservas de hierro son:

- Adolescentes en crecimiento rápido.
- Mujeres atletas con hemorragias menstruales intensas.
- Atletas con dieta restringida de energía.
- Corredores de distancia por presentar mayor pérdida de hierro a nivel Gastrointestinal.
- Los atletas que se encuentran en climas cálidos, por mayor sudoración.

La anemia en los deportistas puede ser

ocasionada por el entrenamiento intenso y se caracteriza por: reducción importante en el recuento de eritrocitos, reducción de la hemoglobina, reducción en el volumen corpuscular y morfología del eritrocito normal.

Sus causas son: efecto de la hemodilución del volumen sanguíneo expandido y mayor destrucción eritrocitaria por hemólisis intravascular. También, se puede perder hierro por el tubo digestivo, presentándose con mayor frecuencia en corredores de larga distancia debido a la presencia de hemorragias que pueden ser identificadas analizando la hemoglobina en heces.

La suplementación de hierro muestra un efecto benéfico en deportistas con depleción o anemia diagnosticada, no mejora el rendimiento en deportistas no anémicos (5). Según el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar las necesidades de hierro en las mujeres y los hombres entre 18 y 24 años son de 19 mg/día y 14 mg/día respectivamente.

Calcio: Es el mineral más importante en la dieta del deportista, debido a que se encuentran en mayor proporción en el organismo en un 2%, lo que constituye el 0.9 a 1.4 Kg del peso corporal del adulto, se encuentra en huesos, dientes, líquidos y tejidos blandos; su necesidad diaria es de 800 mg.

Las funciones del calcio en el organismo son:

- Dar consistencia a los huesos, por medio de tres de sus componentes: los osteoblastos intervienen en su formación, los osteocitos en su conservación y los osteoclastos con la resorción.

- Favorece la propagación del impulso nervioso. Cuando un impulso llega a la unión neuro muscular, el compuesto químico acetilcolina es liberado en la terminación del nervio. El calcio tiene como función facilitar la liberación de la acetilcolina, así permite que el impulso nervioso pase al músculo
- Sirve de puente entre la actina y la miosina. el impulso químico que produce la contracción, es la liberación de calcio. El calcio estimula la ATPasa en la miosina; produce la desintegración de ATP con la liberación de la energía, y la formación de puentes trasversos entre los filamentos de actomiosina, en este proceso tiene lugar la contracción.
- Coagulación de la sangre. El calcio actúa como catalizador de la protrombina para la formación de la tromboplastina y la trombina, la cual es indispensable para la formación del fibrinógeno y la fibrina (coagulación sanguínea)

El calcio es importante para prevenir y tratar la amenorrea de las deportistas/ tríada de la mujer atleta. En 1997 la ACSM, identificó la tríada de la mujer atleta como una perturbación que surge en el sexo femenino.

Se caracteriza por deficiencia de estrógenos (amenorrea), trastorno de la alimentación como anorexia o bulimia y baja grasa corporal y pérdida de la masa ósea.

Entre las estrategias para promover la reanudación se encuentran: el tratamiento reconstitutivo de estrógeno, aumento de peso, modificación de la dieta incluyendo calcio, vitamina D, Magnesio y la reducción del entrenamiento (11).

Las atletas con Amenorrea requieren 1500mg/día calcio (5).

Magnesio: Intervienen en el funcionamiento correcto del tejido nervioso y muscular, activa los sistemas enzimáticos de los hidratos de carbono, grasas y proteínas en reacciones liberadoras de energía, Interviene en el metabolismo del calcio, sodio, fósforo y potasio.

El nivel de magnesio hace posible la contractibilidad neuromuscular. Su deficiencia ocasiona: Calambres en las piernas (ciclistas y atletas), temblores, movimientos espasmódicos, pulso irregular, insomnio, debilidad muscular, hiperreflexia, convulsiones y alteraciones cardíacas, movimiento involuntario de mano.

Las necesidades de este mineral son de 350 mg en el hombre y 300 mg en la mujer. (11).

Fósforo: El 1% del peso corporal corresponde a fósforo, de tal modo que se estima como el segundo mineral en cantidad del organismo (11).

Para el ejercicio físico, tres funciones están relacionadas:

Fosforilación en vías metabólicas: por ejemplo, la oxidación del carbohidrato, con la culminación en la formación de adenosina trifosfato, requiere fósforo porque la fosforilación es un paso inevitable en el metabolismo de los monosacáridos.

Componente de compuestos fosfato de alta energía: el fósforo es una parte de la estructura de ATP y del ADP, compuestos involucrados en procesos relacionados con el depósito y liberación de energía.

Componente de las coenzimas de las

vitaminas hidrosolubles: varias vitaminas del complejo B, ejemplo la niacina, son activas biológicamente solo en la forma de coenzima, la cual contiene fósforo.

La recomendación de este mineral es de 800 mg en el adulto (17).

Zinc: El interés por la interacción entre zinc y actividad física radica en que los corredores de fondo muestran en ocasiones disminuciones de los niveles de zinc plasmático respecto a los sujetos sedentarios, especialmente en el género femenino. Estos hechos se han intentado explicar mediante dos hipótesis: la disminución del zinc sérico sería consecuencia del incremento de su

degradación muscular y eliminación urinaria. Una hipótesis alternativa sería la disminución de la ingesta, en los casos de deportistas que realizan restricciones severas de energía (6).

Cobre: Es esencial para la regulación del hierro en la síntesis de la hemoglobina; interviene en numerosos sistemas enzimáticos importantes del metabolismo tisular, y forma parte de la vitamina B12. Este metal tiene que ver con la formación del hueso y en el mantenimiento de la vaina mielinica del sistema nervioso (11).

Las necesidades de cobre el adulto es de 1.3 a 2 mg/día (17).

HIDRATACIÓN Y ACTIVIDAD FÍSICA

Hidratación y rehidratación en el ejercicio

Durante la práctica deportiva intensa se suelen producir cambios agudos en la masa corporal, lo que viene provocado, principalmente, por la pérdida de agua en forma de sudor y respiración. Esto puede alterar la homeostasis del volumen intra y extracelular del organismo, y dar lugar a alteraciones significativas en las funciones corporales implicándose, entre otros, el sistema nervioso, cardiovascular, termorregulador, metabólico, endocrino o excretor. Todo esto puede disminuir las capacidades físicas y psíquicas durante el ejercicio.

Para evitar o minimizar los efectos de la deshidratación, optimizar el rendimiento y favorecer todos los mecanismos implicados en la defensa de la homeostasis a nivel extra e intracelular, el atleta deberá ingerir fluidos: a) antes de la competencia, para afrontar la competición en un buen estado de hidratación (euhidratación); b) durante la competición, para mantener el volumen sanguíneo y los sistemas cardiovascular y termorregulador en óptimas condiciones; c) después de la competición, para asegurar una correcta reposición de los fluidos perdidos durante el ejercicio.(16)

Líquidos y electrolitos. El agua es la sustancia básica de todos los procesos metabólicos del cuerpo humano. Hace posible el transporte de sustancias mediante la circulación y el intercambio de nutrientes y productos finales del metabolismo entre los órganos y el medio externo. El equilibrio hídrico está regulado mediante hormonas y por la presencia de electrolitos especialmente sodio y cloruro (4).

Los electrolitos controlan la actividad celular, participan en la regulación del agua corporal y en el mantenimiento del equilibrio ácido base a nivel intracelular.

Durante la actividad física, los electrolitos más relevantes son el sodio, el potasio, el calcio, el magnesio y el anión cloruro. La interacción permanente del agua con los electrolitos es responsable del control de una serie de funciones:

- Transmisión nerviosa y contracción muscular.
- Aumento con el ejercicio del gasto cardíaco.
- Regulación de la temperatura corporal.
- Disolución de la mayoría de las sustancias ingeridas y su transporte por el organismo.
- Absorción de impactos y lubricación de diversos compartimentos corporales y articulaciones (6).

Reservas de líquidos. El agua es el principal componente del cuerpo humano, representando del 45 al 70% del peso corporal total del hombre adulto.

El contenido de agua de los compartimentos depende principalmente de la presión osmótica, que es producida por partículas osmóticamente activas. Las concentraciones de electrolitos en los compartimentos intracelulares y extracelulares difieren, lo cual es debido tanto a la semipermeabilidad de las membranas como bombeo de iones.

Un hombre promedio de 75 Kg contiene cerca del 60% de agua. Los músculos comprenden del 70 al 75% de agua,

mientras que el tejido adiposo tan solo contiene del 10 al 15%. Con estos datos se puede deducir que los atletas bien entrenados que poseen un cuerpo magro y poco tejido adiposo, tienen un contenido en agua relativamente alto (4,6).

No es posible hacer acopio de agua en el propio cuerpo, pues cualquier exceso de la misma será excretada por medio de los riñones. Por el contrario sí es posible que el cuerpo se deshidrate cuando se produce un desequilibrio entre la ingesta de líquidos y las pérdidas de los mismos.

En estas situaciones, las pérdidas de agua se hacen a consta de dos compartimentos principales en los que el agua se mantiene normalmente constante. Estos son los compartimientos intracelular y extracelular.

El agua por si sola es capaz de atravesar libremente las membranas celulares. La ósmosis se define como el paso de agua de una región de baja concentración de soluto a una región con una mayor concentración. El objetivo último con que se realiza este cambio de agua es el de equilibrar las dos concentraciones de soluto. En el ser humano, el transvase de líquidos corporales se realiza para normalizar los líquidos extracelulares aproximadamente en 300 mOsm (isotonicidad). Las partículas osmóticamente activas en el cuerpo humano son principalmente las proteínas, los electrolitos y la glucosa.

Una alteración de uno de los dos compartimentos, por ejemplo de la presión o de la concentración de soluto, puede influir de manera directa o indirecta en el equilibrio fluido/ soluto de los otros compartimentos. Por ejemplo durante las primeras horas de privación de agua, los líquidos se pierden principalmente del compartimento extracelular. El volumen

circulante y el volumen plasmático disminuirán, con el resultado de un flujo compensatorio de agua a partir de los tejidos (líquido intersticial) hacia la sangre. Con déficit más prolongado de agua, el agua restante de los tejidos se volverá, por lo tanto, cada vez más concentrado. Este hecho provocará una pérdida de agua de las células, con el resultado final de una deshidratación celular. En estas circunstancias, los cambios en las hormonas reguladoras de los líquidos estimularan al riñón para reabsorber agua y sodio. Tanto la deshidratación extracelular (tisular) como la celular provocan la aparición de la sed, un estímulo cuyo objetivo es ingerir agua para la rehidratación.

El ejercicio físico intenso, especialmente cuando se realiza en un ambiente caluroso, puede producir cambios radicales tanto en el contenido de los líquidos como en la concentración de electrolitos en los diferentes compartimentos (4).

Termorregulación y respuesta sudoral en el ejercicio

El aumento de la actividad muscular durante el ejercicio incrementa la producción de calor del organismo debido a la baja eficiencia de las reacciones metabólicas implicadas en el proceso de contracción muscular. Durante la actividad muscular, el 25% de la energía producida se transforma en trabajo mecánico, mientras que el 75% restante se disipa en forma de calor.

Como respuesta al ejercicio de cierta intensidad se incrementa la tasa sudoral y se distribuye el flujo sanguíneo hacia la piel con el objetivo de disipar e calor a través de la superficie del cuerpo. La sudoración se estimula por la adrenalina, que es una

hormona cuya secreción aumenta con el ejercicio intenso. La tasa sudoral depende de la intensidad y de la duración del ejercicio, de las condiciones ambientales, y también puede estar influida por el tipo de vestimenta y por la utilización de crema solar. La tasa sudoral varía considerablemente de unos individuos a otros. Algunos sujetos pueden perder hasta 2 a 3 litros por hora de sudor durante el ejercicio intenso en situación de calor y humedad. Además de la sudoración, las pérdidas hídricas pueden producirse con la ventilación pulmonar (6).

Balance hídrico en reposo y ejercicio

La relación entre la ingesta de líquidos con respecto a su excreción se denomina balance hídrico.

Las principales modificaciones fisiológicas que ocurren en el balance hidroelectrolítico tras realizar ejercicio físico, principalmente en ambientes calurosos son:

1. Durante el ejercicio prolongado en ambiente caluroso se puede perder entre 1 y 2 litros de sudor por hora.
2. Cada litro de sudor perdido conlleva por término medio:
 - Un aumento de la frecuencia cardiaca de aproximadamente 8 latidos.
 - Una disminución del gasto cardiaco alrededor de 1 litro por minuto.
 - Un aumento de la temperatura interna de cerca de 0.3 °C.

La composición electrolítica del sudor varía de unos sujetos a otros y, en un mismo sujeto, puede variar en función de la

intensidad del ejercicio y de su estado de aclimatación (6).

Deshidratación y limitación del rendimiento deportivo. Durante el ejercicio la sed no constituye un estímulo suficiente para prevenir la deshidratación (6, 12). La reducción de líquido extracelular, junto al incremento de la osmolaridad plasmática estimula los osmoreceptores hipotalámicos cuando ya se ha perdido casi el 2% del peso corporal y, en este momento, la termorregulación ya está comprometida (6).

En las fases iniciales de la deshidratación el aumento de la osmolaridad plasmática reclama líquidos de los compartimentos intra y extracelular, con el objetivo de mantener el volumen plasmático (VP). Por tanto, antes de sentir sed, ya se ha producido una deshidratación significativa. Si las pérdidas continúan, la reducción del VP determina una disminución del gasto cardiaco y el flujo cutáneo y muscular, quedando comprometida la termorregulación y pudiendo conducir a la hipertermia.

La deshidratación con reducción del gasto cardiaco provoca una disminución de capacidad aeróbica, de la potencia aeróbica máxima, la resistencia muscular y la capacidad de desarrollar trabajo físico. Además de las cualidades físicas mencionadas también pueden verse afectadas las facultades mentales. Por tanto, resulta indispensable aportar líquidos durante el ejercicio, fundamentalmente cuando se producen grandes pérdidas hídricas. Por cada pérdida de 1% de peso corporal se incrementa la temperatura entre 0.1 y 0.4 °C y a este nivel, los mecanismos implicados en disipar el calor pueden estar ya alterados. La hipertermia incrementa la

PERDIDA DE AGUA EN % DE MASA CORPORAL	EFFECTOS DE LA DESHIDRATACIÓN SOBRE EL RENDIMIENTO FISICO
1-3%	Sed Reducción del volumen plasmático Hipovolemia Hemoconcentración Insuficiencia termorreguladora Disminución volumen sistólico Aumento de la frecuencia cardiaca Reducción tensión arterial Aumento de las catecolaminas y cortisol Aumento de ADH, aldosterona y angiotensina II Aumenta la percepción del esfuerzo Disminuye la capacidad de esfuerzo físico Disminuye el rendimiento aeróbico Hipertermia
4-5%	Disminución gasto cardiaco Disminución tensión arterial Aumento de las rutas glucolíticas anaeróbicas Aumento de la utilización de glucógeno muscular Aumento de la concentración de ácido láctico Daño en la función gastrointestinal. Dificultad del rendimiento aeróbico Disminución de la coordinación Fatiga por calor Daño en la función cerebral Asincronía de unidades motrices
>5%	Cefaleas Hiponatremia Hipocalemia Mareos Dificultad para la concentración Golpe de calor Contracturas Riesgo de coma

Cuadro 1: Efectos de la deshidratación sobre el rendimiento físico

RUIZ RUIZ, Jonatan. MESA MESA, Jose Luis. PÉREZ MULA, Francisco J. SAINZ GUTIÉRREZ, Angel. GARZÓN CASTILLO, Manuel. Hidratación y rendimiento: Pautas para una elusión efectiva de la deshidratación por ejercicio. En: Apuntes. Educación física y deportes. 2002.

velocidad de utilización del glucógeno y la producción de ácido láctico. La concentración de este último aumentada a nivel muscular puede considerarse un índice de reducción del flujo sanguíneo a los músculos activos. El calor en sí puede ser una de las causas de la fatiga.

Los efectos adversos asociados a la deshidratación varían en función del porcentaje de peso perdido (6).

Enfermedades relacionadas con el calor. Los dos principales mecanismos por los cuales el organismo pierde calor durante el ejercicio tasa de sudoración y derivación del flujo hacia la piel- están aumentados en los ambientes calurosos. En ambientes fríos estos dos mecanismos pueden disipar el calor metabólico correctamente, y por tanto el rendimiento no se ve afectado por el incremento de la temperatura del núcleo corporal. Sin embargo, al aumentar las temperaturas ambientales, la disipación del calor metabólico puede ser un factor limitante para el rendimiento del ejercicio, especialmente cuando la temperatura ambiental excede a la temperatura de la piel, es decir, cuando el organismo se calienta.

La sobre exposición al calor puede de hecho no solamente inducir a una disminución del rendimiento físico, si no provocar patologías asociadas con el calor e incluso desembocar en la muerte. Estas enfermedades resultan de la exposición al calor, la deshidratación y/o el almacenamiento de calor que se relaciona con la incidencia de calambres musculares y desorientación. Si el ejercicio continua en esta situación se producirá agotamiento, colapso y golpe de calor (incremento de la temperatura del núcleo corporal, falta de sudoración e inconsciencia). Se cree que el

golpe de calor conduce a la muerte debido a un fallo circulatorio y a un daño permanente en el sistema nervioso central.

Se pueden evitar las patologías asociadas al calor bebiendo *Bebidas de Rehidratación*, antes, durante y después del ejercicio y/o reduciendo su intensidad, o incluso parando la actividad cuando la temperatura del núcleo corporal aumenta marcadamente.

Las soluciones de rehidratación para atletas suelen estar diseñadas para reponer las pérdidas de líquidos y minerales por el sudor, así como cantidades limitadas de energía en forma de hidratos de carbono (6).

Necesidades de líquidos

Para evitar el agotamiento térmico, se debe tener sumo cuidado en asegurar la adecuada hidratación, antes, durante y después del ejercicio; estos principios son aplicables tanto a entrenamiento como a la competición (19).

El volumen y la frecuencia de la ingesta de la bebida durante y tras la realización de ejercicio esta influenciada por la temperatura, sabor, aroma y apariencia de la misma. La efectividad de la restitución de fluido durante el ejercicio depende de la tasa máxima de ingesta, velocidad de vaciado gástrico y absorción intestinal, siendo la primera el factor principal (16, 8).

Velocidad de vaciado gástrico: la velocidad de vaciado gástrico (Aprox 800 ml/hora) depende de la osmolaridad, pH y temperatura de la disolución, intensidad del ejercicio, volumen de la ingesta y aporte calórico, siendo este último un factor decisivo hasta el extremo que existe una relación lineal entre la densidad calórica y la

velocidad de vaciamiento gástrico. A intensidades superiores al 70%VO₂max la intensidad del ejercicio parece afectar negativamente la velocidad de vaciado gástrico, una intensidad menor del 70% VO₂max no retrasa el vaciamiento gástrico. Intensidades superiores del 75 al 100% Vo₂max, pueden comprometer el vaciamiento gástrico, retrasando la absorción de fluidos en el organismo, principalmente por el aumento de la demanda del flujo sanguíneo por los grupos musculares que están desarrollando el esfuerzo físico, lo que va a disminuir el flujo sanguíneo al aparato digestivo e intestinal, provocando un descenso de la velocidad de vaciado gástrico.

La hipohidratación severa combinada con la hipertermia y el ejercicio intenso, retarda el vaciamiento gástrico y aumenta el riesgo de malestar intestinal. (16, 17).

Absorción intestinal: los factores que afectan la absorción intestinal de agua, carbohidratos y electrolitos, son múltiples. Durante el ejercicio, se pueden llegar a absorber entre 1.9 y 2.3 litros por hora. La presencia de sodio y carbohidratos en la bebida mejora su absorción mutua debido al mecanismo de co-transporte por el que glucosa y sodio se absorben a nivel intestinal, lo que se potencia con acción de cloruro. Esto además contribuye al mantenimiento de la osmolaridad plasmática.

El tipo de solutos añadidos a la solución, la osmolaridad que determinan y su nivel de digestibilidad puede influir en la velocidad de su absorción a través del intestino.

Un contenido intestinal con una elevada osmolaridad va a retrasar la absorción intestinal, incluso puede traer agua desde el intersticio hasta la propia luz y aumentar

el tránsito intestinal ocasionando diarrea (16).

Composición de la bebida: El aporte de carbohidratos justo al inicio y a lo largo del ejercicio puede contribuir a preservar el glucógeno muscular en esfuerzos prolongados, en esfuerzos interválicos y esfuerzos de corta duración y elevada intensidad.

Volumen y contenido de la bebida antes del ejercicio

La ingesta de bebida previa al ejercicio persigue garantizar un adecuado nivel de hidratación (16) y proteger todas las funciones fisiológicas (8).

Los atletas deben estar bien hidratados cuando comienza el ejercicio, además deben tomar suficiente cantidad de fluidos en las 24 horas antes de una sesión (1).

El Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) y la Asociación de Entrenadores Atlético (NATA), recomienda tomar de 400 a 600 ml (2 a 4 vasos) de fluidos entre las 2 y 3 horas antes del ejercicio. Esta práctica debe optimizar el estado de hidratación, mientras permite al mismo tiempo, excretar cualquier exceso de líquido por orina antes de comenzar el ejercicio o la competencia (1)

Proponen una bebida equilibrada, agradable, que no retrase el vaciamiento gástrico, con una osmolaridad que no altere la del plasma sanguíneo (280 a 300 ml/osm) y una concentración de 6 a 8% de Carbohidratos. La adición de electrolitos antes del ejercicio tiene como principal objetivo aumentar la palatabilidad de la bebida y proporcionar algo de electrolitos pero manteniendo inalterada la osmolaridad plasmática. La adición de 10 a

20 mmol/litro de sodio y de 5 a 10 mmol/litro de potasio se considera recomendable (16)

Volumen y contenido de la bebida durante el ejercicio

Durante la realización del ejercicio es habitual que no se ingiera de manera voluntaria la cantidad de líquido que se requiere (16).

El beneficio primario de una reposición suficiente de fluidos durante el ejercicio físico es el ayudar a mantener el gasto cardiaco y permitir un flujo sanguíneo elevado que ayude a disipar el calor de la piel previniendo de ese modo un incremento excesivo de la temperatura corporal (7).

La hidratación óptima puede ser facilitada tomando de 150 ml a 350 ml ($\frac{1}{2}$ a $1 \frac{1}{2}$ vasos) de fluidos en intervalos de 15 a 20 minutos comenzando desde el inicio del ejercicio, dependiendo de la tolerancia. Las bebidas que contienen hidratos de carbono de 4 a 8 %, son recomendadas para eventos de ejercicio intenso que sean más largos de una hora. Estas bebidas también son adecuadas para la hidratación de eventos que duren menos de una hora, aunque el agua sola es apropiada en esta condición.

La adición de 0.5 a 0.7 gramos de sodio / litro, es recomendado durante el ejercicio que dure más de una hora, debido a que este mejora la palatabilidad y la conducción de bebidas, así, como incrementar el consumo de líquido (1).

Volumen y contenido de la bebida después del ejercicio

El atleta debe ingerir una adecuada cantidad de líquidos después del ejercicio

para reponer las pérdidas producidas durante este. Los deportistas deben consumir 150% de la pérdida de peso durante la sesión de ejercicio, este valor se encuentra entre 450 ml a 675 ml ($2 \frac{1}{2}$ a $3 \frac{1}{2}$ vasos) de líquido (1).

EJERCICIO FÍSICO Y CONTROL DE PESO

El ejercicio físico junto con la dieta desempeñan un papel primordial en cualquier programa de reducción de grasa somática. Esto se alcanza produciendo un balance energético negativo, es decir, que el gasto energético (calorías que se queman en los procesos que soportan el metabolismo basal, el efecto térmico de los alimentos, y la actividad física) debe ser superior a la ingesta total de energía (calorías aportadas por alimentos y bebidas).

El ejercicio de resistencia y de fuerza junto con la reducción de la ingesta calórica producen un incremento superior de las pérdidas de tejido graso de depósito, así como otros cambios favorables en la composición corporal, comparado con los cambios que se conseguirían a través del ejercicio o la dieta por sí solo.

Los objetivos de un programa de reducción de peso son:

- Disminuir el porcentaje de grasa corporal.
- Mantener la masa muscular (evitar la pérdida de músculo).
- Mantener la fuerza muscular.
- Mantener los niveles de energía (2).

Objetivos dietéticos:

La ingesta calórica debe ser reducida, fundamentalmente, disminuyendo su contenido en grasa. Sin embargo, es necesario de una cierta cantidad de grasa para asegurar el aporte adecuado de los ácidos grasos esenciales y las vitaminas liposolubles. Se recomienda una ingesta entre el 20 y el 25% del valor calórico total (1.).

Así mismo se recomienda una ingesta de carbohidratos entre 55 y 58% del valor calórico total. Una ingesta baja de este nutriente, puede producir un descenso rápido del peso, pero este efecto es debido, principalmente a la disminución de los depósitos de glucógeno muscular y hepático y del agua que se almacena con el (1,2).

Los síntomas que producen una ingesta muy baja de carbohidratos son:

- Letargia
- Vaciamiento de los depósitos de glucógeno.
- Fatiga.
- Reducción de la intensidad del entrenamiento y bajo rendimiento.
- Incremento del apetito.
- Aumento de la destrucción de proteínas (musculares) y pérdida de tejido magro.
- Estado de ánimo negativo.

Es importante una ingesta de proteínas de aproximadamente de 1,2 a 1,7 gramos por kilogramo de peso corporal al día, con el fin de mantener estable la composición

proteica corporal y la masa muscular durante los regímenes de disminución de peso.

Estrategias para perder peso.

- Plantearse metas realistas.
Enumerar por escrito las metas que se persiguen. Además, si se necesita perder grasa corporal hay que plantearse una pérdida de peso de 0.5 a 1 kilogramo de peso de peso por semana (2,9).
- Controlar los cambios de la composición corporal.
Controlar los cambios en las medidas en las zonas específicas del cuerpo, permite que se pueda hacer un seguimiento de los cambios en la estructura somática y registrar cuando se va perdiendo la mayor cantidad de grasa (2).
- Llevar un registro diario de la alimentación.
Permite evaluar los hábitos alimentarios actuales y comprobar con exactitud que, por qué, donde y cuando se está comiendo. De esta forma se podrá verificar si la dieta es equilibrada o carece de algunos nutrientes importantes.
- Reducir moderadamente la ingesta calórica.
Para perder 500 gramos de tejido adiposo por semana es necesario establecer un déficit calórico de, aproximadamente, 3500 calorías por semana. La manera más efectiva de lograrlo es incrementando el gasto energético y disminuyendo la ingesta calórica.
- No consumir menos calorías que las de

la tasa metabólica basal.

La ingesta de calorías nunca debe ser inferior a la tasa metabólica basal, de otra forma se corre el riesgo de perder una cantidad excesiva de tejido magro, vaciando severamente los depósitos de glucógeno muscular y provocando una ingesta inadecuada de nutrientes.

- Ajustar la ingesta de grasas.
Elegir e identificar los alimentos bajos

en grasa para consumirlos de manera habitual.

- Consumir una alimentación fraccionada.

Comer como mínimo 5 veces al día, planificando los refrigerios y comidas a intervalos regulares

- Hacer cambios graduales de estilos de vida.

BIBLIOGRAFÍA

1. AMERICAN COLLAGE OF SPORTS MEDICINE, AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION AND DIETITIANS OF CANADA. Nutrición y rendimiento deportivo. Joint Position Statement. 2000.
2. BEAN, Anita. Guía completa del entrenamiento de la fuerza. España: Editorial Tutor, 1999.
3. BILLAT, Veronique. Fisiología y metodología del entrenamiento. Barcelona España: Editorial Paidotribo, 2002.
4. BROUNS, Fredd. Necesidades nutricionales de los atletas. Barcelona España: Editorial Paidotribo, 1996.
5. GALLEGO. González. J. Fisiología de la actividad física. España: Interpanamericana McGraw Hill, 1992.
6. GONZÁLEZ GALLEGO, Javier. Nutrición y ayudas ergogénicas. Madrid España: Editorial Síntesis, 1998.
7. GAMEZ MARTÍNEZ, Elda Rocío. Cambios de la composición corporal con recomendación dietaria y ejercicio. En: Revista Kinesis. Armenia. 1998.
8. GATORADE SPORTS SCIENCE INSTITUTE. Actividad física en el calor, termo regulación e hidratación. En: Gatorade Sports Science Institute. No. 3; 1999.
9. HAWLEY, Jhon. BURKE, Louise. Rendimiento deportivo máximo. Estrategias para el entrenamiento y la nutrición en el deporte. Editorial Paidotribo. Barcelona España. 2000.
10. MAHAN, Kathleen y otra. Nutrición y Dietoterapia de Krause. 10a Edición. Mexico: Editorial McGraw Hill/Interamericana, 1998.
11. MALAGON, Cecilia. Nutrición y dietética deportiva en Colombia. Tunja Colombia: Editorial Kinesis, 1994.
12. NADELM, Etlian. Nuevas ideas para la rehidratación durante y después del ejercicio en clima caliente. En: Revista de deporte y educación física Kinesis. Armenia. No.19; 1998.
13. NUTRICIÓN EN LA SALUD Y ENFERMEDAD. Editorial Mc Graw Hill. 2000.
14. PUJOL, Pedro. Nutrición, Salud Y Rendimiento Deportivo. Barcelona España: Editorial ESPAXS, 1992.

15. QUIROZ B, Olga Lucia. Nutrición y alto rendimiento. En: Lecturas sobre Nutrición No. 24. Asociación Colombiana de Nutrición Clínica. Bogota Colombia. Volumen 6, No 1; 1999.
16. RUIZ RUIZ, Jonatan. MESA MESA, Jose Luis. PÉREZ MULA, Francisco J. SAINZ GUTIÉRREZ, Angel. GARZÓN CASTILLO, Manuel. Hidratación y rendimiento: Pautas para una elusión efectiva de la deshidratación por ejercicio. En: Apunts. Educación física y deportes. 2002.
17. SIERRA GARRIDO, Eva. Manual de Nutrición deportiva. Bogotá Colombia: Empresa editorial Universidad Nacional de Colombia, 1994.
18. WALBERG RANKIN, Janet. Índice Glicémico y metabolismo durante el ejercicio. En: Gatorade Sports Science Institute. No. 2. 1999.
19. WOOTTON, Steven. Nutrición y deporte. Zaragoza España: Editorial Acribia, 1999.