

Alarcón López, F. Y Ureña Ortín, N. (2006) Optimización de las ingestas realizadas durante el periodo competitivo en deportes de invasión. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 6 (24) pp. 200-211  
<http://cdeporte.rediris.es/revista/revista24/artingesta35.htm>

## ARTÍCULO DE REVISIÓN

# OPTIMIZACIÓN DE LAS INGESTAS REALIZADAS DURANTE EL PERIODO COMPETITIVO EN DEPORTES DE INVASIÓN

## BEST USE OF FOOD INTAKE IN INVASIVE SPORTS DURING COMPETITION PERIODS

Alarcón López, F. \* y Ureña Ortín, N.\*\*

\* Profesor de la Facultad Ciencias de la Salud, de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad Católica de San Antonio de Murcia. Título de estudios avanzados en nutrición y bromatología. [paquilloal@hotmail.com](mailto:paquilloal@hotmail.com)

\*\*Profesora de la Facultad Ciencias de la Salud, la actividad física y el deporte de la Universidad Católica de San Antonio de Murcia. Doctora en CC.A.F.D. [nuriapin11@hotmail.com](mailto:nuriapin11@hotmail.com)

**Clasificación de la UNESCO: 2411. Fisiología humana.**

**Recibido 15 de mayo de 2006**

### RESUMEN

La energía es un factor limitante durante la realización de cualquier actividad física, y concretamente durante la realización de los deportes de invasión. Para impedir el agotamiento de las reservas de glucógeno muscular y hepático durante el ejercicio será necesario controlar la ingesta previa a la competición, la ingesta justo antes de empezar a competir, la que se realiza durante la competición y la que se realiza después de la misma. Para estos deportes, que se realizan a unas grandes intensidades de manera intermitente, las investigaciones han demostrado que se pueden obtener beneficios del consumo de suplementos de hidratos de carbono, tomados antes y durante la competición. Estos beneficios aparecen sobre todo en las últimas fases de la competición, debido fundamentalmente a que, hasta ese momento, se ha evitado parcialmente el agotamiento de las reservas de glucógeno muscular (Sugiura & Kobayashi, 1998) (Segal, Nyman, Kral, & Kotler, 1985).

**PALABRAS CLAVE:** Ingestas, competición, glucogeno muscular, deportes de invasión.

### ABSTRACT

Energy is a limiting factor during the carrying out of any physical activity and, concretely, during the performance of invasive sports. To avoid running out of liver and muscular glycogen during exercise, it will be necessary to control the intake of food

previously to competition, just before starting the competition, during the competition and after it. With these sports, which are done very intensively at irregular intervals, research has proved that some benefits can be obtained from taking supplementary carbohydrates before and after competitions. These benefits appear especially during the last phases of competitions, due mostly to the fact that, up to that moment, the using up of our body stock of muscular glycogen has been avoided partially muscular (Sugiura & Kobayashi, 1998) (Segal, Nyman, Kral, & Kotler, 1985).

**KEYWORDS:** Food intake, competition, muscular glycogen, invasive sports.

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de la nutrición deportiva es poder aplicar los principios nutricionales a la mejora del rendimiento deportivo. Para ello los investigadores en la actualidad, tienen como uno de sus objetivos comprobar si la modificación alimenticias puede mejorar el rendimiento deportivo en atletas que llevan una dieta equilibrada. Éstos han encontrado algunos beneficios cuando se realizan ingestas de hidratos de carbono y líquidos antes y durante la competición.

Pero todos estos adelantos que se consiguen en los laboratorios, no son conocidos por la mayoría de los deportistas, tanto amateur como profesionales. Y los que son conocidos, por la explosión en el mundo publicitario de estos productos, no son consumidos de manera habitual, por la falta de credibilidad en su resultados sobre el rendimiento que puedan tener en cada especialidad deportiva.

En los últimos años son muchos los estudios que intentan descubrir cuál es la manera más eficaz de ingerir los alimentos durante la competición para evitar la aparición de fatiga durante el ejercicio por causa del agotamiento de las reservas de glucógeno. La mayoría de ellos se preguntan sobre cuál es el tipo, la cantidad y el tiempo de administración de los hidratos de carbono ideales para los diferentes tipos de ejercicios de resistencia, aunque existen muy pocos que intenten dar respuesta a las necesidades de una de las modalidades deportivas con más auge en las últimas décadas: los deportes de invasión o colectivos.

## 2. INGESTA PRECOMPETITIVA

Según Coyle en 1991, la ingestión de carbohidratos previa al ejercicio produce los siguientes efectos:

- Aumenta la resíntesis de glucógeno muscular cuando estos depósitos no han sido todavía aumentados por sobrecompensación.
- Aumenta las reservas de glucógeno en el hígado y aumenta la cantidad de glucosa almacenada en otras partes del organismo.
- Aumenta la utilización de carbohidratos durante el ejercicio y disminuye la oxidación de ácidos grasos.

Sobre la comida previa a la competición existen estudios con conclusiones dispares. Así, en algunos concluyen que el consumo de hidratos de carbono de 60 a 240 min antes de un ejercicio prolongado puede mejorar el rendimiento. Este ejercicio prolongado debe durar más de 90 min y que incluya situaciones de carrera simulada durante la última etapa (Williams M.H., 2002). Este posible beneficio puede ser debido

a que el ayuno de la noche depletará dramáticamente el suministro de glucógeno hepático (Nitson, 1973, citado por Costill, 1994)

En esta línea, Neuffer y cols en 1986 (citado por Costill, 1994) observaron una mejora en el rendimiento cuando se consumía una comida liviana en CHO (200 g de CHO), 4 horas antes del ejercicio, además de comer una golosina (45 g CHO), inmediatamente antes del esfuerzo. Un grupo de ciclistas varones pedaleó durante 45 minutos al 77% del VO<sub>2</sub> máx., en bicicleta ergométrica, y luego durante 15 minutos en el mismo ergómetro. Esta prueba también la realizaron otro grupo de ciclistas en condiciones de ayuno. Los resultados obtenidos en relación a la cantidad total de esfuerzo realizado durante los 15 minutos fue significativamente mayor cuando se habían consumido CHO antes del ejercicio ( $194.735 \pm 9.448$  Nm), que luego de una noche de ayuno ( $159.143 \pm 11.407$  Nm).

Existen estudios que han encontrado efectos negativos en el rendimiento por la ingesta de carbohidratos 1 hora antes del ejercicio debido al descenso de la glucosa sanguínea al inicio del ejercicio como consecuencia de la hiperinsulinemia (Foster et al., 1979 citado por Lopez de Vinaspre, 1994). Aunque la mayoría de estudios más recientes no encuentran efectos perjudiciales sobre el rendimiento (Lopez de Vinaspre, 1994).

Aunque la mejora del rendimiento no está clara, se puede decir según los diversos estudios, que la ingesta de carbohidratos antes de competir ayudan a mantener las reservas energéticas hepáticas y el mantenimiento de la glucosa en sangre para el metabolismo muscular (Costill, 1994), además de mantener la capacidad de oxidar carbohidratos a un ritmo elevado en las últimas fases del ejercicio (Segal et al., 1985)

Las últimas recomendaciones hablan de ingerir unas 500-600 Cal, con una tasa elevada de hidratos de carbono (entre 4-5 g/Kg, es decir unos 240-300 g para una persona de 60 Kg) y un porcentaje relativamente bajo de proteínas, grasa y fibra, consumidos entre 1 y 4 horas antes de la competición (Williams M.H., 2002). Si no se han producido una supercompensación de los depósitos de glucógeno en los días previos, estos alimentos deberían tener un índice glucémico alto o intermedio para estimular mejor la síntesis. Si se ha producido ya una supercompensación y no se pueda incrementar más el glucógeno muscular, se recomienda que se consuman alimentos de bajo índice glucémico, especialmente fructosa, al objeto de minimizar la respuesta de la insulina y dar una fuente lenta y mantenida de glucosa (González Gallego & Villa Vicente J., 2001).

Si la ingesta se realiza aproximadamente una hora antes del ejercicio la cantidad de hidratos de carbono que se ha demostrado que mejora el rendimiento es de 1 a 2 g/Kg (60-120 g para una persona de 60 Kg). Son igual de efectivos los polímeros de glucosa como los alimentos con un bajo índice glucémico (Williams M.H., 2002).

Hasta este momento se ha intentado analizar cómo evitar la depleción de las reservas de glucógeno aumentando la toma de hidratos de carbono. Otra manera con la que se puede evitar el agotamiento de las reservas de glucógeno sería que el organismo utilizase el otro gran combustible, es decir los ácidos grasos. Existen numerosos estudios donde se emplean diversas prácticas dietéticas, suplementos y compuestos farmacológicos para demostrar esto, y muchos de ellos han conseguido resultados positivos, pero siempre relacionados con ejercicios aeróbicos de larga duración (González, J. & Villa J., 2001; Williams M.H., 2002).

En el caso de los deportes de invasión, donde las necesidades de energía son rápidas, no tiene mucho sentido ningún suplemento o cambio en la dieta de ácidos grasos u otras sustancias similares para aumentar el rendimiento, puesto que las vías energéticas utilizadas no llegan a metabolizar ácidos grasos (Green, 1987, citado por López, 1994). Incluso hay estudios que han demostrado un efecto negativo a consecuencia de un retraso del vaciamiento gástrico producido por una distensión abdominal (Williams M.H., 2002)

La cafeína sin embargo, que es una sustancia que aumenta los niveles sanguíneos de ácidos grasos libres y a priori beneficiosa sólo para aumentar el rendimiento en ejercicios de resistencia de larga duración y moderada intensidad, se ha comprobado que es capaz de reducir el uso de glucógeno muscular durante los primeros 15 minutos del ejercicio (Spriet, 1995). En los últimos estudios parece que los resultados demuestran una mejora en el rendimiento en algunas pruebas de ejercicios de alta intensidad. Por ejemplo Wiles et al. (citado por Williams M.H., 2002) hallaron tiempos de carrera significativamente más rápidos para los 1500 m; Jackman et al., han descrito un mayor tiempo hasta el agotamiento cuando el ejercicio se realizaba al 100% del  $\text{VO}_2$  máx., un tiempo cercano a los 5 minutos. En la misma línea Doherty, (1998) ha encontrado mejoras en de ejercicios con intensidades submáximas, aumentándose los tiempos hasta el agotamiento con relación a un grupo control. La dosis máxima recomendada que no supera el límite legal establecido por el COI es aproximadamente 8-10 mg/kg de peso corporal. Para un deportista de 70 Kg, esta cantidad supondría una ingesta de 560-700 g, unas 4-6 tazas de café (Williams M.H., 2002).

Un caso excepcional dentro de las grasas puede ser el glicerol, producto intermedio de la hidrólisis de los triglicéridos. Al convertirse éste en glucosa en el hígado muchos investigadores han intentado analizar su efecto sobre el rendimiento. Estos estudios realizados no han encontrado ninguna mejora ni a la hora de evitar la hipoglucemia ni de evitar la depleción del glucógeno muscular. El motivo aparente es el ritmo bajo con el cual el hígado convierte el glicerol en glucosa (Williams M.H., 2002)

### **3. INGESTA JUSTO ANTES DEL EJERCICIO.**

Las ingestas que se realizan con menos de una hora de antelación al ejercicio puede acarrear problemas si los alimentos ingeridos tienen un alto índice glucémico. Este perjuicio es debido a la aparición de la hipoglucemia reactiva producida por la respuesta insulínica, la cual hace además acelerar la utilización del glucógeno muscular (Delgado Fernández M., Gutierrez Saínez A., & Castillo Garzón M.J., 1999; González Gallego & Villa Vicente J., 2001). Pero esto es así sólo para los individuos con tendencia a la hipoglucemia reactiva, ya que existen diversos estudios como los de Seifert et al (1987), que no encontraron hipoglucemia utilizando diferentes soluciones de hidratos de carbono para elevar los niveles de insulina (Williams M.H., 2002) (Costill, 1994). Incluso existen otros autores como Jentjens & Jeukendrup (2002), que concluyen que ni si quiera la sensibilidad insulínica es un factor ligado a la hipoglucemia reactiva.

Si la ingesta se realiza durante los 10 minutos previos al ejercicio de resistencia prolongado, los resultados de los estudios han demostrado una mejora en el rendimiento. Si la intensidad es moderada, la respuesta insulínica a la ingesta de glucosa es eliminada, además de aumentar la secreción de adrenalina, la cual mantiene elevada el nivel de glucosa en sangre. En estos casos la dosis más eficaz es de unos 50-60 g de polímeros de glucosa en una solución al 40-50% (Williams M.H., 2002).

El tipo de hidrato de carbono más idóneo, tanto para la ingesta previa como para la que se realiza durante el ejercicio, va a depender del momento y de su índice glucémico. Así la fructosa se considera mejor fuente de energía que la glucosa cuando ésta se ingiere 45 minutos antes del inicio del ejercicio prolongado. Esto es debido a que se absorbe más lentamente en el intestino, lo cual evita la respuesta insulínica y una potencial hipoglucemia reactiva, dando una mayor estabilidad de los niveles de azúcar en la sangre durante las primeras etapas del ejercicio (Costill, 1994; Burelle, Peronnet, Massicotte, Brisson, & Hillaire Marcel, 1997).

Cuando la fructosa se ingiere inmediatamente antes o durante el ejercicio el efecto sobre los niveles de azúcar en sangre y el metabolismo de los hidratos de carbono no es muy diferente del producido por la glucosa. Otros estudios además concluyen que la fructosa no evita el uso del glucógeno muscular de una manera más o menos efectiva que la glucosa (Tsintzas & Williams, 1998; Williams M.H., 2002). Además la fructosa puede provocar molestias gastrointestinales y diarreas debido a un efecto osmótico significativo en los intestinos (Williams M.H., 2002).

Existen otros estudios que comparan los efectos de azúcares simples con polímeros de glucosa. Estos últimos poseen un vaciamiento gástrico más rápido debido a una producción menor de efecto osmótico. Otros estudios además han encontrado que los polímeros de glucosa se oxidan más fácilmente en comparación con la glucosa o la sacarosa (Williams M.H., 2002)

#### **4. INGESTA DURANTE EL EJERCICIO**

El propósito principal de la ingesta de carbohidratos durante la práctica deportiva extenuante es ayudar a mantener los niveles de glucosa en sangre y evitar el agotamiento del glucógeno almacenado en los músculos lo cual puede permitir a los competidores ejercitarse por más tiempo (Coyle, 2000).

Aunque el mecanismo responsable de la mejoría sobre el rendimiento por parte de la ingesta de carbohidratos durante el ejercicio es discutible, se ha sugerido que el consumo de CHO puede producir un ahorro de glucógeno muscular, aunque otros investigadores apoyan la idea que el CHO es utilizado directamente como combustible solamente cuando los niveles de glucógeno muscular están sustancialmente depletados (Costill, 1994)

La mayoría de los estudios muestran una mejora en el rendimiento con la ingesta de carbohidratos de 25 a 60 gramos durante cada hora de ejercicios (Coggan & Coyle, 1991; Murray et al., 1991 citados por Coyle, 2000). Otras investigaciones sugieren reducir la ingesta y aumentar la frecuencia; cada 15-30 minutos consumir una solución al 5-10% que contenga unos 15-20 g de hidratos de carbono (Williams M.H., 2002).

En ejercicios similares a los deportes de equipo, Mitchell et al. (1998) observaron que el rendimiento sobre la velocidad, al final de 2 horas de ejercicio intermitente, era mejorado de igual manera con 33,5; 39,4; 50,1 g de CHO ingeridos cada hora (gCHO/h), comparados con un esfuerzo con placebo (agua). Del mismo modo, Hargreaves et al. (1995) demostraron que la ingesta sólida (golosina) de 42,5 g CHO/h mejoraba el rendimiento después de 4 horas de ejercicio intermitente. Menores dosis de carbohidratos, por el contrario, no pudieron mejorar el rendimiento.

Otros estudios mezclan ambas formas de ingerir los carbohidratos, es decir

utilizar una concentración muy alta durante los primeros 20 minutos del ejercicio (1g/Kg de peso corporal) y después usar concentraciones más bajas (0,2-0,3 g/Kg de peso corporal) a intervalos regulares. También se ha demostrado que puede ser efectivo en deportes intermitentes como el fútbol tomar una única dosis muy concentrada; 100-200 g, en las últimas etapas del ejercicio (Williams M.H., 2002).

Sobre la cuestión si es mejor las formas sólidas o líquidas de hidratos de carbono, Ellen Coleman (1996) no observó diferencias respecto al mantenimiento de los niveles de glucosa en sangre y la mejora del rendimiento del ejercicio. Resultados similares fueron encontrados también por Robergs et al. (1998). Sin embargo Peter, en 1995 ha señalado que los triatletas que consumían formas líquidas de hidratos de carbono presentaban un mejor rendimiento durante un ejercicio de tres horas de ciclismo-carrera. Estos resultados pueden ser debidos a que los deportistas rechazaron el consumo de alimentos sólidos durante el ejercicio, lo cual pudo afectar negativamente a su rendimiento.

### **Optimización del vaciado gástrico**

Para poder optimizar al máximo la energía ingerida durante la actividad es fundamental intentar que el ritmo con el que los líquidos abandonan el aparato digestivo sea lo más rápido posible.

En el pasado se consideraba que agregar carbohidratos a una solución impedía la reposición de líquidos porque el carbohidrato reduce el ritmo con el cual los líquidos abandonan el estómago (vaciado gástrico). Sin embargo, el factor más importante que regula el ritmo de vaciado gástrico y la reposición de líquido es el volumen de líquidos ingeridos; la concentración de los carbohidratos es de una importancia secundaria (Coyle E. F., 1992).

Murray, Bartoli, Stofan, Horn, & Eddy, en 1999, llevó a cabo un estudio para analizar qué porcentaje de carbohidratos era el más idóneo para el vaciamiento gástrico; encontró que durante el ejercicio, a intervalos de 15 minutos, los sujetos consumieron  $227 \pm 3$  ml de agua o carbohidratos (CHO) al 4%, CHO al 6% ó CHO al 8%. El volumen gástrico fue determinado en cada toma. Los resultados mostraron que la ingesta repetida de una bebida al 8% de CHO durante el ejercicio, reduce significativamente la tasa de vaciamiento, mientras que concentraciones mas bajas de carbohidratos no. Además, según este mismo autor a estas concentraciones de carbohidratos la osmolaridad de la bebida no es tan importante sobre la tasa de vaciamiento gástrico, como el contenido de energía. Esto mismo lo corrobora Coyle, E. F., (1992), el cual afirma que soluciones que contienen 8% de carbohidratos aparentemente tienen poca influencia en el ritmo de vaciado gástrico, especialmente cuando el cronograma de ingesta mantiene un alto volumen gástrico.

En este sentido Burke & Read, (1993), aclaran que las soluciones de CHO deben estar de 5 a 10%, ya sea glucosa, polímeros de glucosa (maltodextrosa) u otros azúcares simples. Todos ellos presentan características de vaciados gástricos conveniente

Esta última afirmación no es compartida por todos los investigadores. Así Moran, en 1981 encuentra que, mientras la glucosa parece vaciarse en forma lineal, la fructuosa abandona el estómago en una tasa exponencial. Las soluciones de glucosa se vaciaban a una tasa constante de 0,1 g/min, mientras que se observó que la fructuosa se vaciaba en forma rápida durante los primeros 20 minutos luego de la ingesta, dando paso a una tasa promedio de vaciado de 0,2 g/min.

En lo que se refiere a estudios durante ejercicio intermitente, como son los deportes de invasión, Mitchell et al. en 1987 (citado por Costill, 1994) no observaron diferencias entre las tasas de vaciado gástrico de tres soluciones diferentes de CHO que contenían combinaciones de 5 % - 7,5 % de maltodextrinas, glucosa, fructosa, y sacarosa. Adicionalmente, Segal et al. en 1985 reportaron que no hubo diferencias en el tránsito gastrointestinal entre una solución placebo con agua con sabor vs. una solución de 18 g % de glucosa, tomados durante ejercicio intermitente al 74 % del VO<sub>2</sub> máx.

## 5. INGESTA EN LA FASE DE RECUPERACIÓN

Cuando se termina una actividad física, se produce una adaptación en la redistribución del flujo sanguíneo, que vasodilata el lecho esplácnico y disminuye el lecho muscular. Por ésta razón se reponen las reservas de glucógeno hepático aún antes de ingerir nuevamente HC. Pero inmediatamente después del ejercicio y hasta que esto suceda el flujo sanguíneo permanece alto en el músculo que trabajó. Por otro lado el ejercicio sensibilizaría los receptores musculares a la insulina. En los primeros 10' aumenta la insulina (posiblemente debido a la falta de catecolaminas inhibidora) lo que aumenta la captación muscular y hepática de glucosa, y disminuye la excreción hepática, y el glucagon permanece aumentado favoreciendo la GNeoG (Costill, 1994).

Además, la insulina no solo permite la entrada de glucosa a la célula, sino que aparte estimula a la glucógeno-sintetasa (Minuchin, 2003). Por todo ello, es fundamental que en los primeros 10-20 minutos los sujetos después de un ejercicio físico ingieran hidratos de carbono.

Uno de estos factores que influye en la resíntesis de glucógeno según algunos estudios, puede ser el daño en la fibra muscular asociado con el ejercicio excéntrico, (elongación forzada del músculo activo), que pueden demorar la resíntesis glucogénica (Sherman, W). Se ha observado que la demora en la reacumulación glucogénica, después de un ejercicio excéntrico intenso (como el que se da en deportes de invasión), persiste durante 7-10 días (González Gallego & Villa Vicente J., 2001).

Otro factor importante, y del cual va a depender la repleción del glucógeno, es el periodo que existe de recuperación entre la finalización de la actividad y la siguiente. Se pueden dar dos casos; uno que exista 24 horas o más entre las sesiones de entrenamiento o partidos; y otra que en el mismo día se compita o entrene en más de una ocasión. Tanto en uno como en otro los estudios han demostrado que la ingestión de hidratos de carbono durante los intervalos de descanso mejora el rendimiento (Williams M.H., 2002).

Para los ejercicios como los deportes de equipo, Williams M.H. (2002) recomienda el consumo de 1 g de hidratos de carbono por kg de peso corporal inmediatamente después del primer ejercicio y 2 horas antes del segundo. Este mismo autor también recomienda una cantidad adicional de carbohidratos inmediatamente antes y durante el segundo ejercicio.

Existen otros estudios que intentan ver la posible mejora en la reposición del glucógeno muscular con ingestas mixtas de Hidratos de carbono y proteínas. Así Zawadzki et al (1993) (citado por (Williams M.H., 2002) han señalado que la combinación de proteínas e hidratos de carbono induce un ritmo más rápido de la resíntesis del glucógeno muscular en cuatro horas en comparación con los hidratos de carbono o las proteínas administrados por separado. La dosis utilizada fue de 112 g de

HC y 41 de proteínas, justo después del ejercicio y de nuevo a las dos horas. En los resultados se observaron niveles de glucosa e insulina en sangre altos con este tratamiento.

En la misma línea Niles et al. (2000) concluye que la suplementación con una bebida que contenga CHO y PRO, después de un ejercicio que deplete las reservas de glucógeno, puede facilitar una mayor tasa de resíntesis de glucógeno que una bebida que contenga solo carbohidratos, así como acelerar los procesos de recuperación y mejorar el rendimiento en los ejercicios de resistencia durante un segundo período de ejercicio realizado durante un mismo día.

Cuando la velocidad de la resíntesis no es tan importante porque existen periodos de recuperación mayores a las 24 horas, aparecen otros protocolos igual de efectivos que los anteriores. En estos casos Williams, (2002) recomienda unos 8-10 g de HC por Kg de peso corporal para restablecer los niveles normales de glucógeno muscular. Durante un período de 24 horas, el ritmo de recuperación del glucógeno muscular es aproximadamente un 5-7% por hora. Por lo tanto mientras que la ingesta de HC sea alta no es tan importante que la primera ingesta se realiza inmediatamente después de finalizar la actividad (González Gallego & Villa Vicente J., 2001; Williams M.H., 2002).

Esto último parece carecer de importancia en ejercicios breves e intermitentes de gran intensidad, como son en su gran mayoría los deportes de equipo. En un estudio se comparó la reposición del glucógeno muscular tras 24 horas en sujetos que ingirieron dos dietas diferentes, una normal y la otra rica en HC; los sujetos previa a la dieta realizaron un ejercicio en cicloergómetro con cargas elevadas de 1 min. con recuperaciones de 3 min. hasta el agotamiento. En los resultados obtenidos se apreció como la reposición completa del glucógeno muscular no requiere una dieta de HC superior a lo normal en periodos de 24 horas (González Gallego & Villa Vicente J., 2001).

## **6. CONCLUSIONES**

Para mejorar el rendimiento de un atleta que realiza su actividad física se puede decir que es necesario que controle sus hábitos alimenticios durante la competición, en los periodos previos, durante la misma, y al finalizar ésta. Las pautas más importantes de esta intervención por parte del deportista queda expuesta a continuación.

### **Optimización de la ingesta antes de la competición**

Un consumo de hidratos de carbono de 60 a 240 min antes de un ejercicio prolongado puede mejorar el rendimiento. Este debe ser:

- Una ingesta de unas 500-600 Cal, con una tasa elevada de hidratos de carbono (entre 4-5 g/Kg, es decir unos 240-300 g para una persona de 60 Kg) y un porcentaje relativamente bajo de proteínas, grasa y fibra, consumidos entre 1 y 4 horas antes de la competición (Williams M.H., 2002)
- Si la ingesta se realiza aproximadamente una hora antes del ejercicio la cantidad de hidratos de carbono necesaria es de 1 a 2 g/Kg (60-120 g para una persona de 60 Kg).
- La cafeína es capaz de reducir el uso de glucógeno muscular durante los primeros 15 minutos del ejercicio (Spriet, 1995)



### **Optimización de la ingesta justo antes de la competición**

Si la ingesta se realiza durante los 10 minutos previos al ejercicio de resistencia prolongado, los resultados de los estudios han demostrado una mejora en el rendimiento. Esta debe ser:

- La dosis más eficaz es de unos 50-60 g de polímeros de glucosa en una solución al 40-50% (Williams M.H., 2002).

### **Optimización de la ingesta durante la competición**

La mayoría de los estudios muestran una mejora en el rendimiento con la ingesta de carbohidratos durante la competición. La forma de suministrarla varían, pudiendo ser:

- De 25 a 60 gramos durante cada hora de ejercicios (Coggan & Coyle, 1991; Murray et al., 1991 citados por Coyle, 2000).
- Cada 15-30 minutos consumir una solución al 5-10% que contenga unos 15-20 g de hidratos de carbono (Williams M.H., 2002).
- Para deportes intermitentes como el fútbol es conveniente tomar una única dosis muy concentrada de 100-200 g, en las últimas etapas del ejercicio (Williams M.H., 2002).
- Soluciones que contengan un 8% de carbohidratos tienen aparentemente poca influencia en el ritmo de vaciado gástrico, especialmente cuando el cronograma de ingesta mantiene un alto volumen gástrico Coyle, E. F., (1992),

### **Optimización de la ingesta después de la competición**

Para mejorar la reposición de glucógeno muscular, dependiendo se va a existir una competición en un periodo de 24 horas o no se recomiendan diferentes actuaciones:

- Si existe competición en las siguientes 24 horas, Williams M.H. (2002) recomienda el consumo de 1 g de hidratos de carbono por kg de peso corporal inmediatamente después del primer ejercicio y 2 horas antes del segundo. Zawadzki et al (1993) (citado por (Williams M.H., 2002) han señalado que la combinación de proteínas e hidratos de carbono induce un ritmo más rápido de la resíntesis del glucógeno muscular en cuatro horas en comparación con los hidratos de carbono o las proteínas administrados por separado
- Cuando la velocidad de la resíntesis no es tan importante porque existen periodos de recuperación mayores a las 24 horas, Williams, (2002) recomienda unos 8-10 g de HC por Kg de peso corporal para restablecer los niveles normales de glucógeno muscular.

## **6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

1. Arnett, B. B., Dan. Tedeschi, F., & Maughan, R. S. B. (2001). Acelerando la Recuperación Después del Ejercicio. G.S.S.I. Sports Science Exchange.

2. Blom, P., Vange, O., Dardel, k., & Hermansen, L. (1982). Effect of different carbohydrates on rate muscle glycogen resynthesis after prolonged exercise. Med. Sci. Sport Exc., 14, 136.
3. Bongbele, J., & Gutierrez, A. (1989). Bases bioquímicas de la fatiga muscular durante esfuerzos máximos de tipo anaeróbico (0 a 30 segundos). Archivos De Medicina Del Deporte. VI.(Nº 21), 399-405.
4. Buelle, Y., Peronnet, F., Massicotte, D., Brisson, G. R., & Hillaire Marcel, C. (1997). Oxidation of <sup>13</sup>C-glucose and <sup>13</sup>C-fructose ingested as a preexercise meal: effect of carbohydrate ingestion during exercise. Int-J-Sport-Nutr, 7(2), 117-27.
5. Burke, L., & Read, R. (1993). Dietary supplements in sport. Sports Medicine, 15.
6. Costill, D. (1994). Carbohidratos para el ejercicio: Demandas en la dieta para el óptimo rendimiento. Actualización En Ciencias Del Deporte, 2(7), 31-54.
7. Coyle, E. F. (1995). Substrate utilization during exercise in active people. Am-J-Clin-Nutr, 61(4 Suppl), 968S-979S.
8. Coyle E. F., a. S. J. M. (1992). Carbohydrate and fluid ingestion during exercise. Med Sci Sport Exerc, 24, 324-330.
9. Coyle, E. F. (2000). Reemplazo de Fluidos y Carbohidratos durante el Ejercicio: ¿Cuánto y Por Que? G.S.S.I. Sports Science Exchange.
10. Delgado Fernández M., Gutierrez Saínz A., & Castillo Garzón M.J. (1999). Entrenamiento Físico-Deportivo y Alimentación (de la infancia a la edad adulta). Barcelona: Editorial Paidotribo.
11. Doherty, M. (1998). The effects of caffeine on the maximal accumulated oxygen deficit and short-term running performance. Int-J-Sport-Nutr, 8(2), 95-104.
12. Friedman, J. (2001). Resistencia del Glucógeno Pos-Ejercicio. G.S.S.I. Sports Science Exchange.
13. Gaitanos G.C., C.Willians, L.H. Boobis, & S. Brooks. (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. J. Appl. Physiol, 75: 712-719.
14. Gleeson, M., & Bishop, N. C. (2000). Modification of immune responses to exercise by carbohydrate, glutamine and anti-oxidant supplements. Immunology-and-Cell-Biology, 78(5),(64), 554-561.
15. González Gallego, J., & Villa Vicente J. (2001). Nutrición y ayudas ergogénicas en el deporte. España: Editorial Sintesis.
16. Guyton, A. (1981). C. Fisiología Humana. Cda. de la Habana: Editorial R.
17. Hultman, E. (1979). Muscle fuel for competition. Physician Sport Med.
18. Jandrain B, Krzentowski G, Pirnay F, Mosora F, Lacroix M, Luyckx A, & Lefebvre P. (1984). Metabolic availability of glucose ingested 3 h before prolonged exercise in humans. J Appl Physiol, 56, 1314-1319.
19. Jentjens, R. L, & Jeukendrup, A. E. (2002). Prevalence of hypoglycemia following pre-exercise carbohydrate ingestion is not accompanied By higher insulin sensitivity.

Int-J-Sport-Nutr-Exerc-Metab, 12(4), 398-413.

20. Katbleen Mahan L./Escott-Stump S. (1998). Nutrición y Dietoterapia, de Krause. México: Mcgraw-Hill InterAmericana.

21. Lemon, P. W. (1998). Effects of exercise on dietary protein requirements. Int-J-Sport-Nutr, 8(4), 426-47.

22. Lopez de Vinaspre, P. (1994). Hidratacion y carbohidratos en deportes intermitentes (Hydratation et hydrates de carbone dans les sports intermittents). Apunts Medicina De L'Esport 119, 37-46.

23. McArdle W.D., Katch F.I., & Katch V.L. (1990). Fisiología del ejercicio (energía, nutrición y rendimiento humano). Madrid: Alianza Editorial.

24. McNaughton L, & Cedaro R. (1992). Sodium citrat ingestion and its effects on maximal anaerobic exercise of different durations. European Journal Applied Physiology, 64, 36-41.

25. Minuchin, P. (2003). Nutrición pre, intra y post competencia (II). Info@Plazadeportes.Com.

26. Murray, B. (2001). El Reemplazo de Fluídos: Posición del Colegio Americano de Medicina del Deporte. G.S.S.I. Sports Science Exchange.

27. Niles, E., Lacowetz, T., Garfi, J., Sullivan, W., C.Smith, J., P Leyn, B., & A Headly, S. (2000). Carbohydrate-Protein Drink Improves Time to exhaustion After Recovery from endurance Exercise. JEPonline, 4(1), 45-52.

28. Odriozola, J. M<sup>a</sup>. (1994). Nutrición y Deporte. Editorial Eudema.

29. Palao Andres, J. M., Saenz Ferrer B., & Ureña Espa A. (2001). La fatiga en voleibol. Revista Digital - Buenos Aires - , N<sup>o</sup> 30.

30. Paul, G. (1989). Dietary protein requeriments of physically active individuals. Sport Medicine, 8, 154-176.

31. Peter, H. e. al. (1995). Exercise performance as a function of semisolid and liquid carbohydrate feedings during prolonged exercise. International Journal of Sport Medicine, 16, 105-113.

32. Rankin, J. W. (2001). Los carbohidratos en las dietas y la performace en ejercicios intensos de corta duración. G.S.S.I. Sports Science Exchange.

33. Robergs, R. A, McMinn, S. B, Mermier, C., Leadbetter, G. 3rd, Ruby, B., & Quinn, C. (1998). Blood glucose and glucoregulatory hormone responses to solid and liquid carbohydrate ingestion during exercise. Int-J-Sport-Nutr, 8(1), 70-83.

34. Santángelo Magrini, G., & Cohen Grinvald., R. (1999). Regulación del equilibrio hídrico. Lecturas: Educación Fisica y Deportes. Revista Digital , Año 4. N<sup>o</sup>14.

35. Segal, K., Nyman, A., Kral, J. G., & Kotler, D. P. (1985). Effects of glucose ingestion on submaximal intermittent exercise. Med. Sci. Sports Exerc., 17, 205-211.

36. Smith, G. J, Rhodes, E. C, & Langill, R. H. (2002). The effect of pre-exercise glucose ingestion on performance during prolonged swimming. Int-J-Sport-Nutr-Exerc-

Metab, 12 (2), 136-44.

37. Spriet, L. (1995). Caffeine and performance. Internacional Journal of Sport Nutrition, 5, 84-99.

38. Sugiura, K., & Kobayashi, K. (1998). Effect of carbohydrate ingestion on sprint performance following continuous and intermittent exercise. Med-Sci-Sports-Exerc, 30(11), 1624-30.

39. Tsintzas, K., & Williams, C. (1998). Human muscle glycogen metabolism during exercise. Effect of carbohydrate supplementation. Sports-Med, 25(1), 7-23.

40. Underwood, G. (2000). Nutrición deportiva desde una perspectiva práctica. PubliCE.

41. Villegas García, J. A., & Zamora Navarro, S. (1991). Necesidades nutricionales en deportistas. Archivos De Medicina Del Deporte, VIII(30), 169-179.

42. Williams M.H. (2002). Nutrition for Health, Fitness & Sport (Nutrición para la salud, la condición física y el deporte). Barcelona: The McGraw-Hill Companies.

43.

**Rev.int.med.cienc.act.fís.deporte – vol. 6 - número 24 - diciembre 2006 - ISSN: 1577-0354**