

UTILIDAD EN EL DEPORTE DE LAS BEBIDAS DE REPOSICIÓN CON CARBOHIDRATOS

THE UTILITY OF CARBOHYDRATE REPLACEMENT DRINKS IN SPORTS

Pedro Manonelles Marqueta

Especialista en Medicina de la Educación Física y del Deporte. Grupo de investigación DERSA (Deporte, ergonomía y salud) Universidad de Zaragoza Federación Española de Medicina del Deporte

INTRODUCCIÓN

El objetivo fundamental del deportista es mejorar su rendimiento y obtener los mejores resultados posibles y para ello utiliza estrategias como el entrenamiento, las técnicas de recuperación y la nutrición.

Lo que un deportista come y bebe puede afectar a su salud, peso y composición corporal, disponibilidad de sustratos, tiempo de recuperación post-esfuerzo y, en definitiva, a su rendimiento¹ y es indudable que en determinadas actividades deportivas el estado de hidratación y la provisión de sustratos energéticos son factores determinantes del rendimiento e incluso de la aparición de serios problemas de salud.

El presente trabajo tiene por objeto revisar las consecuencias de la deshidratación y la utilidad y forma de empleo de las bebidas con hidratos de carbono (HC) en la práctica deportiva.

HIDRATACIÓN

El organismo sano se encuentra euhidratado y con un volumen y composición de líquido relativamente constante, a pesar del intercambio de

líquidos que mantiene con el exterior y entre sus tejidos. Este estado de homeostasis es esencial para la vida, para el mantenimiento de la salud e imprescindible para un correcto funcionamiento de toda la economía.

El ejercicio físico utiliza masas musculares que al ponerse en funcionamiento consumen energía que se acompaña de liberación de calor.

La gran cantidad de calor generado por la contracción muscular precisa ser disipado rápidamente porque la elevación de la temperatura no es tolerada por el organismo ya que afectaría múltiples órganos y aparatos. Antes de que esto suceda se producen ajustes fisiológicos que transfieren el calor del centro corporal a la piel para ser disipado en el ambiente. Este intercambio calórico se rige por propiedades biofísicas determinadas por la temperatura ambiente, la humedad y el movimiento del aire, la radiación atmosférica y de la tierra y por la vestimenta. No obstante el mejor mecanismo de mantenimiento de la temperatura corporal en el esfuerzo es la evaporación por sudor².

El esfuerzo sostenido puede provocar altas tasas de sudoración y pérdidas sustanciales de agua y electrolitos, particularmente en ambientes

CORRESPONDENCIA:

Pedro Manonelles Marqueta
 Esc. Univ. Ciencias de la Salud. C/ Domingo Miral S/N, 50009 Zaragoza, Spain
 manonelles@telefonica.net

Aceptado: 28.12.2011 / **Revisión n.º** 238

calurosos. No obstante hay una considerable variabilidad individual en estas pérdidas respecto a las diversas actividades físicas y condiciones ambientales³.

Existen diversos factores que influyen las pérdidas de sudor provocadas por la actividad física y que se resumen en la Tabla 1.

La mayor duración e intensidad del esfuerzo producen más sudoración. En esfuerzos ligeros puede producirse una cantidad de sudor de 100 ml/hora, pero en actividades pesadas en ambiente caluroso se pueden perder 3 litros o más⁴.

El nivel de entrenamiento supone una mejor adaptación a las condiciones de refrigeración y es posible que haya menor sudoración.

Sin duda las condiciones ambientales son un factor decisivo en el nivel de sudoración. En algunos casos están estandarizadas para una actividad específica (ej. aire acondicionado en instalación cerrada). En otros, los recintos deportivos cerrados tienen un ambiente relativamente estable y aceptable. Pero en las actividades al aire libre estos factores ocurren de una manera impredecible y extrema.

El ambiente caluroso y húmedo es el que más afecta a los sistemas orgánicos de disipación del calor.

Deshidratación en el esfuerzo

En la actividad física intensa pueden perderse 500-2000 ml, y en ocasiones hasta 3 litros de fluidos por hora⁵, junto con electrolitos. Si no hay reposición de las pérdidas la persona se deshidrata. Además, hay situaciones en las que el deportista inicia su actividad deshidratado. Esto sucede en deportes que se clasifican por peso, como en los de combate, pero también en actividades con varias sesiones en el mismo día, o en condiciones ambientales de intenso calor y humedad, y también en casos en los que se toman sustancias que favorecen la deshidratación como los diuréticos. En estos casos la deshidratación es mayor y más temprana.

Generalmente el deportista inicia su actividad en una situación de euhidratación y se va deshidratando conforme esta actividad es más larga e intensa de tal forma que muchos deportistas acaban su actividad con un nivel de deshidratación que puede ser muy superior al 2% de su peso⁶.

Además de líquido, el ejercicio provoca una pérdida importante de electrolitos por sudor, especialmente sodio⁶. Aunque la pérdida de sodio no tiene un impacto directo sobre el rendimiento físico, la reposición de sodio facilita la toma de líquidos en el esfuerzo, conserva el volumen plasmático y reduce la diuresis. La ingesta de sodio juega un papel importante en las pérdidas que pueden provocar hiponatremia, por lo que se recomienda su reposición en el esfuerzo físico⁷. No obstante, una dieta equilibrada repone el sodio perdido en la actividad.

Se considera que existe deshidratación cuando se ha producido una pérdida igual o superior al 2 % del peso corporal.

Los riesgos de deshidratación y enfermedad por calor aumentan en medios calientes y húmedos, más que en ambientes fríos⁸. Si la temperatura ambiental es superior a la corporal, el calor no se puede disipar por radiación. Además, si la humedad es alta, la disipación de calor por evaporación se reduce sustancialmente (a una humedad relativa del 100%, no hay evaporación del sudor). En cambio, en ambientes húmedos, el sudor gotea del cuerpo, conduciendo a una pérdida de fluido no funcional. Cuando la temperatura y la

Duración del esfuerzo
Intensidad del esfuerzo
Nivel de entrenamiento
Condiciones ambientales
Tipo de vestimenta
Equipamientos usados
Peso del sujeto
Talla del sujeto
Predisposición genética
Eficiencia metabólica
Estado de aclimatación al calor

TABLA 1.
Factores que influyen la producción de sudor en el esfuerzo físico (Modificado de 3)

humedad son altas simultáneamente, hay un alto riesgo de enfermedad por calor.

Consecuencias de la deshidratación para la salud

Los efectos más notorios de la deshidratación son la disminución del gasto cardiaco, del flujo sanguíneo cutáneo y de la producción de calor, lo que provoca un aumento de la temperatura corporal. Estos efectos son mayores cuanto mayor es la deshidratación, lo que aumenta el estrés cardiovascular con incremento de la frecuencia cardiaca, del volumen latido y del gasto cardiaco. Cuanto mayor es el déficit hídrico, mayor es el estrés fisiológico.

La deshidratación favorece la aparición de calambres musculares (aunque estos también se asocian con el déficit de electrolitos y con la fatiga muscular)³.

Los calambres parecen suceder más frecuentemente en deportes de ejercicio intermitente en deportistas que sudan profusamente y con alta concentración de sodio en su sudor⁹.

Los calambres musculares severos de esfuerzo suceden más frecuentemente en situación de estrés calórico. La causa de los calambres es desconocida pero se piensa que están relacionados con la pérdida de sal, la deshidratación y la fatiga muscular que acompañan al esfuerzo.

Sin embargo, la hidratación por exceso también puede crear serios problemas como cuando se repone mayor cantidad de líquido en relación con el aporte de sodio, lo que provoca una hiponatremia que puede ser extremadamente peligrosa, incluso causante de muerte súbita¹⁰.

La deshidratación favorece la aparición de agotamiento por calor¹¹ y de golpe de calor¹².

Consecuencias de la deshidratación sobre el rendimiento

La optimización del rendimiento deportivo requiere que el deportista esté bien nutrido e

hidratado¹³ porque la depleción de fluidos, de electrolitos y del sustrato energético está implicada en la reducción del rendimiento. Niveles de deshidratación del 2% del peso corporal reducen el rendimiento, y pérdidas mayores del 5% provocan descensos significativos en la capacidad de trabajo y aumentan la fatiga¹⁴.

Los efectos contraproducentes de la deshidratación sobre el rendimiento aeróbico han sido ampliamente descritos. Todos los trabajos encuentran un empeoramiento que depende del grado de deshidratación¹⁵. Una deshidratación superior al 2% del peso degrada el ejercicio aeróbico y el rendimiento cognitivo/mental y otros aspectos del rendimiento deportivo en condiciones ambientales de calor^{8,16-19}. Esta afectación es mayor cuanto mayor es el grado de deshidratación, aunque también depende de las condiciones ambientales, del tipo de ejercicio, de las características del individuo y de la duración del esfuerzo.

En el ejercicio en ambiente caluroso (temperatura > 30°) la deshidratación del 2-7% del peso provoca una disminución del rendimiento de resistencia, pero la magnitud de este descenso es muy variable (7-60%), por la gran variabilidad individual de los efectos de la deshidratación. En el ejercicio de resistencia de menos de 90 minutos, una deshidratación del 1-2 % no parece tener efecto sobre el rendimiento, pero en ejercicios de más de 90 minutos, con una deshidratación superior al 2%, el rendimiento empeora en temperaturas elevada y normal⁹. Si el ambiente además de caluroso es húmedo se producen mayores cambios termorregulatorios y por lo tanto el empeoramiento del rendimiento es más significativo²⁰, sin embargo, en ambientes fríos, un nivel de deshidratación del 3% tiene mínimos efectos sobre el rendimiento aeróbico, la fuerza muscular y el rendimiento anaeróbico²¹.

Otros factores como el aumento de la temperatura corporal, el estrés cardiovascular, la depleción de glucógeno y la alteración de la función metabólica y del sistema nervioso central pueden empeorar el rendimiento aeróbico³. Así, la preservación del balance hídrico a través de una pro-

visión adecuada de líquido, energía y electrolitos durante el ejercicio probablemente mantendrá el rendimiento y retardará la aparición de fatiga⁷.

Niveles de hipohidratación de 2.5% y 5.0% de masa corporal han mostrado empeoramientos del rendimiento en la producción total de trabajo en entrenamiento de fuerza sin afectación de la potencia pico y de la fuerza²².

Otras investigaciones indican que la potencia y la fuerza pueden empeorar con la hipohidratación²³, pero hay trabajos que no han encontrado afectación ni de la fuerza ni del comportamiento anaeróbico²¹.

También se han comprobado los efectos negativos de la deshidratación sobre funciones cognitivo-intelectuales como la concentración y la capacidad para realizar tareas de habilidad y para ejecutar acciones tácticas²⁴, sobre la memoria reciente, sobre el control oculomotor y la atención con una deshidratación del 2-3%²⁵ y sobre otras tareas mentales relacionadas con el rendimiento²⁶.

Por último, diversos estudios han descrito los efectos negativos de la deshidratación sobre el rendimiento en actividades deportivas como en el ciclismo¹⁷ y en el ciclismo de montaña, con un empeoramiento en la capacidad de rendimiento²⁷. En el fútbol se ha encontrado una afectación de la percepción subjetiva de mayor esfuerzo, con empeoramiento del patrón y del ritmo de carrera y algunas tareas técnicas relacionadas con el control del balón, con el sprint y con los desplazamientos laterales²⁸. En el baloncesto se ha encontrado una disminución del número de lanzamientos y de la velocidad del sprint, en habilidades más complejas y en el estado de atención^{29,30} en los jugadores deshidratados.

Mantenimiento de un nivel adecuado de hidratación

La alimentación es primordial para asegurar una correcta hidratación: la comida puede promover la ingesta y la retención de fluidos y también debe servir para reponer las pérdidas de electrolitos, principalmente sodio y potasio.

Ya se ha visto que la deshidratación empeora el rendimiento físico y mental por lo que es necesario establecer estrategias de reposición de fluidos en las situaciones en que hay una gran sudoración, añadiendo sodio en la alimentación, pero también en las bebidas cuando la sudoración es intensa. El deportista debe responsabilizarse de efectuar una hidratación adecuada³¹.

El rendimiento óptimo sólo es posible cuando la deshidratación es minimizada ingiriendo gran cantidad de líquido durante el ejercicio. La adecuada reposición de fluidos ayuda a mantener la hidratación y, por tanto, promueve la salud, la seguridad y el óptimo rendimiento físico de los participantes en actividades físicas regulares³². Además, en el ejercicio prolongado, la reposición de sodio y potasio es esencial para mantener el volumen plasmático y la hidratación³³.

Por último, es muy importante efectuar una reposición de líquido y de electrolitos después de la actividad, especialmente si se va a realizar un nuevo esfuerzo³⁴.

LAS BEBIDAS DEPORTIVAS

La legislación europea define como bebidas para deportistas los preparados alimenticios con una composición específica para conseguir una rápida absorción de agua y electrolitos y prevenir la fatiga³⁵.

Como definición más práctica, una bebida deportiva ideal es la que sacia la sed, proporciona la energía y electrolitos suficientes, se absorbe rápidamente y tiene una buena palatabilidad³⁶. Los objetivos de las bebidas para deportistas se recogen en la Tabla 2.

El esfuerzo físico precisa sustratos energéticos y líquido en una magnitud que depende de la intensidad y duración del mismo, además de otros factores como las condiciones ambientales. Cuando se reducen o agotan las reservas de sustratos, el rendimiento disminuye, lo que puede tener como consecuencia incluso la detención del esfuerzo y, cuando la pérdida hidroelectrolíti-

TABLA 2.Objetivos fundamentales de las bebidas para deportistas⁴⁷

- Aporte de hidratos de carbono que mantengan una concentración adecuada de glucosa en sangre y retrasen el agotamiento de los depósitos de glucógeno
- Reposición de los electrolitos, especialmente del sodio
- Reposición hídrica para evitar la deshidratación

TABLA 3.Composición de la bebida para deportistas¹⁸

- 80-350 kcal por litro
- El 75% de las calorías serán proporcionados por HC con un alto índice glucémico (glucosa, sacarosa, maltodextrinas).
- El contenido máximo de HC debe ser el 9% (90 gramos por litro)
- 460-1150mg (46 mg por 100 ml / 20 mmol/l - 115 mg por 100 ml / 50 mmol/l) de sodio por litro
- Osmolalidad entre 200-330 mOsm/kg de agua

ca es importante, se compromete el rendimiento y pueden aparecer problemas médicos como el golpe de calor. De ahí la necesidad y la utilidad de una hidratación y aporte de sustratos adecuados en el deporte.

La reposición hidroelectrolítica y de sustratos energéticos se ha descrito en diversos trabajos^{4, 7,9,14} y documentos de consenso^{3,13,37}. Todos ponen de manifiesto que no se puede realizar un trabajo intenso y prolongado sin una adecuada disponibilidad de HC³⁸ y que la ingestión de bebidas con glucosa y electrolitos puede mejorar el rendimiento físico incluso cuando la cantidad de glucosa sea pequeña, si bien el rendimiento puede mejorar, aunque en un menor grado, por la ingesta de agua³⁹.

Mejora del rendimiento con bebidas con HC

La depleción de glucógeno, causada por el ejercicio o por la combinación de ejercicio y un ingreso escaso de HC, reduce la capacidad de trabajo alrededor del 50% del máximo normal. Pero cuando se aumentan los depósitos musculares y hepáticos de HC, los deportistas son capaces de realizar ejercicio de alta intensidad. De esta manera, la disponibilidad de los HC y la magnitud de los depósitos de glucógeno son imprescindibles y su disminución puede ser un factor limitante del rendimiento de resistencia³⁸.

En los trabajos en los que se compara la utilidad de las bebidas con HC con otras bebidas se ve que las bebidas con HC permiten mejores resultados. Incluso las bebidas con HC y electrolitos (agua y 6% de HC y 18 mmol/l Na) son capaces de prevenir la deshidratación en chicos entrenados aclimatados al calor que realizan ejercicio en un clima tropical y con grandes pérdidas de sudor⁴⁰.

Se ha observado que en carrera a pie de 15 km, comparando el uso de agua con bebidas con un 6 y 8% de HC, la glucosa era más alta en el esfuerzo y mejoraba el rendimiento en los últimos 1.6 km de carrera con el uso de ambas bebidas de HC⁴¹. Similares resultados se encuentran con el uso de bebidas con HC al 6 y 8% que muestran mejores respuestas fisiológicas al esfuerzo de 32 km de carrera y un mejor rendimiento (mayor con la concentración de HC del 8%) que el que se obtiene con placebo⁴². Lo mismo sucede en un experimento de marcha intermitente de 3 horas en ambiente caluroso en el que la bebida con HC aumenta la glucemia, reduce la percepción de esfuerzo y aumenta la capacidad de finalización de la tarea frente a la utilización de agua sola⁴³, y en un test de rendimiento de ciclismo de larga duración en el que no hubo efecto placebo cuando los participantes pensaban que habían ingerido HC, mientras que el efecto real de la utilización de una bebida con HC fue una mejora del 10.6% en el rendimiento⁴⁴.

En un experimento en luchadores a los que se deshidrató a un nivel del 3% del peso corporal, y posteriormente se rehidrató, simulando las condiciones previas a la competición, se encontró una mayor eficacia de re-hidratación utilizando bebidas con un 6% de HC frente al agua⁴⁵.

Las bebidas que contienen HC mejoran el rendimiento en la contrarreloj de ciclismo. Además la bebida con 10% de HC mejora el rendimiento más que la bebida con 6.4%⁴⁶. Este mismo hecho, pero en carrera intermitente de alta intensidad, se ha observado utilizando bebidas con HC y electrolitos⁴⁷. También se ha observado una mejora del rendimiento físico (aumento del tiempo de carrera a pie, percepción de fatiga y tiempo de esprint de 20 m) junto con una mejora de las funciones de rendimiento mental, con la utilización de bebidas con HC lo que puede ser muy útil en el ejercicio intermitente, de intensidad variable, similar al que se realiza en los deportes de equipo⁴⁸.

En la carrera de alta intensidad intermitente de 90 min, la biopsia muscular muestra una menor utilización del glucógeno muscular (22%) con la ingestión de una bebida con HC y electrolitos, frente al placebo⁴⁹.

Resultados parecidos se han observado en diversos contextos de esfuerzo⁵⁰⁻⁵².

En los ejercicios cortos y de alta intensidad (30 min. al 85-90% VO_{2max}) no se ha observado mejora del rendimiento con bebidas con HC⁵³.

La cuestión es qué tipo de bebida utilizar en las numerosas y diversas actividades deportivas que tienen requerimientos específicos y diferentes, pero que se pueden resumir en la duración del esfuerzo, considerando que su cantidad y el tipo utilizados pueden afectar al rendimiento deportivo⁵⁴.

El incremento de la duración del esfuerzo no sólo provoca un mayor grado de deshidratación y pérdida de electrolitos sino que utiliza y acaba deplecionando el glucógeno corporal. Por ello hay un amplio consenso sobre la necesidad de utilizar bebidas con HC.

Tránsito digestivo de las bebidas con hidratos de carbono

El uso de las bebidas con HC ha tenido cierta controversia respecto a la concentración de glúcidos para que consiga una reposición energética suficiente pero con mínimas consecuencias negativas de una alta concentración de glúcidos, como el enlentecimiento del vaciado gástrico y de la absorción intestinal y el aumento de molestias gastrointestinales⁵⁵. Se ha comprobado que las bebidas con HC y electrolitos con el 5-10% de glucosa, polímeros de glucosa (maltodextrinas) y otros azúcares simples producen un adecuado vaciado gástrico junto con una hidratación y disponibilidad de sustratos importantes⁵⁶, si bien pueden aumentar las molestias gastrointestinales⁵⁷.

La concentración de HC del 8% disminuye el vaciado gástrico frente a concentraciones de 4 y 6%⁵⁸ y la concentración del 12% puede aumentar el riesgo de distress gastrointestinal y, por tanto, limitar el rendimiento en ejercicio intermitente y prolongado⁵⁹. Pero en definitiva, los líquidos con un contenido de 4-8% de HC permiten, en la mayoría de personas, un vaciado del estómago de un litro por hora cuando el volumen gástrico se mantiene en 600 ml o más¹.

Bebidas con concentraciones de 10-12% o superiores de HC enlentecen el vaciado gástrico⁶⁰.

Bebidas con hidratos de carbono

Desde que en 1939 Christensen y Hansen⁶¹ comunicaron que la capacidad de rendimiento empeoraba con una dieta restrictiva en HC antes del ejercicio, se ha desarrollado una enorme evidencia científica sobre los efectos de los HC sobre el rendimiento.

El ejercicio de larga duración provoca una depleción de los depósitos de glucógeno muscular y una disminución de las cifras de glucemia⁶², lo que conduce a la fatiga y a la limitación de la capacidad de esfuerzo y por tanto a la reducción del rendimiento⁴³; por ello se diseñaron dietas

destinadas a aumentar los depósitos de glucógeno y a retrasar su utilización en el esfuerzo. Pero también se ha descrito la utilidad de las bebidas con HC durante la actividad física porque mantiene la función cardiovascular y mejora la oxidación de los HC⁶³; por ello se recomienda que, aunque se haya hecho una dieta con carga de HC, el deportista de resistencia ingiera HC durante el ejercicio⁶⁴.

Las bebidas deportivas con HC tienen como objetivo fundamental mantener los niveles de glucemia durante el ejercicio y retrasar la utilización del glucógeno, pero también tienen un ligero efecto sobre el mantenimiento de la hidratación cuando se combinan con electrolitos y consiguen un mejor efecto que cuando se utiliza agua sola⁶⁵. Incluso aunque la adición de HC a las bebidas deportivas no facilita la rehidratación, sí que puede mejorar ligeramente la absorción intestinal de sodio y agua³⁴ y, con una adecuada palatabilidad, color, olor, gusto, temperatura y textura, puede incrementar el consumo de fluido antes, durante y después del ejercicio³.

No existe duda de la mejora del rendimiento con bebidas con HC y electrolitos más que con agua sola (34, 54), efecto que consiguen las bebidas deportivas al aumentar la glucemia, mejorar la oxidación de los HC y reducir la sensación de fatiga³.

Se ha comprobado que las bebidas con HC disminuyen la percepción de esfuerzo en las piernas y retrasan la aparición de fatiga en ciclismo de alta intensidad⁶⁶.

Las bebidas deportivas con baja concentración (4-8%) de HC, ingeridas en una cantidad acorde a la pérdida de sudor, ayudan a cumplir con los requerimientos de fluidos, energía y sodio³, pero concentraciones más altas del 8% pueden retrasar el vaciado gástrico y se deben evitar³.

Siguiendo los objetivos de las bebidas deportivas se ha establecido que la bebida deportiva debe suministrar HC como fuente fundamental de energía y debe ser eficaz en mantener la óptima hidratación⁶⁷, con la composición que se puede ver en la Tabla 3.

RECOMENDACIONES DE HIDRATACIÓN

Diversos consensos han descrito la forma en que se debe hidratar el deportista y que se resumen a continuación^{3,15,33,37}.

Hidratación antes del ejercicio

El deportista debe estar bien hidratado antes del comienzo del entrenamiento o competición, para lo que debe ingerir suficientes bebidas con las comidas, especialmente el día previo a la competición y antes de la misma se recomienda beber 5-7 ml/kg (350-600 ml) en las 4 horas anteriores. Bebidas con 20-50 mEq/L de sodio y comidas con sal suficiente ayudan a estimular la sed y a retener los fluidos consumidos. En ambiente de calor y humedad, ingerir cerca de medio litro de líquido con sales minerales durante la hora previa al comienzo de la competición (200 ml cada cuarto de hora) y, si el ejercicio va a durar más de una hora, es recomendable añadir HC a la bebida, especialmente en las dos últimas tomas⁶⁸. La mejora del sabor de los fluidos promueve su consumo. El sabor depende de la temperatura (15-21° C), de la cantidad de sodio y del tipo de HC utilizado⁶⁹.

Hidratación durante el ejercicio

En el ejercicio, la hidratación persigue mantener el balance hidroelectrolítico y el volumen plasmático adecuados y así, a partir de los 30 minutos del inicio del esfuerzo, empieza a ser necesario compensar la pérdida de líquidos, y después de una hora esto se hace imprescindible. Se recomienda beber 6-8 ml de líquido por kg de peso y hora de ejercicio (150-200 ml cada 20 minutos).

Las bebidas con 4-8% HC se recomiendan para acontecimientos de ejercicio intenso que duren más de una hora. Estas bebidas son también convenientes en actividades de menos de una hora, aunque el agua también es apropiada en estas condiciones.

Aunque fisiológicamente no es necesario utilizar electrolitos en una sesión única de 3-4

horas, especialmente si la dieta sólida ha proporcionado sodio suficiente, se recomienda incluir 0,5-0,7 g/l de sodio en ejercicio de más de una hora porque mejora la palatabilidad, ayuda a beber más líquido y ayuda a prevenir la hiponatremia en población susceptible. Esta cantidad de sodio excede la disponible en las bebidas comerciales.

Rehidratación post-esfuerzo

El objetivo de la rehidratación post-esfuerzo es restablecer la función fisiológica cardiovascular, muscular y metabólica, reponiendo las pérdidas de líquidos y solutos producidas en el ejercicio.

Si la disminución de peso durante el esfuerzo ha sido superior al 2%, conviene beber aunque no se tenga sed y salar más los alimentos. Se recomienda ingerir como mínimo un 150% de la pérdida de peso en las primeras 6 horas tras el ejercicio para recuperar el equilibrio hídrico. La resíntesis del glucógeno es mayor durante las dos primeras horas después del esfuerzo. Por ello, las bebidas de rehidratación post-ejercicio deben contener sodio e HC y se deben ingerir después del esfuerzo lo antes posible.

RESUMEN

La hidratación del deportista constituye un aspecto fundamental entre las diversas estrategias que se utilizan para mejorar el rendimiento pero también para evitar problemas relacionados con la salud, alguno de ellos de extrema gravedad.

El esfuerzo, a través del trabajo muscular y la consiguiente liberación de calor, pone en marcha una serie de mecanismos compensadores entre los que se encuentra la evaporación por sudor, especialmente en ambientes calurosos y húmedos. Esta sudoración provoca unas pérdidas de fluidos que pueden superar los 2 litros por hora y que es necesario compensar mediante la administración de bebidas de reposición.

Además, en el esfuerzo prolongado, hay una utilización de sustratos energéticos que provocan la disminución y depleción de las reservas de glucógeno que, en caso de no ser repuestas, determinarían la disminución o incluso la detención de la actividad.

Por ello, las bebidas con electrolitos e hidratos de carbono, utilizadas en las cantidades y proporciones adecuadas, que dependerán de la duración, intensidad y tipo de esfuerzo, van a servir para reponer las pérdidas de fluidos, de electrolitos y de sustratos, permitiendo mejorar el rendimiento deportivo y para disminuir el riesgo de aparición de enfermedades relacionadas con el calor.

Palabras clave: Hidratación. Ejercicio físico. Rendimiento. Bebidas azucaradas. Energía. Salud.

SUMMARY

Hydration is a fundamental consideration among the strategies used to improve the performance of athletes and avoid health problems, including some that are extremely serious.

Physical exercise, through work performed by the muscles and the resulting production of heat, triggers a series of compensating mechanisms, including the evaporation of sweat, especially in hot and humid settings. Sweating causes fluid loss which can exceed 2 liters per hour making it is necessary to compensate for this loss with replacement fluids.

Additionally, in cases of prolonged exercise, energy substrates are consumed, provoking a reduction and depletion of stored glycogen which, if not replenished, can bring about a reduction or even a cessation of the activity.

For this reason, drinks containing electrolytes and carbohydrates when used in the quantity and proportions that are appropriate for the duration, intensity, and type of exercise engaged in, will help

to replace lost fluids, electrolytes and substrates and thereby improve sports performance and reduce the risk of heat-related illnesses.

Key words: Hydration. Physical exercise. Performance. Carbohydrate drinks. Energy. Health.

B I B L I O G R A F Í A

- 1. Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine:** Nutrition and athletic performance. *J Am Diet Assoc* 2000;100:1543-1556.
- 2. Thermoregulation and exercise.** Wilmore JH, Costill DL. Eds. *Physiology of sport and exercise*, Second Edition. Champaign: Human Kinetics, 1994; 310-341.
- 3. American College of Sports Medicine, Sawka MN, Burke LM, Eichner.** American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39: 377-390.
- 4. Murray B.** Hydration and physical performance. *J Am Coll Nutr* 2007;26:542S-548S.
- 5. Rehrer NJ.** Fluid and electrolyte balance in ultraendurance sport. *Sports Med* 2001;31:701-715.
- 6. Sharp RL.** Role of sodium in fluid homeostasis with exercise. *J Am Coll Nutr* 2006; 25(3 Suppl):231S-239S.
- 7. Von Duvillard SP, Braun WA, Markofski M, Beneke R, Leithäuser R.** Fluids and hydration in prolonged endurance performance. *Nutrition* 2004;20:651-656.
- 8. Chevront SN, Carter R 3rd, Castellani JW, Sawka MN.** Hypohydration impairs endurance exercise performance in temperate but not cold air. *J Appl Physiol* 2005;99:1972-1976.
- 9. Maughan RJ, Shirreffs SM.** Development of hydration strategies to optimize performance for athletes in high-intensity sports and in sports with repeated intense efforts. *Scand J Med Sci Sports* 2010;20Suppl 2:59-69.
- 10. Almond CSD, Shin AY, Fortescue EB, Mannix RC, Wypij D, Binstadt BA, Duncan CN, Olson DP, Salerno AE, Newburger JW, Greenes DS.** Hyponatremia among runners in the Boston Marathon. *N Engl J Med* 2005;352:1550-1556.
- 11. Sawka MN, Young AJ, Lutzka WA, Neuffer PD, Quigley MD, Pandolf KB.** Human tolerance to heat strain during exercise: influence of hydration. *J Appl Physiol* 1992;73:368-375.
- 12. Epstein Y, Moran DS, Shapiro Y, Sohar E, Shemer J.** Exertional heat stroke: a case series. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:224-228.
- 13. Palacios Gil-Antuñano N (Coordinadora), Franco Bonafonte L, Manonelles Marqueta P, Manuz González B, Villegas García JA.** Consenso sobre bebidas para el deportista. Composición y pautas de reposición de líquidos. Documento de consenso de la Federación Española de Medicina del Deporte. *Arch Med Deporte* 2008;126:245-258.
- 14. Von Duvillard SP, Arciero PJ, Tietjen-Smith T, Alford K.** Sports drinks, exercise training, and competition. *Curr Sports Med Rep* 2008;7:202-208.
- 15. Sawka MN, Noakes TD.** Does dehydration impair exercise performance? *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:1209-1217.
- 16. Chevront SN, Carter R 3rd, Sawka MN.** Fluid balance and endurance exercise performance. *Curr Sports Med Rep* 2003;2:202-208.
- 17. Walsh RM, Noakes TD, Hawley JA, Dennis SC.** Impaired high-intensity cycling performance time at low levels of dehydration. *Int J Sports Med* 1994;15:392-398.

18. Maxwell NS, McKenzie RW, Bishop D. Influence of hypohydration on intermittent sprint performance in the heat. *Int J Sports Physiol Perform* 2009;4:54-67.
19. Shirreffs SM. Symposium on "Performance, exercise and health" Hydration, fluids and performance. *Proceedings of the Nutrition Society* 2009;68:17-22.
20. Hargreaves M. Physiological limits to exercise performance in the heat. *J Sci Med Sport* 2008;11:66-71.
21. Chevront SN, Carter R 3rd, Haymes EM, Sawka MN. No effect of moderate hypohydration or hyperthermia on anaerobic exercise performance. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38:1093-1097.
22. Judelson DA, Maresh CM, Anderson JM, Armstrong LE, Casa DJ, Kraem WJ, Volek JS. Hydration and muscular performance: does fluid balance affect strength, power and high-intensity endurance? *Sports Med* 2007;37:907-921.
23. Judelson DA, Maresh CM, Farrell MJ, Yamamoto LM, Armstrong LE, Kraemer WJ, Volek JS, Spiering BA, Casa, DK, Anderson JM. Effect of hydration state on strength, power, and resistance exercise performance. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39:1817-1824.
24. Hancock PA, Vasmatazidis I. Effects of heat stress on cognitive performance: the current state of knowledge. *Int J Hyperthermia* 2003; 19: 355-372.
25. Grandjean AC, Grandjean NR. Dehydration and cognitive performance. *Am Coll Nutr* 2007;26 (Suppl 5):549S-554S.
26. Maughan RJ, Shirreffs SM, Watson P. Exercise, heat, hydration and the brain. *J Am Coll Nutr* 2007;26:604S-612S.
27. Ebert TR, Martin DT, Bullock N, Mujika I, Quod MJ, Farthing LA, Burke LM, Withers RT. Influence of hydration status on thermoregulation and cycling hill climbing. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:323-329.
28. Edwards AM, Mann ME, Marfell-Jones MJ, Rankin DM, Noakes TD, Shillington DP. Influence of moderate dehydration on soccer performance: physiological responses to 45 min of outdoor match-play and the immediate subsequent performance. *Br J Sports Med* 2007;41:385-391.
29. Baker LB, Dougherty KA, Chow M, Kenney WL. Progressive dehydration causes a progressive decline in basketball skill performance. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:1114-1123.
30. Baker LB, Conroy DE, Kenney WL. Dehydration impairs vigilance-related attention in male basketball players. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:976-983.
31. Maughan RJ, Shirreffs SM. Development of individual hydration strategies for athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2008;18:457-472.
32. Convertino VA, Armstrong LE, Coyle EF, Mack GW, Sawka MN, Senay L Jr, Sherman WM. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc* 1996;28:i-vii.
33. Sanders B, Noakes TD, Dennis SC. Sodium replacement and fluid shifts during prolonged exercise in humans. *Eur J Appl Physiol* 2001;84:419-425.
34. Shirreffs SM, Armstrong LE, Chevront SN. Fluid and electrolyte needs for preparation and recovery from training and competition. *J Sports Sci* 2004;22:57-63.
35. Boza Puerta JJ, Kettler S, Knowles ME. Bebidas refrescantes. En: Gil A. Ed. Tratado de nutrición. Tomo II. Composición y calidad nutritiva de los alimentos. 2ª ed. Madrid: Panamericana, 2010; 313-333.
36. Van Nieuwenhoven MA, Brummer RM, Brouns F. Gastrointestinal function during exercise: comparison of water, sports drink, and sports drink with caffeine. *J Appl Physiol* 2000;89:1079-1085.
37. American College of Sports Medicine; American Dietetic Association; Dietitians of Canada. Joint Position Statement: nutrition and athletic performance. American College of Sports Medicine, American Dietetic Association, and Dietitians of Canada. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:2130-2145.
38. Brouns F, Nieuwenhoven M, Jeukendrup A, Marken Lichtenbelt W. Functional foods and food supplements for athletes: from myths to benefit claims substantiation through the study of selected biomarkers. *Br J Nutr* 2002;88 Suppl 2:S177-S186.
39. Maughan RJ, Bethell LR, Leiper JB. Effects of ingested fluids on exercise capacity and on cardiovascular and metabolic responses to prolonged exercise in man. *Exp Physiol* 1996;81:847-859.
40. Rivera-Brown AM, Gutiérrez R, Gutiérrez JC, Frontera WR, Bar-Or O. Drink composition, vo-

- luntary drinking, and fluid balance in exercising, trained, heat-acclimatized boys. *J Appl Physiol* 1999;86:78-84.
41. Millard-Stafford M, Roskopf LB, Snow TK, Hinson BT. Water versus carbohydrate-electrolyte ingestion before and during a 15-km run in the heat. *Int J Sport Nutr*. 1997;7:26-38.
 42. Millard-Stafford ML, Sparling PB, Roskopf LB, Snow TK. Should carbohydrate concentration of a sports drink be less than 8% during exercise in the heat? *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2005;15:117-130.
 43. Byrne C, Lim CL, Chew SA, Ming ET. Water versus carbohydrate-electrolyte fluid replacement during loaded marching under heat stress. *Mil Med* 2005;170:715-721.
 44. Hulston CJ, Jeukendrup AE. No placebo effect from carbohydrate intake during prolonged exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2009;19:275-284.
 45. Valiente JS, Utter AC, Quindry JC, Nieman DC. Effects of commercially formulated water on the hydration status of dehydrated collegiate wrestlers. *J Strength Cond Res* 2009;23:2210-2216.
 46. Bacharach DW, von Duvillard SP, Rundell KW, Meng J, Cring MR, Szmedra L, Castle JM. Carbohydrate drinks and cycling performance. *J Sports Med Phys Fitness*. 1994;34:161-168.
 47. Nicholas CW, Williams C, Lakomy HK, Phillips G, Nowitz A. Influence of ingesting a carbohydrate-electrolyte solution on endurance capacity during intermittent, high-intensity shuttle running. *J Sports Sci* 1995;13:283-290.
 48. Welsh RS, Davis JM, Burke JR, Williams HG. Carbohydrates and physical/mental performance during intermittent exercise to fatigue. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:723-731.
 49. Nicholas CW, Tsintzas K, Boobis L, Williams C. Carbohydrate-electrolyte ingestion during intermittent high-intensity running. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:1280-1286.
 50. Maughan RJ, Leiper JB. Fluid replacement and exercise stress. A brief review of studies on fluid replacement and some guidelines for the athlete. *Sports Med* 1991;12:16-31.
 51. Evans GH, Shirreffs SM, Maughan RJ. Postexercise rehydration in man: the effects of osmolality and carbohydrate content of ingested drinks. *Nutrition* 2009;25:905-913.
 52. Leatt PB, Jacobs I. Effect of glucose polymer ingestion on glycogen depletion during a soccer match. *Can J Sport Sci* 1989; 14: 112-116.
 53. Jeukendrup AE, Hopkins S, Aragón-Vargas LF, Hulston C. No effect of carbohydrate feeding on 16 km cycling time trial performance. *Eur J Appl Physiol* 2008;104:831-337.
 54. Bilzon JL, Murphy JL, Allsopp AJ, Wootton SA, Williams C. Influence of glucose ingestion by humans during recovery from exercise on substrate utilisation during subsequent exercise in a warm environment. *Eur J Appl Physiol* 2002;87:318-326.
 55. López Román FJ, Luque AJ, Mulero F, Contreras J, Nuño de la Rosa JA, Villegas JA. Factores que influyen sobre el vaciado gástrico de bebidas deportivas durante el ejercicio. *Arch Med Deporte* 2005;108:303-310.
 56. Burke LM, Read RS. Dietary supplements in sport. *Sports Med* 1993;15:43-65.
 57. Van Nieuwenhoven MA, Brouns F, Kovacs EM. The effect of two sports drinks and water on GI complaints and performance during an 18-km run. *Int J Sports Med* 2005;26:281-285.
 58. Murray R, Bartoli W, Stofan J, Horn M, Eddy D. A comparison of the gastric emptying characteristics of selected sports drinks. *Int J Sport Nutr* 1999;9:263-274.
 59. Davis JM, Burgess WA, Slentz CA, Bartoli WP, Pate RR. Effects of ingesting 6% and 12% glucose/electrolyte beverages during prolonged intermittent cycling in the heat. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1988;57:563-569.
 60. Martínez González AB, Nuño de la Rosa Y Pozuelo JA, Sánchez Gascón F, Villegas García JA, Mulero Anierte F, Contreras Gutiérrez JC. Estudio gammagráfico del ritmo de vaciado gástrico de bebidas de reposición en deportistas. *Rev Esp Med Nucl* 2005;24:19-26.
 61. Hawley JA, Schabort EJ, Noakes TD, Dennis SC. Carbohydrate-loading and exercise performance. An update. *Sports Med* 1997; 24: 73-81.
 62. Coyle EF, Coggan AR, Hemmert MK, Ivy JL. Muscle glycogen utilization during prolonged strenuous exercise when fed carbohydrate. *J Appl Physiol* 1986;61:165-172.
 63. Murray B. The role of salt and glucose replacement drinks in the marathon. *Sports Med* 2007;37:358-360.

64. **Dennis SC, Noakes TD, Hawley JA.** Nutritional strategies to minimize fatigue during prolonged exercise: fluid, electrolyte and energy replacement. *J Sports Sci* 1997;15:305-313.
65. **Osterberg KL, Pallardy SE, Johnson RJ, Horswill CA.** Carbohydrate exerts a mild influence on fluid retention following exercise-induced dehydration. *J Appl Physiol* 2010;108:245-250.
66. **Davis JM, Jackson DA, Broadwell MS, Queary JL, Lambert CL.** Carbohydrate drinks delay fatigue during intermittent, high-intensity cycling in active men and women. *Int J Sport Nutr* 1997;7:261-273.
67. **Report of the Scientific Committee on Food on composition and specification of food intended to meet the expenditure of intense muscular effort, especially for sportsmen.** Fecha de acceso 27/12/2010. URL disponible en: http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out64_en.pdf.
68. **Shirreffs SM, Maughan RJ.** Volumen repletion after exercise induced volume depletion in humans: replacement of water and sodium losses. *Am J Physiol* 1998;274:F868-F875.
69. **Maughan RJ, Owen JH, Shirreffs SM, Leiper JB.** Post-exercise rehydration in man: effects of electrolyte addition to ingested fluids. *Eur J Appl Physiol* 1994;69:209-215.