

Monograph

# Composición Óptima de las Bebidas Deportivas para los Deportes de Resistencia

Will G Hopkins<sup>1</sup> y Matthew R Wood<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Sport and Recreation, AUT University, Auckland 1020, New Zealand.*

## RESUMEN

---

Las bebidas deportivas utilizadas con el propósito de mejorar el rendimiento en los eventos de resistencia que duran varias horas deben contener ~ 20 mM de sales (cloruro de sodio) y ~ 10% de carbohidratos en forma de polímero de glucosa y fructosa. Las sales y los carbohidratos compensan las pérdidas de estas sustancias causadas por el ejercicio. Además, aceleran la absorción de agua. Los polímeros de glucosa son utilizados para mantener la concentración total de solutos osmóticamente activos (tonicidad u osmolaridad) de la bebida por debajo de la de los fluidos corporales, ya que mayores concentraciones pueden reducir la tasa de vaciado gástrico y reducir la tasa de absorción de agua en el intestino delgado.

**Palabras Clave:** carbohidratos, energía, hidratación, nutrición, sal, agua

## INTRODUCCION

---

Este artículo es una versión editada de una revisión de la literatura comisionada por un fabricante de bebidas deportivas acerca de "los mecanismos...de absorción de agua en las bebidas deportivas con diferente contenido de carbohidratos y tonicidad...explicando de que manera los carbohidratos, electrolitos y la tonicidad afectan la absorción de agua y la hidratación en una forma sencilla de entender. En nuestro reporte hicimos énfasis tanto en la absorción de carbohidratos como de agua, por las siguientes razones. Primero, en ambientes calurosos y húmedos, si el ejercicio es de suficiente duración e intensidad como para que la deshidratación sea un problema a considerar entonces el suministro de carbohidratos también será un problema a considerar. Segundo, la absorción de carbohidratos en si constituye un mayor problema que la absorción de agua. Por último, asumimos que una bebida deportiva tiene el propósito de optimizar el rendimiento de los atletas de elite y de aquellos individuos que realizan varios deportes en forma recreacional o de los atletas que participan en eventos de ultraresistencia. Para el mercado general constituido por entusiastas del "fitness" menos serios, no hay necesidad de preocuparse por la depleción de agua, sales y carbohidratos durante el ejercicio. En efecto, la mayoría de estos tipos de actividades pueden llevarse a cabo sin ninguna preocupación por la ingesta de fluidos y carbohidratos.

Para la confección de este artículo hemos realizado una búsqueda de artículos en SportDiscus y Medline, pero obtuvimos mejores resultados utilizando la Web de Ciencia en la búsqueda de todos los artículos que citaran el trabajo de Rehrer et al (1992). Como resultado hallamos revisiones llevadas a cabo por lo principales investigadores en este campo (Brouns and Kovacs, 1997; Coyle, 2004; Jeukendrup, 2004; Jeukendrup et al., 2005; Maughan and Leiper, 1999; Rehrer, 2001).

En la última década por lo general se ha acordado que las bebidas deportivas deben contener sales (cloruro de sodio,

NaCl) y carbohidratos (azúcares) a una concentración de 20 mM y 6% (6 gramos cada 100 mL) respectivamente. Los investigadores también concuerdan en que al menos parte de los carbohidratos deben estar en forma de disacáridos (comúnmente sucrosa) o polímeros de glucosa (maltodextrinas). En los dos últimos años Jeukendrup y colaboradores han hallado una forma de incrementar la tasa de absorción de carbohidratos. El presente reporte es principalmente una revisión de revisiones. Los únicos artículos originales de investigación que incluimos son los más recientes que no se encuentran incluidos en las revisiones. Los aspectos relacionados con la composición de las bebidas deportivas son los siguientes:

### **El Ejercicio provoca la Depleción de Agua y Sales**

El ejercicio resulta en la pérdida de agua y sales corporales a través de la evaporación de agua en los pulmones y de agua y sales a través del sudor. Durante la realización de ejercicios de suficiente duración e intensidad, la pérdida de agua reduce el volumen de sangre disponible para que el corazón bombee a los músculos y la piel. La reducción del flujo sanguíneo hacia los músculos implica un menor transporte de oxígeno hacia estos, por lo que se producirá una reducción en el rendimiento de resistencia. La reducción del flujo sanguíneo hacia la piel implica una menor eliminación del calor corporal con lo cual se incrementa el riesgo de sufrir un golpe de calor (daño celular y tisular por sobrecalentamiento), especialmente en ambientes calurosos y húmedos. La pérdida de agua y sales también provoca la reducción de la producción de sudor, lo cual incrementa el riesgo de sufrir un golpe de calor. Estos efectos se vuelven substanciales durante la realización de ejercicios casi máximos de una hora o más de duración en ambientes calurosos o de dos horas de duración en ambientes frescos.

En eventos de larga duración en los que los sujetos exhiben altas tasas de sudoración, el fallo en reponer las sales perdidas en el sudor, combinado con el excesivo consumo de agua o bebidas que no contengan sal, hay un incrementado riesgo de sufrir hiponatremia. En la condición conocida como hiponatremia la sangre se vuelve más diluida, y como consecuencia se produce una entrada excesiva de agua en las células y tejidos corporales, incluyendo el cerebro. De esta manera el cerebro se "hincha" y, como se encuentra encerrado en el cráneo, se produce un incremento de la presión intracraneal lo que puede reducir el flujo sanguíneo hacia el cerebro. En muy raras ocasiones se produce daño cerebral y muerte, no obstante esto es posible.

### **El Ejercicio provoca la Depleción de Carbohidratos**

El ejercicio resulta en la pérdida de los carbohidratos almacenados en forma de glucógeno en los músculos y el hígado. Luego de una hora de ejercicio vigoroso, la pérdida de glucógeno contribuye a la sensación de fatiga ya sea por sus efectos en la función cerebral o por la caída de la concentración de glucosa en sangre (debido a la incapacidad del hígado para mantener la concentración de glucosa sanguínea en vista de las demandas musculares de este sustrato) o debido a que la depleción del glucógeno muscular reduce la capacidad de los músculos para realizar trabajo. Por lo tanto se produce una reducción del rendimiento.

### **Las Bebidas Deportivas pueden Compensar estas Pérdidas**

Las bebidas que contienen una apropiada concentración de sales y, la concentración y el tipo apropiado de carbohidratos, consumidas a una tasa adecuada pueden compensar las pérdidas previamente mencionadas; siempre y cuando sean consumidas antes y durante el ejercicio, con lo cual se puede conseguir una mejora del rendimiento.

Las investigaciones que han tratado de determinar cual es el contenido apropiado de una bebida deportiva se han enfocado en diversas variables: tasa de vaciado gástrico, tasa de absorción en el intestino delgado, tasa de oxidación de los carbohidratos ingeridos y rendimiento de resistencia.

Las sales y los carbohidratos contenidos en las bebidas deportivas actúan sinérgicamente para estimular la absorción de agua. Esto es, la absorción de agua es más rápida si se consume agua más sales o agua más carbohidratos que si se consume agua común, aun cuando hay una reducción del gradiente de absorción de agua en el intestino delgado debida a la adición de sales y carbohidratos a la bebida. El mecanismo de este efecto sinérgico probablemente involucra la apertura de los canales de agua en la pared del intestino delgado.

Una bebida deportiva puede obviamente acelerar la recuperación de las pérdidas luego de finalizado el ejercicio. La rápida recuperación es un aspecto fundamental para aquellos atletas que entrenan todos los días, especialmente si entrenan dos veces al día.

No obstante, puede ser beneficioso realizar algunas sesiones de entrenamiento en un estado de ligera deshidratación y/o de retraso en la restauración de fluidos luego del entrenamiento. Esto se debe a que el cuerpo puede supercomensar las pérdidas de fluidos incrementando el volumen sanguíneo por encima de los valores normales, lo cual en definitiva podría beneficiar al rendimiento de resistencia. También podría ser beneficioso para los atletas que participan en eventos de

resistencia de larga duración o en eventos de ultraresistencia realizar algunas sesiones de entrenamiento en un estado de ligera depleción glucogénica, para provocar la supercompensación de las reservas de glucógeno y/o para provocar una mayor utilización de grasas durante dichos eventos. Actualmente se están llevando a cabo varias investigaciones acerca de este tema en diversos laboratorios.

Con estos aspectos en mente, realizamos las siguientes recomendaciones acerca de la composición óptima de una bebida deportiva que fuera a ser utilizada por atletas de resistencia en eventos que duren varias horas.

- La concentración de sales estará determinada parcialmente por la necesidad de cubrir, al menos parcialmente, la tasa esperada de pérdida de sales por sudor.
- La concentración de carbohidratos estará determinada parcialmente por la tasa máxima de absorción en el intestino. (La tasa máxima a la cual los carbohidratos pueden ser utilizados como combustibles en procesos aeróbicos y anaeróbicos es mayor que la tasa a la cual estos pueden ser absorbidos).
- La concentración combinada de sales y carbohidratos estará determinada por la tasa a la que se necesita consumir agua para reemplazar las pérdidas, y por la necesidad de limitar el efecto inhibitorio de altas concentraciones de soluto tanto sobre el vaciado gástrico como sobre el transporte de agua a través de la pared del intestino delgado.
- Todo lo anterior estará parcialmente determinado por la duración e intensidad del ejercicio y por las condiciones ambientales en las cuales se lleva a cabo el ejercicio.
- En el artículo de Rehrer (2001) puede hallarse un diagrama que resume los diferentes modelos para duraciones de ejercicio de hasta 24 horas. Esta investigadora optó por una concentración de 20 mM (1.2 g/L o 0.12% p/v) de NaCl y 60 g/L (6% p/v) de carbohidratos al menos parcialmente en forma de polímeros de glucosa, para una tasa de consumo esperada de 1.5 L/h en ejercicios de 2 horas de duración, y hasta dos veces la cantidad de NaCl y un medio más de carbohidratos para una tasa de consumo esperada de 0.75 L/h en ejercicios de 24 horas de duración.
- En una reciente investigación llevada a cabo por Jeukendrup y colaboradores se indica que la tasa de absorción y oxidación de carbohidratos puede incrementarse utilizando varios tipos de carbohidratos, aparentemente debido a que la tasa de absorción de cada clase de carbohidrato está limitada por transportadores específicos en la pared del intestino delgado.
  - Con glucosa o polímeros de glucosa solamente, la tasa máxima es de ~ 1.0 g/min, aunque Jentjens et al (2004) observaron una tasa de 1.7 g/min cuando sus sujetos ingirieron una mezcla de glucosa + fructosa + sucrosa a una tasa de 1.2 + 0.6 + 0.6 g/min en una bebida que contenía 20 mM de NaCl. Luego de un bolo inicial de 600 mL, la bebida fue consumida a una tasa de 600 mL/h. Nosotros hemos calculado que la bebida por lo tanto contenía 12% de glucosa, 6% de fructosa y 6% de sucrosa, la cual es una concentración cuatro veces mayor que la concentración total recomendada. Nosotros también calculamos que la osmolaridad de la bebida era de 1215 mOsm, la cual es más de cuatro veces mayor que la de los fluidos corporales. No se realizaron comentarios acerca de los efectos de esta bebida sobre la absorción de agua, pero presumiblemente estuvo bastante desmejorada.
  - En un estudio más reciente, Wallis et al (2005) alcanzaron una tasa de absorción/oxidación de 1.5 g/min con una bebida más realista que contenía 7.5% de maltodextrina y 3.75% de fructosa (carbohidratos totales = 11.25%). Luego de un bolo inicial de 600 mL, la bebida fue consumida a una tasa de 800 mL/h. En esta bebida no se incluyó NaCl, y la osmolaridad fue de 260 mOsm. No se reportó la tasa de absorción de agua. La adición de 20 mM de NaCl a esta bebida probablemente hubiera incrementado la tasa de absorción de agua y también la tasa de absorción de carbohidratos. La reducción en el contenido de carbohidratos probablemente hubiera acelerado la absorción de agua a expensas de reducir ligeramente la absorción de carbohidratos.
- La utilización de polímeros de glucosa altamente ramificados de alto peso molecular puede reducir la concentración de soluto y acelerar el vaciado gástrico. Una bebida que contenga 10% de este polímero tendría una concentración total de soluto de 150 mOsm y se vaciaría del estómago más rápidamente que una bebida que contuviera 10% de maltodextrina con una concentración de 270 mOsm (Takii et al., 2005). No se han reportado los efectos sobre la absorción/oxidación de carbohidratos.
- La investigación acerca de la composición de las bebidas deportivas presumiblemente continuará durante varios años. Mientras tanto, podemos optar por una bebida que contenga ~ 20 mM de NaCl y ~ 10% de carbohidratos en forma de maltodextrinas (6.5%) y fructosa (3.5%). También sería apropiado evaluar una bebida que contenga el 11% del polímero de glucosa utilizado por Takii et al (2005) con un 4% de fructosa y 20 mM de NaCl.

En conclusión, queremos enfatizar que nuestras recomendaciones se aplican a la utilización de bebidas deportivas durante eventos de resistencia y no durante el entrenamiento para dichos eventos. La composición óptima de una bebida para el entrenamiento dependerá de varios factores, incluyendo si el agua es consumida antes, durante o después del entrenamiento, que tipo de entrenamiento se está llevando a cabo y en que fase del entrenamiento se encuentra el atleta. En ocasiones la mejor bebida deportiva podría contener proteínas, aminoácidos, carbohidratos o ser solo agua. En ocasiones no consumir bebidas podría ser la mejor estrategia.

## REFERENCIAS

---

1. Brouns F, Kovacs E (1997). Functional drinks for athletes. *Trends in Food Science & Technology* 8, 414-421
2. Coyle EF (2004). Fluid and fuel intake during exercise. *Journal of Sports Sciences* 22, 39-55
3. Jentjens R, Moseley L, Waring RH, Harding LK, Jeukendrup AE (2004). Oxidation of combined ingestion of glucose and fructose during exercise. *Journal of Applied Physiology* 96, 1277-1284
4. Jeukendrup AE (2004). Carbohydrate intake during exercise and performance. *Nutrition* 20, 669-677
5. Jeukendrup AE, Jentjens RLP, Moseley L (2005). Nutritional considerations in triathlon. *Sports Medicine* 35, 163-181
6. Maughan RJ, Leiper JB (1999). Limitations to fluid replacement during exercise. *Canadian Journal of Applied Physiology-Revue Canadienne De Physiologie Appliquee* 24, 173-187
7. Rehrer NJ, Wagenmakers AJM, Beckers EJ, Halliday D, Leiper JB, Brouns F, Maughan RJ, Westerterp K, Saris WH (1992). Gastric emptying, absorption, and carbohydrate oxidation during prolonged exercise. *Journal of Applied Physiology* 72, 468-475
8. Rehrer NJ (2001). Fluid and electrolyte balance in ultra-endurance sport. *Sports Medicine* 31, 701-715
9. Takii H, Takii NY, Kometani T, Nishimura T, Nakae T, Kuriki T, Fushiki T (2005). Fluids containing a highly branched cyclic dextrin influence the gastric emptying rate. *International Journal of Sports Medicine* 26, 314-319
10. Wallis GA, Rowlands DS, Shaw C, Jentjens R, Jeukendrup AE (2005). Oxidation of combined ingestion of maltodextrins and fructose during exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 37, 426-432

### Cita Original

Will G Hopkins, Matthew R Wood. The Optimum Composition for Endurance Sports Drinks. *Sportscience* 10, 59-62, 2006 (sportsci.org/2006/wghdrinks.htm)