

Composición de las bebidas deportivas: efectos sobre la hidratación y el rendimiento

ANDRÉS SANTIAGO PARODI FEYE

Lic. en Educación Física (ISEF, UDELAR). Instituto Universitario
Asociación Cristiana de Jóvenes (IUAC).
Contacto: andresparodi2005@yahoo.com

Recibido: 29.11.2017
Aprobado: 13.08.2018

DOI: <https://doi.org/10.28997/ruefd.v0i11.3>

Resumen

La práctica de ejercicio físico intenso y/o prolongado trae aparejada la pérdida de agua corporal y electrolitos a través del sudor. El propósito de este trabajo es, a partir de la revisión de la literatura científica, describir el efecto de la deshidratación sobre la salud y el rendimiento, analizando además la eficacia de la composición de las bebidas deportivas en la rehidratación del deportista.

Palabras clave: Hidratación; Bebidas deportivas; Deporte; Rendimiento; Salud.

COMPOSITION OF SPORTS DRINKS: EFFECT ON HYDRATION AND PERFORMANCE

Abstract

The practice of intense and/or prolonged exercise is linked with loss of water and electrolytes through sweat. The purpose of this work is to describe, based on the review of the scientific literature, the effect of dehydration on health and performance, and analyze the efficacy of the composition of sports drinks in the rehydration of the athlete.

Keywords: Hydration; Sports drinks; Sport performance; Health.

LA DESHIDRATACIÓN EN EL DEPORTE Y EL EJERCICIO

¡La atención funciona!

El término “deshidratación” refiere a una pérdida de agua mayor al 2% de la masa corporal (Cheuvront, Carter 3rd, & Sawka, 2003). Durante la práctica de ejercicio físico intenso o prolongado, esto es causado principalmente por pérdida de sudor, y determina en parte el desarrollo de fatiga, habiéndose demostrado un

efecto adverso sobre el rendimiento en deportes de resistencia (Sawka & Noakes, 2007) y en ejercicios con sobrecarga (Judelson et al., 2007).

Efectos de la deshidratación en la salud y el rendimiento:

Está bien documentado en la literatura científica el efecto deletéreo de la deshidratación en la salud y el rendimiento deportivo.

En un estudio (Craig & Cummings, 1966) se determinó que el tiempo total de caminata en

cinta hasta el agotamiento se redujo en un 22% y el VO₂ en un 10% en sujetos con un 2% de deshidratación, mientras que la reducción fue de un 48% y 22% respectivamente cuando la deshidratación era del 4% de la masa corporal.

Se demostró también que la deshidratación inducida por el ejercicio, aunque sea leve, compromete en forma aguda las capacidades cognitivas (Van Den Eynde, Van Baelen, Portzky, & Audenaert, 2008), mientras que pérdidas mayores (cercasas al 8%) pueden producir síntomas importantes e incluso riesgo vital si la pérdida es cercana al 10% del peso corporal (Palacios Gil-Antuñano, Franco Bonafonte, Manonelles Marqueta, Manuz González, & Villegas García, 2008).

No hay consenso sobre el mecanismo fisiológico exacto por el cual la deshidratación ocasiona pérdida de rendimiento; algunos autores plantean que el feedback sensorial de muchos órganos y tejidos regula la magnitud del reclutamiento del músculo, y por consiguiente la intensidad del mismo que puede ser mantenida (St. Clair Gibson & Noakes, 2004).

A este respecto, la sensación de sed actuaría como mecanismo de percepción consciente de una perturbación en la homeostasis celular, ocasionando como cambio conductual una reducción en la intensidad del ejercicio, además de un aumento en el deseo de beber agua (Tucker, Marle, Lambert, & Noakes, 2006).

Otros autores sostienen que es la hipertermia, secundaria al estado de deshidratación, el factor crítico que explicaría la disminución en el rendimiento, produciendo un aumento de la tensión CV, alterando el metabolismo del músculo esquelético, reduciendo el flujo de sangre al cerebro y aumentando la percepción de esfuerzo (Nybo, Møller, Volianitis, Nielsen, & Secher, 2002).

El ACSM (2007) recomienda ingerir fluidos para evitar una pérdida de peso corporal mayor a 2% durante el ejercicio, estableciendo que, cuando las condiciones ambientales son calurosas y la intensidad es alta, un hombre de 70Kg necesitaría consumir un mínimo de 400ml/hora (Sawka et al., 2007), mientras que la Asociación Internacional de Directores Médicos de Competiciones de Maratón, teniendo en cuenta los accidentes de hiponatremia producidos por la ingesta excesiva de

agua, sugiere que se debe ingerir, como máximo, de 6 a 8 mililitros de líquido por Kg de peso y por hora de ejercicio, es decir unos 400 a 560ml/hora, en ejercicios de larga duración.

Otros autores (Montain & Coyle, 1992) sugieren que la tasa óptima de reemplazo de fluidos es equiparar la pérdida de sudor, y por consiguiente la ingesta de líquido necesaria sería de 1,1 a 1,8 L/hora. A pesar de esto, se ha visto que la ingesta de los atletas generalmente es inferior a lo recomendado, raramente superando los 500 ml/hora (Noakes, 1993).

ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN DE LAS BEBIDAS DEPORTIVAS

Se entiende por bebidas deportivas a las soluciones líquidas comerciales diseñadas para ser empleadas por deportistas durante el entrenamiento o la competición (Palacios Gil-Antuñano, Pollanco Allué, & Álvarez Hernández, 2010). El Comité Científico en Alimentación Humana de la Unión Europea, en su informe sobre la composición de alimentos y bebidas destinadas a cubrir el gasto energético en un gran esfuerzo muscular, especialmente en los deportistas (2001) recomienda que las bebidas deportivas suministren hidratos de carbono como fuente fundamental de energía, a la vez que sean eficaces en el proceso de rehidratación.

En concordancia con esto y según lo planteado por la Federación Española de Medicina del Deporte en su Consenso sobre Bebidas para el Deportista (2008), estas bebidas presentan una composición específica con el propósito de conseguir una rápida absorción de agua y electrolitos, y prevenir la fatiga, siendo sus objetivos fundamentales el aporte de hidratos de carbono, la reposición de electrolitos (sobre todo Na⁺) y reposición hídrica para evitar la deshidratación. Adicionalmente, deberían presentar una buena palatabilidad, ya que esto facilita su consumo en relación al agua sola.

Conforme con lo mencionado *ut supra*, hay consenso entre los autores respecto a que las bebidas deportivas deberían contener además de agua, electrolitos y carbohidratos (Brouns & Kovacs, 1997; Guo, 2009; Hopkins & Wood, 2006), no estando aún establecida la necesidad de agregar otros componentes "funcionales",



como las proteínas. Dichos componentes serán analizados a continuación.

Electrolitos

Dado que la ingestión de grandes volúmenes de líquido durante un período relativamente corto de tiempo provoca una respuesta diurética por hemodilución y descenso de la osmolaridad plasmática, si se consume un volumen mayor que el equivalente a la pérdida de masa corporal después del ejercicio, la composición de la bebida de rehidratación es importante para evitar la mencionada diuresis y mantener un estado de hidratación adecuado (Evans, Shirreffs, & Maughan, 2009).

Uno de los principales objetivos de las bebidas deportivas de rehidratación es lograr que los fluidos ingeridos estén disponibles para el uso dentro del cuerpo tan rápido como sea posible. Estas bebidas usualmente contienen una mezcla de carbohidratos (principalmente glucosa) y electrolitos, principalmente sodio (Na^+) (Bonetti, Hopkins, & Jeukendrup, 2010).

La composición de electrolitos de las bebidas ingeridas influye en los cambios producidos en el volumen y concentración del plasma luego de su ingesta, lo que a su vez tiene influencia en el deseo de beber y en la producción de orina, factores importantes para la hidratación (Nose, Mack, Shi, & Nadel, 1988).

La ingesta de agua sola en un organismo deshidratado por pérdidas sudorales tiene como consecuencia una rápida caída de la osmolaridad plasmática y de la concentración de Na^+ lo que, a su vez, reduce el impulso de beber y estimula la diuresis, con consecuencias potencialmente graves como la hiponatremia (S. Shirreffs, Taylor, Leiper, & Maughan, 1996). Adicionalmente, la cantidad de orina eliminada después de un esfuerzo físico es inversamente proporcional a la cantidad de sodio ingerida (Palacios Gil-Antuñano et al., 2008).

El Na^+ es el principal catión perdido por el sudor (entre 40-60 mmol por litro). Las investigaciones sugieren que su incorporación en bebidas deportivas incrementa el transporte de fluidos y reduce el cambio de volumen plasmático durante el ejercicio.

En un estudio se demostró que cuando se ingiere una solución con 25mmol/L de

cloruro de sodio, la disminución en el volumen plasmático observada durante el ejercicio decrece en comparación a ingerir agua sola, sugiriendo un incremento en el transporte de fluidos (Barr, Costill, & Fink, 1991).

En otro estudio, atletas masculinos participaron de pruebas de tres horas de duración en cicloergómetro y en ambiente cálido. La pérdida de líquido se repuso con agua destilada o con una bebida deportiva conteniendo 18mmol/L de Na^+ . Se determinó que, cuando las pérdidas de sudor son grandes, la reposición con agua sola conduce a una disminución en la concentración de Na^+ plasmático, conduciendo a un estado de hiponatremia con pérdida de rendimiento. Esto no ocurrió cuando se suplementó a los deportistas con bebida conteniendo Na^+ (Vrijens & Dehrer, 1999).

Adicionalmente, el reemplazo de electrolitos, particularmente Na^+ , es útil para mantener la sensación de sed. Concentraciones de entre 10 y 25 mmol/L mejoran la palatabilidad y el consumo voluntario de fluidos durante el ejercicio (Institute of Medicine, 2005). Esto puede ser particularmente importante cuando el deportista está expuesto a ejercicio prolongado en condiciones cálidas, ya que la ingesta de líquidos puede permitir mantener una menor temperatura del centro del cuerpo, previniendo de esta forma una merma en el rendimiento (Minehan, Riley, & Burke, 2002).

También se demostró que cuando se ingiere post-ejercicio un volumen de líquido superior a la masa corporal perdida, una bebida que contiene Na^+ en una concentración de 100mmol/L es más eficaz que aquellas bebidas que contienen 0,25 o 50mmol/L, en lo que refiere a mantener el balance de fluidos de todo el cuerpo, debido a una menor producción de orina (S. M. Shirreffs & Maughan, 1998).

En lo que refiere las pérdidas de K^+ por el sudor, son mucho menores que las de Na^+ , dado que sólo se pierden 4-8 mmol/L. Esto, asociado a la hipotasemia observada en los esfuerzos físicos intensos, hace que su reposición no sea tan necesaria como la del Na^+ , al menos durante el tiempo que dura el esfuerzo (Palacios Gil-Antuñano et al., 2008).

No obstante, dado que el K^+ favorece la retención de agua en el espacio intracelular

ayudando a alcanzar la rehidratación adecuada, es recomendable que se incluya en las bebidas utilizadas para reponer las pérdidas una vez finalizada la actividad física, en concentraciones inferiores a 10mmol/L (Maughan, Leiper, & Shirreffs, 1997).

No hay evidencias de que las pérdidas de este ion, sean de suficiente magnitud como para afectar la salud o el rendimiento, aunque normalmente forma parte de la composición de las bebidas deportivas comerciales, en concentraciones similares a las encontradas en el plasma o en el sudor (Rehrer, Beckers, Brouns, ten Hoor, & Saris, 1990).

Los demás iones son irrelevantes en la reposición de líquidos, al menos durante esfuerzos de menos de cuatro horas de duración (Palacios Gil-Antuñano et al., 2008). Esto incluye al magnesio: a pesar de la creencia popular de que los calambres ocasionados por el ejercicio estarían relacionados a una caída de los niveles plasmáticos de este mineral, existe muy poca evidencia experimental que sostenga su veracidad.

Carbohidratos

Aunque, acorde a la Federación Española de Medicina del Deporte, la hidratación del deportista representa la primera medida a adoptar en relación a la práctica de ejercicio físico (particularmente en deportes intensos de larga duración), es necesario considerar otros factores vinculados con el propio esfuerzo (Palacios Gil-Antuñano et al., 2008).

Se ha establecido que la concentración de glucógeno hepático y muscular determina la capacidad de mantener un esfuerzo prolongado en deportes aeróbicos (Brooks & Mercier, 1994).

Considerando que se puede conseguir ahorro del glucógeno almacenado manteniendo la glucemia a través del aporte exógeno de glucosa, el empleo de carbohidratos en las bebidas de rehidratación ingeridas durante el esfuerzo mejora el rendimiento del deportista (Wagenmakers, Brouns, Saris, & Halliday, 1993). Consumir una solución de agua con hidratos de carbono a un ritmo de 1g/min durante la práctica de ejercicio prolongado, permite reducir la oxidación de glucosa en el hígado hasta en un 30% (Burke, Claassen, Hawley, & Noakes, 1998).

Otros autores reportan una mejora en el

rendimiento físico cuando se evita la disminución de glucosa sanguínea a través de la ingesta de carbohidratos, dado que éstos pueden servir como combustible suplementario en el momento en que las reservas de glucógeno muscular son limitadas (Candas et al., 1986). Cuando se mantiene un estado de hidratación apropiado, la inclusión de carbohidratos en una solución de rehidratación oral retrasa la aparición de fatiga durante la serie subsiguiente de ejercicios de alta intensidad en un ambiente caluroso (Coyle, 2004).

En un experimento (Murray, Seifert, Eddy, Paul, & Halaby, 2000) se determinó el efecto de la ingesta de líquidos con distintos contenidos de carbohidrato sobre la respuesta sensorial, función fisiológica y rendimiento deportivo durante 60 minutos de ciclismo intermitente en ambiente cálido. Los sujetos consumieron durante la prueba 2.5ml/Kg de peso de agua, o soluciones al 6%, 8% o 10% de sucrosa con electrolitos (20 mmol/L Na⁺, 3.2 mmol/L K⁺). En este estudio, no hubo diferencias significativas en las respuestas sensoriales y fisiológicas, pero solo el consumo de bebidas con sucrosa al 6% estuvo asociado a un mayor rendimiento. Este estudio contradice la creencia de que la adición de carbohidratos en la bebida deportiva solo es beneficioso en ejercicios de resistencia de muy larga duración (más de 90 a 120 minutos) (W. Evans & Hughes, 1985).

Se ha establecido además un rol positivo de los carbohidratos en la rehidratación post-ejercicio, basado en observaciones que sugieren que la presencia de solutos en concentraciones bajas, principalmente carbohidratos y Na⁺, puede aumentar la tasa de captación de agua en el intestino delgado, causado por una mayor velocidad de flujo por el cotransporte activo de dichos solutos (Scheld & Clifton, 1963).

Un informe de la Dirección General de Salud y Protección al Consumidor de la Comisión Europea (2001) indica que la bebida para deportistas debe aportar entre 80 y 350 Kcal/L a partir de carbohidratos, de los cuales al menos 75% deben ser de alto índice glucémico.

No existen datos concluyentes sobre el tipo de carbohidrato que da mejor resultado. Algunos autores sugieren el empleo, junto con glucosa y fructosa, de polisacáridos como la maltodextrina, dado que producen un menor aumento de osmolalidad (Currell & Jeukendrup, 2008). Por



otra parte el ACSM (2007) sostiene que la mayor utilización se logra mediante una mezcla de ellos, por ejemplo glucosa, sacarosa, fructosa y maltodextrina.

Las bebidas que contienen mezcla de carbohidratos que utilizan diferentes transportadores intestinales, pueden superar la limitación que tiene el intestino para incorporarlos. Tales mezclas (por ejemplo, glucosa y fructosa) son efectivas para aumentar la oxidación muscular de carbohidratos consumidos durante el ejercicio en comparación con bebidas que contienen solo glucosa (Judelson et al., 2007).

En un experimento (Davis, Burgess, Slentz, & Bartoli, 1990) no se encontraron diferencias significativas en el transporte de fluidos al comparar la ingestión de bebidas al 6%, 8% y 10% de glucosa y fructosa con ingestión de agua sola. Esto podría deberse a que los dos tipos de carbohidratos se absorben a nivel de la membrana intestinal por transportadores diferentes y mecanismos complementarios. Esto conduciría a una reducción del efecto inhibitorio de la hiperosmolaridad sobre la absorción de fluidos (Shi et al., 1995).

Se ha sugerido que el contenido de Na⁺ puede no ser un factor tan importante como el contenido de carbohidratos en lo que refiere a la absorción de agua a nivel intestinal (Schedl & Maughan, 1994). En el experimento realizado por Jeukendrup et al. (2009) se investigó el efecto del incremento de las cantidades de glucosa y Na⁺ sobre el transporte de fluidos. Se determinó que un incremento del contenido de glucosa por encima del 6% disminuyó el transporte de fluidos en comparación a tomar agua sola, mientras que el contenido de Na⁺ en el intervalo investigado (0 - 60mmol/L) no lo afectó de forma significativa.

El motivo por el cual una alta concentración de carbohidratos podría influir negativamente en el transporte de fluidos podría deberse en parte a un enlentecimiento en el vaciado gástrico: la presencia de líquidos hipertónicos en el estómago desencadenan reflejos enterogástricos que enlentecen o inhiben el mismo (Palacios Gil-Antuñano et al., 2008).

En un estudio se demostró que una solución al 20% de carbohidratos se vacía más despacio del estómago que una solución al 6% (Murray, Bartoli, Eddy, & Horn, 1997), mientras que otros estudios determinaron que las concentraciones

de carbohidratos menores al 10% no afectarían el vaciado gástrico, o lo harían en menor medida (Zachwieja et al., 1992).

Luego del vaciado estomacal, el líquido ingresa en el duodeno, la sección más permeable del intestino delgado. En esta sección el agua es absorbida por un gradiente osmótico, por lo cual una bebida formulada con carbohidratos con una concentración de 6% o más puede ocasionar una disminución de la absorción de fluidos en comparación con agua sola (Shi et al., 1995), e incluso ocasionar un flujo neto de agua hacia el espacio intestinal.

Por otra parte, la absorción de glucosa a través de los SGLT1 en el intestino delgado está directamente acoplada con la absorción de dos moléculas de sodio y aproximadamente 300 moléculas de agua, lo que determina que el fluido pueda ser absorbido incluso contra un gradiente de concentración (Loo, Zeuthen, Chandy, & Wright, 1996). Esto explicaría por qué las bebidas de rehidratación con poca concentración de glucosa (cerca al 3%) producen mayor transporte de fluidos que el agua sola. Adicionalmente, un número significativo de estudios han documentado que el cotransporte Na⁺-glucosa a nivel de la mucosa intestinal incrementa la permeabilidad de las uniones de anclaje de los enterocitos, facilitando de esta forma la absorción de agua por vía paracelular (Turner, 2000).

Proteínas

En la actualidad, está en debate el beneficio de añadir proteínas intactas a las bebidas deportivas. Algunos estudios sugieren un efecto anabólico del consumo de suero lácteo luego de un esfuerzo prolongado, observándose una reducción en la degradación de proteínas y un incremento en su síntesis (Miller et al., 2007).

Algunos estudios han demostrado que la adición de carbohidratos y proteínas puede mejorar la recuperación y el rendimiento posterior a un esfuerzo intenso, en comparación a bebidas que únicamente contengan carbohidratos. En un trabajo (Berardi, Noreen, & Lemon, 2008), ciclistas entrenados se sometieron a una prueba máxima de 60 minutos; luego de finalizada la misma, un grupo consumió una bebida deportiva conteniendo únicamente carbohidratos, mientras

que el otro grupo consumió la misma bebida pero con la adición de proteínas, observándose un rendimiento superior y una menor sensación subjetiva de fatiga en este segundo grupo al repetir la misma prueba 6hrs luego de finalizada la primera.

Se ha sugerido que la leche descremada es tan (o incluso más) efectiva que las bebidas deportivas comercialmente disponibles, conteniendo cantidades similares a éstas de carbohidratos y Na⁺, siendo además más rica en nutrientes para aquellos deportistas que participan en actividades de fuerza o resistencia (Roy, 2008).

En un estudio (Lee, Maughan, Shirreffs, & Watson, 2008) hombres entrenados realizaron ejercicio de ciclismo hasta el agotamiento, ingiriendo antes de cada prueba y cada 10 minutos durante la misma, agua sola, una bebida con carbohidratos y electrolitos o leche descremada. Se observó que no hubo diferencias significativas en el tiempo hasta el agotamiento cuando se ingirió la bebida con carbohidratos y electrolitos en comparación a la leche descremada, habiendo en ambos casos una tendencia a mejorar el rendimiento en comparación al consumo de agua sola.

Un efecto muy importante de las bebidas con proteínas de suero de leche es el incremento del depósito de glucógeno, fundamental para acelerar la recuperación tras la realización de ejercicios de larga duración (Morifuji, Sakai, Sanbongi, & Sugiyura, 2005).

A pesar de las evidencias que sugieren el efecto beneficioso de la adición de proteínas en la composición de las bebidas deportivas, la mayoría de los autores consensan en la necesidad de mayor investigación al respecto.

REFERENCIAS

ACSM, SAWKA, M. N., BURKE, L. M., EICHNER, E. R., MAUGHAN, R. J., MONTAIN, S. J., & STACHENFELD, N. S. (2007). Exercise and fluid replacement. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(2), 377–390. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31802ca597>

BARR, S., COSTILL, D., & FINK, W. (1991). Fluid replacement during prolonged exercise: effects of water, saline, or no fluid. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(7), 811–817.

BERARDI, J. M., NOREEN, E. E., & LEMON, P. W. R. (2008). Recovery from a cycling time trial is enhanced with carbohydrate-protein supplementation vs. isoenergetic carbohydrate supplementation. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 5, 1–11. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-5-24>

BONETTI, D. L., HOPKINS, W. G., & JEUKENDRUP, A. (2010). Effects of Hypotonic and Isotonic Sports Drinks on Endurance Performance and Physiology. *Sportscience*, 14(14), 63–70.

BROOKS, G. A., & MERCIER, J. (1994). Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise: the “crossover” concept. *Journal of Applied Physiology*, 76(6), 2253–2261. <https://doi.org/10.1152/jappl.1994.76.6.2253>

BROUNS, F., & KOVACS, E. (1997). Functional drinks for athletes. *Trends in Food Science and Technology*, 8(12), 414–421.

BURKE, L. M., CLAASSEN, A., HAWLEY, J. A., & NOAKES, T. D. (1998). Carbohydrate intake during prolonged cycling minimizes effect of glycemic index of preexercise meal. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 85(6), 2220–2226. <https://doi.org/10.1152/jappl.1998.85.6.2220>

CANDAS, V., LIBERT, J. P., BRANDENBERGER, G., SAGOT, J. C., AMOROS, C., & KAHN, J. M. (1986). Hydration during exercise - Effects on thermal and cardiovascular adjustments. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 55(2), 113–122. <https://doi.org/10.1007/BF00714992>

CHEUVRONT, S. N., CARTER 3RD, R., & SAWKA, M. N. (2003). Fluid balance and endurance exercise performance. *Current Sports Medicine Reports*, 2(4), 202–208. <https://doi.org/10.1249/00149619-200308000-00006>

COYLE, E. F. (2004). Fluid and fuel intake during exercise. *Journal of Sports Sciences*, 22(1), 39–55. <https://doi.org/10.1080/0264041031000140545>

CRAIG, F., & CUMMINGS, G. (1966). Dehydration and Muscular Work. *Journal of Applied Physiology*, 670–674.



- CURRELL, K., & JEUKENDRUP, A. E. (2008). Superior endurance performance with ingestion of multiple transportable carbohydrates. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(2), 275–281. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31815adf19>
- DAVIS, J., BURGUESS, W., SLENTZ, C., & BARTOLI, W. (1990). Fluid availability of sports drinks differing in carbohydrate type and concentration. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 51(6), 1054–1057.
- EVANS, G. H., SHIRREFFS, S. M., & MAUGHAN, R. J. (2009). Postexercise rehydration in man: the effects of carbohydrate content and osmolality of drinks ingested ad libitum. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 34(4), 785–793. <https://doi.org/10.1139/H09-065>
- EVANS, W., & HUGHES, V. (1985). Dietary carbohydrates and endurance exercise. *American Journal of Clinical Nutrition*, 41(5), 1149–1154.
- GUO, M. (2009). *Functional Foods: Principles and Technology*. Woodhead.
- HOPKINS, W., & WOOD, M. (2006). The Optimum Composition for Endurance Sports Drinks. *Sportscience*, 10, 59–62.
- INSTITUTE OF MEDICINE(2005). *DIETARY REFERENCE INTAKES FOR Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate*. Washington D.C.: The National Academies Press.
- JEUKENDRUP, A. E., CURRELL, K., CLARKE, J., COLE, J., & BLANNIN, A. K. (2009). Effect of beverage glucose and sodium content on fluid delivery. *Nutrition and Metabolism*, 6, 1–7. <https://doi.org/10.1186/1743-7075-6-9>
- JUDELSON, D. A., MARESH, C. M., FARRELL, M. J., YAMAMOTO, L. M., ARMSTRONG, L. E., KRAEMER, W. J., ... ANDERSON, J. M. (2007). Effect of hydration state on strength, power, and resistance exercise performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(10), 1817–1824. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3180de5f22>
- LEE, J. K. W., MAUGHAN, R. J., SHIRREFFS, S. M., & WATSON, P. (2008). Effects of milk ingestion on prolonged exercise capacity in young, healthy men. *Nutrition*, 24(4), 340–347. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2008.01.001>
- LOO, D. D. F., ZEUTHEN, T., CHANDY, G., & WRIGHT, E. M. (1996). Cotransport of water by the Na⁺/glucose cotransporter. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 93(23), 13367–13370. <https://doi.org/10.1073/pnas.93.23.13367>
- MAUGHAN, R., LEIPER, J., & SHIRREFFS, S. (1997). Factors influencing the restoration of fluid and electrolyte balance after exercise in the heat. *British Journal of Sports Medicine*, 31(3), 175–182. Retrieved from http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=12&SID=1BsZ5pvsxYAbWd4Fs0D&page=1&doc=3
- MILLER, S. L., GAINE, P. C., MARESH, C. M., ARMSTRONG, L. E., EBBELING, C. B., LAMONT, L. S., & RODRIGUEZ, N. R. (2007). The effects of nutritional supplementation throughout an endurance run on leucine kinetics during recovery. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 17(5), 456–467. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.17.5.456>
- MINEHAN, M. R., RILEY, M. D., & BURKE, L. M. (2002). Effect of flavor and awareness of kilojoule content of drinks on preference and fluid balance in team sports. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 12, 81–92.
- MONTAIN, S. J., & COYLE, E. F. (1992). Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 73(4), 1340–1350. <https://doi.org/10.1152/jappl.1992.73.4.1340>
- MORIFUJI, M., SAKAI, K., SANBONGI, C., & SUGIURA, K. (2005). Dietary whey protein increases liver and skeletal muscle glycogen levels in exercise-trained rats. *British Journal of Nutrition*, 93(04), 439. <https://doi.org/10.1079/BJN20051373>
- MURRAY, R., BARTOLI, W., EDDY, D., & HORN, M. (1997). Gastric emptying and plasma deuterium accumulation following ingestion of water and two carbohydrate-electrolyte beverages. *International*



Journal of Sport Nutrition, (7), 144–153. <https://doi.org/10.15713/ins.mmj.3>

MURRAY, R., SEIFERT, J., EDDY, D., PAUL, G., & HALABY, G. (2000). Resúmenes del Simposio Internacional de Actualización en Ciencias Aplicadas al Deporte. Retrieved from <https://g-se.com/ingesta-de-carbohidratos-y-ejercicio-efecto-del-contenido-de-carbohidratos-en-la-bebida-969-sa-J57cfb271a6219>

NOAKES, T. D. (1993). Fluid Replacement During Exercise. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 297–330.

NOSE, H., MACK, G. W., SHI, X. R., & NADEL, E. R. (1988). Involvement of sodium retention hormones during rehydration in humans. *Journal of Applied Physiology*, 65(1), 332–336. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3042742>

NYBO, L., MØLLER, K., VOLIANITIS, S., NIELSEN, B., & SECHER, N. H. (2002). Effects of hyperthermia on cerebral blood flow and metabolism during prolonged exercise in humans. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 93(1), 58–64. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00049.2002>

PALACIOS GIL-ANTUÑANO, N., FRANCO BONAFONTE, L., MANONELLES MARQUETA, P., MANUZ GONZÁLEZ, B., & VILLEGAS GARCÍA, J. (2008). Consenso sobre bebidas para el deportista. Composición y pautas de reposición de líquidos. Documento de Consenso de la Federación Española de Medicina del Deporte. *Archivos de Medicina Del Deporte*, 25(126), 245–258.

PALACIOS GIL-ANTUÑANO, N., POLLANCO ALLUÉ, I., & ÁLVAREZ HERNÁNDEZ, J. (2010). Hidratación en los estados de salud y enfermedad. In Á. Gil Hernández (Ed.), *Dietoterapia, Nutrición Clínica y Metabolismo* (2nd ed., p. 104). Madrid: Diaz de Santos.

REHRER, N., BECKERS, E., BROUNS, F., TEN HOOR, F., & SARIS, W. (1990). Effects of dehydration on gastric emptying and gastrointestinal distress while running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22(6), 790–795.

ROY, B. D. (2008). Milk: The new sports drink? A Review. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 5(Table 1), 1–6. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-5-15>

SAWKA, M. N., & NOAKES, T. D. (2007). Does dehydration impair exercise performance? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(8), 1209–1217. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e318124a664>

SCHEDL, H., & MAUGHAN, R. (1994). INTESTINAL-ABSORPTION DURING REST AND EXERCISE - IMPLICATIONS FOR FORMULATING AN ORAL REHYDRATION SOLUTION (ORS). *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26(3), 267–280.

SCHELD, H., & CLIFTON, J. (1963). Solute and water absorption by the human small intestine. *Nature*, 197(487), 912–914. <https://doi.org/10.1038/197452a0>

SHI, X., SUMMER, R. W., SCHELD, H. P., FLANAGAN, S. W., CHANG, R., & GISOLFI, C. V. (1995). Effects of carbohydrate type and concentration and solution osmolality on water absorption. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. <https://doi.org/10.1249/00005768-199512000-00005>

SHIRREFFS, S. M., & MAUGHAN, R. J. (1998). in humans: replacement of water and sodium losses Volume repletion after exercise-induced volume depletion Volume repletion after exercise-induced volume depletion in humans: replacement of water and sodium losses. *Am J Physiol Renal Physiol American Journal of Physiology -Renal Physiology*, 274, 868–875. Retrieved from <http://ajpprenal.physiology.org/content/274/5/F868.full#ref-list-1>

SHIRREFFS, S., TAYLOR, A., LEIPER, J., & MAUGHAN, R. (1996). Post-exercise rehydration in man: effects of volume consumed and drink sodium content. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(10), 1260–1271.

ST. CLAIR GIBSON, A., & NOAKES, T. D. (2004). Evidence for complex system integration and dynamic neural regulation of skeletal muscle recruitment during exercise in humans. *British*



Journal of Sports Medicine, 38(6), 797–806.
<https://doi.org/10.1136/bjism.2003.009852>

TUCKER, R., MARLE, T., LAMBERT, E. V., & NOAKES, T. D. (2006). The rate of heat storage mediates an anticipatory reduction in exercise intensity during cycling at a fixed rating of perceived exertion. *Journal of Physiology*, 574(3), 905–915. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2005.101733>

TURNER, J. (2000). Show me the pathway! Regulation of paracellular permeability by Na⁺-glucose cotransport. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 41(3), 265–281. [https://doi.org/10.1016/S0169-409X\(00\)00046-6](https://doi.org/10.1016/S0169-409X(00)00046-6)

VAN DEN EYNDE, F., VAN BAELEN, P., PORTZKY, M., & AUDENAERT, K. (2008). De effecten van energiedranken op de cognitieve prestaties. *Tijdschrift Voor Psychiatrie*, 50(5), 273–281.

VRIJENS, D., & DEHRER, N. (1999). Sodium-free fluid ingestion decreases plasma sodium during exercise in the heat. *Journal of Applied Physiology*, 86(6), 1847–1851.

WAGENMAKERS, A., BROUNS, F., SARIS, W., & HALLIDAY, D. (1993). Oxidation rates of orally ingested carbohydrates during prolonged exercise in men. *Journal of Applied Physiology*, 75(6), 2774–2780.

ZACHWIEJA, J. J., COSTILL, D. L., BEARD, G. C., ROBERGS, R. A., PASCOE, D. D., & ANDERSON, D. E. (1992). The effects of a carbonated carbohydrate drink on gastric emptying, gastrointestinal distress, and exercise performance. *International Journal of Sport Nutrition*, 2(32), 239–250. <https://doi.org/10.1123/ijns.2.3.239>