

Marins, J.C.; Pereira, L.; Amorim, P.R.; Arnaiz-Lastras, J.; Sillero-Quintana, M. y Alfenas, C.R. (2018) Suplementos de carbohidratos durante un ejercicio: Efectos sobre los electrolitos y glucosa / Supplements of Carbohydrates Long During Exercise: Effects on the Electrolytes and Glucose. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 18 (70) pp. 269-287 [Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista70/artsuplementos890.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista70/artsuplementos890.htm)
DOI: <http://dx.doi.org/10.15366/rimcafd2018.70.005>

ORIGINAL

SUPLEMENTOS DE CARBOHIDRATOS DURANTE UN EJERCICIO: EFECTOS SOBRE LOS ELECTRÓLITOS Y GLUCOSA

SUPPLEMENTS OF CARBOHYDRATES LONG DURING EXERCISE: EFFECTS ON THE ELECTROLYTES AND GLUCOSE

Marins, J.C.¹; Pereira, L.²; Amorim, P.R.³; Arnaiz-Lastras, J.⁴; Sillero-Quintana, M.⁵ y Alfenas, C.R.⁶

¹ Human Performance Laboratory - LAPEH, Universidade Federal de Viçosa (Brasil) Prof. Titular; Universidad Federal de Viçosa, Dep. Educación Física, MG (Brasil) jcbouzas@ufv.br

² Faculty of Physical Activity and Sport Sciences - INEF, Universidad Politécnica de Madrid (España) Nutricionista; Universidad Federal Fluminense, RJ (Brasil) leticialeticia10@yahoo.com.br

³ Prof. Asociado; Universidad Federal de Viçosa, Dep. Educación Física, MG (Brasil) pramorim@ufv.br

⁴ Licenciado en Educación Física, Universidad Politécnica de Madrid, INEF (España) javi.arnaiz.inef@gmail.com

⁵ Prof. Titular, Universidad Politécnica de Madrid, INEF (España) manuel.sillero@upm.es

⁶ Asociado; Universidad Federal de Viçosa, Dep. Nutrición, MG (Brasil) ralfenas@ufv.br

FINANCIACIÓN:El trabajo ha sido financiado por Fundação de Amparo à Pesquisa em Minas Gerais (FAPEMIG).

Código UNESCO / UNESCO Code: 2411.06 Fisiología Humana (del Ejercicio) / Human Physiology

Clasificación del Consejo de Europa / Council of Europe Classification: 6. Fisiología del ejercicio

Recibido 12 de diciembre de 2015 **Received** December 12, 2015

Aceptado 10 de julio de 2016 **Accepted** July 10, 2016

RESUMEN

Objetivo: Identificar si la forma de presentación de los suplementos de carbohidratos (SC) influye en la respuesta de la concentración plasmática de electrolitos y glucosa durante un ejercicio de larga duración. Doce hombres

realizaron cuatro pruebas de 90 min en cicloergometro (55-60%VO₂máx), seguidas por 6 km a máxima velocidad, consumiendo SC en diferentes presentaciones (líquido, gel o sólido) y un día únicamente consumían agua. Se analizaron las concentraciones de sodio, potasio y glucosa en sangre antes del ejercicio, cada 30 minutos de prueba, y tras los 6 km. No hubo diferencia significativa en la respuesta de los electrolitos durante todo estudio. Hubo diferencias significativas ($p < 0,05$) en la glucosa cuando se consumieron SC independientemente de su presentación frente al consumo exclusivo de agua. Se concluye que la forma de presentación de los SC no influye en la concentración de glucosa en sangre durante el ejercicio de larga duración.

PALABRAS CLAVE: Nutrición deportiva, Hidratación, Electrolitos plasmáticos.

ABSTRACT

Objective: To identify if the format of carbohydrate supplements (CS) influence the response of the plasmatic concentration of electrolytes and glucose during long duration exercise. Twelve men performed four tests of 90 min on a cycle ergometer (55-60% VO₂max), followed by 6 km at maximum speed, consuming CS in different forms (liquid, gel or solid) and one day just consuming water. It was analyzed the concentrations of sodium, potassium and blood glucose before exercise, every 30 minutes of test, and after 6 km. There was no significant difference in the response of electrolytes during the study. However, the glucose showed significant differences ($p < 0.05$) when it was consumed CS regardless of their form, whenever just water was consumed. In this way is possible to conclude, that the format of the SC does not affect the blood glucose concentration during long duration exercise.

KEY WORDS: Sports Nutrition, Hydration, Electrolytes plasmatic.

INTRODUCCIÓN

Durante la práctica de ejercicio físico se produce un aumento de la temperatura interna (Marins, 2011). Dependiendo de la intensidad del trabajo, de las condiciones ambientales y del tipo de ropa utilizada, se puede aumentar la carga térmica y producirse un importante aumento en la temperatura corporal (Cheuvront et al., 2010). Como mecanismo de control de esa temperatura corporal, se produce un aumento en el flujo sanguíneo hacia la piel y, consecuentemente, un incremento en la producción del sudor. La evaporación del sudor es la vía primaria de pérdida de calor que revierte en una continua pérdida de líquidos corporales y electrólitos, principalmente sodio y potasio (Cheuvront et al., 2010; Sawka et al., 2007).

En el caso que los líquidos y electrólitos perdidos no sean repuestos adecuadamente, se puede generar un importante desequilibrio hidro-electrolítico, resultando así en perjuicios a la salud y que comprometen el rendimiento físico y pueden causar problemas de salud (Hernandez et al., 2009; Casa et al., 2005; Marins et al., 2001; Casa et al., 2000).

La deshidratación además de reducir el rendimiento durante los ejercicios aeróbicos, principalmente los de larga duración (Cheuvront et al., 2010; Kenefick et al., 2010; Casa et al., 2010; Sawka et al., 2007) puede alterar el balance osmótico intra y extra-celular, aumentar el esfuerzo cardiovascular debido al incremento desproporcionado de la frecuencia cardíaca con una concomitante reducción del gasto cardíaco (Marins et al., 2000; Montain y Coyle, 1992) así como disminuir la capacidad del organismo de disipar calor (Fortney et al., 1984).

Un grado de deshidratación superior al 4% se relaciona con un empeoramiento en actividades de perfil anaeróbico (Kraft et al., 2012). Por lo que, una reposición de líquidos y electrolitos durante un ejercicio, previene la deshidratación y el desequilibrio electrolítico.

Además de los electrolitos, los carbohidratos son frecuentemente incluidos en bebidas deportivas para proporcionar energía exógena, ayudara la absorción y retención de líquidos, y para mejorar el sabor y aumentar así su consumo durante un ejercicio (Osterberg et al., 2009).

La mayor absorción de líquidos generada por la presencia de carbohidratos en las bebidas deportivas se debe al mecanismo de co-transporte de agua en el intestino delgado por medio del transportador de glucosa sodio-dependiente (SGLT1), que tiene un papel importante en la absorción de agua (Marins, 2011). Por cada molécula de glucosa absorbida vía SGLT1, se absorben también 260 moléculas de agua, independiente del gradiente osmótico (Loo et al, 1996). Por medio de ese mecanismo, un aumento en la absorción de glucosa tendría un beneficio adicional en el aumento de la absorción de agua. Además, la presencia de carbohidratos también puede generar mayor retención de líquidos debido a la respuesta de la insulina producida por la hiperglucemia que puede llevar a un aumento en la reabsorción del sodio y líquidos en los túbulos renales (Sechi y Bartoli, 1996).

A parte de las bebidas deportivas, existen otros tipos de presentación de suplementos de carbohidratos (SC) que son fuentes de electrolitos y carbohidratos, como geles de carbohidratos y barritas energéticas, los cuales proporcionan a los deportistas otras alternativas para ingerir dichos nutrientes durante el ejercicio. Cuando esos SC son tomados con agua, en teoría se garantiza además de un aporte energético, una hidratación gracias a la reposición parcial de electrolitos. Sin embargo, la forma de presentación del SC generará diferentes velocidades de vaciado gástrico (Bergmann et al., 1992; Vincent et al., 1995).

El tiempo de vaciado gástrico del agua es relativamente rápido no existiendo grandes alteraciones hasta unos 60 g/CHO por litro (Silva et al, 2009). Por otro lado, es posible que al consumirse CHO a base de geles o barritas energéticas de forma simultánea con agua, no lleguen a mezclarse totalmente en el estómago, ya que se ha observado que éste hace de filtro reteniendo partículas más densas y mayores en el antro (Schulze, 2006), perjudicando así la velocidad de vaciado gástrico y, consecuentemente, la absorción tanto de

CHO como de electrolitos en el intestino, afectando así su respuesta plasmática durante el ejercicio.

La mayor parte de los estudios sobre reposición hídrico-electrolítica y energética se centran únicamente en bebidas deportivas (Yanagisawa et al., 2012; McRae y Galloway, 2012; Phillips et al., 2010; Anastasiou et al., 2009; Osterberg et al., 2009; Carvalho et al., 2007; Rogers et al., 2005; Gisolfi et al., 2001; Vrijens y Rehrer, 1999; Ryan et al., 1998) no siendo frecuentes los estudios que contrasten diferentes formas físicas de aporte de energía además de electrolitos.

Sin embargo, hay estudios que contrastaron el efecto los SC en forma sólida frente a líquida (Pfeiffer et al., 2010b; Rauch et al., 1999; Robergs et al., 1998; Lugo et al., 1993; Mason et al., 1993) o en la forma de gel frente a la líquida (Pfeiffer et al., 2010a; Patterson y Gray, 2007). El trabajo de Phillips et al. (2012) estudia únicamente el efecto del consumo de gel, sin contrastar con otras formas físicas de aporte energético y electrolitos.

Así pues, es interesante comparar el efecto de una bebida deportiva frente a otras formas de presentación de SC como son el gel y la barra, ingeridos de forma simultánea con agua, para observar la influencia sobre la respuesta de los electrolitos plasmáticos y la glucemia. Esto podrá proporcionar una información importante sobre qué tipo de SC que debe consumir el deportista para rendir mejor durante los ejercicios de larga duración.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo ha sido identificar si el consumo de las diferentes formas de presentación de los SC (gel, sólido o líquido) influye en la respuesta de la concentración plasmática de sodio, potasio y glucosa a lo largo de un ejercicio de larga duración.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestra

Doce hombres practicantes habituales de ciclismo o carrera (edad = 22 ± 3 años, peso = $71,5 \pm 8,3$ kg, talla = $1,75 \pm 0,06$ m, $VO_{2max} = 54,56 \pm 4,85$ mL.kg⁻¹.min⁻¹) participaron de forma voluntaria en el estudio. Los sujetos entrenaban al menos tres veces por semana, al menos durante 2 horas y durante los últimos 2 años. Todos los evaluados fueron considerados saludables, según el cuestionario PAR-Q sobre la aptitud para la actividad física (Shephard, 1988) y por la tabla de riesgo coronario propuesta por la *Michigan Heart Association* (MCardle et al., 2001). Todos fueron informados sobre los objetivos, dinámica y riesgos del estudio antes de que firmaran el consentimiento por escrito para participar. La investigación adoptó los procedimientos éticos propuestos por el Gobierno Brasileño (CSN, n° 196/96), siendo aprobado el estudio por el Comité de Ética de la Universidad Federal de Viçosa.

Pruebas Preliminares

Tras cumplir los criterios de inclusión, los voluntarios fueron sometidos a una toma de datos antropométricos. Para medir el peso corporal se utilizó una báscula digital con precisión de 50 g (Soehnle, modelo 7820-21, Asimed S.A., Barcelona, España). La tallase registró por medio de un estadiómetro con precisión de 1 mm (Standard Sanny, American Medical do Brasil Ltda, São Paulo, Brasil).

Seguidamente, los evaluados realizaron un test en cicloergómetro electromagnético (SCIFIT modelo ISO1000, Oklahoma, Estados Unidos), con carga incremental para determinar el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}). La prueba se dividió en dos partes: un calentamiento de 3 min con carga de 50 W y una parte principal en la que se estableció para cada sujeto una carga inicial en vatios que los individuos consideraron como “un poco pesado” según la Escala Subjetiva de Esfuerzo (ESE) (Borg, 1982). A partir de ese punto la carga era incrementada en 30 W cada minuto hasta el máximo, según los criterios propuestos por Howley et al. (1995).

Se midieron los cambios respiratorios durante toda la prueba a través de un analizador de gases metabólicos (MedGraphics VO_{2000} , Minnesota, Estados Unidos), la frecuencia cardíaca (FC) mediante un monitor cardíaco (M31, Polar, Kempele, Finland), en cuanto que la ESE era obtenida a cada 2 minutos. Al final de la prueba se obtuvo una muestra de lactato capilar evaluada por un analizador portátil (Accutrend, Roche®, Mannheim, Germany). Con los resultados de la prueba máxima se determinó la carga correspondiente a la franja entre el 55 y 60% de la VO_{2max} para ser utilizada como carga inicial en las pruebas experimentales.

Diseño Experimental

Cada evaluado participó en cuatro pruebas experimentales realizadas en cicloergómetro a lo largo de 90 min a una intensidad del 55 a 60% del VO_{2max} , ingiriendo durante ese tiempo agua ó 0,7 g carbohidrato. $kg^{-1}.hora^{-1}$ ($50,4 \pm 6,1$ g.hora⁻¹) en forma de bebida deportiva, gel o barra energética, con diferentes contenidos de electrolitos. La forma de reponerlos carbohidratos fue seleccionada de acuerdo con las recomendaciones del *American Dietetic Association*, de *Dietitians of Canada* y del *American College of Sports Medicine* (Rodríguez et al., 2009).

Inmediatamente finalizados los 90 minutos de ejercicio, los evaluados pedaleaban durante 6 km a la máxima velocidad posible con la misma carga que tuvieron durante la fase principal de la prueba, intentando así reproducir una condición de competición. El diseño experimental fue de tipo *cross-over* randomizado, siendo las pruebas separadas por lo menos 2 días, de manera semejante al protocolo adoptado en otros estudios (Altoe et al., 2011; Faria et al., 2011; Silva et al., 2010; Marins et al., 2002, 2003).

Composición de los SC

Los SC utilizados fueron producidos y comercializados en Brasil, sin haber manipulación en sus propiedades nutricionales. Los SC tenían una composición nutricional diferente (Tabla 1) en cuanto a electrolitos y proteínas en el gel, así como grasa, proteína y fibra en la barra energética.

Se ingirió agua durante las pruebas tanto en las que se consumió carbohidratos en forma de gel como en barra energética. El consumo de líquidos durante cada una de las situaciones experimentales fue de 3 mL.kg⁻¹ del peso corporal, inmediatamente antes del inicio del ejercicio, así como a cada 20 minutos a lo largo del ejercicio, como después de los 6 km finales.

TABLA 1: Composición nutricional de los SC adoptados en el estudio.

	Bebida (22,2 g Gatorade® en polvo(PepsiCo)	Gel (30 g) VO2+Energy Gel® (Integral Médica)	Barra Energética (25 g) Plátano, avena y miel Trio® (Trio)
Energía (kcal)	76	80	88
Carbohidratos (g)	19	19	19
Proteínas (g)	0	1	1,2
Grasas (g)	0	0	0,8
Fibra (g)	0	0	0,6
Sodio (mg)	143	58	65
Potasio (mg)	38	13	0
Cloro (mg)	133	3	0

Orientaciones antes de las pruebas experimentales

Se les pidió a los voluntarios que se abstuvieran de consumir alcohol y realizar ejercicios agotadores el día anterior de cada prueba, además de mantener el mismo tipo de dieta y programa de entrenamiento a lo largo de todo el estudio. La dieta de los participantes fue registrada por medio de un recordatorio 24 horas (Cintra et al., 1997), realizado antes de cada prueba, para comprobar que la cantidad calórica y nutrientes consumidos en el día anterior a los cuatro experimentos fueran semejantes. Dichos análisis fueron realizados por un nutricionista experto.

Protocolo de ensayos experimentales

Las pruebas fueron realizadas durante el horario de mañana (entre las 6 y 9 horas). El horario de la primera prueba elegida por el evaluado, determinaba todas las demás, debiendo los sujetos llegar siempre tras un periodo de ayunas de entre 10 y 12 horas. Así pues, los evaluados llegaban al laboratorio y desayunaban 1 g carbohidrato.kg⁻¹ peso (443,5 ± 51,6 kcal, 71,5 ± 8,3 g carbohidrato, 13,3 ± 1,6 g proteína, 11,6 ± 1,3 g de grasa y 2,3 ± 0,3 g fibra), ingiriendo pan de molde blanco, queso mozzarella, manzana y zumo de uva. La

composición nutricional del desayuno fue semejante al adoptado en otros estudios que proporcionaron esa comida 1 hora antes del ejercicio (Bennard y Doucet, 2006; Stannard et al., 2000).

Una hora después del desayuno, cada evaluado ofrecía una muestra de orina, para evaluar su estado de hidratación antes del ejercicio por medio de métodos como la gravedad específica de la orina o la densidad de orina. En caso de observarse un cuadro de deshidratación no se continuaba con la prueba. Tras el análisis de orina, los evaluados se pesaban sin ninguna ropa, utilizando una báscula digital con precisión de 50 g (Soehnle, modelo 7820,21, Asimed S.A., Barcelona, España).

A continuación, un enfermero introducía un catéter Yelco intravenoso nº 22 en una vena del antebrazo y fijaba un aparato tipo tornillo de 3 vías que se limpiaba con una solución fisiológica al 0,9% tras cada toma de sangre, para evitar una coagulación en la sangre y mantener el acceso venoso, permitiendo realizar las tomas de sangre durante el ejercicio. Antes de cada toma de sangre, la solución salina era eliminada con una jeringuilla desechable, aproximadamente 1 ml de sangre era retirada y descartada antes de ser obtenida la muestra para el análisis.

Tras la primera toma de sangre, los evaluados iniciaban los 90 minutos de ejercicio en cicloergometro a una intensidad entre el 55 y 60% del VO_{2max} . Las muestras de sangre fueron realizadas al inicio del ejercicio, y cada 30 minutos durante la prueba, además de los 6 km finales.

En cada una de las pruebas los evaluados ingerían una de las tres formas de SC con agua (bebida deportiva en polvo diluida en agua, gel + agua o barra + agua) o únicamente agua, al inicio del ejercicio, cada 20 minutos durante el ejercicio y al final de los 6 km a ritmo máximo. El consumo de agua fue el mismo para todos los tratamientos ($1295 \pm 157,7$ ml), así como el consumo de carbohidratos ($75,5 \pm 9,2$ g).

Todas las pruebas experimentales fueron realizadas en condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa del aire (HR) semejantes siendo de $22,6 \pm 0,8^{\circ}C$ y $72,3 \pm 5,5\%$ HR (agua); $22,5 \pm 1,1^{\circ}C$ y $73,3 \pm 5,4\%$ HR (bebida deportiva); $22,2 \pm 1,2^{\circ}C$ y $73,0 \pm 5,3\%$ HR (gel); $22,3 \pm 0,8^{\circ}C$ y $72,9 \pm 6,3\%$ HR (barra energética).

Análisis sanguíneos

Las muestras de sangre, de 1 ml, eran obtenidas en jeringuillas y transferidas inmediatamente a cubetas *Eppendorfs*, donde eran retirados 100 μ L de sangre por medio de una pipeta automática (Labtec, São Paulo, Brasil). En seguida, esa muestra de sangre total era inyectada en un cartucho desechable de uso único y analizada por amperimetría mediante un aparato portátil de análisis sanguíneo (i-STAT, Abbott®, Illinois, Estados Unidos) para determinar la glucosa, el sodio y el potasio. El sodio y el potasio fueron medidos por

potenciometría de electrodos iones-selectivos, siendo sus concentraciones calculadas por medio de un potencial determinado con la ecuación de Nernst.

Teniendo en cuenta la integridad de los evaluados, solamente era permitida la realización de las pruebas experimentales en el caso de que los parámetros sanguíneos estuviesen en las franjas de normalidad propuestas por Soares et al. (2002), siendo de 60 a 110 mg/dl para glucosa, 137 a 145 mmol/L para el sodio y 3,5 a 5,5 mmol/L para potasio.

Análisis Estadísticos

Inicialmente se probó la normalidad de datos por el test *Kolmogorov-Smirnov*. Los datos presentaron una distribución normal permitiendo así un análisis descriptivo. Para comparar entre los diferentes tratamientos experimentales y las distintas fases del entrenamiento se emplearon test One-Way ANOVA de medidas repetidas asociados al *post-hoc de Tukey HSD*. Se consideró los valor de $\alpha < 0,05$ para establecer el nivel de significación estadística. Los análisis estadísticos fueron realizados por medio del software SPSS® 15 for Windows (Chicago, Illinois, Estados Unidos).

RESULTADOS

Las concentraciones de sodio y potasio en reposo, durante el ejercicio al 55-60% del VO_{2max} y tras los 6 km finales están representadas en las Figuras 1 y 2 respectivamente. Las concentraciones en reposo de sodio y potasio fueron semejantes en todos los tratamientos. Las concentraciones de sodio se mantuvieron constantes sin diferencias significativas durante los 90 minutos de ejercicio y después de los 6 km finales, en todas las formas de SC.

No fueron observadas diferencias en las concentraciones de sodio entre los diferentes tipos de SC. Ninguno de los evaluados presentó hiponatremia (concentración de sodio por debajo de 137 mmol.L^{-1}) o hipernatremia (concentración de sodio por encima de 145 mmol.L^{-1}) durante todas las muestras sanguíneas del estudio.

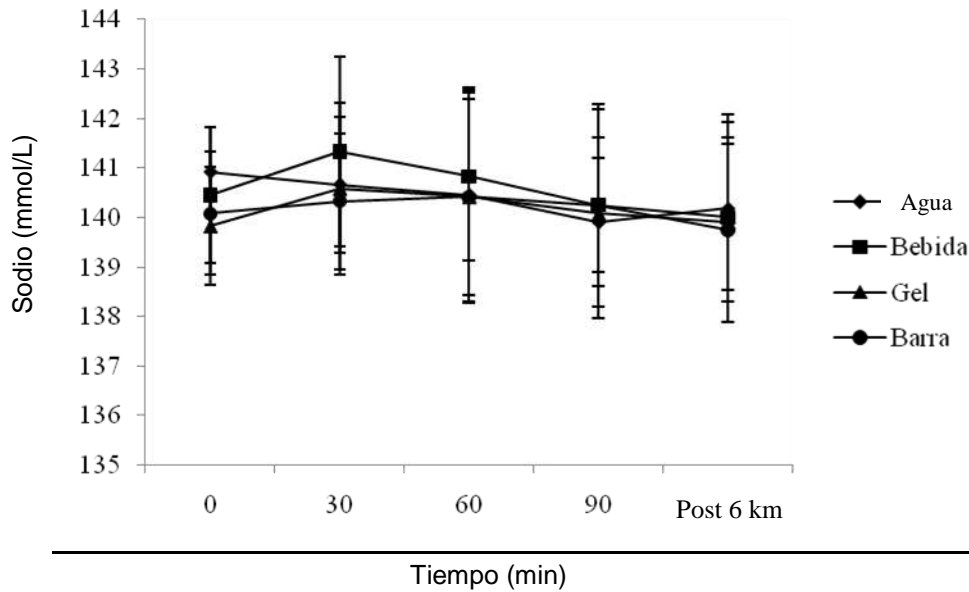


Figura 1. Concentración de sodio con consumo de agua, bebida deportiva, gel y barra. Valores en media \pm desviación típica.

No hubo diferencias significativas entre los valores plasmáticos de potasio en reposo durante los cuatro momentos experimentales. Sin embargo, las concentraciones de potasio fueron significativamente mayores ($p < 0,05$) durante los 90 minutos de ejercicio entre el 55-60% del VO_{2max} y tras los 6 km finales cuando se compararon con los valores de reposo en todos los tratamientos.

No fueron observadas diferencias significativas en la respuesta del potasio plasmático entre los diferentes tipos de suplementación. Ningún evaluado presentó hipocalemia (concentración de potasio abajo de $3,5 \text{ mmol.L}^{-1}$) en todas las tomas de sangre realizadas. Sin embargo, cuadros de hipercalemia (concentración de potasio por encima de $5,5 \text{ mmol.L}^{-1}$) se vieron durante las pruebas. Durante el consumo de la bebida deportiva un sujeto presentó hipercalemia a lo largo de los 90 minutos y después de los 6 km finales; durante el consumo de gel solo existió un caso tras los 6 km finales; y durante el consumo de barra energética un total de dos evaluados tras los 6 km finales presentaron esa condición de anormalidad. Respecto al consumo exclusivo de agua, los valores de potasio plasmático se mantuvieron en la franja de normalidad. (Figura 2).

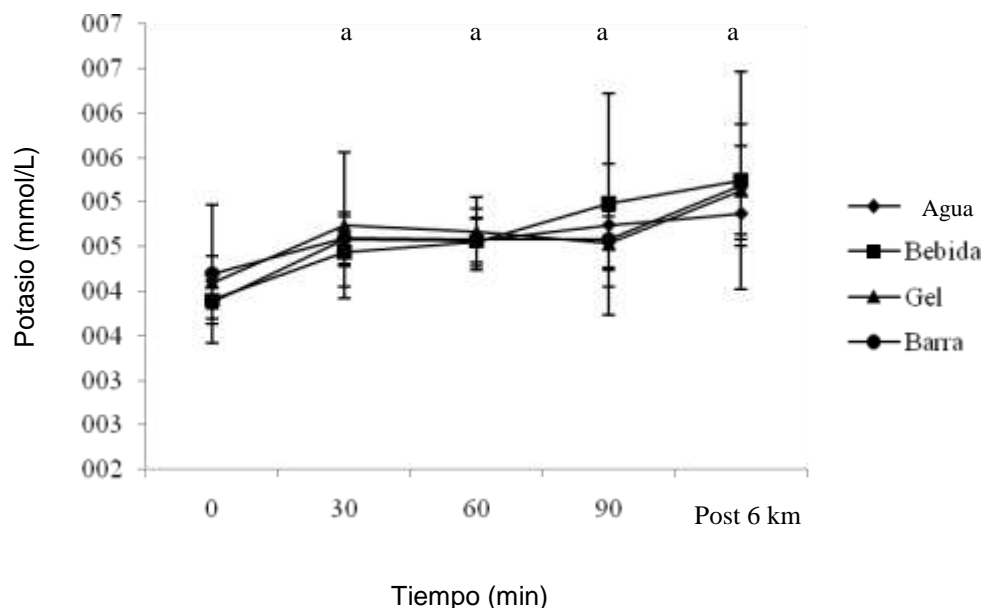


Figura 2. Concentración de potasio con consumo de agua, bebida deportiva, gel y barra. Valores en media \pm desviación típica.

^a Concentraciones significativamente mayores ($p < 0,05$) frente a los valores de reposo.

Las concentraciones plasmáticas de glucosa en reposo fueron semejantes entre todos los tratamientos experimentales (Figura 3). Por otra parte, a lo largo del ejercicio, las concentraciones plasmáticas de glucosa con el tratamiento con agua se mantuvieron estables por encima de los valores de reposo, exceptuando a los 90 minutos de ejercicio.

Las concentraciones plasmáticas de glucosa fueron significativamente mayores ($p < 0,001$) para todas las presentaciones de SC comparándolos frente al consumo de agua en todos los momentos de ejercicio y tras los 6 km finales, no existiendo diferencias entre los SC.

En todos los tratamientos, se observó que las concentraciones de glucosa fueron significativamente mayores ($p < 0,05$) tras los 6 km finales cuando fueron comparadas con las de reposo. Ningún evaluado presentó una concentración plasmática de glucosa inferior a 60 mg.dL^{-1} durante el ejercicio.

Durante el consumo de bebida deportiva solamente dos evaluados presentaron una concentración de glucosa superior a 120 mg.dL^{-1} después de los 6 km finales. Lo mismo sucedió en un sujeto durante el consumo de gel. En los demás tratamientos no se produjeron cuadros de hiperglucemia.

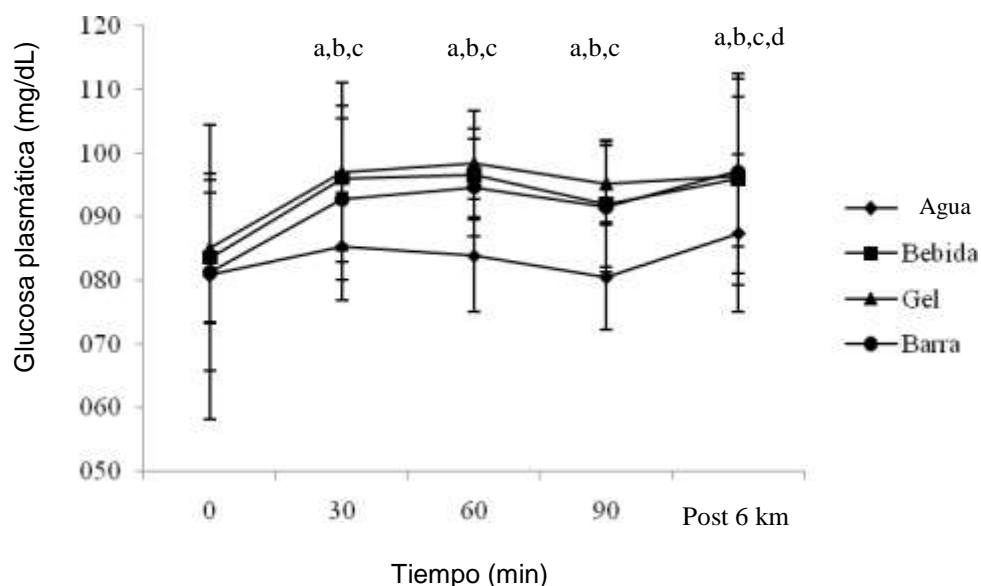


Figura 3. Concentraciones plasmáticas de glucosa con consumo de agua, bebida deportiva, gel y barra. Valores en media \pm desviación típica. (a) Tratamiento con bebida significativamente mayor frente al consumo de agua ($p < 0,001$). (b) Tratamiento con gel significativamente mayor que agua ($p < 0,001$). (c) Tratamiento con barra significativamente mayor que agua ($p < 0,001$). (d) Diferencia significativa ($p < 0,05$) de todos los tratamientos frente a los correspondientes valores de reposo.

DISCUSIÓN

Las concentraciones plasmáticas de sodio (Figura 1) se mantuvieron dentro de los rangos de normalidad (137–142 mmol/l) (Soares et al., 2002), a lo largo del ejercicio y tras los 6 km finales cuando se compararon frente a las concentraciones en reposo. Tampoco se modificaron significativamente entre los tratamientos, obteniéndose claramente que las concentraciones de sodio existentes tanto en la bebida, como en el gel o barra energética no se diferenciaron entre sí, incluso frente al consumo exclusivo de agua.

Resultados semejantes fueron encontrados por Campbell et al. (2008), que compararon bebida, gel, caramelo y agua durante un ejercicio al 75% del VO_{2max} al no observar cambios en las concentraciones plasmáticas de sodio durante el ejercicio en relación al reposo y entre los diferentes tratamientos. Marins et al. (2003) registraron que en dos tipos de bebidas deportivas que contenían 22 mg y 4 mg de sodio por 100 ml además de carbohidratos, tampoco fueron capaces de alterar la respuesta del sodio plasmático cuando fueron comparados los datos con el consumo de agua mineral.

Los resultados demuestran claramente que el contenido de sodio en los SC no influencia las concentraciones plasmáticas de sodio y que el ejercicio propuesto no generó pérdidas importantes por el sudor ($1,67 \pm 0,48$ L para el tratamiento con agua; $1,70 \pm 0,47$ L con bebida deportiva; $1,63 \pm 0,55$ L con gel y $1,68 \pm 0,34$ L con barra) que produjera un estado de hiponatremia en los evaluados.

Los resultados obtenidos ratifican que es muy difícil que suceda un cuadro de hiponatremia durante la práctica de ejercicios con las características que fueron realizadas en ese estudio. Los casos de hiponatremia están normalmente relacionados con más de cuatro horas de actividad continua, con calor elevado, gran producción de sudor (normalmente superior a los 1,5 litros por hora), además de ausencia o insuficiente consumo de sodio durante el ejercicio, o durante su dieta habitual (Asplund et al., 2012; Marins, 2011; Sawka et al., 2007; Marins et al, 2001 y 2003). Otra situación donde se puede generar un cuadro hiponatrémico, es cuando sucede una hiperhidratación (o sea, la cantidad de líquido consumido excede la cantidad de sudor producido a lo largo de más de cuatro horas de ejercicio), ocasionando una hiponatremia dilucional (Hernandez et al., 2009; Chorley et al., 2007)

El hecho de no haber diferencias en la respuesta del sodio plasmático no significa que no deba estar presente en esos productos, ya que su presencia en los SC desempeña otras funciones, tales como: a) auxiliar el mecanismo de co-transporte de absorción de glucosa a nivel intestinal; b) auxiliar en la palatabilidad del alimento; c) estimular el mecanismo de sed; d) auxiliar a retener los líquidos consumidos (Marins, 2011; Marins et al., 2001 y 2003;).

Las respuestas obtenidas en las concentraciones plasmáticas de potasio (Figura 2), indican que no existen diferencias estadísticas ($p > 0,05$) entre los diferentes tratamientos. Sin embargo, al contrario de lo sucedido con el sodio, a lo largo del ejercicio y tras los 6 km finales, las concentraciones fueron significativamente mayores ($p < 0,05$) frente a las registradas en reposo. Sin embargo, en la mayoría de los casos las concentraciones de potasio estuvieron situadas en el rango de normalidad (3,5 – 5,5 mmol/L).

Durante el ejercicio, el potasio es liberado desde el medio intracelular hacia el medio extracelular del músculo esquelético y, posteriormente, hacia la corriente sanguínea (Nielsen et al., 2004), produciéndose así un aumento de concentración de potasio frente a los niveles basales. El potasio plasmático, que se origina en los músculos durante el ejercicio, aumenta al inicio pero tiende a estabilizarse en ejercicios con intensidades por debajo del 100% del VO_{2max} (Hallen, 1996). Este comportamiento se observó en dicho estudio, teniendo en cuenta que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los valores durante el ejercicio. Por otro lado, durante la fase de los 6 km finales se produjo un aumento significativo en todos los tratamientos experimentales, frente a los valores de reposo. Esto indica claramente que la respuesta del potasio tiene un marcado ascenso cuando hay un esfuerzo intenso, independientemente del tipo de SC que esté siendo consumido en las cantidades propuestas en ese estudio.

Es importante destacar que el comportamiento del potasio (Figura 2) es claramente ascendente a lo largo del ejercicio, cuando se consideran como referencia los valores de reposo. Teniendo en cuenta que la duración del ejercicio estuvo limitada a 90 minutos los casos de hipercalemia fueron excepcionales. Sin embargo, durante los entrenamientos de ciclismo o bicicleta de montaña, con duraciones cercanas a los 180 minutos, es posible suponer en una mayor aparición de casos de hipercalemia.

Los únicos casos de alteraciones plasmáticas dentro del rango de normalidad observados en este estudio, estuvieron relacionados con cuadros de hipercalemia, ya descritos en el apartado de resultados, todos concentrados al final de los 90 minutos o tras el sprint. Esa respuesta fue similar a la obtenida por Marins et al. (2002) tras evaluar doce ciclistas durante 120 minutos al 65% VO_{2max} , donde observaron una elevada frecuencia de cuadros de hipercalemia, principalmente en la fase final del ejercicio. Un estado de hipercalemia puede provocar modificaciones en la conducción de los impulsos nerviosos en el músculo cardíaco (Armstrong et al., 2007; Clausen, 1998). En los músculos esqueléticos dichas alteraciones pueden favorecer la aparición de calambres musculares perjudicando el rendimiento. Así pues, mantener las concentraciones de potasio en la franja de normalidad es interesante para el rendimiento, ya que su aumento puede estar relacionado con la fatiga muscular (Green et al., 2011; Marins et al., 2001 y 2002; Paterson, 1996).

Tomando como base las respuestas plasmáticas del potasio en este estudio, se puede afirmar que el contenido de potasio presente en los SC consumidos no representan un riesgo para la salud del deportista, ya que las cantidades que lo componen son bajas. Por otro lado, cabe destacar que existen SC con cantidades de potasio en su composición muy superiores a las utilizadas en este estudio, que pueden suponer un aumento del riesgo para producir situaciones de hipercalemia.

Es posible establecer que las concentraciones de electrolitos presentes en los alimentos consumidos en este estudio durante 90 minutos de ejercicio no tiendan a producir una elevación de las concentraciones de electrolitos en el organismo, no habiendo así riesgo biológico alguno para su consumo. También es importante destacar que esas concentraciones (Tabla 1) mantuvieron la homeostasis mineral sin haber un riesgo de alteración plasmática de los niveles de normalidad, tanto en el sodio como en el potasio. Una limitación del presente estudio fue la ausencia de medición de la concentración de electrolitos en el sudor. Esto hubiera podido aportar más información sobre el equilibrio mineral durante el ejercicio.

Las diferentes formas de SC (bebida, gel y barra) fueron igualmente eficientes para mantener los niveles de glucosa plasmática durante el ejercicio. Sin embargo, esos niveles fueron superiores a los de cuando se consumió solamente agua pura (Figura 3). Diversos estudios demuestran el mantenimiento de los niveles de glucosa plasmática con el consumo de SC durante un ejercicio (Pfeiffer et al., 2010a, 2010b; Campbell et al., 2008; Ivy et al., 2003; Febbraio et al., 2000; Patterson y Gray, 2007; Mason et al., 1993). Cabe destacar que entre aquellos que compararon SC con diferentes presentaciones ninguno encontró diferencias en las concentraciones plasmáticas de glucosa entre los tratamientos. Lo que parece señalar que al igual que pasaba con la presencia de partículas sólidas en el estómago, no hubo retención en el estómago ya que el alimento pasó rápida y de forma directa al intestino, puesto que los valores fueron estadísticamente semejantes a los de después del consumo de una bebida deportiva.

Un estado de hipoglucemia durante un ejercicio es determinante para una situación de fatiga (Marins, 2011; Faria et al., 2011; Pérez-Guisado, 2009). Es muy importante que durante los ejercicios de larga duración se mantengan los valores de glucemia en los rangos de normalidad. En este estudio, independientemente del tipo de aporte de carbohidratos, ha sucedido así, indicado que un deportista podrá elegir la mejor forma de consumo de carbohidratos según su preferencia personal. Es importante destacar que tanto el consumo en gel o barra energética deberá estar acompañado de agua, para mantener hidratado el cuerpo.

A pesar de no haber sido registrado ningún caso de hipoglucemia, ni siquiera en el caso del consumo solamente de agua, se ven claramente en la figura 3 las diferencias de tendencias cuando se aportaron los carbohidratos. En el caso que se prolongara el ejercicio por más tiempo, como suele ser habitual en entrenamientos de ciclistas, se puede predecir que el consumo solamente de agua implicaría en un mayor riesgo de casos de hipoglucemia.

El hecho de no haber sido detectados casos de hipoglucemia solamente con el consumo de agua, se puede justificar de dos maneras: a) que existió un aporte inicial energético en el desayuno que dispuso de nutrientes suficientes para sostener la glucemia normalizada durante los 90 minutos; b) que la intensidad de ejercicio propuesta, entre un 55 y 60 % del VO_{2max} sea un porcentaje muy bajo teniendo en cuenta el nivel físico de los evaluados, produciendo un mayor predominio de la grasas en los substratos energéticos y consecuentemente ahorrando la glucemia sanguínea.

Una respuesta interesante fue el aumento de la glucemia sanguínea tras finalizar el período de 6 km finales en todas las pruebas experimentales. Lo que da a entender que la intensidad del ejercicio influencia en cierto modo el complejo entorno bioenergético existente, con una posible participación del glucógeno hepático para liberar más glucosa a la sangre.

El presente estudio demostró que, durante un ejercicio de intensidad moderada, en las condiciones ambientales en que fueron realizados ($22,40 \pm 0,97^{\circ}C$ y $72,90 \pm 5,45\%$ HR), los SC en forma de gel o barra energética asociados al consumo de agua ($3 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1}$ peso antes del ejercicio, cada 20 minutos durante el ejercicio y en los 6 km finales), es semejante al consumo de una bebida deportiva que presente un 6% de concentración de carbohidratos, además de sodio y potasio.

Considerando las condiciones ambientales y de ejercicio propuestas en este estudio, concluimos que, a igual cantidad de carbohidratos y líquidos ingeridos, los SC en forma de gel o barra generan semejante reposición energética y electrolítica que los SC en forma de bebida deportiva. Lo que ofrece a los deportistas más opción esa la hora elegir cómo reponerse energética y electrolíticamente durante el ejercicio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Altoe, J.L., Silva, R.P., Ferreira, F.G., Makkai, L., Amorim, P.R.S., Volpe, S. & Marins, J.C.B. (2011). Blood glucose changes before and during exercise with three meal conditions. *Gazz Med Ital*, 170, 177-184.
2. Anastasiou, C.A., Kavouras, S.A., Arnaoutis, G., Gioxari, A., Kollia, M., Botoula, E., et al. (2009). Sodium replacement and plasma sodium drop during exercise in the heat when fluid intake matches fluid loss. *J Athl Train*, 44(2), 117-123. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-44.2.117>
3. Armstrong, L.E., Casa, D.J., Millard-Stafford, M., Moran, D.S., Pyne, S.W. & Roberts, W.O. (2007). American College of Sports Medicine position stand. Exertional heat illness during training and competition. *Med Sci Sports Exerc*, 39(3), 556-572. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31802fa199>
4. Asplund, C.A., O'Connor, F.G. & Noakes, T.D. (2011) Exercise-associated collapse: an evidence-based review and primer for clinicians. *Br J Sports Med*, 45(14):1157-1162. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090378>
5. Bennard, P. & Doucet, E. (2006). Acute effects of exercise timing and breakfast meal glycemic index on exercise-induced fat oxidation. *Appl Physiol Nutr Metab*, 31(5), 502-511. <https://doi.org/10.1139/h06-027>
6. Bergmann, J.F., Chassany, O., Petit, A., Triki, R., Caulin, C. & Segrestaa, J.M. (1992). Correlation between echographic gastric emptying and appetite: influence of psyllium. *Gut*, 33(8), 1042-1043. <https://doi.org/10.1136/gut.33.8.1042>
7. Borg, G.A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*, 14(5), 377-381. <https://doi.org/10.1249/00005768-198205000-00012>
8. Campbell, C., Prince, D., Braun, M., Applegate, E. & Casazza, G.A. (2008). Carbohydrate-supplement form and exercise performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 18(2), 179-190. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.18.2.179>
9. Carvalho, M.V., Marins, J.C.B. & Garcia, E.S. (2007) . The influence of water versus carbohydrate-electrolyte hydration on blood components during a 16-km military march. *Mil Med*, 172, 79-82. <https://doi.org/10.7205/MILMED.172.1.79>
10. Casa, D.J., Armstrong, L.E., Hillman, S.K., Montain, S.J., Reiff, R.V., Rich, B.S., et al. (2000). National athletic trainers' association position statement: fluid replacement for athletes. *J Athl Train*, 35(2), 212-224.
11. Casa, D.J., Clarkson, P.M. & Roberts, W.O. (2005). American College of Sports Medicine roundtable on hydration and physical activity: consensus statements. *Curr Sports Med Rep*, 4(3), 115-127. <https://doi.org/10.1097/01.CSMR.0000306194.67241.76>
12. Casa, D.J., Stearns, R.L, Lopez, R.M, Ganio, M.S, McDermott, B.P. Walker, Yeargin, S. Yamamoto, L.M., Mazerolle, S.M., Roti, M.W., Armstrong, L.E. & Maresh, C.M. (2010) Influence of hydration on physiological function and performance during trail running in the heat. *J Athl Train*, 45(2):147-156. <https://doi.org/10.1097/01.CSMR.0000306194.67241.76>
13. Cheuvront, S.N., Kenefick, R.W., Montain, S.J. & Sawka, M.N. (2010) Mechanisms of aerobic performance impairment with heat stress and

- dehydration. *J Appl Physiol*, 109(6):1989-1995. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00367.2010>
14. Chorley, J., Cianca, J. & Divine, J. (2007). Risk factors for exercise-associated hyponatremia in non-elite marathon runners. *Clin J Sport Med*, 17(6):471-477. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e3181588790>
 15. Cintra, I.P., Heyde, M., Shmitz, B., Franceschini, S.C.C., Taddei, J., & Sigulem, D.M. (1997). Métodos de inquéritos dietéticos. *Cad Nutr*, 13, 11-23.
 16. Clausen, T. (1998). Clinical and therapeutic significance of the Na⁺,K⁺ pump*. *Clin Sci (Lond)*, 95(1), 3-17. <https://doi.org/10.1042/CS19970254>
 17. Faria, V.C., Casal, M.M., Cabral, C.A.C. & Marins, J.C.B. (2011). Influência do índice glicêmico na glicemia em exercício físico aeróbico. *Motriz*, 17(3), 395-405. <https://doi.org/10.1590/S1980-65742011000300003>
 18. Febbraio, M.A., Chiu, A., Angus, D.J., Arkinstall, M.J. & Hawley, J.A. (2000). Effects of carbohydrate ingestion before and during exercise on glucose kinetics and performance. *J Appl Physiol*, 89(6), 2220-2226. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.89.6.2220>
 19. Fortney, S.M., Wenger, C.B., Bove, J.R. & Nadel, E.R. (1984). Effect of hyperosmolality on control of blood flow and sweating. *J Appl Physiol*, 57(6), 1688-1695. <https://doi.org/10.1152/jappl.1984.57.6.1688>
 20. Gisolfi, C.V., Lambert, G.P. & Summers, R.W. (2001). Intestinal fluid absorption during exercise: role of sport drink osmolality and [Na⁺]. *Med Sci Sports Exerc*, 33(6), 907-915. <https://doi.org/10.1152/jappl.1984.57.6.1688>
 21. Green, H.J., Duhamel, T.A., Smith, I.C., Rich, S.M., Thomas, M.M., Ouyang, J. & Yau, J.E. (2011). Muscle fatigue and excitation-contraction coupling responses following a session of prolonged cycling. *Acta Physiol (Oxf)*, 203(4):441-455. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.2011.02335.x>
 22. Hallen, J. (1996). K⁺ balance in humans during exercise. *Acta Physiol Scand*, 156(3), 279-286. <https://doi.org/10.1046/j.1365-201X.1996.187000.x>
 23. Hernandez, A.J., Nahas, R.M., Rodrigues, T., Meyer, F., Zogaib, P., Lazzoli, J.K., Magni, J.R.T., Marins, J.C.B., Carvalho, T., Drummond, F. A. & Daher, S. S. (2009). Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. *Rev Bras Med Esporte*, 15, 1-12.
 24. Howley, E.T., Bassett, D.R.Jr. & Welch, H.G. (1995) Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Med Sci Sports Exerc*, 27(9):1292-1301. <https://doi.org/10.1249/00005768-199509000-00009>
 25. Ivy, J.L., Res, P.T., Sprague, R.C., & Widzer, M.O. (2003). Effect of a carbohydrate-protein supplement on endurance performance during exercise of varying intensity. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 13(3), 382-395. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.13.3.382>
 26. Kenefick, R.W., Chevront, S.N., Palombo, L.J., Ely, B.R. & Sawka, M.N. (2010) Skin temperature modifies the impact of hypohydration on aerobic performance. *J Appl Physiol*, 109(1):79-86. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00135.2010>
 27. Kraft, J.A., Green, J.M., Bishop, P.A., Richardson, M.T., Neggers, Y.H. & Leepe, J.D. (2012) The influence of hydration on anaerobic performance:

- a review. *Res Q Exerc Sport*, 83(2):282-292. <https://doi.org/10.1080/02701367.2012.10599859>
28. Loo, D.D., Zeuthen, T., Chandy, G. & Wright, E.M. (1996). Cotransport of water by the Na⁺/glucose cotransporter. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 93(23), 13367-13370. <https://doi.org/10.1073/pnas.93.23.13367>
 29. Lugo, M., Sherman, W.M., Wimer, G.S., & Garleb, K. (1993). Metabolic responses when different forms of carbohydrate energy are consumed during cycling. *Int J Sport Nutr*, 3(4), 398-407. <https://doi.org/10.1123/ijasn.3.4.398>
 30. Marins, J.C.B. (2011). Hidratação na atividade física e no esporte: equilíbrio hidromineral. Várzea Paulista, SP: Fontoura.
 31. Marins, J.C.B., Dantas, E.H.M. & Navarro, S.Z. (2000). Deshidratación y ejercicio físico. *Selección*, 9(3), 149-163.
 32. Marins, J.C.B., Garcia, E.P., Dantas, E.H.M., Garcia, J.V. & Navarro, S.Z. (2001). Bebidas para deportistas y electrolitos plasmáticos. *Arch Med Deporte*, Pamplona, 23 (86), 621-626.
 33. Marins, J.C.B., Dantas, E.H.M. & Navarro, S.Z. (2002). Diferentes tipos de hidratação durante o exercício prolongado e sua influência sobre o potássio plasmático. *Fit Perfor J*, 1, 31-40.
 34. Marins, J.C.B., Dantas, E.H.M. & Navarro, S.Z. (2003). Diferentes tipos de hidratação durante o exercício prolongado e sua influência sobre o sódio plasmático. *Rev Bras Ciên Mov*, 11(1), 13-22.
 35. Mason, W.L., McConell, G. & Hargreaves, M. (1993). Carbohydrate ingestion during exercise: liquid vs solid feedings. *Med Sci Sports Exerc*, 25(8), 966-969. <https://doi.org/10.1249/00005768-199308000-00013>
 36. McRae, K.A. & Galloway, S.D. (2012) Carbohydrate-electrolyte drink ingestion and skill performance during and after 2 hr of indoor tennis match play. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 22(1):38-46. <https://doi.org/10.1123/ijasnem.22.1.38>
 37. McCardle, W., Katch, F., & Katch, V. (2001). *Fisiologia do Exercício: Nutrição e Desempenho Humano*. Rio de Janeiro: Guanabara.
 38. Montain, S.J. & Coyle, E.F. (1992). Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. *J Appl Physiol*, 73(4), 1340-1350. <https://doi.org/10.1152/jappl.1992.73.4.1340>
 39. Nielsen, J.J., Mohr, M., Klarskov, C., Kristensen, M., Krstrup, P., Juel, C., et al. (2004). Effects of high-intensity intermittent training on potassium kinetics and performance in human skeletal muscle. *J Physiol*, 554(Pt 3), 857-870. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2003.050658>
 40. Osterberg, K.L., Pallardy, S.E., Johnson, R.J. & Horswill, C.A. (2009). Carbohydrate exerts a mild influence on fluid retention following exercise-induced dehydration. *J Appl Physiol*, 108(2), 245-250. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.91275.2008>
 41. Paterson, D.J. (1996). Role of potassium in the regulation of systemic physiological function during exercise. *Acta Physiol Scand*, 156(3), 287-294. <https://doi.org/10.1046/j.1365-201X.1996.190000.x>
 42. Patterson, S.D. & Gray, S.C. (2007). Carbohydrate-gel supplementation and endurance performance during intermittent high-intensity shuttle running. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 17(5), 445-455. <https://doi.org/10.1123/ijasnem.17.5.445>

43. Pérez-Guisado, J. (2009). Importancia del momento en que se realiza la ingestión de los nutrientes. *Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte*, 9(33), 14-24. <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista33/artingesta91.htm>.
<http://cdeporte.rediris.es/revista/revista33/artingesta91.htm>
- 44.
45. Pfeiffer, B., Stellingwerff, T., Zaltas, E., & Jeukendrup, A.E. (2010a). CHO oxidation from a CHO gel compared with a drink during exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 42(11), 2038-2045. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181e0efe6>
46. Pfeiffer, B., Stellingwerff, T., Zaltas, E., & Jeukendrup, A.E. (2010b). Oxidation of solid versus liquid CHO sources during exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 42(11), 2030-2037. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181e0efc9>
47. Phillips, S.M., Turner, A.P., Gray, S., Sanderson, M.F. & Sproule, J. (2010). Ingesting a 6% carbohydrate-electrolyte solution improves endurance capacity, but not sprint performance, during intermittent, high-intensity shuttle running in adolescent team games players aged 12-14 years. *Eur J Appl Physiol*, 109(5):811-821. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1404-Z>
48. Phillips, S.M., Turner, A.P., Sanderson, M.F. & Sproule, J. (2012) Carbohydrate gel ingestion significantly improves the intermittent endurance capacity, but not sprint performance, of adolescent team games players during a simulated team games protocol. *Eur J Appl Physiol* 112(3):1133-1141. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2067-0>
49. Rauch, H.G., Hawley, J.A., Woodey, M., Noakes, T.D. & Dennis, S.C. (1999). Effects of ingesting a sports bar versus glucose polymer on substrate utilisation and ultra-endurance performance. *Int J Sports Med*, 20(4), 252-257. <https://doi.org/10.1055/s-2007-971126>
50. 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. <https://doi.org/10.1123/ijnsn.8.1.70>
51. Rodriguez, N.R., DiMarco, N.M. & Langley, S. (2009). Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. *J Am Diet Assoc*, 109(3), 509-527. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2009.01.005>
52. Rogers, J., Summers, R.W. & Lambert, G.P. (2005). Gastric emptying and intestinal absorption of a low-carbohydrate sport drink during exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 15(3), 220-235. <https://doi.org/10.1123/ijnsnem.15.3.220>
53. Ryan, A.J., Lambert, G.P., Shi, X., Chang, R.T., Summers, R.W. & Gisolfi, C.V. (1998). Effect of hypohydration on gastric emptying and intestinal absorption during exercise. *J Appl Physiol*, 84(5), 1581-1588. <https://doi.org/10.1152/jappl.1998.84.5.1581>
54. Sawka, M.N., Burke, L.M., Eichner, E.R., Maughan, R.J., Montain, S.J. & Stachenfeld, N.S. (2007). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc*, 39(2), 377-390.

55. Schulze, K. (2006). Imaging and modelling of digestion in the stomach and the duodenum. *Neurogastroenterol Motil*, 18(3), 172-183. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2982.2006.00759.x>
56. Sechi, L.A. & Bartoli, E. (1996). Molecular mechanisms of insulin resistance in arterial hypertension. *Blood Press Suppl*, 1, 47-54.
57. Shephard, R.J. (1988) PAR-Q, Canadian Home Fitness Test and exercise screening alternatives. *Sports Med*, 5(3), 185-195. <https://doi.org/10.2165/00007256-198805030-00005>
58. Silva, R.P., Altoé, J.L., & Marins, J.C.B. (2009). Relevância da temperatura e do esvaziamento gástrico de líquidos consumidos por praticantes de atividade física. *Rev Nutr*, 22(5), 755-765. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732009000500016>
59. Silva, R.P., Mundel, T., Altoé, J.L., Saldanha, M.R., Ferreira, F.G. & Marins, J.C.B. (2010). Preexercise urine specific gravity and fluid intake during one-hour running in a thermoneutral environment – a randomized cross-over study. *J Sports Sci Med*, 9, 464-471.
60. Soares, J.L.M.F., Pasqualotto, A.C., Rosa, D.D. & Leite, V.R. (2002). Métodos diagnósticos: consulta rápida. São Paulo: Artmed.
61. Stannard, S.R., Constantini, N.W. & Miller, J.C. (2000). The effect of glycemic index on plasma glucose and lactate levels during incremental exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 10(1), 51-61. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.10.1.51>
62. Vincent, R., Roberts, A., Frier, M., Perkins, A.C., MacDonald, I. A. & Spiller, R.C. (1995). Effect of bran particle size on gastric emptying and small bowel transit in humans: a scintigraphic study. *Gut*, 37(2), 216-219. <https://doi.org/10.1136/gut.37.2.216>
63. Vrijens, D.M. & Rehrer, N.J. (1999). Sodium-free fluid ingestion decreases plasma sodium during exercise in the heat. *J Appl Physiol*, 86(6), 1847-1851. <https://doi.org/10.1152/jappl.1999.86.6.1847>
64. Yanagisawa, K., Ito, O., Nagai, S. & Onishi, S. (2012) Electrolyte-carbohydrate beverage prevents water loss in the early stage of high altitude training. *J Med Invest*, 59(1-2):102-10. <https://doi.org/10.2152/jmi.59.102>

Número de citas totales / Total references: 63 (100%)

Número de citas propias de la revista /Journal's own references: 1 (1,5%)