

## 2.2 Día del partido

### 2.2.1 Comidas previas al partido

La meta de una comida previa al partido es principalmente reponer los reservorios glucogénicos del hígado. El rol principal del glucógeno en el hígado es mantener constantes las concentraciones de glucosa en sangre. La glucosa es el principal combustible (y, en circunstancias normales, el único) que utiliza el cerebro. Suele hacerse referencia al hígado como el glucohomeostático o "glucostático": el órgano responsable de la regulación de la concentración de la glucosa en sangre. Un hígado promedio pesa aproximadamente 1,5 kg, y aproximadamente de 80 a 110 g de glucógeno se almacenan en el hígado de un humano adulto en el estado posabsortivo. El glucógeno se descompone en glucosa en el hígado y luego se libera en el sistema circulatorio. El hígado tiene una concentración mucho más alta de glucógeno (por kilogramo de tejido) que el músculo. Debido a que tiene una masa de músculo mucho más grande, existen más reservorios glucogénicos en el músculo (en términos absolutos, de 300 a 600 g en el músculo en comparación con los 80 a 110 g en el hígado), pero esto no quita que el hígado esté muy bien preparado para almacenar glucógeno. Luego del ayuno de la noche, el contenido de glucógeno del hígado puede reducirse a niveles bajos (<20 g) porque los tejidos como el cerebro utilizan la glucosa a una tasa de unos 6 g/h en condiciones de reposo. (Jeukendrup y Gleeson, 2018, <https://bit.ly/2UENOq7>).

Algunos estudios han demostrado que los deportistas deberían ingerir la última comida más o menos grande de 3 a 5 horas antes de la competición (Hargreaves, Hawley, & Jeukendrup, 2004). Aunque esta conclusión se basa principalmente en estudios de resistencia, debido al rol del glucógeno durante el fútbol, se utilizan las mismas directrices. En un estudio sobre el fútbol, se observó un aumento en la velocidad al driblar cuando Briggs et al. (2017) estudiaron los efectos del tamaño del desayuno (500 kcal frente a 250 kcal, 60 % de carbohidratos) en el rendimiento de siete jugadores de fútbol de la academia de la Premier League inglesa. Los jugadores tuvieron su desayuno normal (relativamente pequeño) o un desayuno con carbohidratos agregados. El desayuno con más carbohidratos contenía 77 g de carbohidratos, mientras que el desayuno normal contenía 39 g (con cantidades similares de proteínas y grasas). Luego jugaron un partido simulado con varios tests de destreza. A pesar de que el éxito y la precisión al driblar no se modificaron, la velocidad al driblar mejoró con los carbohidratos agregados. Como era de esperarse, se observaron mayores sensaciones de saciedad en B, pero no se informaron molestias abdominales.

Muchos otros estudios sugirieron que las ingestas más altas de carbohidratos antes y durante un partido pueden retrasar la fatiga (Holway & Spriet, 2011) y mejorar la capacidad de realizar ejercicios intermitentes de alta intensidad (Phillips, Sproule, & Turner, 2011; Russell, Benton, & Kingsley, 2012).



Especialmente si la comida previa al ejercicio es el desayuno, es importante consumir una cantidad relativamente alta de carbohidratos porque luego del ayuno nocturno el glucógeno en el hígado se encuentra casi completamente agotado. Las ventajas de una comida en las horas previas al ejercicio se relacionan con la disponibilidad incrementada de carbohidratos en los músculos y en el hígado. En las 3 a 5 horas previas al ejercicio, a pesar de que la mayoría de los carbohidratos pueden estar almacenados en el hígado, algunos carbohidratos también se incorporan al glucógeno muscular. La ingesta de una comida rica en carbohidratos (que contenga de 140 a aproximadamente 330 g de carbohidratos) de 3 a 5 horas antes del ejercicio incrementa los niveles de glucógeno muscular y mejora el rendimiento en el ejercicio (Hargreaves et al., 2004). Esa comida puede incluir fuentes de carbohidratos como el pan, la mermelada o la miel, los cereales, las gachas, las bananas, la fruta enlatada y el jugo de frutas. A continuación se ve un ejemplo de una dieta diaria que contiene 150 g de carbohidratos, los que representan al menos un 80 % de la ingesta de energía:

- *Comida 1: un bol grande de gachas con leche descremada, una banana, un vaso (250 ml) de jugo de naranja endulzado.*
- *Comida 2: cuatro rodajas de pan con mermelada o miel, una lata de refresco.*
- *Comida 3: tres tazas de arroz preparadas en un revuelto liviano con pequeñas cantidades de jamón o pollo magros, guisantes, maíz, hongos y cebolla, y un vaso (250 ml) de jugo de frutas. (Jeukendrup y Gleeson, 2018, <https://bit.ly/2UENOq7>).*

La última comida grande debe realizarse de 2,5 a 5 horas antes de un partido. Si solo hay 2,5 horas disponibles, la comida debe ser más pequeña; si hay 5 horas disponibles, la comida puede ser más abundante. A menudo, la elección del momento oportuno se basa en la logística. Durante la hora previa al partido, hay una última oportunidad de llenar el hígado de glucógeno o de comenzar a incorporar combustible para el partido (por ejemplo, los carbohidratos ingeridos 15 minutos antes del partido se absorberán y se encontrarán disponibles durante el partido).

### **2.2.2 La hora previa**

Ha habido mucho debate acerca de la ingesta de carbohidratos en la hora previa al ejercicio. La ingesta de carbohidratos de 30 a 60 minutos antes de un partido genera un gran aumento de la insulina y la glucosa plasmática. En el comienzo del ejercicio ocurre una rápida caída de la glucosa en sangre, un fenómeno conocido como hipoglucemia reactiva o de rebote. Hasta hace solo unos pocos años atrás, se recomendaba a los deportistas que no consumieran carbohidratos en la hora previa al ejercicio porque se

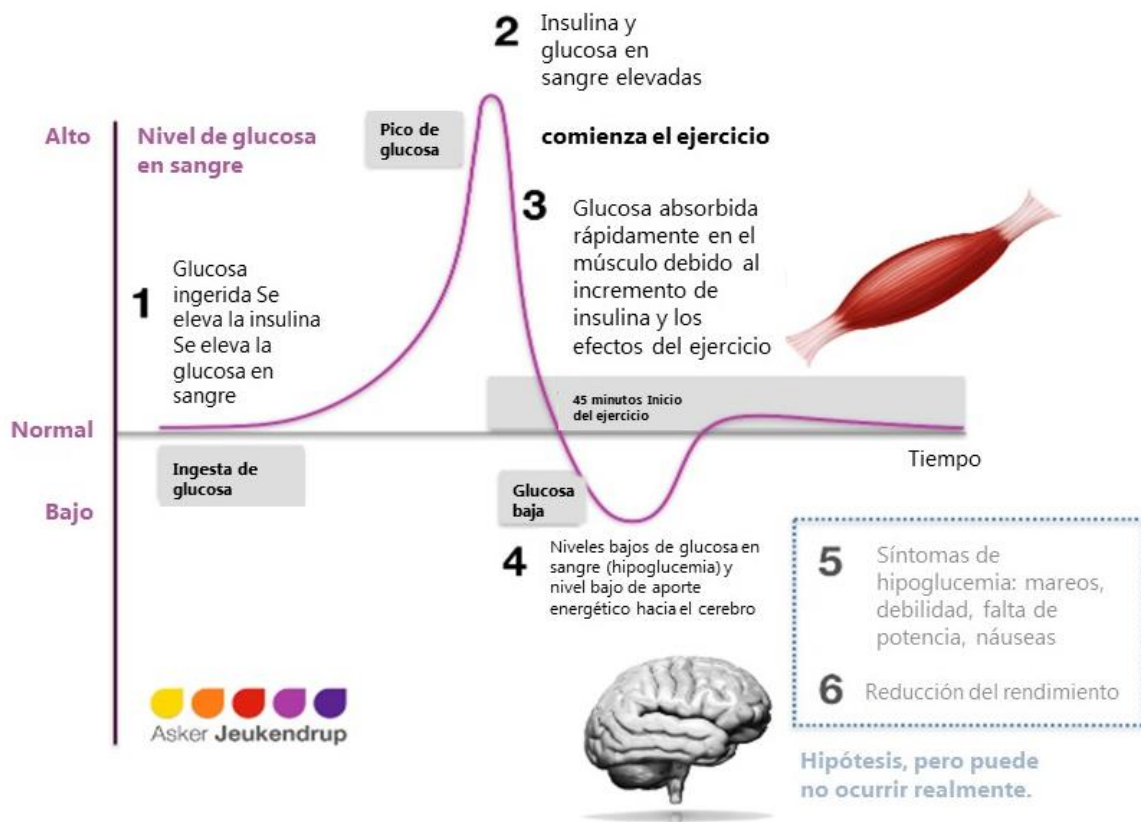
creía que inducía a una hipoglucemia y afectaba negativamente en el rendimiento. Este punto de vista cambió gradualmente como lo analizaremos más adelante. Para obtener una revisión más detallada sobre este tema, se recomienda consultar la siguiente publicación: (Jeukendrup & Killer, 2011). (Jeukendrup y Gleeson, 2018, <https://bit.ly/2UENOq7>).

### Cambios metabólicos con la ingesta de carbohidratos antes del ejercicio

Cuando se ingieren carbohidratos en la hora previa al ejercicio, las concentraciones de insulina y glucosa en sangre aumentan (Figura 3). Esta hiperinsulinemia estimula la captación de glucosa. Cuando se inicia el ejercicio, la actividad contráctil estimula aún más la captación de glucosa del músculo y, como resultado, se produce una rápida desaparición de la glucosa en sangre, lo que ocasiona una caída de su concentración.

El aumento de la salida normal de la glucosa del hígado inducido por el ejercicio se inhibe con la ingesta de carbohidratos (Marmy-Conus, Fabris, Proietto, & Hargreaves, 1996), a pesar de la absorción continua de los carbohidratos ingeridos. La mejora de la oxidación y la captación de la glucosa en sangre por el músculo esquelético puede explicar el aumento en la oxidación de carbohidratos luego de la ingesta de carbohidratos antes del ejercicio. Además, en algunos estudios se observó un aumento en la degradación del glucógeno muscular. (Jeukendrup y Gleeson, 2018, <https://bit.ly/2UENOq7>).

Figura 3: El concepto de la hipoglucemia de rebote



Fuente: Jeukendrup, 5 de febrero de 2015, <https://bit.ly/2Q02B2u>

Cuando se ingieren carbohidratos en la hora previa al ejercicio, aumentan los niveles de insulina y glucosa en sangre. Cuando se inicia el ejercicio, aumenta la captación de glucosa. Ahora, tanto la insulina (en su pico) como el ejercicio estimularán la captación de glucosa y, como consecuencia, se podrá observar una caída en la glucosa en sangre que termine en hipoglucemia. La hipoglucemia se asocia con síntomas como mareos, náuseas, debilidad y temblores, ninguno de los cuales sería bueno para el rendimiento. Sin embargo, las investigaciones no necesariamente respaldan esta teoría.

El aumento de los ácidos grasos plasmáticos con el ejercicio se atenúa después de la ingesta de carbohidratos antes del ejercicio debido a la inhibición de la lipólisis mediada por la insulina (Horowitz, Mora-Rodriguez, Byerley, & Coyle, 1997). Incluso pequeños incrementos en la insulina plasmática (p. ej., después de la ingesta de fructosa) pueden generar una reducción marcada de la lipólisis. La oxidación de las grasas se reduce no solo por la disponibilidad más baja de las grasas plasmáticas (Horowitz et al., 1997), sino también por la inhibición de la oxidación de las grasas en la musculatura esquelética. La disponibilidad de los ácidos grasos plasmáticos aumentada artificialmente no devuelve por completo la oxidación de las grasas a los niveles observados durante el ejercicio en el estado de ayuno (Horowitz et al., 1997). Algunas evidencias indican que la hiperinsulinemia y la

hiperglucemia reducen la captación de los AG en la mitocondria (Coyle, Jeukendrup, Wagenmakers, & Saris, 1997).

Entre los factores que determinan la respuesta glucémica durante el ejercicio se incluyen:

- los efectos estimulantes combinados de la insulina y la actividad contráctil en la captación de glucosa del músculo;
- el equilibrio de los efectos estimulantes e inhibitorios de la insulina y las catecolaminas en la salida de glucosa del hígado; y
- la magnitud de la absorción intestinal continua de la glucosa proveniente de los carbohidratos ingeridos.

Debido a que los efectos metabólicos de la ingesta de carbohidratos antes del ejercicio son una consecuencia de la hiperglucemia e hiperinsulinemia, se ha generado interés en estrategias que minimicen los cambios en la insulina y la glucosa plasmática antes del ejercicio. Estas estrategias incluyen la ingesta de fructosa o tipos de carbohidratos diferentes a la glucosa que tengan un índice glucémico inferior; la variación del cronograma de ingesta o la carga de carbohidratos; la incorporación de grasas; y la inclusión de ejercicios de calentamiento en el período previo al ejercicio. En general, a pesar de que estas diversas intervenciones no modifican la respuesta metabólica al ejercicio, mitigar las respuestas insulinémicas y glucémicas previas al ejercicio parece no ofrecer ventajas para el rendimiento durante el ejercicio.

Las alteraciones metabólicas asociadas con la ingesta de carbohidratos en los 30 a 60 minutos previos al ejercicio tienen el potencial de influir en el rendimiento durante el ejercicio. El aumento de la glucogenólisis muscular y la supresión del metabolismo de las grasas podrían tener como resultado un inicio más temprano de la fatiga durante el ejercicio, según lo sugiere un estudio de Foster, Costill y Fink (1979). De hecho, este estudio inicial informó una reducción en el rendimiento durante el ejercicio. Desde entonces, sin embargo, la abrumadora mayoría de más de 100 estudios ha mostrado ausencia de cambios o incluso mejoras en el rendimiento en ejercicios de resistencia después de la ingesta de carbohidratos en la hora previa al ejercicio.

Curiosamente, en una serie de estudios (Jentjens & Jeukendrup, 2003; Moseley, Lancaster, & Jeukendrup, 2003) se demostró que ciertos individuos pueden desarrollar hipoglucemia cuando ingieren carbohidratos en la hora previa al ejercicio, aunque esto no se consideró como un indicador del rendimiento. Tengan en cuenta que las causas de la hipoglucemia en esta situación son diferentes de lo que ocurre después del ejercicio prolongado cuando se agotan las reservas endógenas de carbohidratos. Aquí se debe principalmente a los efectos combinados de la insulina y el ejercicio. Las concentraciones de glucógeno en el hígado pueden estar altas. Después del ejercicio prolongado, la causa de la hipoglucemia es el

agotamiento del glucógeno en el hígado y las bajas concentraciones de insulina plasmática.

La hipoglucemia pareció ser más prevalente cuando la ingesta de carbohidratos se realizó 75 minutos antes del ejercicio en comparación con 45 minutos antes y, cuando se ingirieron 15 minutos antes del ejercicio, pocas personas desarrollaron hipoglucemia (Moseley et al., 2003). Otros estudios demostraron que la hipoglucemia puede prevenirse completamente cuando se ingieren carbohidratos 5 minutos antes del ejercicio o durante el calentamiento.

En conclusión, a pesar de los efectos metabólicos bien documentados de la ingesta de carbohidratos previa al ejercicio, hay poca evidencia que pareciera respaldar la práctica de evitar la ingesta de carbohidratos en la hora previa al ejercicio si se ingieren carbohidratos suficientes. Algunas personas, sin embargo, pueden ser más propensas a desarrollar hipoglucemia; por eso, se recomienda determinar la práctica individual basándose en la experiencia con diversos protocolos de ingesta de carbohidratos antes del ejercicio. (Jeukendrup y Gleeson, 2018, <https://bit.ly/2UENOq7>).

### Mensajes prácticos

- *Asegúrense de que el hígado esté lleno de glucógeno antes del partido.*
- *Esto puede realizarse ingiriendo de 150 a 330 g de carbohidratos en las 3 a 4 horas previas.*
- *Concedan tiempo suficiente para la digestión y la absorción de modo que el jugador pueda comenzar el partido sin sentirse lleno.*
- *En la hora previa al partido hay una última oportunidad de reabastecer el glucógeno en el hígado y de comenzar a incorporar combustible "durante" el ejercicio. Especialmente cuando se ingieren carbohidratos en los minutos previos al partido, estos se volverán disponibles durante el partido.*
- *Establezcan una rutina para el equipo a la que los jugadores puedan acostumbrarse (o establezcan una rutina a nivel individual cuando sea posible).*

### 2.2.3 Calentamiento y entretiempo

Las actividades de investigación normalmente notan los beneficios en el rendimiento en protocolos que simulan partidos de fútbol cuando se consumen carbohidratos durante el ejercicio en cantidades de ~30 a 60 g/h (Baker, Nuccio, & Jeukendrup, 2014; Baker, Rollo, Stein, & Jeukendrup, 2015; Russell, Benton, & Kingsley, 2014). Los efectos en los indicadores de rendimiento pueden ser mayores con ingestas superiores de carbohidratos ( $\geq 75$  g) (Baker et al., 2014). Sin embargo, también está claro que los jugadores de fútbol a menudo no alcanzan estas ingestas. Por ejemplo, jugadores de la Premier League inglesa informaron ingestas

de carbohidratos de 32 g/h justo antes y durante un partido (Anderson, Naughton, et al., 2017). Esto puede atribuirse a las reglas del partido que limitan la ingesta a los momentos de calentamiento y entretiempo (ver a continuación); el miedo o la experiencia real de padecer problemas gastrointestinales durante los ejercicios de alta intensidad; o simplemente a la falta de conocimiento.

Como mencionamos antes, la mayoría de los estudios publicados han informado mejoras en el rendimiento de los futbolistas al tirar al arco, al driblar y al hacer pases con la ingesta de 6 a 7,5% de solución de carbohidratos en cantidades de ingesta de 30 a 60 g/h. Currell et al. [Currell, Conway, & Jeukendrup, 2009] encontraron una mejora significativa en la precisión al driblar y al patear la pelota con una ingesta de 55 g de carbohidratos/h en comparación con el placebo. En el mismo estudio se descubrió que saltar para cabecear una pelota (lo que involucra solo un pequeño componente cognitivo) no se vio influido por la ingesta de carbohidratos.

En general, existe una tendencia a que el rendimiento de destreza de los jugadores decline durante las últimas etapas del partido si se ingirió placebo, y la ingesta de carbohidratos puede reducir esta disminución. Por ejemplo, en un estudio que usó un protocolo de carrera intermitente hubo una reducción de un 14% en el rendimiento de los pases comparando los tests previos y posteriores a la ingesta de placebo, y de solo un 3% con 52 g de carbohidratos/h (Ali & Williams, 2009).

Por el momento hay pocos estudios que hayan medido el rendimiento de la destreza, y medir el rendimiento de la destreza es notablemente difícil. Esas mediciones pueden tener una gran variación y se ven fácilmente influidas por variables externas. Por lo tanto, son más difíciles de controlar. Si una medición tiene muchas variaciones, es normalmente más difícil detectar el efecto de una intervención (en este caso, el consumo de carbohidratos). Creo que esta es una de las principales razones por las cuales los estudios muestran resultados variables, con efectos positivos de apuntalamiento en algunos casos y, en otros casos, con ningún efecto derivado de la ingesta de carbohidratos. Hasta la fecha, ningún estudio arrojó resultados negativos.

Por eso, esta es una estrategia que debería investigarse más en el fútbol, en especial en el nivel más alto, en donde pequeñas mejoras en 11 jugadores pueden marcar una diferencia. Existen al menos dos momentos buenos para ingerir carbohidratos: justo antes de comenzar un partido y en el entretiempo. Una ingesta objetivo de 90 gramos para un partido completo es un buen comienzo (45 g de carbohidratos antes y 45 g en el entretiempo), con base en lo que sabemos gracias a unos pocos estudios en la literatura y al trabajo en deportes de resistencia, pero la realidad es que no hay suficientes estudios que ofrezcan una guía muy clara sobre la cantidad óptima de carbohidratos. Una ingesta muy práctica sería una que se realizara dos veces y estuviera integrada



por 25 a 30 gramos (ya que esa es la cantidad presente en un gel, una pequeña barra deportiva o una banana). (Jeukendrup, 27 de mayo de 2015, <https://bit.ly/2LcUdo1>).

También se hizo evidente que, además de proporcionar un sustrato para los músculos y el cerebro, los carbohidratos consumidos durante el ejercicio ejercen efectos centrales mediante los cuales los receptores de la cavidad oral detectan la ingesta de carbohidratos y alteran favorablemente la percepción del esfuerzo (Carter, Jeukendrup, & Jones, 2004; Jeukendrup, April 16, 2013; Jeukendrup, July-August, 2013). Esto es diferente a proporcionar combustible para el cerebro. En este caso, existe una señal neuronal que dispara inmediatamente ciertas áreas del cerebro.

Varios estudios con tecnología de imágenes cerebrales (imagen por resonancia magnética funcional, IRMf) han registrado cambios en diversas áreas del cerebro junto con la sensación de carbohidratos en la boca (Chambers, Bridges y Jones, 2009). En estos estudios se demostró que tanto los carbohidratos dulces como los no dulces activan regiones en el cerebro asociadas con la recompensa y el control motor. Hay evidencia sólida de que en situaciones en las que se requiere una salida de potencia alta durante entre ~45 y 75 minutos, un enjuague bucal o la ingesta de pequeñas cantidades de carbohidratos desempeñan un papel no metabólico en la mejora del rendimiento en un 2 o 3%. (Jeukendrup y Gleeson, 2018, <https://bit.ly/2UENOq7>).

A pesar de que no existe evidencia específica del fútbol, se ha demostrado que el enjuague bucal con carbohidratos incrementa la velocidad de trote autoseleccionada, con beneficios similares en el rendimiento del sprint durante el ejercicio intermitente (Rollo, Homewood, Williams, Carter, & Goosey-Tolfrey, 2015). En el futuro podremos ver estudios más específicos para el fútbol, pero este abordaje es ciertamente prometedor si se puede encontrar una solución práctica, ya que un simple enjuague tendrá un pequeño efecto y se necesitarían más.

Las implicaciones para el fútbol aún no son claras, pero las soluciones prácticas que permiten el uso de enjuagues bucales de carbohidratos durante un partido (p.ej., protectores bucales que también sirvan como sistemas de entrega de carbohidratos) posiblemente podrían mejorar el rendimiento en situaciones en donde el consumo de carbohidratos se vea limitado por preocupaciones gastrointestinales. Un artículo reciente del New York Times habló de esto debido a que se vio que jugadores de la copa mundial de fútbol se enjuagaban la boca con soluciones (de carbohidratos) (Longman, 2018).

Otro factor importante durante un partido puede ser la hidratación. Los jugadores suelen deshidratarse en menor o mayor grado después de un partido de fútbol (Nuccio, Barnes, Carter, &

Baker, 2017) debido a una discordancia entre la pérdida de sudor (determinada por la intensidad y la duración del partido y las condiciones ambientales) y la ingesta de líquido (determinada por las oportunidades durante el partido y las prácticas de hidratación individuales). En condiciones de frío, las pérdidas netas de líquido se encuentran típicamente en un rango aceptable (de 1 a 2 % del p. c.) (Burke & Hawley, 1997), donde los efectos en el rendimiento cognitivo y en la carrera (Nuccio et al., 2017) parecen ser pequeños e inconsistentes. (Jeukendrup y Gleeson, 2018, <https://bit.ly/2UENOq7>).

Por ejemplo, el consumo de líquidos no tuvo efectos en el rendimiento del sprint de 15 m durante un protocolo con test de carrera intermitente de Loughborough (LIST) (Ali, Gardiner, Foskett, & Gant, 2011), a pesar de que un estudio anterior de McGregor, Nicholas, Lakomy and Williams (1999) mostró sprints más veloces con el consumo de líquidos durante un LIST de 90 minutos. Del mismo modo, la capacidad de carrera intermitente no se vio afectada por la deshidratación leve en un estudio (Owen, Kregel, Wall, & Gisolfi, 1985), mientras que otro estudio mostró pequeñas mejoras al beber en comparación con realizar enjuagues bucales de agua o no consumir líquidos (Edwards et al., 2007). Por esto, es justo llegar a la conclusión, a partir de la evidencia disponible, de que las prácticas actuales de consumir bebidas no son una preocupación importante para el rendimiento si limitan la deshidratación hasta niveles moderados (pérdidas de hasta el 2,5 % de p. c.) en condiciones templadas.

En condiciones de calor, sin embargo, las mayores pérdidas de líquido (p. ej., tasas de sudoración en el partido de hasta 3 l) pueden afectar las respuestas fisiológicas y el rendimiento (Baker & Jeukendrup, 2014). En otra sección en el próximo módulo se analiza cómo lidiar con condiciones ambientales extremas.

En un partido de fútbol de élite jugado en un entorno de calor se notó un rendimiento comprometido de actividades de saltos y sprints repetidos, con una marcada reducción en la carrera de alta intensidad hacia el final del partido. Esto se atribuyó al estado de entrenamiento y a la hipertermia o deshidratación (Mohr & Krstrup, 2013; Mohr et al., 2010). Por eso, es probable que las estrategias de consumir bebidas mejoradas puedan prevenir algunos de los efectos más amplios en los efectos del rendimiento en entornos de calor (Mohr & Krstrup, 2013; Mohr et al., 2010). Es importante tener en cuenta que existen diferencias entre los individuos en lo que respecta a las necesidades y pérdidas de líquidos. Por esto se requiere un abordaje individualizado para evitar la deshidratación excesiva (Holway & Spriet, 2011).

Numerosos problemas prácticos determinan las oportunidades de hidratación e ingesta de carbohidratos dentro de un partido. Las reglas de la Fédération Internationale de Football Association (FIFA) dictaminan que las bebidas (y otros productos) solo pueden ingerirse durante las interrupciones. Las interrupciones para bebidas u otros motivos médicos son decisión del árbitro, aunque durante torneos en climas extremadamente cálidos la FIFA puede decidir que se programen pausas para la hidratación. Sin embargo, por lo general hay pocas oportunidades para beber durante un partido, y estas oportunidades no suelen estar programadas y pueden no estar disponibles para todos los jugadores (p. ej., un jugador puede

encontrarse en el otro lado del campo). Claramente, esto hace que las oportunidades antes del partido y durante el entretiempo sean más importantes que en muchos otros deportes de equipo. Tanto la hidratación como la ingesta de carbohidratos pueden requerir una especial atención en partidos en donde se juega tiempo adicional (2 tiempos de 15 minutos). Todas las estrategias nutricionales para el partido, incluido el uso de suplementos (ver la sección específica) deben ponerse en práctica durante el entrenamiento y los partidos menos importantes.

## Ayudas ergogénicas

Los suplementos nutricionales son lo siguiente que debe considerarse para el día del partido. Existen probablemente dos tipos de suplementos que pueden utilizarse. Las ayudas ergogénicas que ayudarían a incrementar la cantidad de trabajo que puede realizarse (es decir, el rendimiento en la carrera, la reducción de la fatiga o la fatiga demorada) o los suplementos que mejoran la destreza y los aspectos cognitivos de rendimiento. Es tentador creer que los suplementos nutricionales que ofrecen tales compuestos pueden estimular el rendimiento. Esta sección va más allá de los suplementos de proteínas y carbohidratos que apoyan el punto mencionado anteriormente. Esta sección explora los suplementos que son prometedores y tienen una base de evidencia en deportes como el fútbol.

## Rendimiento en la carrera

Existen muchos suplementos que podrían, al menos teóricamente, mejorar el rendimiento en la carrera en el fútbol. Estos suplementos se analizarán más detalladamente en otra parte de este curso, pero aquí nos enfocaremos en los aspectos prácticos para el día del partido. Además de los carbohidratos (que no se deben ingerir como suplemento), el suplemento que cuenta con más evidencia de mejorar el rendimiento es la cafeína. Por supuesto, la cafeína tampoco debe ingerirse como un suplemento, pero en el fútbol suele ser la solución más práctica. Si los jugadores quisieran obtener los efectos del café, sin embargo, esto también es posible. El primer paso sería trabajar en la dosis óptima para cada individuo, mayormente a través de prueba y error. El entrenamiento puede usarse para esto antes de intentar utilizar la cafeína en los partidos. El día del partido, la cafeína debería ingerirse 45 a 60 minutos antes de comenzar el partido, ya sea en forma de píldoras, de cápsulas, de productos de nutrición deportiva (la forma más común) o de café. El objetivo debe ser alrededor de 3 mg/kg, pero ajustado al individuo. Si se utiliza goma de mascar con cafeína, puede utilizarse durante el calentamiento. La mayoría de las gomas de mascar requieren de 3 a 5 minutos de masticación antes de que se libere toda la cafeína. Las concentraciones de cafeína en la sangre aumentarán rápidamente como resultado de la absorción en la cavidad oral.

El otro suplemento cuyo consumo podría ser útil el día del partido, pero menos práctico, es el bicarbonato de sodio. Algunos estudios han demostrado una mejora en la capacidad de amortiguación con el bicarbonato de sodio, y esto podría mejorar potencialmente el rendimiento en el sprint repetido. Por el momento no existen estudios específicos en el fútbol, pero tomando como base la evidencia existente en otras actividades, es probable que esto genere pequeños beneficios en el rendimiento. Es decir, si la ingesta de bicarbonato no ocasiona efectos secundarios. La dosis recomendada es de 300 mg por kg (0,3 g/kg), y esto sería un puñado de sal que debería ingerirse en las 2 horas previas al partido. Ahí es donde

este suplemento se vuelve poco práctico. Algunos lo han ingerido disuelto en jugo de naranja, otros confían en las cápsulas (el método recomendado).

Otro método para mejorar la capacidad de amortiguación es la beta-alanina. El mecanismo es diferente y, por eso, los efectos de este método probablemente se agreguen a los del bicarbonato. El bicarbonato incrementa la capacidad de amortiguación en la sangre, trasladando fuera del tejido a los iones de hidrógeno; la beta-alanina incrementa el contenido de carnosina, y esto constituye una amortiguación intracelular. El contenido de carnosina no cambia de la noche a la mañana, y se necesita un período prolongado de suplementación para incrementar las concentraciones de la carnosina muscular. La dosis recomendada es de 3 a 6 g/día durante 3 a 4 semanas, seguida de una dosis de mantenimiento de >1,2 g por día. Esto significa que es una estrategia adecuada para la parte más dura o más importante de la temporada (por ejemplo, para las semanas en donde se juegan dos partidos), pero la suplementación debería comenzar de 3 a 4 semanas antes.

Debido a que la beta-alanina puede presentar efectos secundarios, especialmente en dosis más altas (hormigueo en los dedos de la mano y en la nariz), se recomienda practicar y ver si los posibles efectos en el rendimiento superan los posibles efectos secundarios.

Los suplementos finales que considerar son los nitratos, que podrían entregarse en forma de alimentos (vegetales de hojas verdes, remolacha) o en forma de jugo de remolacha concentrada (tragos). Esta última ha sido la forma más común y probablemente la más práctica. Nuevamente, hay pocas investigaciones realizadas específicamente para el fútbol, pero hay alguna evidencia con los ejercicios intermitentes. Los efectos en el rendimiento pueden ser pequeños, y pueden ser incluso más pequeños en jugadores de élite muy bien entrenados. A pesar de que los estudios sugieren una carga de 3 a 6 días, la carga de nitratos de 36 horas puede ser más práctica y aceptable entre los futbolistas. El principal factor limitante de esta estrategia son los problemas de sabor de los actuales productos con nitratos disponibles comercialmente (es decir, el jugo de remolacha o los tragos). Por eso es altamente recomendado que los jugadores experimenten con la suplementación de nitratos antes de la implementación.

Por último, la creatina es un suplemento que ha sido muy popular durante muchos años en los deportes de fuerza; se ha investigado a fondo y hay una buena base de evidencia, en especial para el rendimiento en sprints repetidos. Se recomienda una carga de 5 gramos de creatina 4 veces por día durante 5 a 7 días, seguida de una dosis diaria de mantenimiento de 3 a 5 g/día. Debido a que la suplementación de creatina suprime la producción endógena, y debido a que toma un tiempo relativamente largo que la creatina regrese a niveles normales, se recomienda consumir la suplementación de creatina en ciclos en determinadas etapas de la temporada. Esto debe planificarse cuidadosamente al comienzo de la temporada.

## Rendimiento de destreza

La cafeína y los carbohidratos son los constituyentes dietarios sobre los cuales se ha publicado la mayor cantidad de informes en los que se describen mejoras en las destrezas y los aspectos cognitivos del rendimiento deportivo. Sin embargo, se necesita más trabajo para determinar la dosis óptima y el momento oportuno para la ingesta de los carbohidratos y la cafeína necesarios para desencadenar los

máximos beneficios consistentes en el rendimiento cognitivo y en las habilidades motrices. De hecho, se necesitan estudios de respuesta a las dosis para todos los constituyentes dietarios, ya que la escasez de estos estudios representa una brecha significativa en la literatura.

En general, el cuerpo de literatura revisado sugiere que los participantes de los estudios con estados de deterioro de la función cognitiva (p. ej., privación del sueño, estrés mental o fatiga inducida por el ejercicio) son más propensos a experimentar beneficios agudos de la ingesta de carbohidratos o cafeína. Actualmente falta de evidencia que respalde el uso de otros constituyentes dietarios para mejorar la habilidad motriz o el rendimiento cognitivo relacionados con el deporte. Se han realizado muchas afirmaciones y sugerencias que vinculan a otros suplementos con una mejora en el mantenimiento de la destreza: aminoácidos ramificados, flavanoles de cacao, *Gingko biloba*, ginseng, guaraná, *Rhodiola rosea*, salvia, L-teanina, teobromina y tirosina. Sin embargo, en la actualidad, estos suplementos no pueden recomendarse para mejorar las habilidades motrices o la cognición para el rendimiento deportivo.

Los carbohidratos y la cafeína son los únicos constituyentes dietarios que tienen una evidencia aceptable sobre su eficacia como ayuda ergogénica en los tests de destrezas específicos del deporte. Para otros constituyentes dietarios, los investigadores normalmente usan los tests cognitivos y de habilidades motrices diseñados para la población en general, y esos tests tienen una relevancia cuestionable para los entornos deportivos. Es crucial que los futuros estudios de eficacia desarrollen y empleen baterías sensibles, confiables y válidas de tests cognitivos y de habilidades motrices.

# Referencias

Ali, A., Gardiner, R., Foskett, A., y Gant, N. (2011). Fluid balance, thermoregulation and sprint and passing skill performance in female soccer players. *Scand J Med Sci Sports*, 21 (3), 437-445. doi:10.1111/j.1600-0838.2009.01055.x

Ali, A., y Williams, C. (2009). Carbohydrate ingestion and soccer skill performance during prolonged intermittent exercise. *J Sports Sci*, 27 (14), 1499-1508. doi:10.1080/02640410903334772

Anderson, L., Naughton, R. J., Close, G. L., Di Michele, R., Morgans, R., Drust, B., y Morton, J. P. (2017). Daily Distribution of Macronutrient Intakes of Professional Soccer Players From the English Premier League. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 27 (6), 491-498. doi:10.1123/ijsnem.2016-0265

Anderson, L., Orme, P., Naughton, R. J., Close, G. L., Milsom, J., Rydings, D. . . Morton, J. P. (2017). Energy Intake and Expenditure of Professional Soccer Players of the English Premier League: Evidence of Carbohydrate Periodization. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 27 (3), 228-238. doi:10.1123/ijsnem.2016-0259

Baker, L. B. y Jeukendrup, A. E. (2014). Optimal composition of fluid-replacement beverages. *Compr Physiol*, 4 (2), 575-620. doi:10.1002/cphy.c130014

Baker, L. B., Nuccio, R. P., y Jeukendrup, A. E. (2014). Acute effects of dietary constituents on motor skill and cognitive performance in athletes. *Nutr Rev*, 72 (12), 790-802. doi:10.1111/nure.12157

Baker, L. B., Rollo, I., Stein, K. W., y Jeukendrup, A. E. (2015). Acute Effects of Carbohydrate Supplementation on Intermittent Sports Performance. *Nutrients*, 7 (7), 5733-5763. doi:10.3390/nu7075249

Bangsbo, J., Mohr, M., y Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *J Sports Sci*, 24 (7), 665-674. doi:10.1080/02640410500482529

Bangsbo, J., Norregaard, L., y Thorso, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Can J Sport Sci*, 16 (2), 110-116.

Bangsbo, J., Nørregaard, L., y Thorsøe, F. (1992). The effect of carbohydrate diet on intermittent exercise performance. *Int J Sports Med*, 13 (2), 152-157.

Briggs, M. A., Harper, L. D., McNamee, G., Cockburn, E., Rumbold, P. L. S., Stevenson, E. J., y Russell, M. (2017). The effects of an increased calorie breakfast consumed prior to simulated match-play in Academy soccer players. *Eur J Sport Sci*, 17 (7), 858-866. doi:10.1080/17461391.2017.1301560

Burke, L. M., y Hawley, J. A. (1997). Fluid balance in team sports: guidelines for optimal practices. *Sports Med*, 24 (1), 38-54.



Buscemi, N., Vandermeer, B., Hooton, N., Pandya, R., Tjosvold, L., Hartling, L. . . Vohra, S. (2005). The efficacy and safety of exogenous melatonin for primary sleep disorders. A meta-analysis. *J Gen Intern Med*, 20 (12), 1151-1158. doi:10.1111/j.1525-1497.2005.0243.x

Bussau, V. A., Fairchild, T. J., Rao, A., Steele, P., y Fournier, P. A. (2002). Carbohydrate loading in human muscle: an improved 1 day protocol. *Eur J Appl Physiol*, 87 (3), 290-295.

Carter, J. M., Jeukendrup, A. E., y Jones, D. A. (2004). The effect of carbohydrate mouth rinse on 1-h cycle time trial performance. *Med Sci Sports Exerc*, 36 (12), 2107-2111.

Costill, D. L., Pascoe, D. D., Fink, W. J., Robergs, R. A., Barr, S. I., y Pearson, D. (1990). Impaired muscle glycogen resynthesis after eccentric exercise. *J Appl Physiol* (1985), 69 (1), 46-50. doi:10.1152/jappl.1990.69.1.46

Coyle, E. F., Jeukendrup, A. E., Wagenmakers, A. J. M., y Saris, W. H. M. (1997). Fatty acid oxidation is directly regulated by carbohydrate metabolism during exercise. *Am J Physiol*, 273, E268-E275.

Currell, K., Conway, S., y Jeukendrup, A. E. (2009). Carbohydrate ingestion improves performance of a new reliable test of soccer performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 19 (1), 34-46.

De Oliveira, E. P., Burini, R. C., y Jeukendrup, A. (2014). Gastrointestinal complaints during exercise: prevalence, etiology, and nutritional recommendations. *Sports Med*, 44 (Suppl 1), S79-85. doi:10.1007/s40279-014-0153-2

Doyle, J. A., Sherman, W. M., y Strauss, R. L. (1993). Effects of eccentric and concentric exercise on muscle glycogen replenishment. *J Appl Physiol* (1985), 74 (4), 1848-1855. doi:10.1152/jappl.1993.74.4.1848

Edwards, A. M., Mann, M. E., Marfell-Jones, M. J., Rankin, D. M., Noakes, T. D., y Shillington, D. P. (2007). Influence of moderate dehydration on soccer performance: physiological responses to 45 min of outdoor match-play and the immediate subsequent performance of sport-specific and mental concentration tests. *Br J Sports Med*, 41 (6), 385-391. doi:10.1136/bjism.2006.033860

Fernandez-San-Martin, M. I., Masa-Font, R., Palacios-Soler, L., Sancho-Gomez, P., Calbo-Caldentey, C., y Flores-Mateo, G. (2010). Effectiveness of Valerian on insomnia: a meta-analysis of randomized placebo-controlled trials. *Sleep Med*, 11 (6), 505-511. doi:10.1016/j.sleep.2009.12.009

Foster, C., Costill, D. L., y Fink, W. J. (1979). Effects of preexercise feedings on endurance performance. *Med Sci Sports*, 11 (1), 1-5.

Halson, S. L. (2014). Sleep in elite athletes and nutritional interventions to enhance sleep. *Sports Med*, 44 Suppl 1, S13-23. doi:10.1007/s40279-014-0147-0

Hargreaves, M., Hawley, J. A., y Jeukendrup, A. E. (2004). Pre-exercise carbohydrate and fat ingestion: effects on metabolism and performance. *J Sports Sci*, 22, 31-38.

Holway, F. E., y Spriet, L. L. (2011). Sport-specific nutrition: practical strategies for team sports. *J Sports Sci*, 29 (Suppl 1), S115-125. doi:10.1080/02640414.2011.605459

Hoppe, M. W., Slomka, M., Baumgart, C., Weber, H., y Freiwald, J. (2015). Match Running Performance and Success Across a Season in German Bundesliga Soccer Teams. *Int J Sports Med*, 36 (7), 563-566. doi:10.1055/s-0034-1398578

Horowitz, J. F., Mora-Rodriguez, R., Byerley, L. O., y Coyle, E. F. (1997). Lipolytic suppression following carbohydrate ingestion limits fat oxidation during exercise. *Am J Physiol*, 273, E768-E775.

Howatson, G., Bell, P. G., Tallent, J., Middleton, B., McHugh, M. P., y Ellis, J. (2012). Effect of tart cherry juice (*Prunus cerasus*) on melatonin levels and enhanced sleep quality. *Eur J Nutr*, 51 (8), 909-916. doi:10.1007/s00394-011-0263-7

Impey, S. G. (2017). Nutritional Manipulation of Exercise Induced Skeletal Muscle Cell Signalling: Implications for Acute Training Adaptations (Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy). John Moores University, Liverpool.

Jacobs, I., Westlin, N., Karlsson, J., Rasmusson, M., y Houghton, B. (1982). Muscle glycogen and diet in elite soccer players. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 48 (3), 297-302.

Jentjens, R. L., y Jeukendrup, A. E. (2003). Effects of pre-exercise ingestion of trehalose, galactose and glucose on subsequent metabolism and cycling performance. *Eur J Appl Physiol*, 88 (4-5), 459-465.

Jeukendrup, A. (16 de abril de 2013). The new carbohydrate intake recommendations. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser*, 75, 63-71. doi:10.1159/000345820

Jeukendrup, A. E. (julio-agosto de 2013). Oral carbohydrate rinse: placebo or beneficial? *Curr Sports Med Rep*, 12 (4), 222-227. doi:10.1249/JSR.0b013e31829a6caa

Jeukendrup, A. E. (5 de febrero de 2015). What to eat the hour before a race? Recuperado de <http://www.mysportscience.com/single-post/2015/02/05/What-to-eat-the-hour-before-a-race>

Jeukendrup, A. E. (27 de mayo de 2015). Carbohydrate and soccer performance. Recuperado de <http://www.mysportscience.com/single-post/2015/05/27/Carbohydrate-and-soccer-performance>

Jeukendrup, A. E. (26 de octubre de 2015). Sleep disturbances in athletes. Recuperado de <http://www.mysportscience.com/single-post/2015/10/26/Sleep-disturbances-in-trained-athletes>

Jeukendrup, A. E. (9 de enero de 2017). Intake of English Premier League soccer players. Recuperado de <http://www.mysportscience.com/single-post/2017/01/09/Intake-of-English-Premier-League-soccer-players>



Jeukendrup, A. E. (10 de septiembre de 2017). Nutrition to improve sleep. Recuperado de <http://www.mysportscience.com/single-post/2017/09/10/Nutrition-to-improve-sleep>

Jeukendrup, A. E., y Gleeson, M. (2018). *Sport Nutrition: an introduction to energy production and performance* (3rd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Jeukendrup, A. E., y Killer, S. (2011). The myths surrounding pre-exercise carbohydrate feeding. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 57 (Suppl 2), 18-25.

Krustrup, P., Ortenblad, N., Nielsen, J., Nybo, L., Gunnarsson, T. P., Iaia, F. M. . . Bangsbo, J. (2011). Maximal voluntary contraction force, SR function and glycogen resynthesis during the first 72 h after a high-level competitive soccer game. *Eur J Appl Physiol*, 111 (12), 2987-2995. doi:10.1007/s00421-011-1919-y

Longman, J. (2018). That Spitting Thing at the World Cup? It's Probably 'Carb Rinsing'. Recuperado de <https://www.nytimes.com/2018/07/11/sports/world-cup/harry-kane-england.html>

Marmy-Conus, N., Fabris, S., Proietto, J., y Hargreaves, M. (1996). Preexercise glucose ingestion and glucose kinetics during exercise. *J Appl Physiol*, 81 (2), 853-857.

McGregor, S. J., Nicholas, C. W., Lakomy, H. K., y Williams, C. (1999). The influence of intermittent high-intensity shuttle running and fluid ingestion on the performance of a soccer skill. *J Sports Sci*, 17 (11), 895-903. doi:10.1080/026404199365452

Mohr, M., y Krustrup, P. (2013). Heat stress impairs repeated jump ability after competitive elite soccer games. *J Strength Cond Res*, 27 (3), 683-689. doi:10.1097/JSC.0b013e31825c3266

Mohr, M., Mujika, I., Santisteban, J., Randers, M. B., Bischoff, R., Solano, R. . . Krustrup, P. (2010). Examination of fatigue development in elite soccer in a hot environment: a multi-experimental approach. *Scand J Med Sci Sports*, 20 Suppl 3, 125-132. doi:10.1111/j.1600-0838.2010.01217.x

Moseley, L., Lancaster, G. I., y Jeukendrup, A. E. (2003). Effects of timing of pre-exercise ingestion of carbohydrate on subsequent metabolism and cycling performance. *Eur J Appl Physiol*, 88 (4-5), 453-458.

Nuccio, R. P., Barnes, K. A., Carter, J. M., y Baker, L. B. (2017). Fluid Balance in Team Sport Athletes and the Effect of Hypohydration on Cognitive, Technical, and Physical Performance. *Sports Med*, 47 (10), 1951-1982. doi:10.1007/s40279-017-0738-7

O'Reilly, K. P., Warhol, M. J., Fielding, R. A., Frontera, W. R., Meredith, C. N., y Evans, W. J. (1987). Eccentric exercise-induced muscle damage impairs muscle glycogen repletion. *J Appl Physiol* (1985), 63 (1), 252-256. doi:10.1152/jappl.1987.63.1.252

Ortenblad, N., y Nielsen, J. (2015). Muscle glycogen and cell function--Location, location, location. *Scand J Med Sci Sports*, 25 (Suppl 4), 34-40. doi:10.1111/sms.12599



Owen, M. D., Kregel, K. C., Wall, P. T., y Gisolfi, C. V. (1985). Effects of carbohydrate ingestion on thermoregulation, gastric emptying and plasma volume during exercise in the heat. *Med Sci Sports Exerc*, 17, S185.

Pernow, B., y Saltin, B. (1971). Availability of substrates and capacity for prolonged heavy exercise in man. *J Appl Physiol*, 31 (3), 416-422.

Phillips, S. M., Sproule, J., y Turner, A. P. (2011). Carbohydrate ingestion during team games exercise: current knowledge and areas for future investigation. *Sports Med*, 41 (7), 559-585. doi:10.2165/11589150-000000000-00000

Res, P. (2014). Recovery nutrition for football players. *Sports Science Exchange*, 27 (129), 1-5.

Rollo, I., Homewood, G., Williams, C., Carter, J., y Goosey-Tolfrey, V. L. (2015). The Influence of Carbohydrate Mouth Rinse on Self-Selected Intermittent Running Performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 25 (6), 550-558. doi:10.1123/ijsnem.2015-0001

Russell, M., Benton, D., y Kingsley, M. (2012). Influence of carbohydrate supplementation on skill performance during a soccer match simulation. *J Sci Med Sport*, 15 (4), 348-354. doi:10.1016/j.jsams.2011.12.006

Russell, M., Benton, D., y Kingsley, M. (2014). Carbohydrate ingestion before and during soccer match play and blood glucose and lactate concentrations. *J Athl Train*, 49 (4), 447-453. doi:10.4085/1062-6050-49.3.12

Russell, M., y Kingsley, M. (2011). Influence of exercise on skill proficiency in soccer. *Sports Med*, 41 (7), 523-539. doi:10.2165/11589130-000000000-00000

Saltin, B. (1973). Metabolic fundamentals in exercise. *Med Sci Sports*, 5 (3), 137-146.

Silber, B. Y., y Schmitt, J. A. (2010). Effects of tryptophan loading on human cognition, mood, and sleep. *Neurosci Biobehav Rev* (4), 387-407.

Widrick, J. J., Costill, D. L., McConell, G. K., Anderson, D. E., Pearson, D. R., y Zachwieja, J. J. (1992). Time course of glycogen accumulation after eccentric exercise. *J Appl Physiol* (1985), 72 (5), 1999-2004. doi:10.1152/jappl.1992.72.5.1999

Zehnder, M., Muelli, M., Buchli, R., Kuehne, G., y Boutellier, U. (2004). Further glycogen decrease during early recovery after eccentric exercise despite a high carbohydrate intake. *Eur J Nutr*, 43 (3), 148-159. doi:10.1007/s00394-004-0453-7

