



Original/Deporte y ejercicio

Efectos de la ingesta voluntaria de líquidos (agua y bebida deportiva) en corredores por montaña *amateurs*

Vicente Nebot^{1,2}, Eraci Drehmer¹, Laura Elvira¹, Sonia Sales¹, Carlos Sanchís^{2,3}, Laura Esquiús^{2,3} y Ana Pablos¹

¹Facultad de CC de la Actividad Física y del Deporte. Universidad Católica de Valencia "San Vicente Mártir". ²Departamento de Ciencias de la Salud. Universitat Oberta de Catalunya. ³Facultat de Ciències de la Salut de Manresa, Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya (UVic-UCC), España.

Resumen

Introducción: las carreras por montaña de 21 km y 1.000 metros de desnivel pueden suponer un riesgo si no se mantiene una adecuada reposición hídrica.

Objetivo: conocer los niveles de deshidratación y evaluar las diferencias entre una carrera con ingesta voluntaria de agua (CcA) y bebida deportiva (CcB).

Método: 18 sujetos de 31,9 ($\pm 2,8$) años y %MG 10,53 ($\pm 2,8$), completaron una CcA o una CcB. Se evaluó el efecto de CcA y CcB sobre cada variable; Peso (P), Masa Grasa (MG), Glucosa (GL), Lactato (LT), Tensión Arterial Sistólica (TAS) y Diastólica (TAD), Pulsaciones por Minuto (PPM) y Temperatura Timpánica (T^a). Estas fueron tomadas al inicio (T1) y al final (T2) de cada prueba. Los efectos se calcularon con la ANOVA Friedman. Las diferencias en las variables tiempo de carrera (TC), % de pérdida de peso (%PP) y líquido ingerido (LI) se evaluaron con la prueba de Wilcoxon. Todos los cálculos se realizaron con el SPSS versión 20.0 (IBM, Somers, NY, USA).

Resultado: el % PP fue de 2,967 ($\pm 0,969$) y 2,883 ($\pm 0,730$), para CcA y CcB. En TC, %PP y LI no hay diferencias ($p > .05$) entre carreras. Para CcA en función del tiempo, son significativos ($p < .05$) los cambios en: P, %MG, GL, L, TAS y PPM. Para CcB en función del tiempo, solo son significativos en P y PPM.

Conclusiones: ningún líquido consigue evitar que los deportistas se deshidraten. No obstante, los efectos de la deshidratación son mucho más severos ingiriendo solo agua.

(Nutr Hosp. 2015;32:2198-2207)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9637

Palabras clave: *Hidratación. Carreras por montaña. Ingesta de agua. Bebida deportiva.*

EFFECTS OF VOLUNTARY INTAKE OF FLUIDS (WATER AND SPORTS DRINK) IN AMATEUR MOUNTAIN RUNNERS

Abstract

Introduction: 21 K and 1 000 m ascent trail-running races can be dangerous if an appropriate liquid replacement isn't maintained.

Objectives: know trail-runners level of dehydration and assess the differences between *ad libitum* water (CcA) and sport drink (CcB) hydration after a trail running race.

Methods: 18 subjects, mean age 31.9 (± 2.8) and %MG 10.53 (± 2.8), completed CcA or CcB. CcA and CcB effects on Weight (P), Fat Mass (MG), Glucose (GL), Lactate (LT), Systolic (TAS) and Diastolic Arterial Tension (TAD), Heart Rate (PPM) and Tympanic Temperature (T^a) were assessed. All measurements were taken at the start (T1) and the finish (T2) of each race. A Friedman ANOVA test was used to calculate the effect of CcA and CcB on each variable. Differences between race time (TC), % bodyweight loss (%PP) and liquid ingestion (LI) were assessed with a Wilcoxon test. All statistical analysis were conducted with SPSS version 20.0 (IBM, Somers, NY, USA).

Results: mean %PP was 2.967 (± 0.969) and 2.883 (± 0.730) for CcA and CcB respectively. No significant differences were found between %PP and LI ($p > .05$) between races. Significant changes were found in P, %MG, GL, L, TAS and PPM between T1 and T2 in CcA condition. While only significant changes in P and PPM were stabilised between T1 and T2 in CcB condition.

Conclusions: neither water or sport drink ingestion avoid trail-runners to reach a dehydrated state. However, dehydration effects seems to be more serious when only water is ingested.

(Nutr Hosp. 2015;32:2198-2207)

DOI:10.3305/nh.2015.32.5.9637

Key words: *Hydration. Mountain races. Water intake. Sports drink.*

Correspondencia: Vicente Nebot Paradells.
Universidad Católica de Valencia "San Vicente Mártir".
Facultad CC Actividad Física y Deporte.
C/ Virgen de la Soledad s/n, 46900 Torrent (Valencia), España.
E-mail: vicente.nebot@ucv.es

Recibido: 13-VII-2015.
Aceptado: 14-VIII-2015.

Abreviaturas

CcA: Carrera con ingesta voluntaria de agua.
CcB: Carrera con ingesta voluntaria de bebida deportiva.
P: Peso.
MG: Masa Grasa.
GL: Glucosa.
LT: Lactato.
TAS: Tensión arterial sistólica.
TAD: Tensión arterial diastólica.
T^a: Temperatura timpánica.
PPM: Pulsaciones por minute.
TC: Tiempo de carrera
%PP: Porcentaje de pérdida de peso.
T1: Medición al inicio de la carrera.
T2: Medición tras la carrera.
LI: Líquido ingerido.

Introducción

En la actualidad, se han incrementado el número de practicantes y las pruebas de resistencia de todo tipo a nivel mundial¹. Concretamente, en España, ha sido notable este incremento en lo que respecta al número de carreras por montaña realizadas, así como la cantidad de participantes, y en especial, en la modalidad de 21 Km y 1000 metros de desnivel acumulado². Este tipo de carreras se desarrollan principalmente por pistas, caminos forestales no asfaltados, senderos, barrancos y otras zonas de montaña, llegando a alcanzar pendientes de 40° en algunos momentos, y nunca con más de un 15% del recorrido realizado por asfalto³.

Con un adecuado control, los beneficios de la actividad física sobre la salud, incluyendo las actividades de montaña, son indudables⁴, sin embargo, más de un 50% de los corredores amateurs suelen auto-entrenarse^{5,6} y pueden tener problemas para completar, dentro de unos márgenes saludables, este tipo de pruebas de larga duración (2-3 h) y alta exigencia (física, mental y técnica).

Diversos estudios han demostrado que las carreras por montaña producen un elevado grado de fatiga neuromuscular y aumento de marcadores clave como la creatin kinasa, que se mantienen varios días después de la finalización del ejercicio^{7,8}. Además de este tipo de fatiga, el corredor de montaña se enfrenta a la fatiga inducida por las condiciones climáticas del entorno, media alta montaña y climas extremos.

En España, la alta humedad y calor, propician la aparición de patologías por pérdidas de fluidos⁹. Si estos deportistas no tienen en cuenta que un 80% de la energía empleada en la contracción muscular es liberada en forma de calor^{10,11} y que el reflejo de la sed es una respuesta ante la deshidratación ya instaurada, su rendimiento podría bajar, e incluso su salud podría verse comprometida.

Se sabe que, durante el ejercicio de larga duración, la pérdida de fluidos por la sudoración tiende a limitar el flujo sanguíneo al músculo a través de una reducción del volumen plasmático y el volumen sistólico en cada latido¹². Concretamente, existen evidencias de una disminución del rendimiento deportivo con tan sólo pérdidas del 1% del peso corporal por un aumento del trabajo cardíaco y, en esta línea, otros autores advierten que pérdidas de peso corporal superiores al 2% afectan sobre todo al ejercicio aeróbico en climas cálidos, además de disminuir el rendimiento mental y cognitivo^{11,13,14}.

Los beneficios de una correcta hidratación previa al entrenamiento y durante la competición han sido ampliamente aceptados por la comunidad científica¹⁵ y, del mismo modo, se ha aceptado que la ingesta de bebidas con una mezcla de electrolitos y carbohidratos ayudan a reponer la pérdida de líquidos y electrolitos producida durante la sudoración, previenen la reducción del volumen plasmático, regulan la sensación de sed y retrasan la aparición de fatiga, con el consiguiente beneficio en el rendimiento^{10,16}. Así, es lógico pensar que, en carreras por montaña, una correcta estrategia hídrica y un adecuado aporte de electrolitos y carbohidratos suponen una ventaja desde el punto de vista del rendimiento y de la salud.

Sin embargo, como señalan ciertos autores^{17,18}, la mayor parte de la información que tenemos sobre la respuesta termo-regulatoria durante el ejercicio, proviene de estudios realizados en laboratorio, siendo más escasos los estudios que han evaluado el rendimiento e hidratación en situaciones reales y contextos ecológicamente válidos^{15,19}. En esta línea, para comprender realmente la respuesta del deportista en situación real, y trasladar el conocimiento científico a la competición o al entrenamiento, hemos desarrollado este estudio.

Objetivo

Determinar las tasas de deshidratación de los deportistas que practican carreras por montaña en un ambiente real, con ingesta voluntaria de líquidos, en la modalidad de 21 Km y 1000 metros acumulados. Y comparar los efectos fisiológicos y antropométricos, entre realizar la carrera con ingesta voluntaria de agua (CcA) o realizarla con ingesta voluntaria de bebida deportiva (CcB).

Métodos

Muestra

En este estudio participaron un total de 18 corredores, 50% en CcA y 50% en CcB. La edad media de los participantes fue de 31.9 (±2.8) años y el porcentaje de grasa 10.53 (±2.8).

Criterios de inclusión

Los participantes, se seleccionaron acorde a los siguientes criterios:

- Edad entre 25 y 35 años.
- No sufrir ninguna patología del aparato locomotor, ni estar en un proceso de enfermedad.
- Acreditar que se encuentran Federados en la FEDME.
- Haber practicado este deporte como mínimo un año (Actual segunda temporada practicando carreras).
- Haber practicado otros deportes anteriormente a las carreras por montaña, no siendo profesional, ni contar con más de 10 años de experiencia practicando este deporte.
- Posibilidades de desplazamiento y la proximidad de residencia.
- Poder participar durante las mañanas del domingo 19 o 26 de Mayo 2014 desde las 7.00 h a.m. hasta las 14h del mismo día.

Los corredores conocieron de la realización de este estudio por difusión vía redes sociales, y por comunicación directa entre ellos. Todos corrieron de forma voluntaria tras ser informados de los riesgos y beneficios de la participación en este estudio. Este estudio fue aprobado por el Comité Ético de esta universidad, y se ha desarrollado de acuerdo a lo establecido en la Declaración de Helsinki para la investigación biomédica de la Asociación Médica Mundial.

Diseño del Estudio

Tras solicitarse al Ayuntamiento de Vallada los permisos para organizarse una CcA y una CcB, se realizó

un llamamiento a los Clubes de Carreras por Montaña, con la intención de reclutar 10 corredores para cada una de las jornadas.

El estudio se llevó a cabo en dos jornadas, porque se requería un gran número de medidores, con el objetivo de que los deportistas no tuvieran que esperar y por lo tanto, recuperaran al concluir la carrera.

En cada jornada celebrada, la mitad de los participantes ejecutaron la prueba en formato de CcA y los otros en CcB, siendo al azar su participación en cada modalidad. El mismo protocolo, se siguió en la primera y la segunda jornada.

Las bebidas elegidas, tomando las indicaciones de otros autores^{10,11,20}, se sirvieron a temperaturas entre 15 y 21 grados, la bebida deportiva tenía un sabor dulce y color, su nivel calórico se encontraba entre 80 - 350 Kcal/1000 ml, y menos del 75% del valor calórico provenía de una mezcla de carbohidratos de alta carga glucémica (como glucosa, sacarosa, maltodextrinas y fructosa), siendo su rango de sodio entre 460 - 1.150 mg/l, sin sobrepasar una osmolalidad de 400 mOsm/kg de agua.

En la siguiente Tabla I, se muestra la composición de los líquidos utilizados.

Instrumentos

Los datos climatológicos de cada jornada, fueron tomados de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), en la franja horaria de las 6.00h a las 12.00 h en la población de Vallada. Y el control de los tiempos siempre fue llevado a cabo por el mismo anotador, con un mismo cronómetro manual.

Para el control de la cantidad de líquido ingerido durante la carrera, se utilizaron un embudo y probeta de plástico de 10 ml, anotándose la cantidad de líquido que cada corredor se llevó a la carrera, y la cantidad de líquido sobrante.

Tabla I

Composición de los líquidos utilizados para la reposición de líquidos durante la carrera

<i>Agua (composición por litro) utilizada en la CcA</i>	<i>Bebida Deportiva (Composición por 100 g) utilizada en la CcB</i>	
- Residuo seco a 180°C 26 mg/l	- Valor energético 1553 Kj / 366 Kcal	- Zinc 6 mg
- Bicarbonatos 18	- Glúcidos 84,4 g	- Calcio 402 mg
- Cloruros 0,67 mg/l	- Prótidos 6,0 g	- Cobre 300 µg
- Calcio 4 mg/l	- Lípidos 0,4 g	- Vitamina E 7,8 mg
- Magnesio 1,8	- Glúcidos simples 49,9 g	- BCAA 1300 mg
- Sodio 1,3 mg/l	- Maltodextrinas 34,5 g	- Potasio 301 mg
- Sílice 8,9 mg/l	- Sodio 703 mg	- Molibdeno 22,5 µg
- Nitratos 2,8 mg/l	- Manganeso 1 mg	- Vitamina B1 1,1 mg
	- Vitamina C 46,8 mg	- Magnesio 300 mg
	- Glutamina 200 mg	- Selenio 10,5 µg
		- Vitamina B6 1,6 mg

Indicaciones de uso del producto = Diluir 2 dosis (60 g) en 500 ml de agua.

Las variables antropométricas fueron tomadas con un estadiómetro de precisión de 1 mm, una TanitasBC-418 Segmental Body Composition Analyzer, un Plicómetro metálico Holtain de precisión 1 mm, 1 Paquímetro bicondylar Hotain metálico de precisión 1 mm y una cinta antropométrica Lufkin de acero inoxidable, flexible, inextensible y precisión de 0,2 mm. Y el porcentaje de masa grasa de los participantes, fue calculado según la fórmula Peso graso Carter, y siguiendo el protocolo ISAK ²¹.

Para el control de las variables fisiológicas, se utilizaron un termómetro timpánico infrarrojo IN4 Care ST623, un tensiómetro digital Omron M3, el Acutrend GTC Sangre Capilar y reactivos de glucosa, y el Lactate Pro y sus reactivos.

Recorrido de la Carrera Seleccionada

El recorrido de montaña seleccionado fue la Carrera por montaña de Vallada, que forma parte del Circuito Trail Valencia, el circuito de carreras por montaña más importante de la Comunidad Valenciana. Este tiene inicio y fin en la localidad de Vallada, Valencia, España. Cuenta con un recorrido total de 21,2 Km, y un desnivel acumulado de 1200 metros positivos. Está considerada como una carrera de nivel moderado-alto, su pico de máxima altura se encuentra a unos 720 metros sobre el nivel del mar, y la mínima altura es de unos 288 metros. El tiempo medio en completar la última edición de la carrera fue de 184 minutos a un ritmo de 8:46 min/km, mientras tiempo del ganador fue de 123 min (5:54 min/km).

Procedimiento de Medición

En ambas pruebas se siguió el siguiente protocolo de medición. De 7.00 a 7.30 h am., los participantes llegaban al punto de control y de filiación.

Se procedía a la cuantificación del líquido de carrera. Tenían hasta las 7.30h para indicar la cantidad de líquido que querían llevarse. Este líquido se cuantificaba con la probeta y se anota tras rellenarse el dispositivo (botellas o mochila) con la que los corredores ejecutaban la prueba.

El protocolo para cuantificar cada variable, se dividió en 2 postas principales:

Posta Antropométrica. Los participantes accedían en ropa interior, para ser evaluados por un anotador nivel 1 ISAK, y por una medidora antropometrista nivel 2 ISAK, realizándose las siguientes mediciones:

- Medición de la talla de los deportistas siguiendo las indicaciones de la ISAK con estadiómetro.
- Medición del peso corporal con Tanita.
- Medición de pliegues y perímetros, perfil completo ISAK.

Posta fisiológica. Compuesta por un investigador y una enfermera. Los corredores entraban tras vestirse con la ropa de carrera y tras 10 minutos de reposo, tomándose:

- Tensión arterial sistólica, diastólica, pulso y temperatura timpánica. De estas variables se tomaron 3 mediciones por sujeto, y se tomó el promedio de las dos medidas más cercana.
- Glucemia y Lactato capilar.

En la posta fisiológica, la enfermera número de colegiada nº 4890 CS, fue la que procedió en las mediciones, dotada siempre de guantes y lancetas individuales desechables, limpiando el dedo índice con alcohol, esperando tras el limpiado a la evaporación de los restos, retirando la primera gota de sangre y efectuando finalmente la medición sobre la segunda muestra sanguínea obtenida.

Realizadas todas las mediciones previas, en tandas de 5 minutos, los participantes realizaron 10 minutos de calentamiento, y pasaron a tomar la salida de forma escalonada. De este modo, se previno la aglomeración a la finalización de la prueba.

Sin tiempo de recuperación, al finalizar, sin movernar, ni hidratarse en meta, se anotaba hora de llegada, se recogía su sobrante de líquido, y en orden inverso al anteriormente descrito, se pasaba a la posta fisiológica para tomar: lactato, glucemia, tensiones, temperatura y pulso. Y tras desvestirse, pasaban a la posta antropométrica.

Análisis estadístico de los datos

Las diferencias entre grupos (CcA – CcB), para las variables tiempo de carrera (TC), % de pérdida de peso (%PP) y líquido ingerido (LI), se evaluaron con la prueba de Wilcoxon. Se calculó el coeficiente de correlación de Spearman, para la CcA y la CcB. Los efectos sobre el resto de variables, fueron estudiados mediante la prueba Anova, de análisis de la varianza mixto 2 grupos (CcA – CcB) x 2 tiempo (T1 – T2). Para analizar el efecto de interacción se emplearon efectos simples de interacción. Y los estadísticos descriptivos de las variables de estudio fueron calculados en ambos momentos temporales para ambos grupos.

Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico IBM Statistics SPSS versión 20.0 para Windows (SPSS, Chicago, IL, U.S.A.).

Resultados

Muestra

De los 20 corredores participantes, un corredor del grupo de CcB y otro del CcA no completaron la prueba.

ba, por lo que 9 corredores participaron en la CcA y 9 en la CcB, todos varones entre 25 y 35 años.

Condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa en cada jornada

Durante la primera carrera las temperatura máxima y mínima fueron de 18,5 y 12,1 °C y la humedad relativa del 60.8%. Mientras que en la segunda jornada, la temperatura máxima y mínima fue de 20.5 y 11.2 °C, con una humedad del 65.1%.

Tiempo de Carrera (TC), Porcentaje de Pérdida de Peso (%PP) y Cantidad de Líquido Ingerido (LI)

No se obtuvieron diferencias significativas entre la hidratación voluntaria con agua o con bebida deportiva para TC, %PP, y LI (Tabla II).

Pese a no alcanzar la significación estadística, el TC, %PP y LI fueron más altos en la CcA, que en la CcB, siendo el %PP casi del 3% en ambas pruebas (Fig. 1).

Estudio de las correlaciones por carrera (CcA y CcB).

En la CcA, se encontró una relación lineal positiva entre el TC con las siguientes variables: El MG Inicial ($r=.731$; $p<.025$); la T^a Final ($r=.952$; $p<.001$); la diferencia de TAS (TAS inicial menos TAS final) ($r=.756$; $p<.018$); y la diferencia de TAD (TAD inicial menos TAD final) ($r=.952$; $p<.001$). Es decir, que a mayor MG inicial, mayor TC; a mayor TC mayor T^a final; y a mayor TC más bajada de TAS y TAD. Y también se encontró relación entre las PPM iniciales y el Lactato final ($r=.684$; $p<.042$). Sin embargo, estas relaciones no se encontraron en los participantes en CcB.

Efectos producidos por la carrera con ingesta voluntaria de agua (CcA) o Bebida Deportiva (CcB)

En la tabla III se presentan los resultados descriptivos y los estadísticos de las variables de estudio analizadas para cada tiempo y grupo.

La variable peso (Fig. 2 a), tanto en la CcA como en la CcB, los sujetos experimentaron una pérdida esta-

Tabla II
Resultados descriptivos y estadísticos de contraste en función del grupo participante en la carrera de hidratación voluntaria con agua (CcA) o con bebida deportiva (CcB)

Variables:	CcA			CcB			Estadísticos de contraste ^a	
	n	Media	DT	n	Media	DT	Z	Sig. asintót. (bilateral)
Tiempo carrera (Min.)	9	160,111	23,154	9	152,667	29,841	-1,260 ^b	,208
% Pérdida de Peso	9	2,967	,696	9	2,883	,730	-1,007 ^b	,314
Líquido ingerido (ml)	9	,524	,265	9	,508	,231	-,297 ^c	,767

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon; b. Basado en los rangos positivos; c. Basado en los rangos negativos.

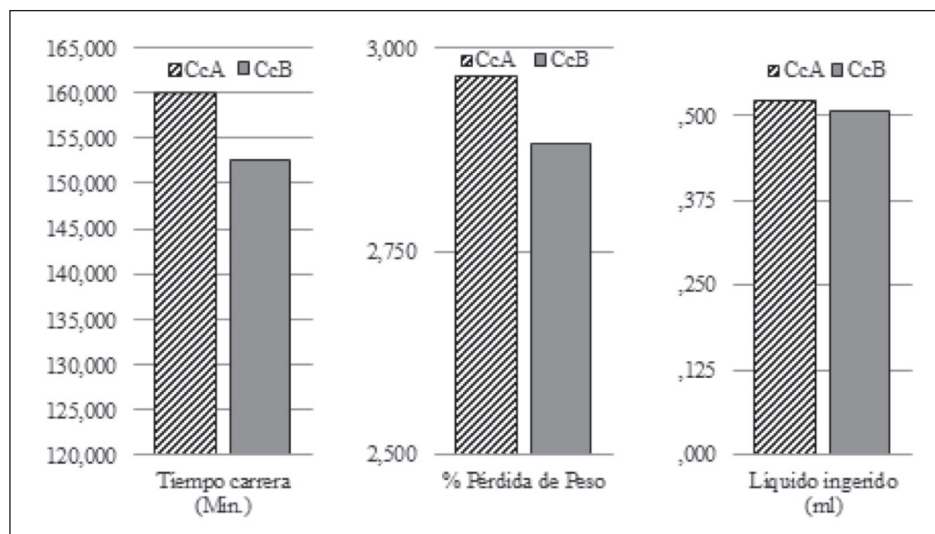


Fig. 1.—Gráficos descriptivos de las medias de tiempo de carrera, % de Pérdida de Peso y Líquido Ingerido por grupo.

Nota: CcA: Carrera con ingesta voluntaria de agua; CcB: Carrera con ingesta voluntaria de bebida deportiva.

Tabla III

Descriptivos por variable de estudio y tiempo de medición, junto a los estadísticos de los efectos simples del análisis de la varianza, grupo-tiempo y tiempo-grupo por variable

Variables	Grupo	n	Tiempo 1		Tiempo 2		F	p	η^2_p	Tie.	Grupo	F	p	η^2_p
			Media	DT	Media	DT								
Peso (Kg)	CcA	9	74.522	10.285	72.300	9.944	92.249	.000	.852	1	CcA - CcB	.000	.996	.000
	CcB	9	74.496	10.583	72.311	9.958	89.230	.000	.848	2	CcA - CcB	.000	.998	.000
%MG	CcA	9	10.537	2.724	10.171	2.782	9.621	.007	.376	1	CcA - CcB	.021	.887	.001
	CcB	9	10.344	2.906	10.347	3.017	.001	.978	.000	2	CcA - CcB	.016	.901	.001
Glu. (mmol/L)	CcA	9	74.111	17.186	61.111	8.176	5.137	.038	.243	1	CcA - CcB	.116	.738	.007
	CcB	9	76.777	16.083	74.000	7.615	.235	.635	.014	2	CcA - CcB	11.974	.003	.428
Lact. (mmol/L)	CcA	9	1.911	.747	7.988	6.774	12.808	.003	.445	1	CcA - CcB	3.39	.084	.175
	CcB	9	2.900	1.427	5.033	2.224	1.578	.227	.090	2	CcA - CcB	1.546	.232	.088
TAS (mmHg)	CcA	9	152.555	20.000	136.000	28.004	9.127	.008	.363	1	CcA - CcB	.739	.403	.044
	CcB	9	146.444	7.401	139.777	22.297	1.480	.241	.085	2	CcA - CcB	.001	.756	.006
TAD (mmHg)	CcA	9	101.777	18.109	96.333	22.737	1.553	.231	.088	1	CcA - CcB	.857	.368	.051
	CcB	9	95.777	7.067	89.444	13.748	2.102	.166	.116	2	CcA - CcB	.605	.448	.036
Pulso (PPM)	CcA	9	59.333	12.589	95.222	23.188	55.285	.000	.776	1	CcA - CcB	.313	.583	.019
	CcB	9	62.222	9.010	103.222	20.011	72.153	.000	.818	2	CcA - CcB	.614	.445	.037
T ^a . (°C)	CcA	9	36.300	.587	35.911	.834	4.181	.580	.207	1	CcA - CcB	5.281	.035	.248
	CcB	9	35.655	.602	35.555	.612	.276	.606	.017	2	CcA - CcB	1.062	.318	.062

Nota: %MG: Porcentaje Masa Grasa; GLU.: Glucosa; LACT.: Lactato; TAS: Tensión Arterial Sistólica; TAD: Tensión Arterial Diastólica; T^a: Temperatura Timpánica; CcA: Carrera con hidratación voluntaria de Agua; CcB: Carrera con hidratación voluntaria de Bebida Deportiva; Tie.: Tiempo o momento.

dísticamente significativa ($p < .05$), de su peso corporal. Sin embargo, no se hallaron diferencias entre ingerir un líquido u otro, ni antes de carrera (T1), ni después de la misma (T2).

No se obtuvieron diferencias significativas en el %MG para T1, ni para T2, en función del líquido ingerido ($p > .05$). No obstante, esto se debió a que el grupo de CcA, experimentó una reducción significativa de su %MG ($p = .007$), mientras que el grupo CcB apenas sufrió modificaciones, e incluso reportó un ligero aumento medio de % MG (Fig. 2 b).

La glucosa en sangre, disminuyó en los participantes en la CcA ($p = .038$), aunque no sucediendo lo mismo en la CcB. No existiendo diferencias entre CcA y CcB en T1, por los distintos efectos observables en la figura 2 c, en el T2 se encontraron diferencias significativas ($p = .003$) entre los niveles de glucemia de ambos grupos CcA y CcB. Estos efectos pueden ser observables en la figura 2 c.

Los niveles de lactato tendieron a elevarse en la CcA, siendo significativo ($p = .003$) su incremento. No obstante, y aunque los corredores con CcB no experimentan un incremento significativo de su lactato, ni en T1 ni en T2 se obtienen diferencias significativas entre grupos (Fig. 2 d).

Tanto para al TAS como para la TAD, los deportistas participantes en la CcA, tienen una tensión arterial más elevada. Y en ambos grupos (CcA y CcB), la tensión tiende a disminuir tras completar la prueba (Figs. 2 e y 2 f). Esto lleva a que no existan diferencias significativas ($p > .05$), para ningún tiempo (pre o post carrera) en función del grupo. No obstante en la CcA, los corredores experimentan una disminución más elevada de la TAS, hasta el punto de haber una diferencia significativa ($p = .008$), entre el inicio y el final de la prueba.

En relación a las pulsaciones por minuto tras 10 minutos de relajación, no hay diferencias ($p > .05$), entre grupos para ninguno de los tiempos (T1 o T2). Pero en ambos grupos, como se observa en la figura 2 g, las pulsaciones se encuentran incrementadas, siendo estas diferencias estadísticamente significativas ($p < .001$) para CcA y para CcB.

En la T^a, tal y como se observa en la figura 2 h, pese a que en ambos grupos tiende a reducirla no experimenta diferencias significativas, siendo menor al finalizar la prueba, respecto a la T^a inicial. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos al final de la prueba, sin embargo, el grupo CcA tuvo una temperatura superior en ambos momentos tempo-

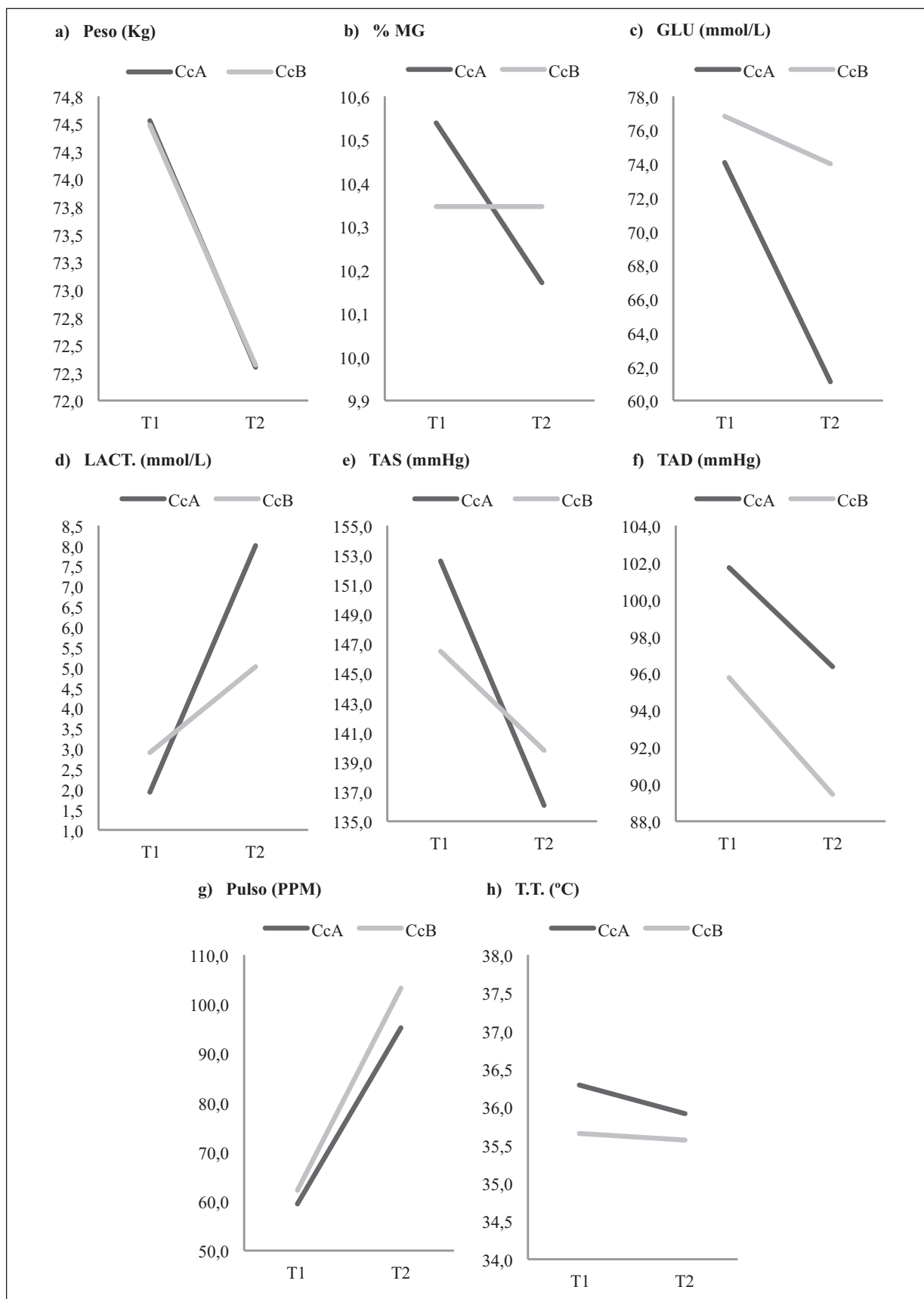


Fig. 2.—Gráficos descriptivos de los efectos simples de la interacción de cada variable para el tiempo 1 y 2, por grupo.

rales, y estadísticamente significativas, al principio de la prueba (T1).

Discusión

En relación al objetivo principal de este estudio, hemos hallado que los corredores de montaña amateur, no mantienen un buen nivel de reposición hídrica, incurrido en un 2,97 % y un 2,88% de pérdida de peso corporal en la CcA y CcB. Las pérdidas de peso corporal de nuestro trabajo, son superiores a las encontradas por Lopez et al.²² ($1.38 \pm 1.43\%$) con una climatología similar (27°C), sin embargo, nuestro experimento se desarrollaba con una distancia de esfuerzo superior (21 Km vs. 12 Km). Por el contrario, nuestras cifras de deshidratación son inferiores a las de Hue et al.¹⁷ en una distancia similar, pero repetida durante varios días. Estos autores registraron valores medios de pérdida de peso corporal de $5.1 \pm 1.4\%$ en un primer evento de 21 Km. Sin embargo, el trabajo de Hue et al.¹⁷ fue realizado en condiciones climáticas diferentes (clima tropical), lo cual podría explicar la mayor pérdida de peso corporal registrada.

Según de Sawka y col¹¹, un deportista bien hidratado no debería perder más del 1% de su peso corporal, afirmándose por otros autores²⁰, que pérdidas de peso mayores al 1%, supondrían una disminución del rendimiento deportivo, por un aumento del trabajo cardiaco. Por el contrario, recientes publicaciones, entre los que se encuentra un meta-análisis^{18,23,24}, postulan que es muy poco probable que pérdidas de peso corporal $\leq 4\%$ perjudique el rendimiento deportivo de resistencia en condiciones reales deportivas *out-door* (esfuerzos tipo contrarreloj como el del presente estudio) y ponen en duda la validez de la regla del 2% de peso corporal como el referente para una correcta hidratación. Además, Goulet et al.²⁴ mostraron tras estudiar a 643 de maratón, que existía una correlación lineal inversa entre el %PP y el tiempo de carrera, algo que no sucede en nuestro estudio.

A pesar de esta controversia, creemos que cuando el %PP, como en caso de los sujetos de este estudio, sobrepasa el 2% de PP, sobretudo en climas cálidos, no hemos de considerar meramente el rendimiento físico (que puede o no verse disminuido) sino también el efecto negativo potencial sobre el rendimiento cognitivo^{11,13}. En un deporte como las carreras por montaña donde la toma de decisiones y selección de estímulos del entorno es constante, creemos que debería tenerse especialmente en cuenta esta bajada del rendimiento cognitivo, porque tal vez pueda afectar, por ejemplo, a la selección de apoyos y aumentar el riesgo de lesión aguda. La ausencia de relación entre el %PP y el TC podría explicarse por las condiciones climáticas en las sesiones experimentales, siendo necesarias temperaturas más elevadas y condiciones más extremas para que la pérdida de peso corporal influya al rendimiento físico general. En este sentido, cabe resaltar que, en

contra de lo esperado^{10,11,20,25-29} y seguramente por las suaves condiciones climáticas, la pérdida del 3% de peso corporal de los sujetos participantes no influyó de forma más drástica sobre las variables fisiológicas.

En la línea de lo descrito anteriormente, la bebida deportiva podría tener un efecto protector sobre las variables fisiológicas estudiadas, sobre todo en el caso de los corredores más amateurs. Y es que solo en los corredores de CcA, se encontró una relación lineal, entre mayor tiempo de carrera, mayor T^a al final de carrera, y pérdida de TAS y TAD. Y de igual modo, solo en el caso de los corredores de CcA, las PPM iniciales tuvieron relación con el Lactato final. Por lo que la bebida deportiva podría estar previniendo, sobretudo en deportistas menos adaptados la generación de Lactato.

Pese a ello, las tasas de pérdida de peso en nuestro estudio han sido cercanas a un 3%, lo que, según el Consenso Sobre Bebidas para el Deportista¹⁰, podría provocar calambres, mareos, aumentar el riesgo de sufrir lipotimias y las posibilidad de desarrollar temperaturas corporales de hasta de 38°C en condiciones climáticas más extremas. Teniendo en cuenta que los deportistas que participan en este tipo de pruebas son amateurs con poca preparación y experiencia, creemos que se debería tener un mejor control de reposición hídrica, por ser innecesaria esta exposición a patologías que podrían afectar a su salud.

En contra de lo esperado, a pesar de que la bebida deportiva tenía dulzura, color y un contenido de sodio acorde a la bibliografía^{10,11,20}, no existieron diferencias en el volumen de líquido ingerido para la CcA y CcB. Parece ser que como indica Palacios¹⁰, la deshidratación progresiva durante el ejercicio es frecuente, y que muchos deportistas no ingieren suficientes fluidos de manera voluntaria, ni tan siquiera, aportándoles bebidas deportivas. Creemos que la falta de costumbre e información sobre la eficacia de las bebidas deportivas puede explicar el hecho de que los participantes no ingiriesen una mayor cantidad de bebida deportiva.

A pesar de las bajas ingesta de líquido en la CcA y CcB, el nivel de glucemia en la carrera con CcB y CcA, fue muy distinto. En la CcA, se produjo una reducción considerable de la glucemia, no sobrepasando ninguno de los 9 participantes al final de la prueba los 70 mg/dl, siendo menor a 60 mg/dl la glucemia registrada por 2 participantes. No obstante, el aporte de glúcidos de la bebida deportiva, consigue mantener sin cambios significativos los niveles de glucemia en la CcB, a pesar de la baja tasa de ingesta de líquido. Valores tan bajos de glucosa en sangre como los obtenidos en nuestro estudio han demostrado tener efectos negativos en el rendimiento cognitivo³⁰⁻³² e incluso en la capacidad visual y el procesamiento de la información sensitiva³³, debido a la sensibilidad del cerebro humano a los cambios en esta variable³⁴.

Por otra parte, un mantenimiento adecuado del índice glucémico disminuye la percepción de esfuerzo y aumentará la capacidad de finalización de la tarea¹⁰, por lo que podría tener sentido pensar, que, pese a la

ausencia de significación estadística, el menor TC registrado en la CcB respecto la CcA, sea debido a que el aporte de carbohidratos en las bebidas de reposición durante el esfuerzo podrían haber mejorado el rendimiento del deportista³⁵.

En relación a las diferencias en la concentración del lactato para la CcA y la CcB, la mayor capacidad para movilizar el lactato con la bebida con sales, podría ser debida a que el Na⁺, como indica Roman y Iglesias²⁸ estimula la llegada máxima de agua y carbohidratos al intestino delgado, y ayuda a mantener el volumen de líquido extracelular, que a su vez, beneficiaría la movilización del lactato.

Este mismo mecanismo, que permitiría una mayor capacidad de mantener el líquido extracelular, creemos que podría explicar al menos en parte, que en la CcA se dé una disminución significativa del %MG y de la TAS. Aunque en el caso del %MG, también podría ser, que la disponibilidad de glúcidos en sangre en la CcB, provocara una menor utilización de las grasas para generar energía, por lo que el %MG en la CcB no tendería disminuir mientras la glucemia se mantuviera alta.

Conclusiones

Este estudio demuestra la importancia del mantenimiento de un adecuado hábito de reposición hídrica, pues ni con bebida deportiva, los deportistas consiguen evitar la deshidratación. No obstante, las consecuencias o repercusión sobre el rendimiento, derivadas de una insuficiente reposición hídrica durante el ejercicio, podrían ser menores con la bebida deportiva, frente a solo ingesta de agua.

Agradecimientos

A los corredores participantes en este estudio, a J.L. de Laboratorios Nutergia y al Ayuntamiento de Valladolid. Este estudio fue financiado con la Beca Pre-doctoral para la Contratación de Personal Investigador en Formación (2012) de esta universidad.

Referencias

1. Jeukendrup AE. Nutrition for endurance sports: Marathon, triathlon, and road cycling. *J Sports Sci* 2011 Diciembre;29:S91-S99.
2. FEDME. Reglamento de Competiciones de Carreras por Montaña [Internet]. 2013. Available from: <http://www.fedme.es/index.php?mmod=staticContent&IDf=147>.
3. FEDME. Reglamento Carreras por Montaña [Internet]. Issuu. 2015 [cited 2015 Jul 1]. Available from: http://www.fedme.es/salaprensa/upfiles/973_F_es.pdf.
4. Bahr, R. M S. Lesiones deportivas: diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. Ed. Médica Panamericana; 2007. 460 p.
5. Llopis D, Llopis R. Razones para participar en carreras de resistencia. Un estudio con corredores aficionados. (Reasons for participating in long distance races. A study with amateur runners). *Ced Cult Cienc Deporte* 2006;2(4):33-40.

6. Rius, J. Metodología y técnica del Atletismo. 1st ed. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2005.
7. Easthope CS, Nosaka K, Caillaud C, Vercruyssen F, Louis J, Brisswalter J. Reproducibility of performance and fatigue in trail running. *J Sci Med Sport Sports Med Aust* 2014 Mar;17(2):207-11.
8. Easthope CS, Hausswirth C, Louis J, Lepers R, Vercruyssen F, Brisswalter J. Effects of a trail running competition on muscular performance and efficiency in well-trained young and master athletes. *Eur J Appl Physiol* 2010 Dec;110(6):1107-16.
9. González-Alonso J. Efectos fisiológicos de la deshidratación: ¿Por qué los deportistas deben ingerir líquidos durante el ejercicio en el calor? *Apunts Educ Física Deport* 1998;(54):46-53.
10. Palacios N, Franco L, Manonelles P, Manuz B, Villegas JA. Consenso sobre bebidas para el deportista. Composición y pautas de reposición de líquidos documento de consenso de la federación española de medicina del deporte. *Archivos de Medicina del Deporte*. 2008;15(126):245-58.
11. Sawka M, Burke L, Eichner R, Maughan R, Montain S, Sta-chenfeld N. American College of Sports Medicine Position Stand: Exercise and Fluid Replacement. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2007;39(2):377-90.
12. González-Alonso J. Hyperthermia impairs brain, heart and muscle function in exercising humans. *Sports Med Auckl Nz* 2007;37(4-5):371-3.
13. Popkin BM, D'Anci KE, Rosenberg IH. Water, Hydration and Health. *Nutr Rev* 2010 Aug;68(8):439-58.
14. Grego F, Vallier JM, Collardeau M, Rousseu C, Cremieux J, Brisswalter, J. Influence of exercise duration and hydration status on cognitive function during prolonged cycling exercise. *Int J Sports Med* 2005;26(1):27-35.
15. Bachle L, Eckerson J, Albertson L, Ebersole K, Goodwin J, Petzel D. The effect of fluid replacement on endurance performance. *J Strength Cond Res Natl Strength Cond Assoc* 2001 May;15(2):217-24.
16. Gisolfi CV. Fluid balance for optimal performance. *Nutr Rev* 1996 Apr;54(4 Pt 2):S159-168.
17. Hue O, Henri S, Baillot M, Sinnaph S, Uzel AP. Thermoregulation, hydration and performance over 6 days of trail running in the tropics. *Int J Sports Med* 2014 Oct;35(11):906-11.
18. Goulet EDB. Effect of exercise-induced dehydration on endurance performance: evaluating the impact of exercise protocols on outcomes using a meta-analytic procedure. *Br J Sports Med* 2013 Jul;47(11):679-86.
19. Dugas JP, Oosthuizen U, Tucker R, Noakes TD. Rates of fluid ingestion alter pacing but not thermoregulatory responses during prolonged exercise in hot and humid conditions with appropriate convective cooling. *Eur J Appl Physiol* 2009 Jan;105(1):69-80.
20. Hosseinlou A, Khamnei S, Masumeh Z. The effect of water temperature and voluntary drinking on the post rehydration sweating. *Int J Clin Exp Med* 2013;8(6):683-7.
21. Marfell-Jones M, Olds T, Stewart A, Carter L. International standards for anthropometric assessment. Potchefstroom: ISAK; 2006.
22. Lopez RM, Casa DJ, Jensen KA, DeMartini JK, Pagnotta KD, Ruiz RC, et al. Examining the influence of hydration status on physiological responses and running speed during trail running in the heat with controlled exercise intensity. *J Strength Cond Res Natl Strength Cond Assoc* 2011 Nov;25(11):2944-54.
23. Goulet EDB. Dehydration and endurance performance in competitive athletes. *Nutr Rev* 2012 Nov;70 Suppl 2:S132-136.
24. Goulet EDB. Effect of exercise-induced dehydration on time-trial exercise performance: a meta-analysis. *Br J Sports Med* 2011 Nov;45(14):1149-56.
25. Coyle EF. Fluid and fuel intake during exercise. *J Sports Sci* 2003;22:39-55.
26. Maughan RJ. Food and Fluid Intake During Exercise. *Can J Appl Physiol* 2001 Diciembre;26:S71-S78.
27. Murray B. Hydration and Physical Performance. *J Am Coll Nutr* 2007 Oct 1;26(suppl 5):S42S-S48S.
28. Roman J, Iglesias C. El libro blanco de la hidratación. [Internet]. Madrid (España): Sociedad Española de Dietética y Cien-

- cias de la Alimentación (SEDCA); 2006 [cited 2014 Jan 24]. Available from: https://www.assa.gov.ar/assa/documentacion/libro_blanco_hidratacion.pdf.
29. Zetou E, Giatsis G, Mountaki F, Komminakidou A. Body weight changes and voluntary fluid intakes of beach volleyball players during an official tournament. *J Sci Med Sport Sports Med Aust* 2008 Apr 1;11(2):139-45.
 30. Page KA, Williamson A, Yu N, McNay EC, Dzaira J, McCrimmon RJ, et al. Medium-chain fatty acids improve cognitive function in intensively treated type 1 diabetic patients and support in vitro synaptic transmission during acute hypoglycemia. *Diabetes* 2009 May;58(5):1237-44.
 31. Bolo NR, Musen G, Jacobson AM, Weinger K, McCartney RL, Flores V, et al. Brain activation during working memory is altered in patients with type 1 diabetes during hypoglycemia. *Diabetes* 2011 Dec;60(12):3256-64.
 32. McCrimmon RJ. Update in the CNS response to hypoglycemia. *J Clin Endocrinol Metab* 2012 Jan;97(1):1-8.
 33. Khan MI, Barlow RB, Weinstock RS. Acute hypoglycemia decreases central retinal function in the human eye. *Vision Res* 2011 Jul 15;51(14):1623-6.
 34. Musen G, Simonson DC, Bolo NR, Driscoll A, Weinger K, Raji A, et al. Regional brain activation during hypoglycemia in type 1 diabetes. *J Clin Endocrinol Metab* 2008 Apr;93(4):1450-7.
 35. Wallis GA, Yeo SE, Blannin AK, Jeukendrup AE. Dose-response effects of ingested carbohydrate on exercise metabolism in women. *Med Sci Sports Exerc* 2007 Jan;39(1):131-8.