

Percepción de sed e ingesta de líquido después del ejercicio en el calor

Aragón-Vargas, L.F. & Capitán Jiménez, C.
Centro de Investigación en Ciencias del Movimiento Humano

RESUMEN

La sudoración durante el ejercicio en el calor puede producir una deshidratación importante que debe reponerse mediante la ingesta de líquido. Este estudio experimental evalúa la afirmación de que la ingesta voluntaria de agua, que supuestamente ocurre como respuesta a la sed, es suficiente para reponer el líquido perdido. 14 participantes realizaron ejercicio en dos ocasiones en un cuarto de clima controlado programado para calor seco (tbs = 33.8°C, HR = 53%) y calor húmedo (tbs = 32.1°C y HR = 67%) (WBGT ≈ 28.5°C) sin ingerir líquido, intentando alcanzar una deshidratación equivalente a 4%MC. Posteriormente ingirieron agua *ad libitum* durante 90 minutos. Se midió la percepción de sed con dos escalas, así como la percepción de calor, de llenura y de cólico, durante el ejercicio y durante la rehidratación. Se midió además la ingesta voluntaria de agua. La comparación entre condiciones ambientales no mostró diferencia en las variables de referencia, con la excepción de la temperatura de bulbo seco y la humedad relativa, conforme al diseño del estudio. La percepción de calor fue mayor para el calor seco (5.3 ± 0.2 u.a.) que para el calor húmedo (4.7 ± 0.2 u.a., $p = 0.006$). La sed al final del ejercicio (85.8 ± 19.4 mm) no mostró una correlación significativa con la deshidratación real ($3.82 \pm 0.18\%$ MC) ($r = -0.14$, $p = 0.48$) ni con la ingesta voluntaria de agua (1843 ± 587 mL) ($r = -0.04$, $p = 0.85$). Tampoco hubo correlación entre la pérdida real de líquido (2766 ± 700 mL) y la ingesta voluntaria de agua ($r = 0.16$, $p = 0.42$). Los resultados de este estudio no respaldan la teoría de que la ingesta voluntaria de agua es adecuada para reponer las pérdidas por sudoración después del ejercicio.

La sudoración juega un papel importante en la termorregulación durante el ejercicio en el calor, pero ocasiona una pérdida importante de líquidos corporales que puede provocar deshidratación. Para recuperarse, es necesario beber suficiente líquido, una conducta que en los seres humanos puede ser consciente y planificada, pero a menudo depende del mecanismo de la sed. La sed es un mecanismo fisiológico que lleva al deseo de tomar; en condiciones normales en reposo, pareciera ser un estímulo adecuado para mantener la homeostasis (Greenleaf, 1992). La sed es una percepción,



como lo dicen Engell y colaboradores, “la experiencia subjetiva causada por el déficit de fluidos” (Engell, Maller, Sawka, Francesconi, Drolet, & Young, 1987).

Algunos autores aportan datos experimentales para respaldar la afirmación de que la sed es un estímulo insuficiente para mantener la euhidratación durante el ejercicio, (Maughan, Shirreffs, Merson, & Horswill, 2005; Passe, Horn, Stofan, Horswill, & Murray, 2007; Shirreffs, Armstrong, & Cheuvront, 2004; Solera-Herrera & Aragón-Vargas 2006). Sin embargo, la mayoría de los estudios no han medido la percepción de sed propiamente dicha, sino que han utilizado una medida indirecta de esta, a saber, la ingesta voluntaria de líquido (ver, por ejemplo, Peacock, Thompson, & Stokes, 2013; Rivera-Brown, Ramirez-Marrero, Wilk, & Bar-Or, 2008; Scaglioni, 2009; Shirreffs et al., 2005; Wilk, Rivera-Brown, & Bar-Or, 2007), aunque algunos estudios sí combinan mediciones de la percepción de sed con la ingesta voluntaria de líquido (Brown, McCarty, & Millard-Stafford, 2011; Maresh et al., 2004).

Es necesario contar con más estudios que evalúen sistemáticamente la percepción de la sed, particularmente mediante la utilización de protocolos que permitan aislarla de la ingesta voluntaria de líquido, debido a la fuerte interacción que existe entre estas dos variables. También es importante evaluar si hay factores extraños, como las condiciones ambientales, que podrían afectar la percepción de sed, que a fin de cuentas es una evaluación subjetiva. Por ello, el objetivo de esta investigación fue evaluar, durante la rehidratación *ad libitum* posejercicio, si las percepciones subjetivas de sed y calor, así como la ingesta voluntaria de agua, son distintas en dos condiciones ambientales diferentes pero equivalentes en cuanto al índice de estrés térmico. Además, se evaluó la efectividad tanto de la percepción de sed al final del ejercicio en ausencia



de ingesta de líquido, como de la ingesta voluntaria de agua posejercicio, para llenar la necesidad real de hidratación.

Métodos

Este informe es la segunda parte de otro estudio que utilizó el mismo protocolo con el mismo grupo de participantes (Capitán-Jiménez y Aragón-Vargas, 2016). El primero estuvo enfocado en el análisis de las percepciones de calor y sed durante el ejercicio en calor en ausencia de ingesta de líquido, conforme aumentaba la deshidratación. Este se enfoca en el período de rehidratación posejercicio.

Participantes.

Ocho hombres (edad = 27.6 ± 3.4 años; peso = 82.5 ± 17.5 kg) (media \pm d.e.) y seis mujeres (edad = 26.8 ± 2.1 años; peso = 58.5 ± 7.9 kg), aceptaron participar voluntariamente en el estudio y firmaron el consentimiento informado. El protocolo fue aprobado por el Comité Ético Científico de la Universidad de Costa Rica, según oficio VI-7361-2012.

Todos los participantes fueron clasificados como físicamente activos (realizaban actividad física por lo menos 3 veces por semana durante 60 min), según las normas del Colegio Americano de Medicina Deportiva, 2011, y no presentaban problemas cardiovasculares, renales o hepáticos, ni se encontraban tomando medicamentos al momento del estudio. Ninguno reportó haber sufrido de complicaciones por calor.

A los participantes se les informó que el objetivo del estudio era estudiar diferentes percepciones cuando se hace ejercicio, razón por la cual se les harían preguntas sobre



calor, cólico, llenura y sed; sin embargo, no se les indicó que la variable de interés para el estudio era específicamente la percepción de sed.

Procedimientos.

Pre-ejercicio. Los participantes se presentaron al laboratorio en ayunas (mínimo de 10 horas de ayuno) en dos ocasiones distintas (calor seco y calor húmedo). Se les solicitó una muestra de orina para medir la gravedad específica de la orina (USG por sus siglas en inglés) mediante un refractómetro manual ATAGO modelo URC-Ne (Minato-ku, Tokyo, Japón), con un espectro de 1.000 a 1.050. Esta medida sirvió como indicador de su estado inicial de hidratación (USG_{fast}). Se midió el peso corporal inicial (BM_{fast}) a cada participante desnudo y seco con una báscula e-Accura®, modelo DSB291 (Qingpu, Shanghai, China). Se evaluaron las percepciones de sed, calor, cólico y llenura en condiciones de ayuno.

Para la percepción de sed se utilizaron dos escalas: la escala de Engell et al. (1987) en la cual 1 es “del todo no estoy sediento” y 9 “estoy severamente sediento” (la escala propiamente dicha no aparece en el manuscrito citado, pero se deduce que ellos utilizaron más bien una escala de 0 a 9) y una escala analógica visual que consistía en una línea continua de 100 mm en cuyo extremo izquierdo se indica *nada sediento* y en el extremo derecho *muy sediento*. Para evaluar la percepción de calor se utilizó la escala de calor de Young, Sawka, Epstein, Decristofano, & Pandolf (1987), en la cual 0 corresponde a “increíblemente frío” y 8 a “increíblemente caliente”. Finalmente, para la sensación de llenura y cólico se hicieron las preguntas ¿qué tan lleno se siente? ¿cuánto cólico siente? a las cuales debían contestar con un puntaje entre 1 y 5, siendo 1 “nada” y 5 “muy, muy”. Para evitar contaminación cruzada entre las respuestas a las preguntas,



entre una y otra se les solicitó a los participantes que contaran en orden ascendente desde 0 hasta 40 en múltiplos de 5; también se utilizó aleatorización del orden de presentación de las preguntas para cada momento y cada persona.

Los participantes ingirieron un desayuno estandarizado (376 kcal: 11% grasas, 14.5% proteínas y 74% carbohidratos), el cual incluyó 200 mL de líquido y aproximadamente 876mg sodio; treinta minutos después de ingerido el desayuno se midió el peso pre-ejercicio (BM_{pre}) desnudos y secos y se evaluaron nuevamente las percepciones de sed, calor, cólico y llenura (preejercicio) dentro de la cámara ambiental. Las dos últimas variables fueron utilizadas únicamente como variables distractoras para evitar que los participantes se centraran en la percepción de la sed, la principal variable de interés.

Ejercicio.

Cada participante completó dos sesiones en orden aleatorizado, separadas por una semana, en una cámara de clima controlado: una sesión en calor seco (DRY) (temperatura de bulbo seco, tbs = 33.8°C, humedad relativa, HR = 53%) y una sesión en calor húmedo (HUM) (tbs = 32.1°C y HR = 67%), correspondientes a un índice de estrés térmico WBGT = 28.6°C y 28.5°C, respectivamente. El estrés por calor ambiental fue monitoreado con un monitor marca Questemp36 (3M, Oconomowoc, WI, EE.UU.).

Dentro de la cámara, cada participante se ejercitó en una bicicleta estacionaria modelo SPN-CT 650 (CICADEX®, Tibás, Costa Rica) a una intensidad de 65% FCmax durante el tiempo necesario para alcanzar una deshidratación equivalente a 4% del peso corporal (aproximadamente 2 horas). El ejercicio se realizó en lapsos de 30 minutos, alternados con 5 minutos de descanso que se utilizaron para realizar los pesajes de



monitoreo de la pérdida de peso. Después de 10 minutos de iniciado cada lapso de ejercicio, se evaluaron las cuatro percepciones tantas veces como fuera necesario hasta que se alcanzó la deshidratación preestablecida, a los 10, 40, 70, 100, 130 y 160 minutos; la última evaluación que se hizo se tomó como correspondiente al final del ejercicio, tanto para las percepciones como para el peso corporal (BM_{posejer}). Solamente estos valores del período de ejercicio se analizan en el presente estudio.

El porcentaje de deshidratación (DEHY%) se calculó mediante la fórmula

$$\text{DEHY\%} = [(BM_{\text{posejer}} - BM_{\text{pre}}) / BM_{\text{pre}}] \times 100.$$

Ingesta de líquido (fase de rehidratación post-ejercicio)

Al finalizar el ejercicio, una vez alcanzada la deshidratación preestablecida (4% MC), los participantes se mantuvieron en la cámara de ambiente controlado por 90 minutos en los cuales podían ingerir líquido de forma *ad libitum*. Cada participante recibió una botella de agua recién salida del refrigerador cada vez que la solicitaba, sin instrucción alguna sobre la cantidad de agua que debía ingerir. Se midió la temperatura del agua de cada botella antes de entregarla al participante, con un termómetro clínico. Cada botella fue pesada antes y después de entregada al participante en una báscula OHAUS® Compact Scales, modelo CS2000 (Parsippany, NJ, EE.UU.) hasta el gramo más cercano, para calcular el volumen de líquido ingerido (WIN) a los 30, 60 y 90 minutos del período de rehidratación. Además, se midieron las percepciones de sed, calor, llenura y cólico a los 10, 40 y 70 minutos del mismo período. Al terminar la fase de rehidratación se midieron una última vez las percepciones, así como el peso corporal desnudos y secos (BM_{end}).



Se calculó la proporción de líquido reemplazado (%repos) utilizando el peso perdido en gramos, con la fórmula

$$BM_{\text{loss}} = BM_{\text{pre}} - BM_{\text{posejer}}.$$

Entonces,

$$\% \text{repos} = (\text{WIN} / BM_{\text{loss}}) \times 100.$$

Los participantes tenían la opción de orinar, dentro de la cámara de clima controlado durante los 90 minutos de rehidratación, en un recipiente que luego se usaría para medir el volumen de orina; sin embargo, ninguno lo hizo.

Análisis estadístico.

Se calculó la estadística descriptiva de peso y edad para caracterizar a los participantes, y se verificó la normalidad de todas las variables de interés. Se compararon los valores iniciales, así como al final del ejercicio en el calor, entre ambas condiciones ambientales (calor seco y calor húmedo) mediante pruebas t de Student para muestras relacionadas: gravedad específica de la orina, peso corporal, percepción de la sed, calor, cólico y llenura en ayunas; temperatura de bulbo seco, humedad relativa e índice de estrés térmico WBGT durante el ejercicio; deshidratación alcanzada al final del ejercicio; y temperatura de bulbo seco, humedad relativa e índice de estrés térmico WBGT durante la rehidratación.

Se realizaron ANOVAs de medidas repetidas de dos vías (condición ambiental y tiempo de medición) para el balance neto de fluidos, la percepción de sed (escalas lineal y de Engell), percepción de calor, percepción de llenura, percepción de cólico, temperatura del agua e ingesta voluntaria de agua. El análisis post-hoc de los efectos principales se hizo con un ajuste de Bonferroni para comparaciones múltiples.



Resultados

La tabla 1 muestra la comparación entre ambas condiciones ambientales, calor seco y calor húmedo. No hubo diferencia estadísticamente significativa en ninguno de los valores, con la excepción de la temperatura de bulbo seco y la humedad relativa, tanto durante el ejercicio como durante la rehidratación, conforme al diseño del estudio. El análisis de varianza para la temperatura del agua usada en la rehidratación no mostró una interacción significativa ($p = 0.80$) ni un efecto significativo de la condición ambiental ($4.9 \pm 0.2^\circ\text{C}$ vs. $5.1 \pm 0.1^\circ\text{C}$ para calor seco y húmedo, respectivamente, $p = 0.38$). Sin embargo, sí hubo un aumento de la temperatura del agua conforme transcurrió el tiempo ($4.6 \pm 0.1^\circ\text{C}$, $5.1 \pm 0.1^\circ\text{C}$ y $5.2 \pm 0.1^\circ\text{C}$ para los minutos 30, 60 y 90, respectivamente; $p = 0.001$).

Los ANOVA de percepción de llenura y percepción de cólico no mostraron interacción significativa entre condición ambiental y tiempo de medición, ni tampoco efectos principales. Sin embargo, como se puede observar en la fig. 1, hubo un efecto principal tanto del tiempo ($p < 0.001$) como de la condición ambiental ($p = 0.006$) en el caso de la percepción de calor (la interacción no fue significativa, $p = 0.25$). Concretamente, la percepción de calor durante el período de rehidratación fue mayor en la condición de calor seco (5.3 ± 0.2 u.a.) que en la de calor húmedo (4.7 ± 0.2 u.a.).

Tabla 1. Comparación entre las condiciones ambientales de calor seco y calor húmedo. BM_{fast} , peso en ayunas. USG_{fast} , gravedad específica de la orina en ayunas. $E\text{-Sed}_{\text{fast}}$, percepción de sed en ayunas según la escala de Engell et al. (1987). $L\text{-Sed}_{\text{fast}}$, percepción de sed en ayunas según la escala lineal de 100mm. Calor, percepción de calor según escala de Young et al. 1987. Cólico, percepción de cólico. Llenura, percepción de llenura. $Temp_{\text{ejer}}$, temperatura ambiental de bulbo seco durante el ejercicio. $HumRel_{\text{ejer}}$, humedad ambiental relativa durante el ejercicio. $WBGT_{\text{ejer}}$, índice de estrés térmico durante el ejercicio. $Temp_{\text{reh}}$, temperatura ambiental de bulbo seco durante la rehidratación. $HumRel_{\text{reh}}$, humedad ambiental relativa durante la rehidratación. $WBGT_{\text{reh}}$, índice de estrés térmico durante la rehidratación. Repos, porcentaje del líquido perdido por sudoración que fue repuesto por la ingesta voluntaria.



	Calor seco		Calor húmedo		<i>p</i>
	Media	D. E.	Media	D. E.	
BM _{fast} (kg)	72.19	18.5	71.91	18.32	0.17
USG _{fast}	1.017	0.005	1.017	0.005	0.77
E-Sed _{fast}	3.4	2.2	3.6	2.1	0.69
L- Sed _{fast}	32.1	28.5	40.5	29.6	0.35
Calor _{fast}	3.6	0.9	4.0	1.1	0.22
Cólico _{fast}	1.0	0.0	1.29	0.7	0.16
Llenura _{fast}	1.5	0.7	1.8	0.8	0.34
Temp _{ej} °C	33.7	0.1	31.8	0.3	<0.0001
HumRel _{ej} %	52.1	1.2	64.1	1.7	<0.0001
WBGT _{ej} °C	28.4	0.2	28.0	0.1	0.05
DEHY%	3.83	0.08	3.81	0.24	0.76
Temp _{reh} °C	34.7	0.1	31.3	0.2	<0.0001
HumRel _{reh} %	49.7	1.2	71.0	1.2	<0.0001
WBGT _{reh} °C	28.8	0.2	28.2	0.3	0.07
% Repos.	71.3	33.8	68.0	22.6	0.61

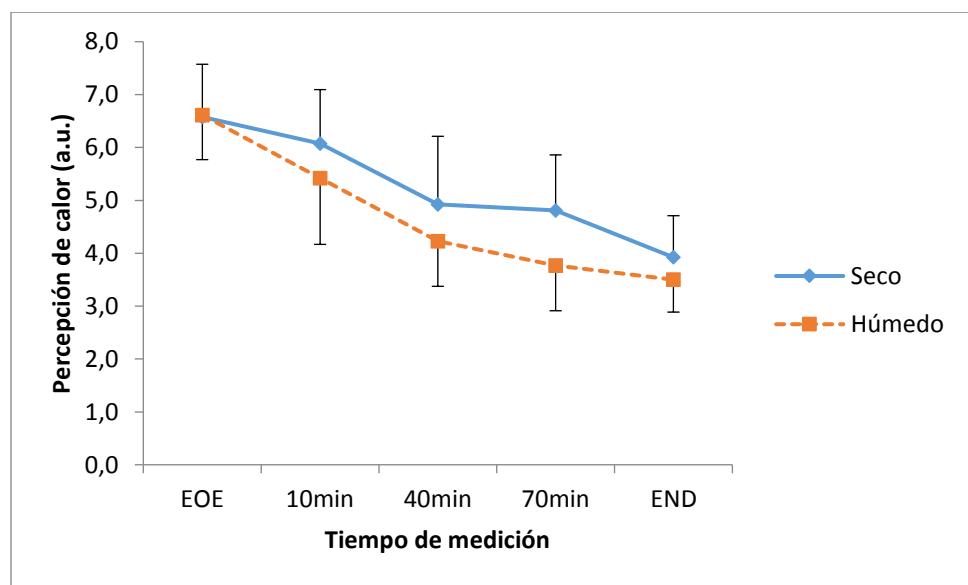


Figura 1. Percepción de calor durante la rehidratación. Las barras representan la media \pm desviación estándar.



La figura 2 muestra la percepción de sed según la escala de Engell et al. (1987). La interacción entre condición ambiental y tiempo de medición no fue significativa ($p = 0.950$). Tampoco hubo un efecto principal de la condición ambiental (4.3 ± 0.3 vs. 4.1 ± 0.3 para clima seco vs. húmedo, respectivamente; $p = 0.246$). Sí hubo un efecto significativo del tiempo ($p < 0.001$). El análisis post-hoc mostró diferencias significativas entre la mayoría de los tiempos de medición, pero no en la comparación entre el momento antes del ejercicio y el final de la rehidratación.

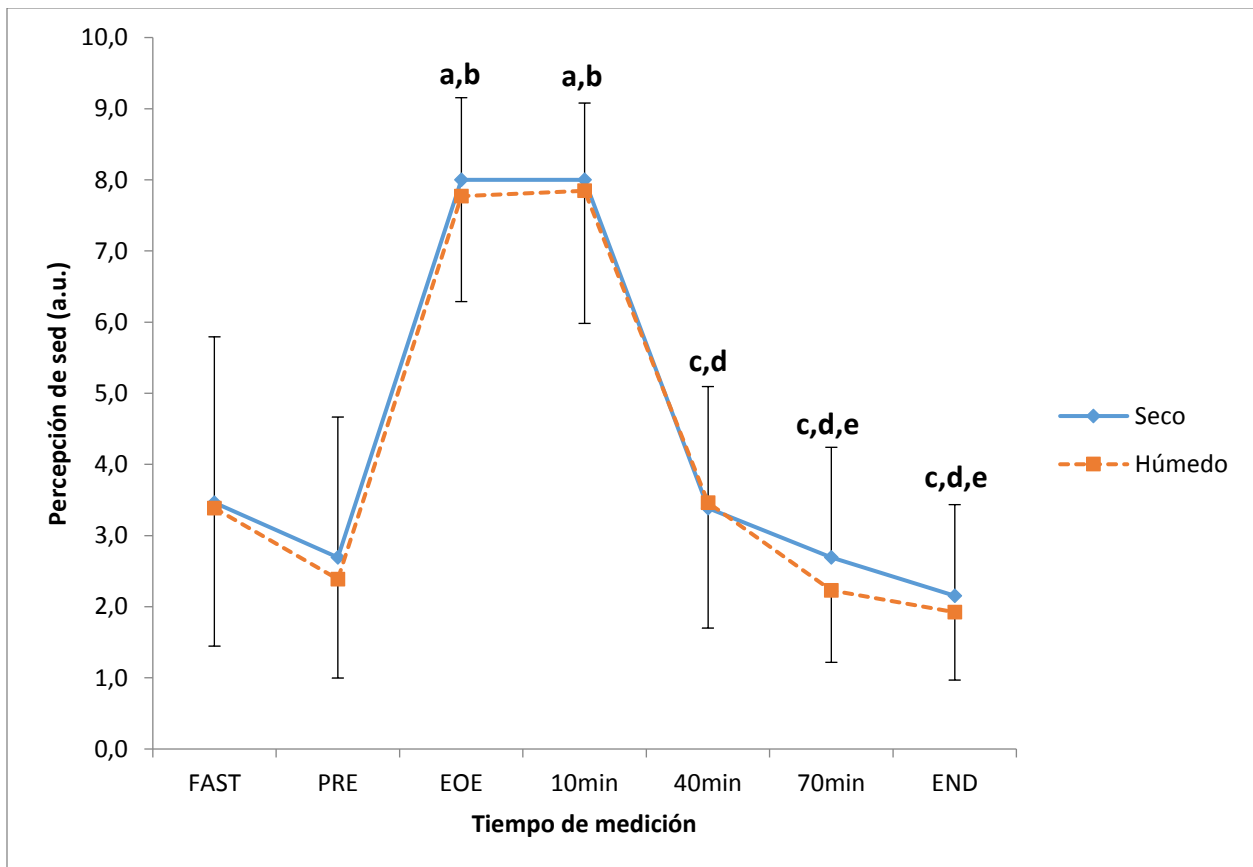


Figura 2. Percepción de la sed (escala de Engell et al. 1987). Las barras representan la media \pm error estándar. (a) diferente de FAST, (b) diferente de PRE, (c) diferente de EOE, (d) diferente de 10min, (e) diferente de 40 min, $p < 0.05$.



En la figura 3 se muestra la percepción de sed según la escala lineal. La interacción entre condición ambiental y tiempo de medición no fue significativa ($p = 0.723$). Tampoco hubo un efecto principal de la condición ambiental (40.2 ± 3.2 mm vs. 43.2 ± 4.0 mm para clima seco vs. húmedo, respectivamente; $p = 0.213$). Sí hubo un efecto significativo del tiempo ($p < 0.001$). El análisis post-hoc mostró diferencias significativas entre la mayoría de los tiempos de medición, pero no en la comparación entre el momento antes del ejercicio y el final de la rehidratación.

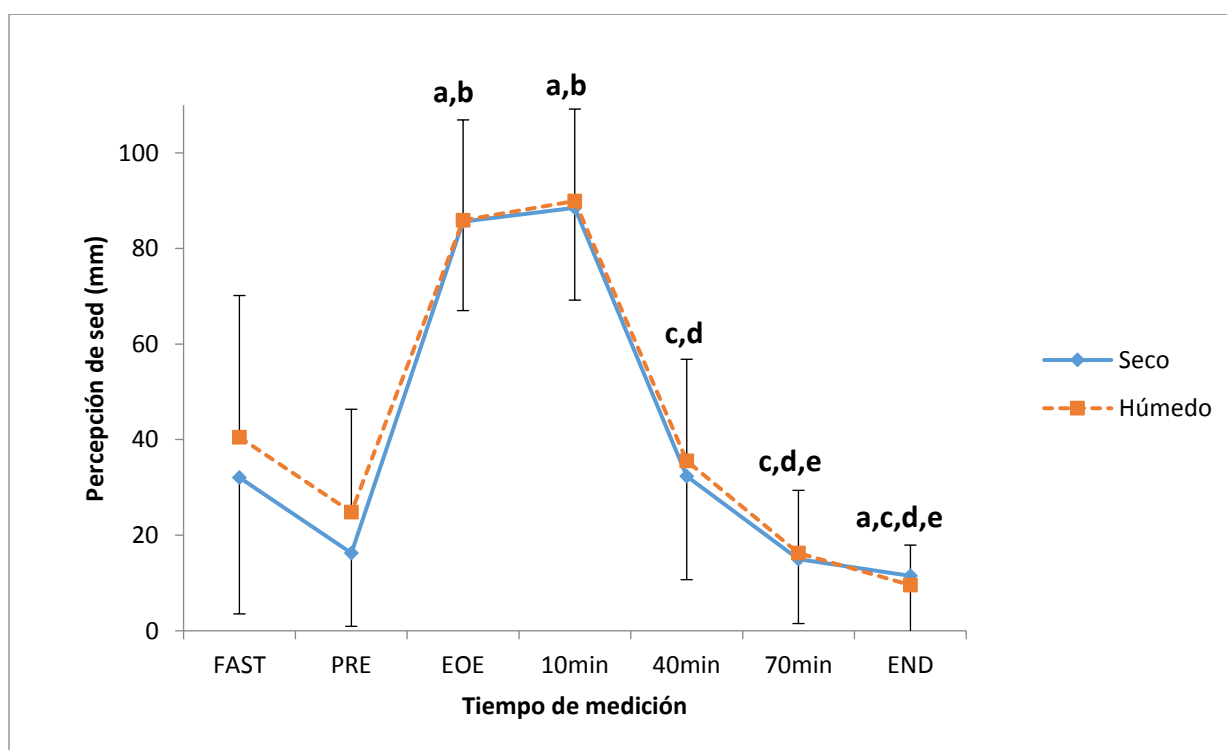


Figura 3. Percepción de la sed (escala lineal de 100mm). Las barras representan la media \pm error estándar. (a) diferente de FAST, (b) diferente de PRE, (c) diferente de EOE, (d) diferente de 10min, (e) diferente de 40 min, $p < 0.05$.

La figura 4 muestra las ingestas voluntarias parciales de agua durante el período de rehidratación. La interacción entre condición ambiental y tiempo de medición no fue significativa ($p = 0.113$). Tampoco hubo diferencia entre clima seco (623 ± 58 mL) y clima



húmedo (606 ± 48 mL) ($p = 0.741$), pero sí hubo un efecto significativo del tiempo sobre la ingesta voluntaria ($p < 0.001$); el análisis post-hoc mostró que todos los tiempos de medición fueron distintos entre sí (1208 ± 61 mL en los primeros 30 minutos, 382 ± 66 mL en la segunda media hora y 253 ± 54 mL para los últimos 30 minutos, $p < 0.05$). La ingesta voluntaria total de agua fue de 1869 ± 655 mL para el clima seco y 1818 ± 534 mL para el clima húmedo ($p = 0.741$).

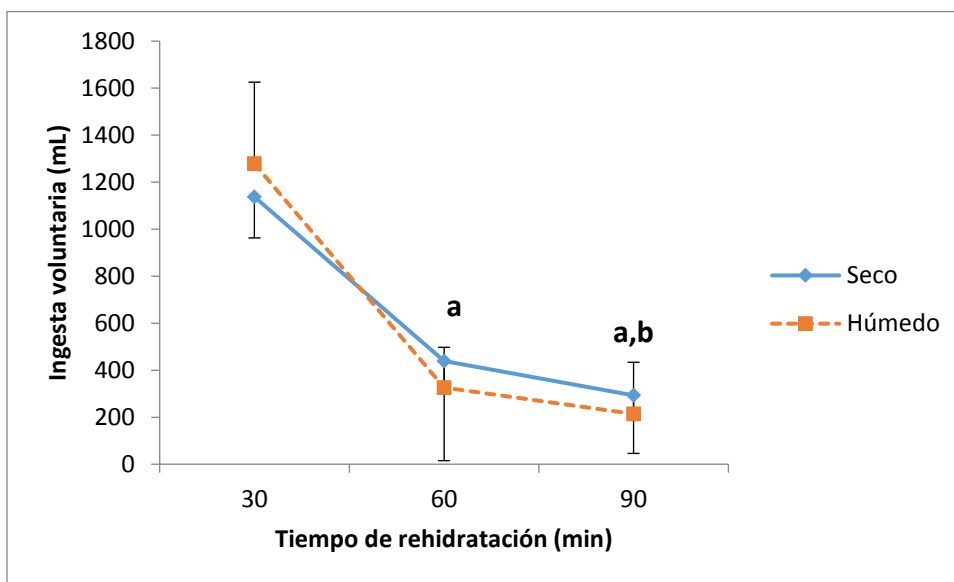


Figura 4. Ingesta voluntaria de agua (volúmenes parciales). Las barras representan la media \pm error estándar. (a) diferente de 30 min, (b) diferente de 60 minutos, $p < 0.05$.

El balance neto de fluidos al final del ejercicio y al final de la rehidratación se presenta en la figura 5. La interacción entre condición ambiental y tiempo de medición no fue significativa ($p = 0.436$). Tampoco hubo un efecto principal de la condición ambiental ($p = 0.192$). Sí hubo diferencias significativas en el tiempo ($p < 0.001$); el análisis post-hoc muestra que el balance neto de fluidos fue distinto entre todas las mediciones ($p < 0.005$): 0.00 ± 0.00 kg preejercicio, -2.77 ± 0.19 kg post ejercicio, y -0.90 ± 0.20 kg al final de la rehidratación voluntaria.



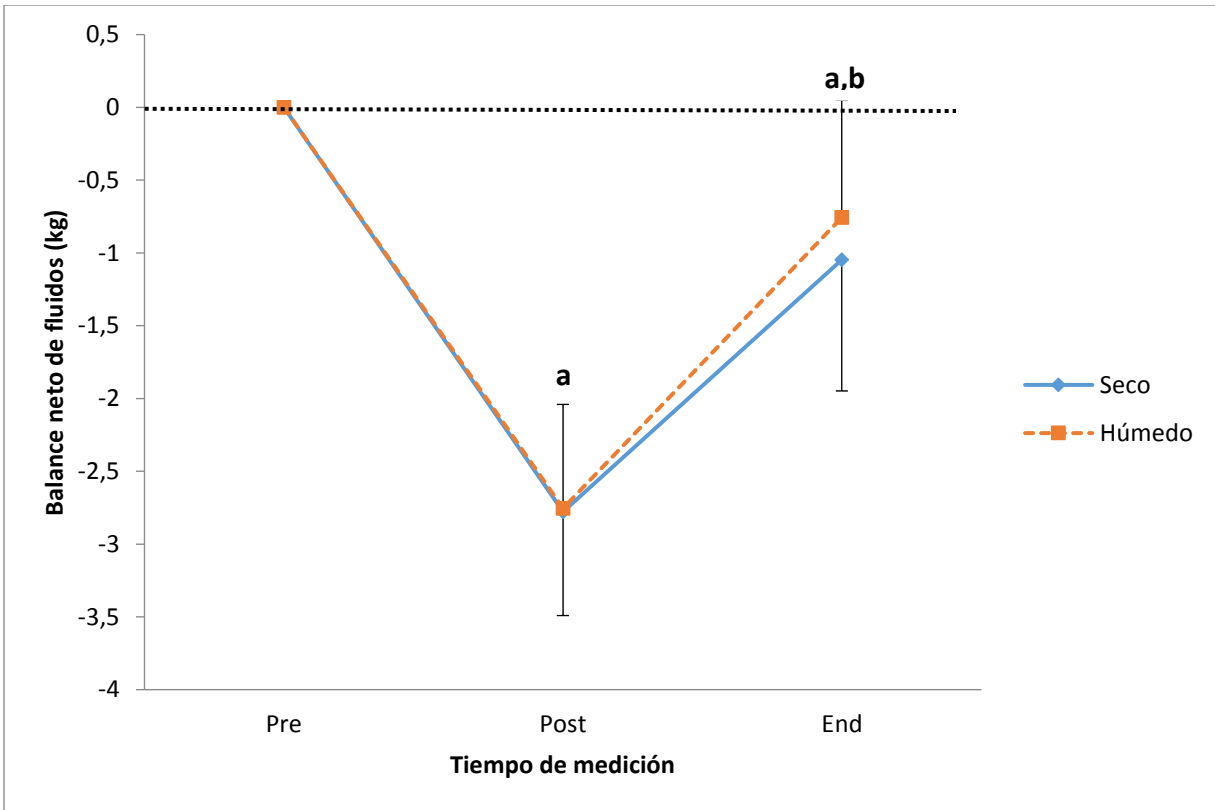


Figura 5. Balance neto de fluidos. Las barras representan la media \pm error estándar. (a) diferente de pre, (b) diferente de post, $p < 0.05$.

Las correlaciones entre las variables de interés se muestran en las figuras 6 y 7. Se compara la deshidratación al final del ejercicio ($CV = 0.05$) con la percepción de sed lineal en el mismo instante ($CV = 0.23$) (figura 6a), la pérdida de líquido por sudoración ($CV = 0.25$) con la ingesta voluntaria total ($CV = 0.32$), la percepción de sed lineal al final del ejercicio con la ingesta voluntaria total (figura 6c), y la percepción de sed al final del ejercicio con la ingesta voluntaria los primeros 30 minutos de rehidratación ($CV = 0.23$) (figura 6d). Solamente la correlación entre las dos medidas de percepción de sed (figura 7), que utilizó 311 casos, fue significativa ($r = 0.91$, $p < 0.0001$); la escala de Engell mostró un coeficiente de variación menor que la escala lineal ($CV = 0.57$ y 0.75 , respectivamente).



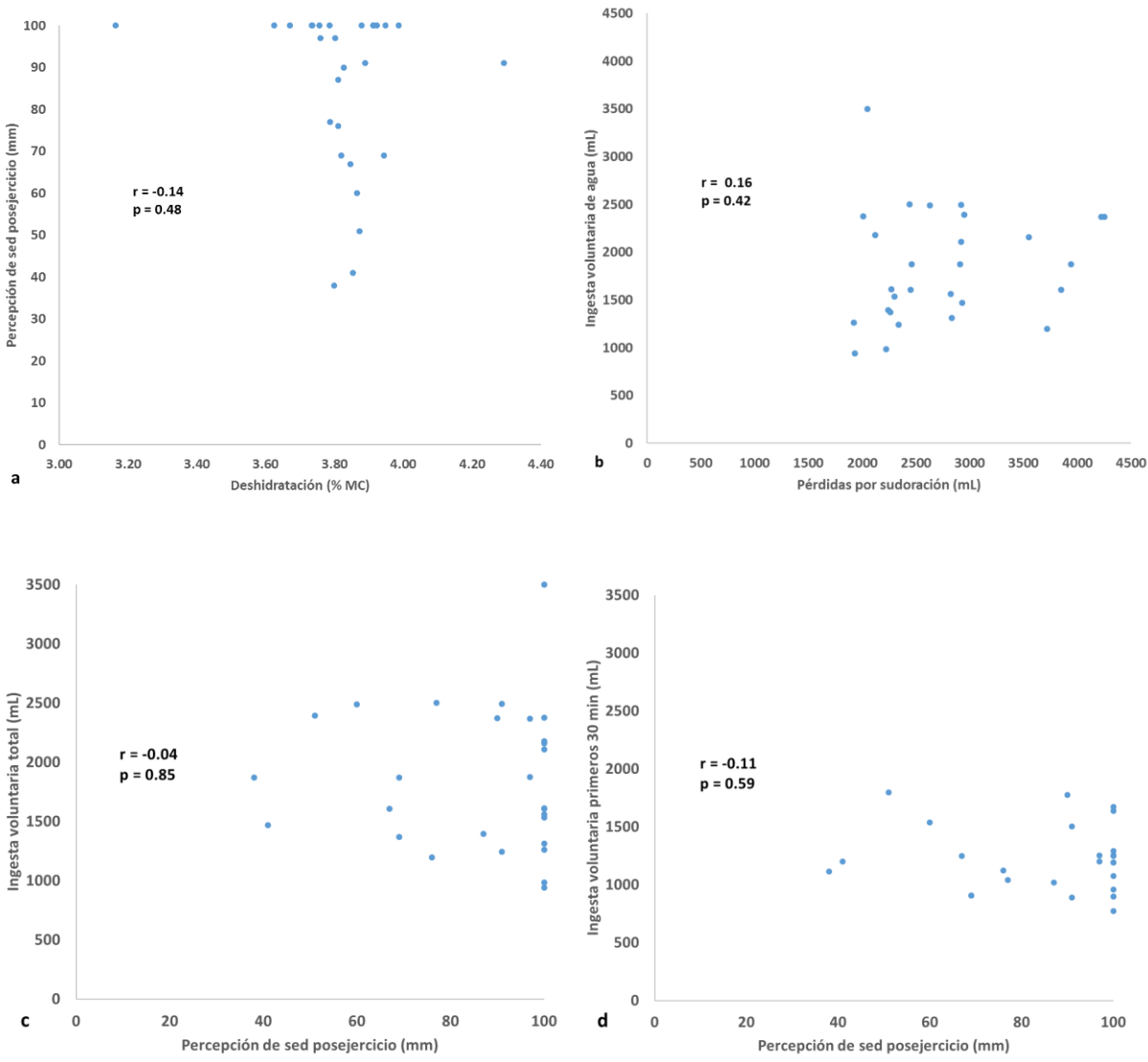


Figura 6. Correlaciones bivariadas. Se agrupan los datos para ambas condiciones climáticas, $n = 28$.



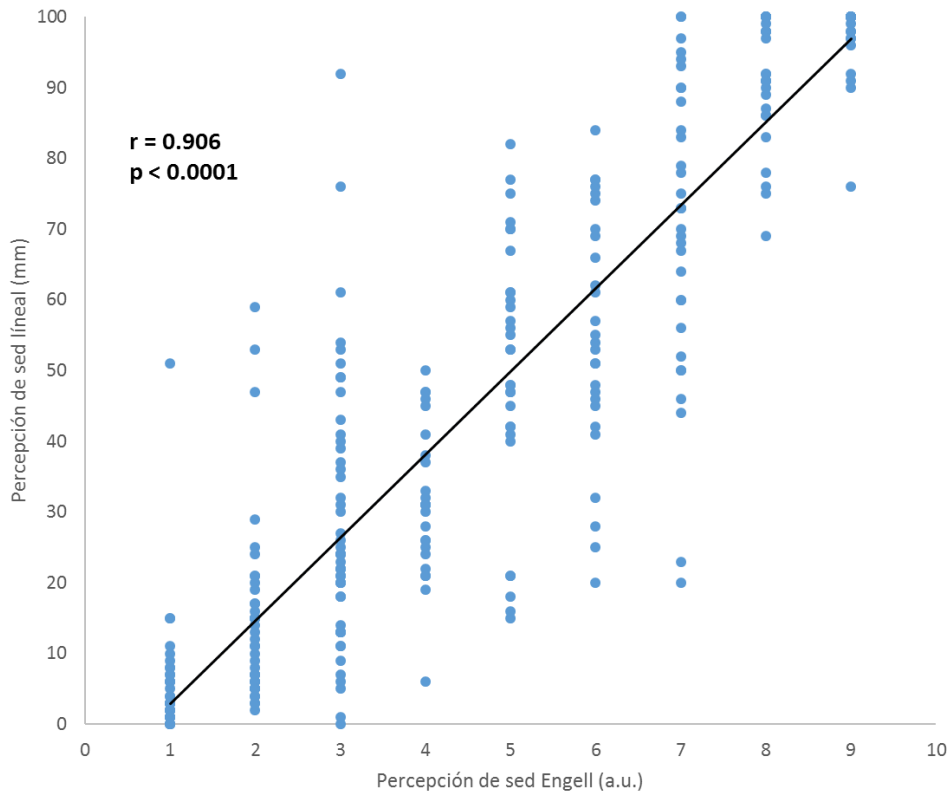


Figura 7. Correlación entre percepción de sed en la escala de Engell y percepción de sed en la escala lineal. n = 311.

Discusión

El resultado más notable de este estudio fue que las escalas de percepción de sed se comportaron según lo previsto: como puede observarse en las figuras 2 y 3, la sed se elevó considerablemente al final del ejercicio y se mantuvo elevada los primeros diez minutos del período de rehidratación, sin que se presentaran diferencias significativas entre las dos condiciones ambientales. Este resultado, combinado con una mayor percepción de calor para la condición de calor seco comparada con el calor húmedo (fig. 1), confirma que la percepción de sed es sensible a la deshidratación real y



sugiere que no se ve afectada por condiciones ambientales como las utilizadas en este estudio.

Sin embargo, la ingesta voluntaria de agua fría hizo caer la percepción de sed, de manera que a partir de los 40 minutos de iniciada la ingesta su valor no fue estadísticamente distinto de la percepción de sed antes de iniciar el ejercicio. Esta pérdida de la habilidad de la sed para predecir la necesidad de hidratación en humanos posterior a la ingesta de agua se ha reportado previamente; se ha sugerido que la ingesta de agua “apaga” la sensación de sed en forma temprana, llegando a ser un estímulo insuficiente para lograr la euhidratación después del ejercicio en el calor (Capitán-Jiménez y Aragón-Vargas, 2014; Pérez Idárraga y Aragón-Vargas, 2014). En el presente estudio, la percepción de sed reportada al final de los 90 minutos de ingesta de agua no fue distinta de la reportada antes de iniciar el ejercicio. Sin embargo, el balance neto de fluidos en ese momento era equivalente a -900 ± 200 mL.

Aunque los valores de percepción de sed se elevaron considerablemente al final del ejercicio en el calor, pareciera que estos alcanzan un “techo”, pues muchos individuos reportaron valores máximos de sed, mientras la deshidratación no llegó a superar el 4% MC para ninguno de ellos (ver fig. 6a). Esto sugiere la necesidad de buscar, en estudios futuros, una manera de ajustar las escalas de percepción de sed para que no presenten un límite tan bajo.

En otros diseños de investigación se puede evaluar la correlación entre sed y deshidratación real (Cf. Capitán-Jiménez y Aragón-Vargas, 2014), pues son estudios que comparan distintos grados de deshidratación con la sed reportada para cada uno. El presente estudio más bien intentó que todos los participantes alcanzaran la misma



deshidratación, esto es, 4%MC. Si las necesidades de hidratación estuvieran fuertemente asociadas con la percepción de la sed, sería esperable que esta última no tuviera mucha variabilidad en nuestro estudio. Sin embargo, como lo muestra claramente la figura 6a, el coeficiente de variación es mucho más bajo para la deshidratación que para la percepción de sed lineal.

Es posible que se esté exigiendo demasiada precisión a la percepción de sed, un mecanismo que a final de cuentas es subjetivo y que solamente se puede medir de manera imperfecta. Una alternativa, utilizada con frecuencia por los investigadores, consiste en medir la ingesta voluntaria de líquido—una conducta cuantificable de manera objetiva—como medida indirecta de la sed (Brown et al. 2011; Maresh et al. 2004; Peacock et al. 2013; Rivera-Brown et al. 2008; Scaglioni 2009; Shirreffs et al. 2005; Wilk et al. 2007). El diseño del presente estudio se presta para hacer análisis más profundos sobre esta relación. En primer lugar, nuestros resultados no mostraron una correlación significativa entre las pérdidas reales de líquido por sudoración y la ingesta voluntaria de agua en 90 minutos, como lo muestra la figura 6b. Esto concuerda con el reporte de Solera y Aragón (2006) quienes, en un protocolo de ingesta voluntaria de bebida deportiva durante el ejercicio en el calor con 93 participantes, no encontraron una correlación significativa entre la tasa de sudoración y la ingesta voluntaria por kilogramo de peso corporal ($r = 0.17$, $p = 0.098$). En segundo lugar, nuestros resultados no mostraron relación alguna entre la percepción de sed al final del ejercicio y la ingesta voluntaria posterior de agua, ya sea que se analice la ingesta total de los 90 minutos ($r = -0.04$, $p = 0.85$) o solamente la ingesta de los primeros 30 minutos ($r = -0.11$, $p = 0.59$). Finalmente, la ingesta voluntaria de agua no fue distinta para las dos condiciones



ambientales de nuestro estudio (fig. 4), a pesar de que la percepción de calor era distinta entre ellas (fig. 1). Estos datos son consistentes con lo sugerido previamente por Solera y Aragón (2006): la ingesta voluntaria de líquido no refleja las necesidades reales de hidratación ni la sensación de calor.

En este estudio se utilizaron dos escalas de percepción de sed, la de Engell et al. (1987) y la escala lineal de 100 mm. En las figuras 2 y 3 se puede observar que ambas variables siguen el mismo patrón, sin embargo, la escala de Engell es menos sensible. Por ejemplo, al final del ejercicio, Engell presenta un CV = 0.14 para la condición seca y CV = 0.19 para la condición húmeda, mientras que, para la escala lineal, CV = 0.22 y CV = 0.24 para las condiciones seca y húmeda, respectivamente. La correlación entre ambas medidas es alta, como puede observarse en la figura 7, pero quizás no tan alta como se esperaría. Es notable la dispersión de valores en la escala lineal para cada valor de Engell.

En resumen, este estudio muestra que las escalas de sed utilizadas detectaron claramente la deshidratación de 3.8%MC ocurrida por el ejercicio en el calor sin ingesta de líquido, pero mostraron mucha variabilidad. Además, posterior a la ingesta de agua perdieron toda capacidad predictora del balance neto de fluidos. Las condiciones de calor seco y húmedo utilizadas fueron suficientemente distintas como para ser percibidas por los participantes; sin embargo, no incidieron en la percepción de la sed ni en la ingesta voluntaria de líquido. Finalmente, la ingesta voluntaria de líquido se comportó de manera aleatoria, al no mostrar relación alguna con la necesidad real de líquido ni con la percepción de sed de los participantes. Este estudio no respalda la teoría de que la



ingesta de agua según la sed sea una buena manera de reponer el líquido perdido por sudoración durante el ejercicio en clima caliente.

Agradecimientos

Este estudio fue patrocinado por la Universidad de Costa Rica, proyectos VI-245-B0-315 y VI-838-B4-309 y por Florida Ice and Farm, Co. de Costa Rica.

Bibliografía

- Brown, M. B., McCarty, N. A., & Millard-Stafford, M. (2011). High-sweat Na⁺ in cystic fibrosis and healthy individuals does not diminish thirst during exercise in the heat. *American Journal of Physiology: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 301(4), R1177-R1185. doi: 10.1152/ajpregu.00551.2010
- Capitán-Jiménez, C. & Aragón-Vargas, L. F. (2016). La percepción de la sed durante la deshidratación por ejercicio es la misma en un ambiente húmedo o un ambiente seco. Informe de investigación sin publicar. Repositorio institucional Kérwá, Universidad de Costa Rica.
- Capitán Jiménez, C. & Aragón Vargas, L. F. (2014). Thirst sensitivity to post-exercise fluid replacement needs and controlled drinking (Pre-print). *Repositorio Kérwá*, Universidad de Costa Rica. <http://kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/11048>.
- Engell, D. B., Maller, O., Sawka, M. N., Francesconi, R. N., Drolet, L., & Young, A. J. (1987). Thirst and fluid intake following graded hypohydration levels in humans. *Physiology & Behavior*, 40(2), 229-236.
- Greenleaf, J. E. (1992). Problem: Thirst, drinking behavior and involuntary dehydration. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 24(6), 645-656. Retrieved from <http://journals.lww.com/acsm-msse/pages/articleviewer.aspx?year=1992&issue=06000&article=00007&type=abstract>
- Maresh, C. M., Gabaree-Boulant, C. L., Armstrong, L. E., Judelson, D. A., Hoffman, J. R., Castellani, J. W., ... Casa, D. J. (2004). Effect of hydration status on thirst, drinking, and related hormonal responses during low-intensity exercise in the heat. *Journal of Applied Physiology*, 97(1), 39-44. doi: 10.1152/jappphysiol.00956.2003
- Maughan, R. J., Shirreffs, S. M., Merson, S. J., & Horswill, C. A. (2005). Fluid and electrolyte balance in elite male football (soccer) players training in a cool environment. *Journal of Sports Sciences*, 23(1), 73-79. doi: 10.1080/02640410410001730115



- Passe, D., Horn, M., Stofan, J., Horswill, C., & Murray, R. (2007). Voluntary dehydration in runners despite favorable conditions for fluid intake. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 17(3), 284-295. Retrieved from <http://goo.gl/LG6mub>
- Peacock, O. J., Thompson, D., & Stokes, K. A. (2013). Impact of a carbohydrate-electrolyte drink on ingestive behaviour, affect and self-selected intensity during recreational exercise after 24-h fluid restriction. *Appetite*, 60(1), 5-12. doi: 10.1016/j.appet.2012.10.017
- Pérez-Idarraga, A., & Aragón-Vargas, L. F. (2014). Postexercise rehydration: potassium-rich drinks versus water and a sports drink. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(10), 1167-1174. doi: 10.1139/apnm-2013-0434.
- Rivera-Brown, A. M., Ramirez-Marrero, F. A., Wilk, B., & Bar-Or, O. (2008). Voluntary drinking and hydration in trained, heat-acclimatized girls exercising in a hot and humid climate. *European Journal of Applied Physiology*, 103(1), 109-116. doi: 10.1007/s00421-008-0682-1
- Scaglioni, P. (2009). Ingesta voluntaria de líquido y cambio en el gusto con opción de dos bebidas durante entrenamiento en ciclismo. *Pensar En Movimiento*, 6(1), 24-33. doi: <http://dx.doi.org/10.15517/pensarmov.v6i1.369>
- Shirreffs S. M., Aragon-Vargas L. F., Chamorro M., Maughan R. J., Serratos L., & Zachwieja J. J. (2005). The Sweating Response of Elite Professional Soccer Players to Training in the Heat. *International Journal of Sports Medicine*, 26, 90-95. doi: 10.1055/s-2004-821112
- Shirreffs, S. M., Armstrong, L. E., & Chevront, S. N. (2004). Fluid and electrolyte needs for preparation and recovery from training and competition. *Journal of Sports Sciences*, 22(1), 57-63. doi: 10.1080/0264041031000140572
- Solera-Herrera, A., & Aragón-Vargas, L. F. (2006). Deshidratación y sobrehidratación voluntarias durante el ejercicio en el calor: posibles factores relacionados. *Pensar en Movimiento: Revista De Ciencias Del Ejercicio y La Salud*, 4(1), 22-33. doi: <http://dx.doi.org/10.15517/pensarmov.v4i1.410>
- Wilk, B., Rivera-Brown, A. M., & Bar-Or, O. (2007). Voluntary drinking and hydration in non-acclimatized girls exercising in the heat. *European Journal of Applied Physiology*, 101(6), 727-734. Retrieved from <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00421-007-0539-z>
- Young, A. J., Sawka, M. N., Epstein, Y., Decristofano, B., & Pandolf, K. B. (1987). Cooling different body surfaces during upper and lower body exercise. *Journal of Applied Physiology*, 63(3), 1218-1223. Available from <http://jap.physiology.org/content/63/3/1218.long>

