

Investigación Experimental

PENSAR EN MOVIMIENTO:

Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud

ISSN 1659-4436

Vol. 9, No.1, pp. 12- 21

REHIDRATACIÓN POSEJERCICIO: LA FORMA DE DISTRIBUIR LA INGESTA DE UN VOLUMEN CONSTANTE DE LÍQUIDO NO ALTERA SU CONSERVACIÓN

Alexandra Pérez Idárraga, M.Sc. ^{1(B,C,D,E)} y Luis Fernando Aragón Vargas, Ph.D., FACSM ^{2(A,B,D,E)}
e-mail: alpida@hotmail.com

¹Escuela de Educación Física y Deportes, Universidad de Costa Rica

²Catedrático, Escuela de Educación Física y Deportes, Universidad de Costa Rica

Manuscrito recibido: 11/02/2010; aceptado: 04/04/2011

RESUMEN

Pérez-Idárraga, A. y Aragón-Vargas, L.F. (2011). Rehidratación posejercicio: La forma de distribuir la ingesta de un volumen constante de líquido no altera su conservación. **PENSAR EN MOVIMIENTO: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud**, 9(1), 12-21. **Propósito:** Evaluar la efectividad de tres protocolos de ingesta de un volumen de bebida deportiva, en la rehidratación posejercicio, según la capacidad de conservar el líquido ingerido dentro del cuerpo. **Metodología:** En tres días distintos separados por una semana, 11 hombres sanos, físicamente activos, de 21 ± 2 años, 68.7 ± 9.0 kg de peso y 1.72 ± 0.05 m de estatura fueron deshidratados mediante ejercicio al $1.97\% \pm 0.20$ (media \pm D.E) del peso corporal, en un cuarto de ambiente controlado (aproximadamente a 32°C y 60% hr). Posteriormente bebieron un volumen de bebida deportiva, equivalente al 120% del peso perdido cada media hora durante hora y media, según uno de tres protocolos de ingesta (asignados aleatoriamente): (IG) porciones iguales (tres porciones equivalentes cada una a 40% del peso perdido), (AS) ascendente (porciones de 25, 40 y 55%) y (DES) descendente (porciones de 55, 40 y 25%). Luego se recogió la orina cada 30 minutos durante tres horas para medir su volumen. Se utilizaron ANOVAs de medidas repetidas para analizar los resultados obtenidos. **Resultados:** No hubo interacción entre el protocolo de ingesta y el tiempo sobre los volúmenes parciales de orina ($p=.119$). Tampoco se observó un efecto del protocolo de ingesta sobre el volumen total de orina ($IG=670 \pm 278$ mL, $AS=649 \pm 184$ mL, $DES=750 \pm 421$ mL; $p=.609$), ni en el porcentaje de conservación del líquido ($IG=59.0 \pm 16.1\%$, $AS=59.7 \pm 13.7\%$, $DES=54.9 \pm 19.9\%$; $p=.835$). **Conclusión:** La distribución de un volumen constante de bebida deportiva en tres protocolos distintos de rehidratación posejercicio no produjo diferencias significativas en el volumen de orina, ni en la conservación del líquido ingerido.

PALABRAS CLAVE: Ejercicio, Recuperación, Hidratación, Porciones, Bebida Deportiva.

ABSTRACT

Pérez-Idárraga, A. y Aragón-Vargas, L.F. (2011). Post-exercise rehydration: The protocol for distributing a fixed fluid volume intake does not change fluid conservation. **PENSAR EN MOVIMIENTO: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud**, 9(1), 12-21. **Purpose:** To evaluate the effectiveness of three sports drink intake protocols on post-exercise rehydration, as measured by fluid retention in the body. **Methods:** On three separate days, one week apart, 11 healthy, physically active men (age = 21 ± 2 y, weight = 68.7 ± 9.0 kg, and height = 1.72 ± 0.05 m) were dehydrated by $1.97 \pm 0.20\%$ body mass (mean \pm S.D.) by exercising in a controlled environment chamber at approximately 32°C and 60% relative humidity. They were rehydrated with a volume of sports drink equivalent to 120% of body mass (BM) loss, distributed according to one of three intake protocols: constant (CON), three equal aliquots equivalent to 40% of BM loss each; ascending (AS) aliquots of 25, 40, and 55%; or descending (DES) aliquots of 55, 40, and 25%. They drank one portion every 30 minutes, over 1.5 hours; the order of treatments was assigned at random. Urine was collected at the end of rehydration and every 30 minutes over three hours for volume measurements. Results were analyzed using repeated-measures ANOVAs. **Results:** There was no interaction between intake protocol and time on partial urine volumes ($p=.119$). There was no effect of intake protocol on total urine volume (CON=670 \pm 278 mL, AS=649 \pm 184 mL, DES=750 \pm 421 mL; $p=.609$) or on fluid retention (CON=59.0 \pm 16.1%, AS=59.7 \pm 13.7%, DES=54.9 \pm 19.9%; $p=.835$). **Conclusion:** Distribution of a fixed volume of sports drink into three different post-exercise rehydration protocols resulted in no significant differences in urine volume, or in fluid retention.

KEYWORDS: Exercise, Recovery, Hydration, Portions, Sports Drinks.

Se sabe que la deshidratación durante el ejercicio puede aumentar la temperatura corporal más rápidamente, produciendo estrés térmico y cardiovascular, lo cual afecta negativamente la salud y el rendimiento deportivo; esto puede ocurrir incluso cuando una persona presenta una deshidratación moderada del 2% del peso corporal (Montain & Coyle, 1992); la magnitud de dichas alteraciones es proporcional al déficit de líquidos. Aunque las personas intenten beber durante el ejercicio, a menudo incurren en cierto grado de deshidratación, que necesita ser corregido lo más pronto posible (Burke, 1996). Esta deshidratación promedio está típicamente entre 1 y 2% del peso corporal (Sawka, Burke, Eichner, Maughan, Montain, & Stachenfeld, 2007).

El objetivo de la rehidratación posejercicio es entonces recuperar el balance de fluidos, para evitar los efectos negativos de una disminución en el agua corporal total sobre las funciones fisiológicas y el rendimiento físico en un evento deportivo próximo. Aunque el ideal sería lograr una rehidratación completa, está bien documentado que la rehidratación agresiva provoca una producción de volúmenes importantes de orina, aún en presencia

de hipohidratación (Mayol & Aragón, 2009) y de cantidades altas de sodio en la bebida (Shirreffs & Maughan, 1998).

Se trata de una paradoja: contrario a lo que se esperaría al intentar recuperar la homeostasis, la persona deshidratada, al ser rehidratada agresivamente, responde eliminando parte del líquido suministrado, lo cual la hace continuar deshidratada unas pocas horas después. Como lo han señalado bien Jones, Bishop, Green & Richardson (2010), este desperdicio de líquido no es deseable, particularmente cuando la persona tiene un suministro limitado como en las operaciones militares o en otros sitios donde el agua potable no está ampliamente disponible.

Para compensar la eliminación adicional de fluido a través de la orina, una estrategia recomendada es consumir un volumen de líquido equivalente a un 125%-150% del peso perdido (Casa, Clarkson & Roberts, 2005). Se ha encontrado además que la presencia de sales minerales ayuda a contribuir a un mejor aprovechamiento del líquido, especialmente a concentraciones superiores a los 50 mEq Na⁺/L (Shirreffs, Armstrong & Cheuvront, 2004; Sawka et al., 2007). Se ha investigado la

combinación de diferentes volúmenes de líquido y distintas concentraciones de electrolitos, demostrando el importante papel que juega el sodio en la conservación del líquido consumido, aunque se reconoce a la vez que las concentraciones altas de sodio ($\approx 50-60$ mEq/L o superiores) tienen un impacto negativo sobre la palatabilidad de la bebida (Shirreffs, Taylor, Leiper & Maughan, 1996; Mitchell, Phillips, Mercer, Baylies & Pizza, 2000). No es sino hasta la última década que se ha tratado de manipular el tiempo de ingesta del líquido de manera sistemática.

Varios investigadores han intentado amortiguar la diuresis no deseada mediante la manipulación de los volúmenes de rehidratación, con diferentes grados de éxito (Archer & Shirreffs, 2001; Jones et al., 2010; Kovacs, Schmahl, Denden & Brouns, 2002; Mayol & Aragón, 2009). La estrategia consiste en suministrar volúmenes pequeños de líquido suficientemente espaciados en el tiempo, en un intento por evitar la expansión rápida del volumen plasmático, limitando así el estímulo renal que provoca la eliminación excesiva de orina. La más reciente Declaración del Colegio Americano de Medicina Deportiva (Sawka et al., 2007) sugiere el consumo de 1.5 L de líquido por cada kg de peso perdido (150% del volumen perdido), ingiriendo siempre volúmenes pequeños espaciados en el tiempo, en lugar de grandes cantidades en periodos cortos, para promover una máxima conservación de líquidos, tal y como habían recomendado Shirreffs & Maughan (1998) aproximadamente diez años atrás.

Jones et al. (2010) demostraron que tiene sentido utilizar un volumen equivalente al 100% del peso perdido, si se quiere evitar el desperdicio de líquido. Además, un volumen menor va a ser más fácil de distribuir en el tiempo de tal manera que no haya demasiado estímulo para la diuresis; ellos demostraron que la eficiencia de la rehidratación fue superior cuando se utilizó un protocolo espaciado (medido), que cuando la rehidratación fue agresiva (Jones et al., 2010). Sin embargo, no está muy claro si la conservación del líquido que se ingiere varía cuando se toma un volumen definido en un mismo período de tiempo pero distribuido en proporciones diferentes.

Por su parte, durante la ingesta voluntaria de líquido en un medio natural, sería razonable esperar que la sed favoreciera una mayor ingesta inmediatamente

después del ejercicio, pero un mayor volumen en ese momento estimularía un vaciamiento gástrico más rápido, una mayor expansión del volumen plasmático y una mayor respuesta diurética.

Por lo tanto, en este estudio se hizo una evaluación de algunos protocolos de rehidratación que podrían reflejar la vida real, al emplear un volumen de bebida deportiva tolerable y que no indujera tanto al desperdicio de líquido: se analizó si el protocolo de ingesta de un volumen fijo de bebida deportiva con sales y carbohidratos para la rehidratación posejercicio (equivalente a 120% del peso perdido), después de una deshidratación moderada de 2% del peso corporal, podría influir en la efectividad del proceso de rehidratación, considerando a éste más efectivo si un porcentaje mayor de líquido se queda en el cuerpo y una menor cantidad es eliminada por la orina (% de conservación del líquido).

METODOLOGÍA

Participantes: Un grupo de 11 hombres voluntarios, sanos, físicamente activos, de 21 ± 2 años de edad, 1.72 ± 0.05 m de estatura y 68.7 ± 9.0 kg de peso (media \pm D.E) firmaron un consentimiento informado antes de iniciar el estudio, recibieron indicaciones por escrito para su participación y llenaron un cuestionario con información de salud. El protocolo fue aprobado por el Comité Ético Científico de la Universidad de Costa Rica.

Procedimiento: En un diseño de medidas repetidas, cada participante asistió al laboratorio en tres ocasiones, separadas entre sí por una semana. Cada día consumió la bebida deportiva en un volumen igual, en el mismo tiempo, pero distribuido conforme a un protocolo de ingesta distinto (porciones iguales, ascendentes o descendentes). El orden de los protocolos fue asignado de forma aleatoria.

Cada día previo a la prueba los participantes registraron todos los alimentos y bebidas consumidos, con la idea de repetir la dieta para las citas siguientes. Además, se les sugirió tomar 5 vasos de agua extra y evitar el consumo de bebidas alcohólicas o muy dulces, así como diuréticos, laxantes o antihistamínicos; para las bebidas con cafeína (energizantes, café, té o gaseosas) se les pidió no cambiar el patrón usual de consumo el día antes de la prueba. Finalmente, se les solicitó

abstenerse de practicar ejercicio extenuante las 24 horas previas a cada prueba.

Cada día los participantes llegaron en ayunas al laboratorio y suministraron una muestra de orina, a la cual se le midió la gravedad específica (USG, por su sigla en inglés) con un Refractómetro *Hand-Held ATAGO*[®] modelo URC-NE con una escala de 1.000 hasta 1.050. Se fijó el estado de euhidratación con una $USG \leq 1.020$ (Sawka et. al, 2007). Posteriormente, se les suministró un desayuno estandarizado que aportó 775 ± 25 Kcal (distribuidas en 73% carbohidratos, 17% grasas y 10% proteínas); 1300 mg Na^+ y 350 mL de líquido. Este desayuno fue el único alimento que recibieron hasta el final del experimento. Luego de consumirlo esperaron aproximadamente una hora antes de pesarse desnudos y secos (Peso Inicial) e iniciar el ejercicio.

El ejercicio para lograr la deshidratación se realizó en un cuarto de ambiente controlado, a una temperatura entre 30 y 32°C y una humedad relativa entre 50 y 60%. Los participantes alternaron cada 10 minutos entre una Banda Rodante *Sports Art*[®] 3250 y un Cicloergómetro *Monark*[®] 818c, a una intensidad moderada-alta equivalente al 80-85% de la frecuencia cardíaca máxima, la cual se calculó según la ecuación $FC_{max} = 207 - (0.7 \times \text{edad en años})$ (Gellish, Goslin, Olson, McDonald, Russi & Moudgil, 2007). La intensidad fue controlada con un monitor de frecuencia cardíaca *Polar*[®] S120. Por cada 20 minutos de ejercicio tuvieron un descanso de 5 minutos, momento en el cual fueron pesados desnudos y secos (Pesos Intermedios). El ejercicio terminó cuando los participantes alcanzaron una deshidratación cercana al 2% de la masa corporal (MC).

El volumen total de la bebida deportiva (*Gatorade*[®], 60 g carbohidratos/L, 18 mEq Na^+ /L, 3 mEq K^+ /L) se dividió en 3 porciones espaciadas cada 30 minutos, según uno de tres protocolos de ingesta: tres porciones equivalentes cada una al 40% del peso perdido (protocolo de proporciones iguales, IG); porciones equivalentes a 25, 40 y 55% del peso perdido (protocolo ascendente, AS); y porciones equivalentes a 55, 40 y 25% del peso perdido (protocolo descendente, DES).

Al completarse los 90 minutos del período de rehidratación, se pidió a los participantes que vaciaran completamente la vejiga, recolectando la orina en recipientes plásticos debidamente pesados

y marcados; a partir de ese momento vaciaron de nuevo totalmente la vejiga cada 30 minutos, durante 3 horas, para un total de 7 volúmenes parciales de orina (OP). Cada recipiente se pesó al gramo más cercano en una Báscula *DHAUS*[®] Modelo CS-2000 con una capacidad de 2000 g y sensibilidad de 1 g, y se desechó. Una vez sustraído el peso del recipiente vacío, se calculó el volumen asumiendo que 1g equivale a 1 mL de orina.

Los participantes fueron pesados desnudos y secos al final de la rehidratación (Peso Posrehidratación) y al final de las 3 horas de seguimiento (Peso Final). Todos los pesos corporales se midieron con una Báscula *Ballar*[®] Modelo DSB921, cuya capacidad máxima es de 250 kg y una sensibilidad de 10 g. El procedimiento completo se resume gráficamente en la *Figura 1*.

El volumen total de orina (VTO), absoluto, se calculó al sumar las 7 muestras parciales. Con el VTO y el volumen ingerido se calculó el porcentaje de líquido eliminado (%LE) y de ahí el porcentaje de líquido conservado (%LC), el cual es un volumen relativo.

% LE: $(VTO \times 100) / \text{Líquido consumido en la RH}$

% LC: $100\% - \%LE$

Análisis de datos: los datos se procesaron en el paquete estadístico SPSS versión 15.0 para Windows. Se calculó la estadística descriptiva, se verificó la normalidad de los datos y luego se continuó con el análisis estadístico por medio de análisis de varianza (ANOVA). Se realizaron ANOVAs de una vía (factor protocolos) para cada una de las siguientes variables: peso inicial, USG inicial, tiempo de ejercicio, deshidratación posejercicio y líquido consumido, con el fin de verificar que las condiciones previas a la rehidratación o durante ésta fueran iguales para todos los protocolos de ingesta. Luego, se realizaron ANOVAs de dos vías de medidas repetidas para la orina eliminada en el tiempo (3 protocolos X 7 mediciones) y para el balance neto de fluidos, reflejado en el peso corporal (3 protocolos X 4 mediciones), con el objetivo de determinar si había interacción entre los protocolos de ingesta y el tiempo. Cuando se identificaron efectos principales

se aplicó Post Hoc de Bonferroni para identificar dónde estaban las diferencias específicas. Finalmente, se empleó un ANOVA de una vía para analizar tanto el volumen total de orina como el porcentaje de conservación de líquido.

RESULTADOS

Las condiciones previas a cada condición experimental no fueron significativamente diferentes entre los tres protocolos de ingesta, lo cual sugiere un punto de partida igual (ver *Tabla 1*).

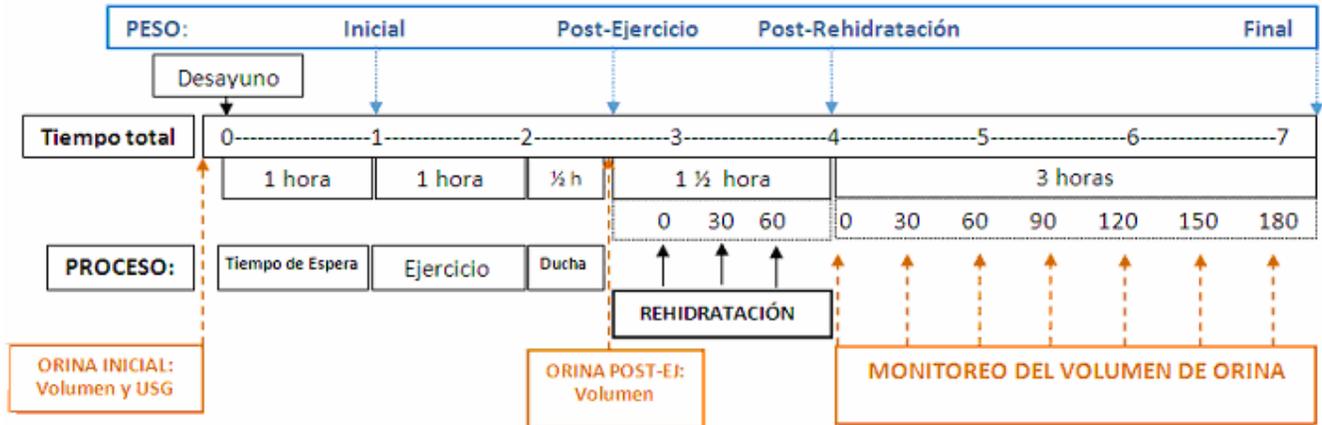


Figura 1. Diagrama general del protocolo de estudio.

Tabla 1. Resumen de condiciones iniciales.

PROTOCOLO DE DISTRIBUCIÓN	IGUALES		ASCENDENTES		DESCENDENTES		Valor p
	Media	D.E	Media	D.E	Media	D.E	
PESO INICIAL (kg)	69.00	±9.1	68.62	±8.9	68.48	±9.4	.232
GRAVEDAD ESPECÍFICA ORINA INICIAL	1.014	±0.009	1.017	±0.008	1.013	±0.007	.292
TIEMPO DE EJERCICIO (min)	42.7	±7.9	41.8	±6.0	44.5	±9.3	.256
DESHIDRATACIÓN POSEJERCICIO (%)	-1.96	±0.2	-1.94	±0.3	-2.00	±0.2	.737
LÍQUIDO CONSUMIDO (g)	1634	±97,5	1612	±107	1663	±115	.752

Como se puede observar en la *Figura 2*, no hubo interacción entre el protocolo de ingesta y el tiempo ($p=.119$) sobre los volúmenes parciales de orina. Sin embargo, sí se encontraron diferencias en el efecto principal del tiempo de medición ($p<.0001$), que reflejan las respuestas fisiológicas a una carga de líquido: alta producción de orina a los 60 minutos, con una disminución progresiva después.

Además, se encontró que no hubo interacción entre los tres protocolos de ingesta y los cuatro tiempos de medición sobre el peso corporal ($p=.147$) (*Figura 3*); todos los protocolos acabaron en deshidratación al final de las tres horas de observación.

Al comparar los volúmenes totales de orina se encontró que no existen diferencias ($p=.609$) entre los tres protocolos de ingesta (*Figura 4*). El porcentaje de líquido conservado en el cuerpo

mostró valores estadísticamente iguales entre los protocolos que van desde el 55% al 60% (*Figura 4*).

DISCUSIÓN

El principal hallazgo de este estudio fue que la cantidad de orina eliminada y el porcentaje de conservación de líquido durante 3 horas posteriores a la rehidratación no son diferentes según el protocolo de ingesta de un volumen constante de bebida deportiva, equivalente al 120% del peso perdido durante el ejercicio en el calor, la cual fue ingerida en 3 porciones durante 1.5 horas (una cada 30 minutos). Además, todos los protocolos provocaron que los participantes terminaran deshidratados al final del tiempo de observación; este último hallazgo confirma lo observado cuando se utiliza una bebida que no contiene una cantidad suficientemente alta de sodio (Mitchell et al., 2000; Shirreffs et al., 1996).

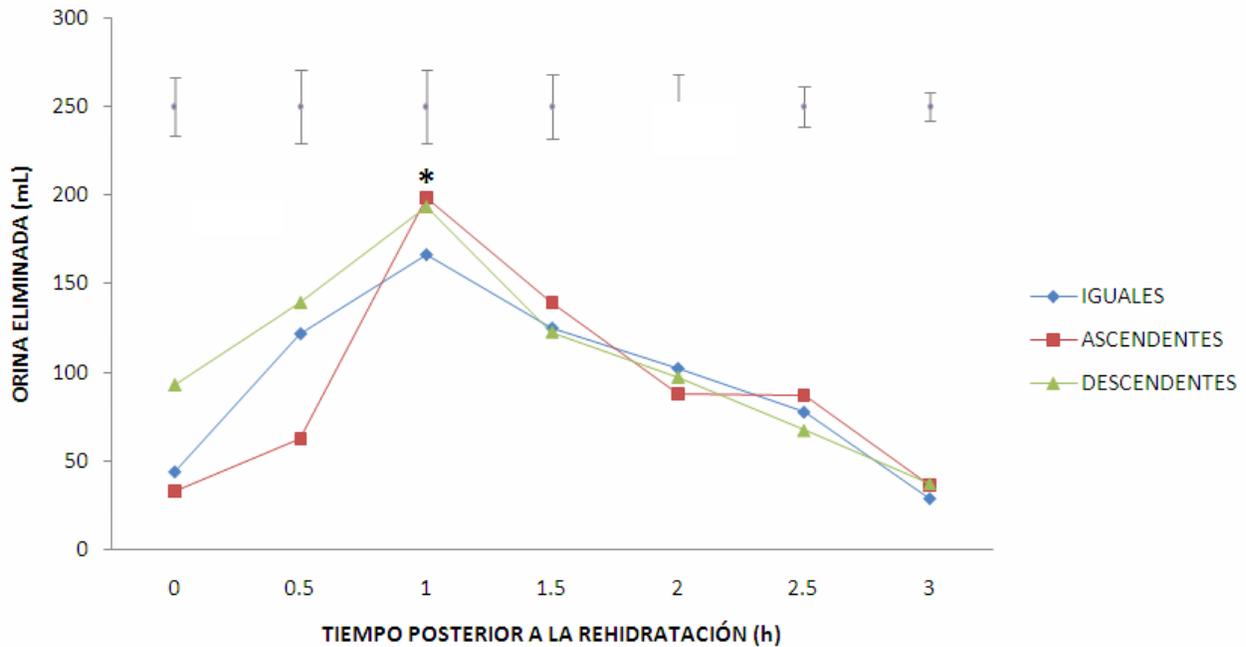


Figura 2. Volúmenes parciales de orina recolectada según el protocolo de ingesta de la bebida deportiva.

Interacción entre protocolo y tiempo, $p=.119$.

(*) $p < 0.05$ para el efecto principal entre el tiempo 1 hora y todos los demás tiempos excepto 1.5 h.

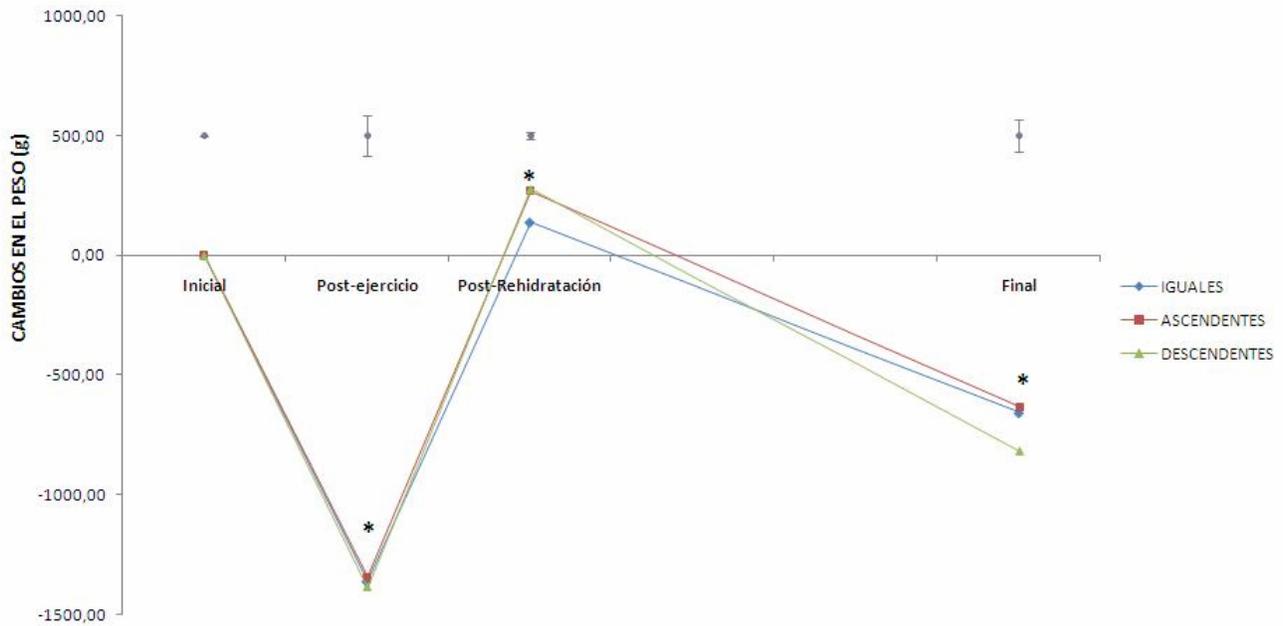


Figura 3. Peso Corporal Promedio vs. tiempo, para cada protocolo de ingesta. Interacción entre protocolo y tiempo: $p=.147$. Efecto principal de protocolo: $p=.382$. Efecto de tiempo: (*) $p < .001$ vs. peso inicial.

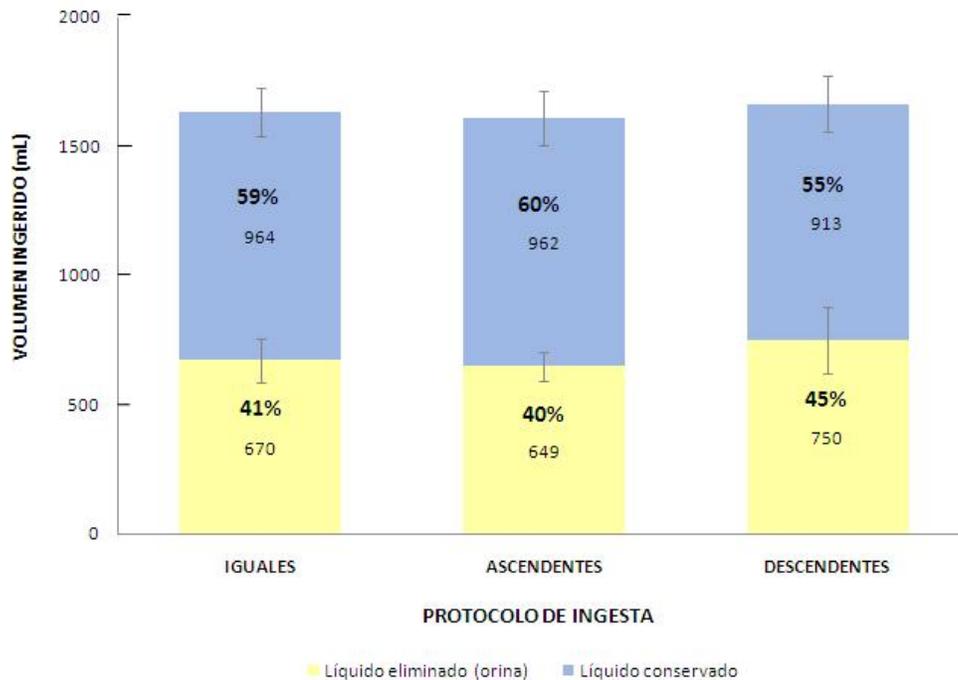


Figura 4. Porcentaje de conservación de líquido en cada protocolo de ingesta. Comparación de los volúmenes totales de orina, $p=.609$; comparación del porcentaje de líquido conservado, $p=.835$. Las barras corresponden al error típico.

Algunos autores han recomendado que los individuos inicien el ejercicio con una adecuada hidratación, la cual puede ser facilitada al consumir 400 - 600 mL de líquido 2 horas antes de comenzar el ejercicio y tomar suficiente durante este, con el fin de prevenir que la deshidratación exceda al 2% del peso. También se sugiere beber pequeñas porciones (150-300 mL) cada 15 ó 20 minutos de ejercicio (Latzka & Montain, 1999), o lo que es mejor, conocer las tasas de sudoración para estimar cuánto se debe tomar dada la variabilidad individual (Sawka et al., 2007). La recomendación se da pensando no sólo en el restablecimiento del balance de líquidos sino también en un volumen que sea cómodamente manejable. La situación cambia en la rehidratación, pues la persona ya está en estado de reposo, puede manejar un volumen mayor de líquido en su estómago y adicionalmente tiene la necesidad de recuperar lo que no fue posible hacer en las etapas previas.

Por lo tanto, se ha sugerido ingerir un 150% del peso perdido, con el objetivo de compensar el desperdicio resultante de la pérdida obligatoria de orina (Shirreffs et al, 1996). Sin embargo, se sabe que el consumo de grandes volúmenes de líquido seguidos a la actividad física incrementan la producción de orina por encima de lo deseable (Casa, Clarkson & Roberts, 2005). Esto convierte el proceso de rehidratación a veces en un círculo vicioso, pues si la persona consume mucho líquido va a orinar más y el déficit continuará, por tanto necesitará tomar aún más.

Considerando entonces el hecho de que consumir grandes volúmenes de líquido en un lapso corto (≤ 60 min) puede provocar que este sea eliminado en abundancia, Jones et al. (2010) demostraron que la conservación es mayor si el mismo volumen se consume durante un lapso mayor de tiempo (4h). En su estudio, ellos utilizaron agua simple, aunque se sabe que la conservación de líquido es aún mejor si la bebida contiene cierta cantidad de carbohidratos y electrolitos (Shafiee et al., 2005, Casa, et. al, 2005). En el presente estudio se utilizó una bebida deportiva para estimular en general una mayor conservación de líquido, evitando un incremento innecesario en el volumen de orina. También, con el fin de impedir el desperdicio de líquido, se empleó un volumen equivalente al 120% del peso perdido; una ventaja adicional de utilizar este porcentaje es que ninguno de los protocolos exigió la ingesta de

volúmenes exageradamente altos, lo cual sí habría sucedido al repartir el 150% del peso perdido en tres ingestas no iguales. Finalmente, se suministraron las porciones cada 30 minutos durante 90 minutos para espaciar más el consumo.

El protocolo descendente utilizado en el presente estudio sigue un patrón similar al recomendado por algunos autores cuando el atleta necesita reponer grandes cantidades de líquido de forma rápida, comenzando con el máximo volumen que pueda cómodamente soportar e ingiriendo cantidades pequeñas de líquido en intervalos regulares (Burke, 1996). Sin embargo, en esta investigación no se consumió líquido de forma muy frecuente y las porciones en realidad no fueron pequeñas en la mayoría de los casos, además no se encontraron diferencias con el protocolo inverso de ingesta (primero volúmenes más pequeños y luego más grandes).

Se ha mencionado la posibilidad de que la tasa de consumo de líquido pueda tener un rol importante a nivel fisiológico durante la rehidratación; sin embargo, en este estudio con los protocolos empleados no se detectaron diferencias, contrario a lo que sugieren otros autores (Archer & Shirreffs, 2001; Kovacs, Schmahl, Denden & Brouns, 2002; Casa et al, 2005).

Se debe tener en cuenta, además, el vaciamiento gástrico como una de las etapas más importantes para la utilización de alimentos y bebidas; en este sentido, Bateman (1982) comparó el vaciamiento gástrico de dos volúmenes de líquido 200 mL y 500 mL, encontrando que en los primeros 5 minutos había un vaciamiento más rápido de la bebida de mayor volumen pero posterior a los 5 minutos no se hallaron diferencias. Esto refleja que quizás volúmenes tan pequeños como 200 mL y tan grandes como 500 mL no tendrían tanta influencia en el vaciamiento gástrico y por ende no se verían afectados los procesos posteriores.

Sin embargo, en el presente estudio el promedio de líquido consumido fue de 1636 mL, las porciones menores en promedio alcanzaron los 340 mL y las mayores los 750 mL, esto implica que en todos los protocolos existieron volúmenes superiores a 500 mL en al menos una de las porciones, por lo cual no se sabe si volúmenes mayores a 500 mL sí pudieron tener algún tipo de influencia sobre el vaciamiento, que no fue medido en este estudio.

Cabe mencionar que los participantes de esta investigación reportaron de forma subjetiva que preferían tomar un volumen mayor al principio, cuando tenían mucha sed y su estómago vacío, ya que si debían tomar volúmenes muy grandes al final, la ingesta previa los hacía sentirse mucho más llenos. Esto amerita ser estudiado en mayor detalle, pues las recomendaciones concretas que se hagan sobre el protocolo de ingesta estarán fuertemente influenciadas por la percepción de llenura y la disposición de las personas a ingerir volúmenes altos.

CONCLUSIONES

En este grupo de hombres deshidratados al 2% del peso corporal mediante ejercicio en el calor y rehidratados con bebida deportiva en un volumen equivalente al 120% del peso perdido, ingerido en 1.5 horas y distribuido en tres protocolos distintos, no hubo efecto del protocolo de ingesta sobre el volumen total de orina eliminado, ni sobre el porcentaje de líquido conservado en el cuerpo, al final de las 3 horas posteriores a la rehidratación. En otras palabras, en estas condiciones cada persona podría decidir libremente el tamaño de cada porción, sin que ello perjudique o beneficie la eficacia de la rehidratación. Sin embargo, es necesario aclarar que ninguno de los protocolos fue efectivo para recuperar el total de líquido perdido durante el ejercicio

RECONOCIMIENTO

Este estudio fue financiado por el Gatorade Sports Science Institute®, bajo los proyectos de investigación de la Universidad de Costa Rica VI-245-A4-303 y VI-245-B0-315.

REFERENCIAS

Archer, D.T & Shirreffs, S.M. (2001). Effect of fluid ingestion rate on postexercise rehydration in man. *Proceedings of the Nutrition Society*, 60, 200A.

Bateman, D.N. (1982). Effects of meal temperature and volume on the emptying of liquid from the human stomach. *The Journal of Physiology*, 331, 461–467.

Burke, L.M. (1996). Rehydration strategies before and after exercise. *Australian Journal of Nutrition & Dietetics*, 53 (4), 22-26.

Casa, D.J, Clarkson, P.M & Roberts, W.O. (2005). Roundtable on Hydration and Physical Activity: Consensus Statements-American College of Sports Medicine. *Current Sports Medicine Reports*, 4, 115–127.

Gellish, R. L., Goslin, B. R., Olson, R. E., McDonald, A., Russi, G. D. & Moudgil, V. K. (2007). Longitudinal modeling of the relationship between age and maximal heart rate. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(5), 822-829.

González-Alonso, J., Heaps, C.L. & Coyle, E.F. (1992). Rehydration after exercise with common beverages and water. *International Journal of Sports Medicine*, 13(5), 399-406.

Jones, E. J., Bishop, P. A., Green, J. M. & Richardson, M. T. (2010). Effects of metered versus bolus water consumption on urine production and rehydration. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 20, 139-144.

Kovacs, E.M., Schmahl, R.M., Denden, J.M. & Brouns, F. (2002). Effect of high and low rates of fluid intake on post-exercise rehydration. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 12, 14.

Latzka, W.A. & Montain, S.J. (1999). Water and electrolyte requirements for exercise. *Clinical & Sports Medicine*, 18 (3), 513-24.

Mayol-Soto, M. L. & Aragón-Vargas, L. F. (2009). Estrategias de rehidratación post-ejercicio: tasa de ingesta de líquido y tipo de bebida. *Pensar en Movimiento: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 7 (1), 1-10.

Mitchell, J.B., Phillips, M.D., Mercer, S.P., Baylies, H.L. & Pizza, F.X. (2000). Postexercise rehydration: effect of Na⁺ and volume on restoration of fluid spaces and cardiovascular function. *Journal of Applied Physiology*, 89 (4), 1302-1309.

- Montain, S.J., & Coyle, E.F. (1992). Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 73, 1340-1350.
- Sawka, M., Burke, L. Eichner, R., Maughan, R., Montain, S., & Stachenfeld, N. (2007). American College of Sports Medicine Position Stand: Exercise and Fluid Replacement. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(2), 377-390.
- Shafiee, M.A., Charest, A.F., Cheema-Dhadli, S., Glick, D.N., Napolova, O., Roozbeh, J., Semenova, E., Sharman, A. & Halperin, M.L (2005). Defining conditions that lead to the retention of water: The importance of the arterial sodium concentration. *Kidney International*, 67, 613–621.
- 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, 57-63.
- Shirreffs, S.M. & Maughan, R.J. (1998). Volume repletion following exercise-induced volume depletion in man: replacement of water and sodium losses. *American Journal of Physiology*, 274, F868-875.
- Shirreffs, S.M., Taylor, A.J., Leiper, J.B. & Maughan, R.J. (1996) Post-exercise rehydration in man: effects of volume consumed and drink sodium content. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28, 1260–1271.

Participación: A- Financiamiento B- Diseño del estudio C- Recolección de datos D- Análisis estadístico e interpretación de resultados E- Preparación de manuscrito.