

Investigación Experimental

PENSAR EN MOVIMIENTO:

Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud

ISSN 1659-4436

Vol. 7, No.1, pp. 23-31

MÉTODO SENCILLO PARA COMPROBAR EUHIDRATACIÓN

Catalina Capitán Jiménez, Bach.^{1(B,C,D,E)} y Luis Fernando Aragón Vargas, Ph.D., FACSM^{2(A,B,D,E)}

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

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

RESUMEN

Capitán-Jiménez, C. y Aragón-Vargas, L.F. (2009). Método sencillo para comprobar euhidratación. **PENSAR EN MOVIMIENTO: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud**, 7(1), 23-31. Aún no existe un método confiable y práctico para evaluar el estado agudo de hidratación. **Objetivo:** Medir el volumen de orina que se elimina en el tiempo como respuesta a la ingesta de un volumen de agua establecido, a diferentes niveles de deshidratación, en un intento por desarrollar un método sencillo para evaluar el estado agudo de hidratación en humanos. **Métodos:** Nueve jóvenes (23.5 ± 2.6 años; media \pm desviación estándar) saludables, físicamente activos, se presentaron al laboratorio después de un ayuno de 10 horas o más. Realizaron ejercicio intermitentemente en una cámara de clima controlado (temperatura media y humedad relativa = $32 \pm 3^\circ$ C y $65 \pm 7\%$, respectivamente) hasta alcanzar una deshidratación asignada aleatoriamente de 0, 1, 2 ó 3% de su masa corporal (MC) en días diferentes. Luego ingirieron un volumen de agua equivalente a 1,43% de su peso inicial en 30 minutos, y se recogieron y midieron los volúmenes de orina eliminados posteriormente cada 30 minutos durante 5 horas. **Resultados:** Se eliminó más orina al 0% MC (1236.8 ± 489.4 mL) que en las otras condiciones (375.3 ± 170.2 mL, 235.9 ± 66.0 mL y 261.7 ± 51.8 mL al 1, 2, y el 3% MC, respectivamente) ($p = 0.001$), pero no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tres últimos ($p > 0.05$). Las diferencias en el volumen de orina acumulado entre el 0% MC y el resto de los tratamientos son ya significativas a los 60 min ($p < 0.05$) de iniciada la recolección de orina: 8.57. 1.86. 1.04 y 1.31 mL*kg⁻¹ para 0, 1, 2 y 3% MC, respectivamente. **Conclusiones:** este método sencillo permite la comprobación del estado agudo de hidratación de un individuo, dándole un volumen de agua equivalente al 1.43% de la MC y recolectando la orina durante 60 minutos; si elimina menos de 4.7 mL*kg⁻¹ de orina en ese lapso, implica que está deshidratado.

PALABRAS CLAVES: deshidratación, rehidratación, estado agudo de hidratación.

ABSTRACT

Capitán-Jiménez, C. y Aragón-Vargas, L.F. (2009). Simple Method to Assess Euhydration. **PENSAR EN MOVIMIENTO: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud**, 7(1), 23-31. We are still lacking a practical, reliable method to assess acute hydration status. **Purpose:** To measure the time course of urine volume discarded in response to ingesting a standard volume of water at different levels of dehydration, in an attempt to develop a practical method to assess acute hydration status in humans. **Methods:** Nine healthy, physically active males, aged 23.5 ± 2.6 years old (mean \pm standard deviation) reported to the laboratory after an overnight fast of 10 hours or more. Participants exercised intermittently in an environmental chamber (average temperature and relative humidity = $32 \pm 3^\circ$ C and $65 \pm 7\%$, respectively) until dehydrated to 0, 1, 2 or 3% body mass (BM) on different days; the order of treatments was randomized. Upon reaching the desired dehydration, they ingested a volume of water equivalent to 1.43% of their initial weight in 30 minutes. Urine was collected henceforth every 30 minutes for 5 hours. **Results:** Discarded urine volumes were larger for 0% BM (1236.8 ± 489.4 mL) than the other conditions (375.3 ± 170.2 mL, 235.9 ± 66.0 mL, and 261.7 ± 51.8 mL for 1, 2, and 3% BM, respectively) ($p = 0.001$), but there were no statistically significant differences among the latter three ($p > 0.05$). The cumulative volume differences between 0% BM and the rest of the treatments were already significant at time = 60 min ($p < 0.05$): average volumes at 60 min were: 8.57, 1.86, 1.04, and 1.31 mL*kg⁻¹ for 0, 1, 2, and 3% BM, respectively. **Conclusions:** this method allows for a practical verification of an individual's acute hydration status, giving him/her a volume equivalent to 1.43%BM and collecting urine for 60 minutes; if the individual discards less than 4.7 mL*kg⁻¹ in that time, he/she is hypohydrated.

KEY WORDS: dehydration, rehydration, hydration status.

Para los deportistas es muy importante mantenerse bien hidratados, y tratar de compensar las pérdidas de sudor que se tienen al realizar ejercicio con la ingesta adecuada de líquidos; sin embargo, aunque quienes dirigen a los deportistas insistan constantemente en que se hidraten, ¿Cómo pueden estas personas y el deportista mismo saber si está o no bien hidratado en un momento dado?

Para poder determinar si una persona se encuentra bien hidratada o no, existen varios métodos que van desde los más avanzados hasta los más simples, cada uno con sus ventajas y desventajas. Entre ellos se pueden mencionar (Shirreffs, 2003): el color de la orina, la osmolalidad de la orina, y la gravedad específica de la orina. También se pueden utilizar el volumen del plasma sanguíneo y la impedancia bioeléctrica.

Todos estos métodos tienen ventajas como la precisión con que estiman el estado de hidratación de la persona, pero también presentan desventajas muy claras como por ejemplo, algunos son muy costosos, otros necesitan de personal y equipo

calificado para realizar las pruebas, o son invasivos. Los métodos más sencillos como los índices urinarios tienen la desventaja de que se pueden alterar fácilmente con las bebidas o comidas que se ingieren, o necesitan realizarse en un momento específico del día (primera orina del día). No todos son confiables y seguros; al respecto se han realizado muchas investigaciones (Cheuvront & Sawka, 2005; Oppliger & Bartok, 2002; Shirreffs, 2003), todas en busca de una técnica que permita tanto a los entrenadores como a los investigadores obtener un dato confiable sobre el estado de hidratación de la persona.

Una de esas investigaciones encontró que el color de la orina, la impedancia bioeléctrica y la osmolaridad de la orina son pobres indicadores del estado agudo de hidratación (Kovacs et al., 1999); por lo que no proporcionan un dato confiable al investigador.

Popowski, Oppliger, Lamber, Johnson, Jonson, & Gisolfi (2001), encontraron que la osmolalidad del plasma sanguíneo identifica con precisión el

estado de hidratación de una persona y es sensible a los cambios de estado de hidratación, durante una deshidratación aguda y la rehidratación. Además, determinaron que la gravedad específica de la orina y la osmolalidad de la orina son sensibles a los cambios en el estado de hidratación, pero en períodos donde hay cambios rápidos en los fluidos corporales no son indicadores precisos del estado de hidratación.

Amstrong, Maresh, Castellani, Bergeron, Kenefick, Lagasse & Riebe, (1994) mencionan que en deportes, entornos industriales o estudios de campo se puede utilizar el color de la orina como un indicador del estado de hidratación, no obstante, no se debe utilizar en estudios de laboratorio. Así mismo, mencionan que la gravedad específica de la orina y la osmolaridad de la orina sí se pueden utilizar en estudios de laboratorio siempre y cuando éste no sea un factor determinante del estudio pues son muy sensibles a cambios por ingesta reciente de líquidos o comidas y no por el cambio del estado de hidratación.

La impedancia bioeléctrica es una técnica que en algunas investigaciones se recomienda como un método que estima con precisión el estado de hidratación de una persona (Amstrong et al., 1997), sin embargo, según Saris, Antoine, Brouns, Fogelholm, Gleeson, Hespel Jeukendrup, Maughan, Pannemans & Stich (2003) no es un buen método y si se utiliza como criterio de referencia pueden darse resultados contradictorios, tal como ocurrió en una investigación en la cual se comparó la consistencia que tenían la gravedad específica de la orina y la osmolalidad de la orina a la hora de clasificar a los deportistas según su estado de hidratación. En ese estudio se compararon los resultados con los que proporcionaba la impedancia bioeléctrica, y sólo en un 60% de los casos la clasificación según la gravedad específica de la orina coincidió con la bioimpedancia; en el caso de la osmolalidad, sólo un 35% de los casos mostró coincidencia. Los investigadores determinaron que existen inconsistencias bastante amplias entre la bioimpedancia y la gravedad específica de la orina, sin concluir cuál de los dos métodos es preferible (Oppliger, Magnes, Popowski & Gisolfi, 2005).

Además, en un estudio reciente, Amstrong (2007) evaluó 13 técnicas para medir el estado de hidratación y basándose en las investigaciones existentes concluyó que las evidencias han demostrado que no hay suficiente consistencia en

las pruebas que se han realizado hasta el momento, por lo tanto ésta sigue siendo una gran debilidad de los estudios científicos en el área de la hidratación. Además recomienda evaluar nuevas técnicas que evalúen la hidratación en tiempo real y que sean precisas, exactas, fiables, no invasivas, portátiles, baratas, seguras y sencillas. En dicha revisión se presenta el estándar de oro: sugiere que el valor de agua total del cuerpo en combinación con la osmolalidad del plasma proveen el criterio de referencia para la evaluación del estado de hidratación. Esto provee la mayor precisión y confiabilidad (Shirreffs & Maughan, 1998 y Chevront & Sawka, 2005). De acuerdo con las investigaciones de Popowski et al. (2001) y Amstrong (2007), se puede recomendar que el criterio de referencia para evaluar el estado de hidratación de una persona es el cambio en el volumen plasmático de la sangre.

Un método que, hasta donde se ha visto, no se ha evaluado formalmente es la medición de la eliminación de orina como respuesta a una ingesta estandarizada de agua, así como existe una prueba para medir la respuesta de glucosa en sangre a una carga de glucosa por vía oral. Se sabe que los riñones ayudan a controlar la euhidratación conservando agua cuando la persona está deshidratada (Ulate Montero, 2007), y eliminando el exceso cuando hay hiperhidratación o cuando la rehidratación es muy agresiva (Sawka, Burke, Eichner, Maughan, Montain & Stachenfeld, 2007).

Por lo tanto, el propósito de este estudio fue determinar el volumen de orina eliminada como respuesta a una carga de agua establecida, cuando se ingiere en diferentes condiciones de deshidratación aguda (0, 1, 2 y 3% de la masa corporal), con la finalidad de comprobar si este método podría ser utilizado como indicador del estado de hidratación de una persona, y en qué grado de deshidratación se encuentra esa persona en un momento determinado.

METODOLOGÍA

Participantes. Nueve hombres jóvenes (23.5 ± 2.6 años; media \pm desviación estándar) estuvieron de acuerdo en participar en este estudio. Ellos tenían las siguientes características: sanos, físicamente activos (realizaban actividad física al menos 4 veces por semana, al menos 1 hora por sesión), no padecían de problemas cardíacos, renales o endocrinos, no padecieron anteriormente de enfermedades por calor y en el momento del estudio

no estaban ingiriendo medicamentos diuréticos. Este estudio fue aprobado por el Comité Ético Científico de la Universidad de Costa Rica.

Instrumentos. Se utilizó una báscula e-Accura®, modelo DSB291 con una precisión de 0.01 kg (10 g), para medir el peso corporal.

Para la recolección de muestras de orina, se utilizaron recipientes de plástico con capacidad de 750 mL, y se midió el volumen de orina con una báscula de nutricionista (gramera), OHAUS® compact Scales, modelo CS2000, con una precisión de 0.001 kg (1 g). Para analizar la gravedad específica de la orina se utilizó un refractómetro manual ATAGO®, modelo URC – Ne, d 1.000-1.050. Se utilizó un medidor de frecuencia cardíaca Polar®, modelo A1 para controlar la intensidad del ejercicio durante la deshidratación.

Procedimientos

Pre-deshidratación. Cada participante se presentó al laboratorio en 4 ocasiones diferentes, a las 7 a.m con al menos 10 horas de ayuno sólido y líquido.

Al llegar al laboratorio cada uno de los participantes suministró una muestra de orina a la que se le midió la gravedad específica para estimar el estado de hidratación inicial. Esta muestra de orina fue desechada.

Una vez que los participantes vaciaron completamente su vejiga fueron pesados desnudos en un lugar apropiado; este peso fue utilizado para establecer el volumen de líquido a ingerir. Una vez suministrada la muestra de orina y haberse realizado el pesaje inicial, los sujetos ingirieron un desayuno estandarizado de 750 kcal (que correspondían a un 24.6% lípidos, 20.7% de proteínas y 54.7% de carbohidratos, incluyendo 250 mL de líquido; y un contenido de sodio aproximado de 1500 mg), y reposaron durante 30 minutos.

Deshidratación. Los participantes fueron deshidratados al 0%, 1%, 2% y 3% de su masa corporal haciendo ejercicio el tiempo necesario en ocasiones diferentes. El peso que se perdió en ejercicio fue determinado a partir del peso que se obtuvo después de vaciar completamente la vejiga y desayunar.

El ejercicio se realizó en una cámara de ambiente controlado. La temperatura promedio fue de $32 \pm 3^{\circ}\text{C}$, y la humedad relativa de $65 \pm 7\%$; la intensidad del ejercicio fue moderada (75% -80% de

la frecuencia cardíaca máxima, calculada según la fórmula $FC_{\text{max}} = 220 - \text{edad}$).

El protocolo de deshidratación consistió en un ejercicio intermitente que cíclicamente incluía 20 min en cicloergómetro, 5 min descanso, 20 min de carrera en banda sin fin, 5 min descanso y 20 min en cicloergómetro, tantas veces como fuera necesario.

En los minutos de descanso se realizaron los pesajes desnudos y secos en un lugar acondicionado para este fin, esto con la intención de ir monitoreando la pérdida de peso por sudoración.

Cuando el protocolo de deshidratación no ameritaba realizar ejercicio (es decir, 0%) los participantes permanecieron fuera de la cámara de ambiente controlado, en reposo, como mínimo 30 minutos.

Post- ejercicio. Una vez finalizado el ejercicio los participantes se bañaron con agua fría, evitando vaciar la vejiga (de ser necesario esta muestra de volumen de orina fue pesada y tomada como pérdida de líquido en ejercicio) y sin ingerir líquidos; una vez que estuvieron bañados fueron pesados desnudos y secos.

Rehidratación. Una vez bañados y pesados (para confirmar que se alcanzó el porcentaje de deshidratación determinado), los participantes ingirieron un volumen de agua (embotellada, marca *Cristal*, contenido de sodio = 7.0 mg/L) equivalente al 1.43% del peso inicial con el que llegaron al laboratorio; este porcentaje de líquido fue establecido *a priori* por los investigadores, ya que corresponde a 1 L en la persona estándar de 70 kg; el porcentaje de líquido fue el mismo en todas las condiciones. El volumen total de líquido se ingirió en partes iguales, distribuido en 3 tomas, con espacio de 10 minutos entre cada toma.

Recolección de orina. Finalizado el protocolo de rehidratación, se recolectaron los volúmenes de orina eliminados cada 30 minutos, durante 5 horas. A cada muestra de orina recolectada se le midió el peso antes de desecharla apropiadamente. Para realizar los análisis de volumen total de orina eliminada se incluyeron los valores obtenidos a lo largo de las 5 horas post-rehidratación, mientras que, para determinar en qué momento de la recolección de orina los volúmenes eliminados eran diferentes entre condiciones, se compararon los volúmenes acumulados al tiempo 0, 30 y, 60 min.

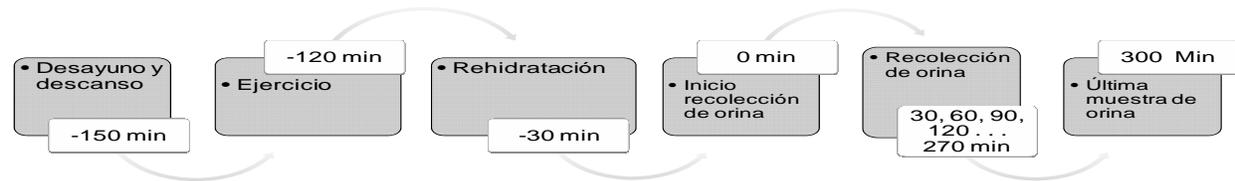


Figura 1. Protocolo de investigación.

Análisis estadístico. Para el análisis estadístico de los datos se realizó la estadística descriptiva (promedio y desviación estándar) para la edad y peso corporal base. La estadística inferencial se realizó con el paquete estadístico SPSS versión 16, para realizar los análisis de varianza y post hoc.

Se realizaron tres Análisis de Varianza (ANOVA) de una vía para comparar la gravedad específica de la orina inicial, el peso corporal base y el volumen de agua consumida en las diferentes condiciones, con el propósito de determinar si los participantes iniciaron en las mismas condiciones cada uno de los tratamientos.

Se realizaron dos ANOVAs de dos vías de medidas repetidas en ambos factores (4 condiciones x 11 mediciones) para determinar si existieron diferencias en a) los volúmenes acumulados de orina y b) los volúmenes parciales de orina, entre las diferentes condiciones, así como la posible presencia de una interacción entre condición y medición. Cuando se detectaron diferencias generales, se realizó un post-hoc de Bonferroni para determinar dónde estaban esas diferencias.

Una vez identificado el tiempo necesario de recolección de orina para detectar diferencias entre condiciones, se estandarizó el volumen de orina eliminado por kilogramo de peso corporal (para poder generalizar los resultados). Con los valores de volumen por kilogramo de peso se calcularon los valores promedio para cada condición, así como los límites de los respectivos intervalos de confianza del 95%.

RESULTADOS

Condiciones iniciales. No hubo diferencias significativas entre condiciones en el estado de hidratación inicial, medido con la gravedad específica de la primera orina del día, ni en el peso corporal inicial de los participantes, ni en el volumen de agua consumido ($p > 0.05$). Ver tabla 1.

Volumen total de orina acumulado eliminado a través del tiempo. En la figura 2 se observan los volúmenes de orina acumulados eliminados a lo largo del tiempo. Aquí se puede observar que la diferencia entre euhidratación (0%MC) y las demás condiciones (1%, 2% y 3% MC) es significativa ($p = 0.001$) a partir de los 30 minutos y se mantiene a lo largo del tiempo.

Tiempo de recolección de orina. Para determinar el tiempo necesario de recolección de orina para detectar diferencias significativas entre condiciones se analizaron las diferencias tanto en los volúmenes de orina parciales como en los volúmenes de orina acumulados. Se encontraron diferencias significativas entre 0%MC y las demás condiciones (1%, 2% y 3%MC) en los volúmenes de orina parcial eliminados a los 0 y 60 minutos ($p < 0.05$), aunque no a los 30 minutos. Además, a partir de los 90 minutos no se presentan diferencias entre 0% MC y las demás condiciones ($p > 0.05$), como se puede apreciar en la figura 3.

La tabla 2 muestra los valores de los intervalos de confianza del 95% para los volúmenes de orina acumulados del minuto 0 al minuto 60, para cada una de las condiciones. Los

datos se presentan normalizados a la masa corporal. Al minuto 60, las diferencias en los volúmenes acumulados de orina entre 0%MC y

las demás condiciones (1%, 2% y 3% MC) fueron de 507.8 mL; 571.9 mL y 552.6 mL respectivamente.

Tabla 1. Promedios de la gravedad específica de orina y el peso corporal al iniciar cada una de las condiciones. Se presenta la media (d.e.).

Nivel de deshidratación	Gravedad específica (USG)*	Peso corporal (kg)+	Volumen de agua consumido (mL) ∞
0%	1.022 (0.007)	76.9 (12.7)	1096.1 (184.9)
1%	1.025 (0.004)	76.9 (13.4)	1098.9 (191.5)
2%	1.024 (0.004)	76.0 (12.8)	1087.2 (183.5)
3%	1.023 (0.006)	76.1 (13.08)	1087.7 (187.3)

* p= 0.898 + p= 0.091 ∞ p= 0.06

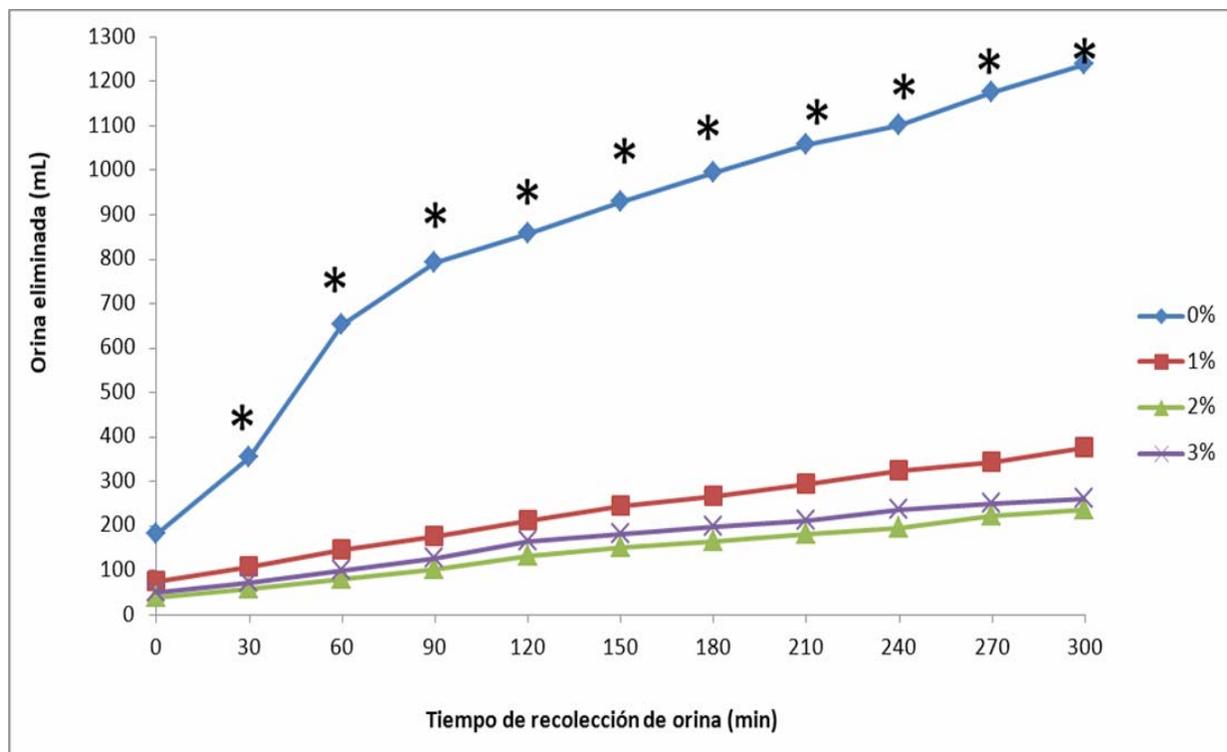


Figura 2. Promedios del volumen de orina eliminado acumulado a lo largo de 5 horas a diferentes niveles de deshidratación.

* p = 0.001 entre euhidratación (0%MC) y las demás condiciones (1%, 2% y 3%MC)

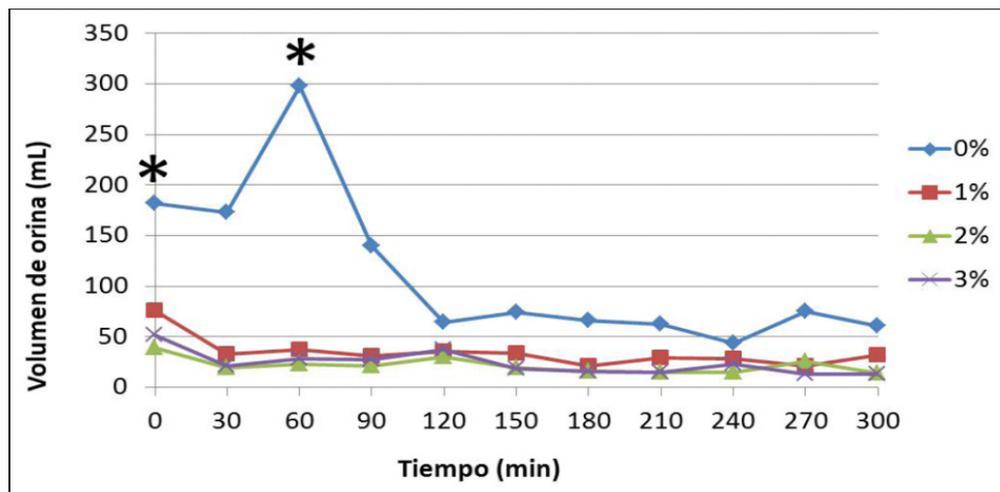


Figura 3. Volumen de orina parcial eliminado por tiempo y por nivel de deshidratación.
 * $p < 0.05$ entre euhidratación y las demás condiciones

Tabla 2. Volumen de orina acumulada a los 60 minutos, estandarizada según la masa corporal de cada participante.

Condición	Volumen promedio (mL*kg ⁻¹)	Intervalo de confianza del 95% (mL*kg ⁻¹)
Deshidratación 0%	8.70	4.70 a 12.43
Deshidratación 1%	1.86	1.29 a 2.43
Deshidratación 2%	1.04	0.81 a 1.28
Deshidratación 3%	1.31	1.02 a 1.59

DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue probar un método sencillo para establecer el estado de hidratación agudo de la persona, según la orina eliminada en respuesta a una ingesta estandarizada de agua; conforme a los resultados obtenidos, si el volumen de orina recolectado desde los 0 a los 60 minutos posteriores a la ingesta de agua es menor a 4.7 mL*kg⁻¹ de la masa corporal de una persona, eso significa que la persona está hipohidratada. Esta cantidad de

orina corresponde al límite inferior del intervalo de confianza de 95% de la condición de euhidratación (0% MC).

Un 1% MC de deshidratación se considera una condición normal, de hecho la mayoría de las personas mantienen ese nivel de deshidratación diariamente (Grandjean & Campbell, 2004). Se dice que es un porcentaje de deshidratación muy leve y difícil de identificar, pues no se manifiesta ningún síntoma de deshidratación, por lo que aquellos métodos

capaces de identificar este porcentaje de deshidratación son sensibles al estado de hidratación.

Las diferencias encontradas entre los volúmenes de orina total eliminados al 0%MC y las demás condiciones (1%, 2% y 3%), sabiendo que los participantes iniciaron en las mismas condiciones en cada ocasión, muestran que el método puede identificar claramente la diferencia entre la persona euhidratada y aquella que se encuentre hipohidratada, aún a un 1% de deshidratación.

El análisis de los volúmenes de orina acumulados eliminados mostró que a partir de los 30 minutos existían diferencias significativas y que éstas se mantienen a lo largo del tiempo (ver figura 2), sin embargo, cuando se analizan los volúmenes de orina parciales eliminados por tiempo, se encuentran diferencias entre el 0% MC y las demás condiciones (1%, 2% y 3% MC) sólo a los 0 y los 60 minutos de iniciada la recolección de orina; a partir de los 90 minutos estas diferencias desaparecen. Esto sugiere que las diferencias observadas a partir de los 60 minutos y a lo largo del tiempo en los volúmenes de orina acumulado son consecuencia de las diferencias iniciales en los volúmenes de orina eliminados, que se arrastran a lo largo de la prueba. Se considera que el tiempo 0 es prematuro para dar un resultado genuino y, además, la diferencia es pequeña y su significancia desaparece al minuto 30 (ver figura 3), por lo cual se prefiere optar por una estrategia más conservadora: la utilización del volumen acumulado al minuto 60 da un tiempo razonable para obtener una evaluación clara del estado de hidratación de la persona. Para esta evaluación no se necesita de ningún equipo especializado y se puede realizar a muchas personas al mismo tiempo.

Según la evaluación base del estado de hidratación medido por la gravedad específica, los participantes iniciaron los tratamientos con una leve hipohidratación, sin embargo, al haberse presentado esta condición en todos los tratamientos esa hipohidratación se convierte en una constante del estudio que no tiene implicaciones para la comparación entre condiciones.

Con esta prueba se presenta una posible repuesta a una necesidad que se ha presentado en

los últimos tiempos en los estudios de laboratorio sobre hidratación (Amstrong, 2007). El método que propone este estudio, es una prueba sencilla, portátil y muy económica para medir el estado de hidratación aguda de una persona, siendo además de efectivo un método que se puede utilizar en cualquier momento del día, sin estar dependiendo de la primera orina del día, que anteriormente era el método más sencillo para evaluar el estado de hidratación agudo.

Sin embargo, así como la osmolalidad de la orina, la impedancia bioeléctrica, la densidad específica de la orina entre otros métodos, el método de la medición de la eliminación de orina tiene debilidades que deben ser solventadas en futuras investigaciones.

Una debilidad de este método está en que se necesita determinar si la diferencia observada entre condiciones se debe al nivel de deshidratación, o al hecho de que al 0% MC no se realizó ejercicio. De igual forma, aunque a los 60 minutos se pueden detectar diferencias claras entre el 0% MC y las demás condiciones, en el presente estudio para ese momento los participantes euhidratados aún tendrían en su cuerpo una cantidad considerable de agua. Por ejemplo: en condición de EU, bebieron 1096 mL/76.9 kg = 14.25 mL/kg (el 1.43%), pero a la hora habían orinado 8.7 mL/kg, es decir, que les quedaba menos de la mitad del líquido (2/5 partes) en el cuerpo en promedio; el CI-95% iría desde 67% hasta 13% del líquido aún en el cuerpo, como se puede observar en ocasiones puede haber en el cuerpo más del 50% del líquido ingerido. Por esta razón sería deseable determinar una cantidad de agua que permitiera detectar diferencias pero que al finalizar los 60 minutos la cantidad de agua que aún quede en el cuerpo sea menor, con el fin de evitar molestias como la sensación de llenura y los cólicos, entre otros.

Además, habiendo demostrado que el método sí es sensible, sería deseable comparar los resultados obtenidos en este estudio con un criterio de referencia, tal como el cambio en el volumen plasmático de la sangre.

En conclusión, es posible distinguir entre individuos euhidratados e individuos deshidratados a $\geq 1\%$ MC; este método permite de forma sencilla comprobar la euhidratación en

una persona, dándole una carga de agua del 1.43% de su peso corporal y recolectando la orina durante 60 minutos; si la persona desecha menos de $4.7 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1}$ de orina durante los 60 minutos, entonces esa persona está deshidratada.

RECONOCIMIENTO

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

REFERENCIAS

- Armstrong, L. E., Casa, D. J., Millard-Stafford, M., Moran, D. S., Pyne, S. W., & Roberts, W. O. (2007). American College of Sports Medicine Position Stand: Exertional Heat Illness during training and competition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(5), 556 – 572
- Armstrong, L. (2007). Assessing hydration status: The elusive gold standard. *Journal of the American College of Nutrition*, 26(5), 575S – 584S
- Armstrong, L., Maresh, C. M., Castellani, J., Bergeron, M., Kenefick, R., Lagasse, K. & Riebe, D. (1994). Urinary indices of hydration status. *International Journal of Sports Nutrition*, 4(3), 265- 279
- Armstrong, L., Herrera, J., Hacker, F., Casa, D., Kavouras, S. & Maresh, C. (1998). Urinary indices during dehydration, exercise and rehydration. *International Journal of Sports Nutrition*, 8, 345- 355
- Chevront, S. & Sawka, M. (2005) Evaluación de la hidratación en atletas. *Sports Science Exchange* # 97, 18(2), 1-7
- Grandjean, A. C. & Campbell, S. M. (2004). Hidratación: líquidos para la vida. *ILSI Norteamérica/ILSI de México, A.C.*
- Higgins, K. J.; Reid, P. M.; Going, S. B. & Howell, W. H. (2007). Validation of bioimpedance spectroscopy to assess acute changes in hydration status. *Medicine &*

Science in Sports & Exercise, 39(6), 984-990

- Oppliger, R. A.; Magnes, S. A.; Popowski, L. A. & Gisolfi, C. V. (2005). Accuracy of urine specific gravity and osmolality as indicators of hydration status. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 15(3), 236 – 257
- Oppliger, R. A. & Bartok, C. (2002). Hydration testing for athletes. *Sports Medicine* 32, 959- 971
- Popowski, L. A.; Oppliger, R. A.; Lambert, P.; Johnson, R. F.; Jonson, K. & Gisolfi, C. V. (2001). Blood and urinary measures of hydration status during progressive acute dehydration. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(5), 747 – 753
- Sawka, M. N., Burke, L. M., Eichner, E. R., Maughan, R. J., Montain, S. J., & Stachenfeld, N. S. (2007). American College of Sports Medicine Position Stand: Exercise and fluid replacement. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 377 – 390
- Shirreffs, S. M. (2003). Markers of hydration status. *European Journal of Clinical Nutrition*. 57 (Suppl 2): S6- S9.
- Shirreffs, S. M. & Maughan, R. (1998). Urine osmolality and conductivity as indices of hydration status in athletes in the heat. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 30, 1598- 1602
- Ulate Montero, G. (2007). Fisiología Renal. *Editorial UCR, San José, Costa Rica.*

Manuscrito Recibido: 01/09/2009

Aceptado: 19/06/2010

Información para correspondencia

Catalina Capitán Jiménez: ktaucr@gmail.com

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