



MHSalud

ISSN: 1659-097X

revistamhsalud@una.cr

Universidad Nacional

Costa Rica

Capitán Jiménez, Catalina; Aragón Vargas, Luis Fernando
LA ELIMINACIÓN DE ORINA EN RESPUESTA A UNA INGESTA DE AGUA ES CONSISTENTE EN
PERSONAS BIEN HIDRATADAS

MHSalud, vol. 7, núm. 2, diciembre, 2010, pp. 1-10

Universidad Nacional

Heredia, Costa Rica

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237017524004>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

LA ELIMINACIÓN DE ORINA EN RESPUESTA A UNA INGESTA DE AGUA ES CONSISTENTE EN PERSONAS BIEN HIDRATADAS

Catalina Capitán Jiménez y Luis Fernando Aragón Vargas
Escuela de Educación Física, Universidad de Costa Rica,
ktaucr@gmail.com

RESUMEN

Recientemente se ha propuesto un método sencillo para evaluar el estado agudo de hidratación en humanos, pero persisten varias preguntas con respecto a su confiabilidad, validez y utilidad práctica. **Objetivo:** establecer la confiabilidad de un método simple para comprobar euhidratación, es decir, evaluar si este método puede ser usado como un indicador consistente del estado de hidratación de una persona. Además, se buscaba evaluar el efecto que tiene el ejercicio sobre la producción de orina, cuando se mantiene el estado de euhidratación y se ingiere un volumen estandarizado de agua. **Métodos:** cinco hombres y cinco mujeres saludables y físicamente activos, con $22,5 \pm 2,3$ años (media \pm desviación estándar), se presentaron al laboratorio después de un ayuno de 10 horas o más; en tres ocasiones, separadas por una semana de tiempo. En las dos condiciones idénticas de reposo (EuA y EuB), permanecieron sentados durante 45 minutos. En la condición de ejercicio (EuEjer) realizaron ejercicio intermitentemente en una cámara de clima controlado (temperatura media y humedad relativa = $32 \pm 3^\circ\text{C}$ y $65 \pm 7\%$, respectivamente) por un lapso de 45 minutos, bebiendo agua para reponer las pérdidas por sudoración. El orden de los tratamientos fue aleatorio. Al terminar el tratamiento ingirieron un volumen de agua equivalente a 1,43% masa corporal (MC) en 30 minutos, y se recogieron y midieron los volúmenes de orina eliminados posteriormente cada 30 minutos durante 3 horas. **Resultados:** El volumen de orina eliminado para la condición EuEjer ($1205 \pm 399,5$ mL) no fue diferente de EuB ($1072,2 \pm 413,1$ mL) ni de EuA ($1068 \pm 382,87$ mL) ($p = 0,44$); las dos condiciones de reposo fueron prácticamente idénticas ($p = 0,98$), y presentaron una correlación intraclase fuerte ($r = 0,849$, $p = 0,001$). **Conclusiones:** Este método, además de simple, demostró ser consistente en sus mediciones, por lo que puede ser utilizado con la certeza de que las mediciones son válidas y confiables.

PALABRAS CLAVES: Confiabilidad, rehidratación, ejercicio, diuresis.

ABSTRACT

A simple method has been recently proposed to assess acute hydration status in humans; however, several questions remain regarding its reliability, validity, and practicality. **Objective:** Establish reliability of a simple method to assess euhydration, that is, to analyze whether this method can be used as a consistent indicator of a person's hydration status. In addition, the study sought to assess the effect exercise has on urine volume when euhydration is maintained and a standardized volume of water is ingested. **Methods:** Five healthy physically active men and five healthy physically active women, 22.5 ± 2.3 years of age (mean \pm standard deviation) reported to the laboratory after fasting for 10 hours or more on three occasions, each one week apart. During the two identical resting euhydration conditions (EuA and EuB), participants remained seated for 45 minutes. During the exercise condition (EuEjer), participants exercised intermittently in an environmental chamber (average temperature and relative humidity = $32 \pm 3^\circ\text{C}$ and $65 \pm 7\%$, respectively) for a period of 45 minutes and drank water to offset loss due to sweating. The order of treatments was randomized. Upon finishing the treatment period, they ingested a volume of water equivalent to 1.43% body mass (BM) within 30 minutes. Urine was collected and measured henceforth every 30 minutes for 3 hours. **Results:** Urine volume eliminated during EuEjer (1205 ± 399.5 ml) was not different from EuB (1072.2 ± 413.1 ml) or EuA (1068 ± 382.87 ml) (p -value = 0.44). Both resting conditions were practically identical (p -value = 0.98) and presented a strong intraclass correlation ($r = 0.849$, p -value = 0.001). **Conclusions:** This method, besides simple, proved to be consistent in all conditions; therefore, it can be used with the certainty that measurements are valid and reliable.

KEY WORDS: Reliability, rehydration, exercise, diuresis.

INTRODUCCIÓN

Para las personas deportistas es muy importante controlar y eliminar todos aquellos factores que puedan perjudicar su rendimiento; aún más cuando el deporte está alcanzando un nivel competitivo tan alto, que el más mínimo detalle es la diferencia entre el ganar o perder. La pérdida constante de sudor en los entrenamientos y las competencias, pueden llevar a un o una deportista a una deshidratación; si esto ocurre su rendimiento podría disminuir; por lo tanto tratar de compensar las pérdidas de sudor que se tienen al realizar ejercicio con la ingesta adecuada de líquidos, es de gran relevancia. Sin embargo, para entrenadores, entrenadoras y atletas es difícil saber cuándo una persona está o no deshidratada a simple vista.

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 algunos que resume Shirreffs (2003): cambio en el peso corporal antes y después del ejercicio (masa corporal, no permite evaluar el estado agudo, sino solamente los cambios en la hidratación); el color de la orina, la osmolalidad de la orina, y su gravedad específica (todos ellos indicadores indirectos del estado agudo de hidratación). También, se pueden utilizar el cambio en el volumen del plasma sanguíneo (otro indicador de cambio) y la impedancia bioeléctrica, que da una estimación del volumen de agua total que hay en el cuerpo. Además, recientemente se estudió la respuesta del volumen de orina a una carga de agua (Capitán y Aragón, 2009a).

A pesar de que existen distintas técnicas para evaluar el estado de hidratación, no todas son útiles en el mundo de los y las deportistas, esto porque pueden ser muy costosas, requerir de equipo o personal especializado, o simplemente no son muy prácticas, pues tienen que ser llevadas a cabo en momentos y condiciones específicas. La importancia de poder evaluar el estado de hidratación en personas atletas ha llevado a que se realicen muchas evaluaciones (Cheuvront y Sawka, 2005; Kovacs, Senden y Brouns, 1999; Oppliger y Bartok, 2002; Shirreffs, 2003), todas en busca de una técnica que permita tanto a las personas entrenadores como investigadoras obtener un dato confiable sobre el estado de hidratación.

El organismo tiene diversos mecanismos para mantener el equilibrio hídrico, es conocido que los riñones tienen un papel importante en el mantenimiento del balance de fluidos en el organismo (Ulate, 2007), esto lo hace a través de la eliminación de orina. Si una persona se deshidrata los riñones disminuirán la producción de orina con la intención de conservar líquido, mientras que si la persona ingiere líquido estando euhidratada la producción de orina aumentará con la intención de eliminar el exceso de líquido; esto también podría ocurrir cuando la rehidratación es muy agresiva (Sawka et al, 2007). Basándose en estos conceptos, un método que ha sido investigado recientemente (Capitán y Aragón, 2009a), es la medición de la eliminación de orina como respuesta a una ingesta estandarizada de agua (1,43% de la masa corporal, MC), así como existe una prueba para medir la respuesta de glucosa en sangre a una carga de glucosa por vía oral. En dicho estudio se encontró que este método distingue claramente entre personas euhidratadas y aquellas deshidratadas a 1%, 2% ó 3% de la masa corporal (MC). Sin embargo, dicho método al igual que muchos otros que se han propuesto en este artículo, tiene debilidades, tales como que no se conoce su confiabilidad (no se ha determinado qué tan consistentes son las mediciones con este nuevo método); tampoco se determinó si realmente las diferencias en la producción de orina se debieron al estado de hidratación o al efecto que tiene el ejercicio sobre la producción de orina (Capitán y Aragón, 2009b).

Por lo tanto, el propósito de este estudio fue establecer la confiabilidad del método de Capitán y Aragón, con la finalidad de comprobar si este método puede ser utilizado como indicador consistente del estado de hidratación de una persona. También se evaluó si en condiciones de euhidratación el ejercicio tenía algún efecto sobre la eliminación de orina.

METODOLOGÍA

Participantes. De un grupo de estudiantes universitarios que respondieron a una convocatoria pública, se escogió una muestra por conveniencia entre aquéllos que cumplían los requisitos previamente establecidos. Cinco hombres y cinco mujeres jóvenes ($22,5 \pm 2,3$ años; media \pm desviación estándar) firmaron su consentimiento a participar en este estudio. Ellos y ellas tenían las siguientes características: sanos, físicamente activos (realizaban actividad física al menos 4 veces por semana), 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 Comunidad.

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 refráctometro 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

Predeshidratación. Cada participante se presentó al laboratorio en 3 ocasiones diferentes, a las 7 a.m con al menos 10 horas de ayuno sólido y líquido.

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

Después de que estas personas vaciaron completamente su vejiga fueron pesadas desnudas en un lugar apropiado (peso en ayunas, PA); este peso fue utilizado para establecer el volumen de líquido a ingerir. Una vez suministrada la muestra de orina y haberse realizado el pesaje en ayunas, ingirieron un desayuno estandarizado de 750 kcal (que correspondían a un 24,6% de lípidos, 20,7% de proteínas y 54,7% de carbohidratos incluyendo 250 mL de jugo de naranja natural), y reposaron durante 30 minutos. Este líquido ayudó a garantizar euhidratación.

Ejercicio. Después de ingerir el desayuno estas personas fueron pesadas desnudas y secas (peso base, PB). Una vez pesadas realizaron, durante 45 minutos, un ejercicio intermitente que cíclicamente incluía 15 min., de bicicleta estacionaria y 15 min., de carrera en banda sin fin; cada 15 minutos se detenía el ejercicio para pesar a las personas participantes. La diferencia de peso por

pérdida de sudor con respecto al peso base (PB) debían ingerirla en agua, con el objetivo de mantenerlos euhidratados. Se realizó una sesión de ejercicio (EuEJER).

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 $220 - \text{edad}$).

Reposo. Se realizaron dos sesiones de reposo (EuA y EuB), en las que el protocolo no ameritaba realizar ejercicio (i.e. 0%). Después de ingerir el desayuno las personas participantes fueron pesadas, desnudas y secas (peso base, PB). Una vez pesadas se mantuvieron sentadas fuera del cuarto de ambiente controlado durante 45 minutos; cada 15 minutos fueron pesadas desnudas y secas. La diferencia de peso por pérdida de sudor con respecto al peso base (PB) debían ingerirla en agua, con el objetivo de mantenerlos euhidratados.

La temperatura ambiental promedio fue de $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, y la humedad relativa de $60 \pm 2\%$; la frecuencia cardíaca se mantuvo entre el 35% -40% de la frecuencia cardíaca máxima, calculada según la fórmula $\text{FC}_{\text{max}} = 220 - \text{edad}$.

Postejercicio. Una vez finalizado el período de reposo o ejercicio se bañaron con agua fría, sin ingerir líquido, vaciando completamente la vejiga en un recipiente, de ser necesario. Esta muestra de volumen de orina fue pesada y tomada como pérdida de líquido en ejercicio; una vez que estuvieron bañadas, estas personas fueron pesadas desnudas y secas (Peso rehidratación, PH)

Rehidratación. Una vez bañadas y pesadas las personas participantes ingirieron un volumen de agua embotellada (marca *Cristal*®, contenido de sodio = 7.0 mg/L) equivalente al 1,43% del peso en ayunas (PA) con el que llegaron al laboratorio, conforme lo estipula el método de Capitán y Aragón; este porcentaje de líquido fue el mismo en todas las condiciones.

El volumen total de líquido se ingirió en partes iguales, distribuidos 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 3 horas. A cada muestra de orina recolectada se le midió el peso y la gravedad específica antes de desecharla apropiadamente.

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

Se realizaron tres análisis de varianza (ANOVA) de una vía, uno para cada una de las siguientes variables: gravedad específica de la orina, peso corporal base y volumen de agua consumida, para determinar si los y las participantes iniciaron el estudio en las mismas condiciones en todos los tratamientos.

Se realizó un ANOVA de dos vías de medidas repetidas en ambos factores (3 tratamientos x 7 mediciones) para determinar si existían diferencias entre tratamientos.

Además se realizó un ANOVA de 2 vías de medidas repetidas (3 tratamientos x 2 condiciones) para determinar si había diferencias en el peso antes y después del ejercicio, con el fin de verificar si se mantuvieron euhidratados durante el tiempo de reposo o ejercicio.

También se realizó una correlación intraclass y una prueba t pareada entre las dos condiciones de reposo para determinar la confiabilidad.

Para determinar si el tamaño de la muestra podía dar un resultado aceptable se realizó un estudio de potencia estadística.

RESULTADOS

Condiciones iniciales. No hubo diferencias significativas en el estado de hidratación inicial ($p = 0,429$), medido con la gravedad específica de la primera orina del día, ni en el peso corporal en ayunas de los participantes ($p = 0,179$). Tampoco se encontró diferencia significativa en el volumen de agua consumido en las diferentes condiciones ($p = 0,179$) Ver tabla 1. En promedio, en todas las condiciones los sujetos estaban euhidratados al iniciar la sesión; solamente se presentaron dos casos claros individuales de deshidratación ($USG = 1,030$).

Volumen total de orina eliminado. En la figura 1 se muestran los promedios de los volúmenes de orina eliminados en las diferentes condiciones. Como no se observó una diferencia estadísticamente significativa entre hombres y mujeres en el volumen total de orina eliminado en ninguna de las condiciones ($p > 0,05$), los datos se presentan agrupados. En este gráfico se puede apreciar que no existe diferencia significativa ($p = 0,44$) entre las diferentes condiciones (EuA, EuB y EuEjer).

Ejercicio. La tabla 2 muestra los pesos corporales de los y las participantes antes de iniciar los 45 minutos de descanso o ejercicio y al finalizar dicho período entre las condiciones del 0% MC (sin ejercicio y con ejercicio).

Tabla 1. Promedios de la gravedad específica de orina y el peso corporal al iniciar cada una de las condiciones

Condición	Gravedad específica inicial (USG)* ($\bar{X} \pm DS$)	Peso corporal en ayunas (kg)+ ($\bar{X} \pm DS$)	Volumen de agua consumido (mL) ∞ ($\bar{X} \pm DS$)
EuA	1,015 \pm 0,010	72,1 \pm 19,6	1031 \pm 280,5
EuB	1,018 \pm 0,007	72,6 \pm 20,3	1037 \pm 290,8
EuEJER	1,015 \pm 0,009	72,4 \pm 20,3	1036 \pm 290,5

* $p = 0,429$ + $p = 0,179$ $\infty p = 0,179$

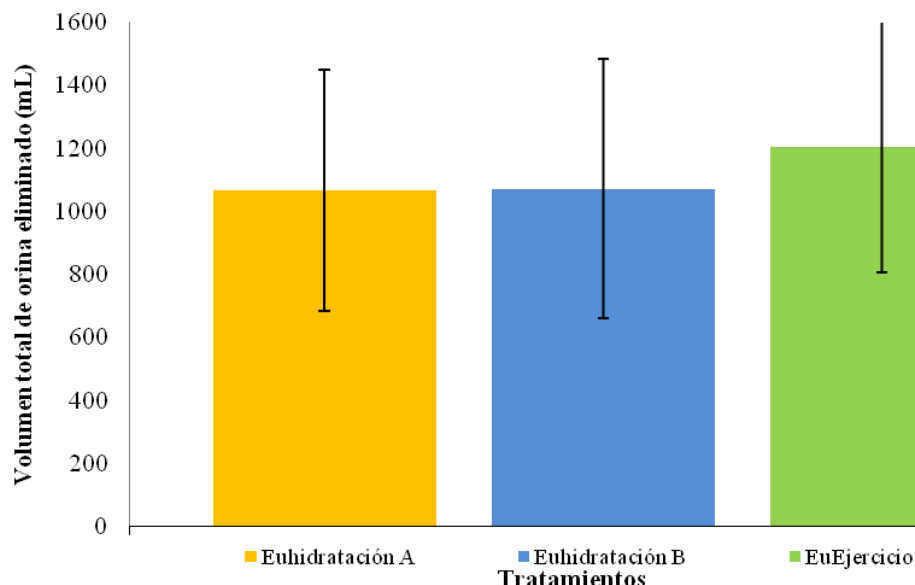


Figura 1. Promedios del volumen de orina eliminado a diferentes condiciones.
 $p = 0.44$ entre EuEjer y reposo (EuA y EuB) y $p = 0.98$ entre EuA y EuB

Tabla 2. Promedios de los pesos corporales base y de rehidratación en las diferentes condiciones.

Condición	Peso base	Peso rehidratación
EuA	72,11± 19,62	72,47±19,61
EuB	73,04±20,22	73,03±20,20
EuEJER	72,92±20,28	72,75±20,17

Comparación entre peso base y peso de rehidratación: $p > 0,05$

Tiempo de recolección de orina. Para analizar si había alguna diferencia en el volumen de orina eliminado a través del tiempo, se analizaron los volúmenes de orina eliminados desde el minuto 0 hasta el minuto 180. En la figura 2 se pueden observar las diferencias en el volumen de orina eliminado por tiempo entre cada una de las condiciones (EuA, EuB y EuEJER).

Confiabilidad. Para determinar la confiabilidad se realizó una prueba t pareada con el volumen de orina en las dos condiciones 0%MC, donde no se realizó ejercicio (EuA y EuB): no hubo diferencia entre condiciones ($t = -0,58$, $p = 0.95$). Además, se calculó un Coeficiente de Correlación intraclass, donde se obtuvo una relación alta para la prueba ($r = 0,849$, $p = 0,001$); se obtuvieron valores para el intervalo de confianza de 95% del Coeficiente de Correlación Intraclass (0,496 a 0,961). En la figura 3 se muestra la relación entre las condiciones.

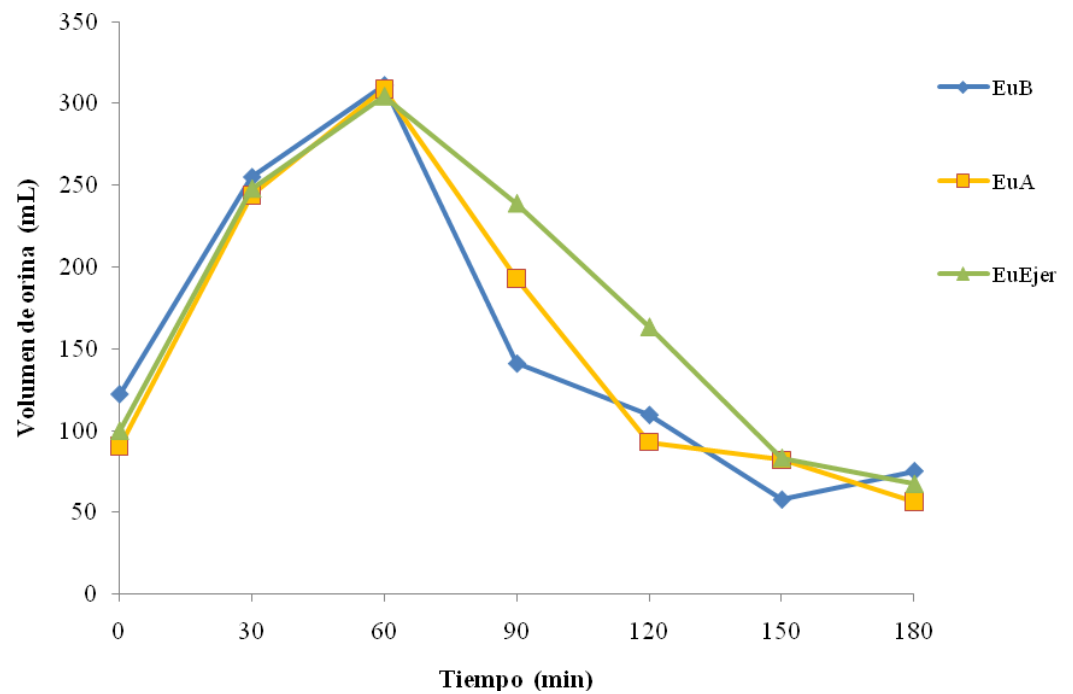


Figura 2. Volumen de orina eliminado por tiempo y por condición. $P > 0,0$

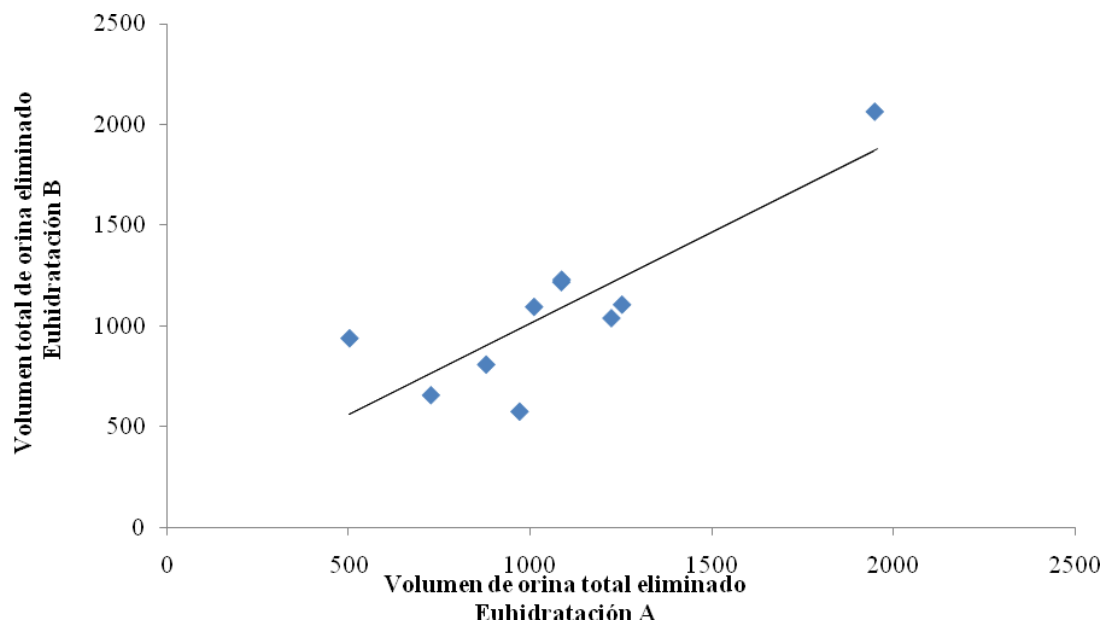


Figura 3. Correlación de los volúmenes de orina. $r = 0,849$, $p = 0,001$

Potencia estadística. Se realizó una prueba de potencia estadística para descartar que no se encontraran diferencias entre las condiciones de reposo debido al tamaño de la muestra. Se determinó que con una muestra $N=10$, para detectar una diferencia de 200 mL en el volumen total de orina eliminado, la potencia de la prueba es de un 95%.

DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue determinar la confiabilidad de un método simple para comprobar euhidratación; con una correlación alta entre EuA y EuB, este método es consistente en sus mediciones y por tanto es confiable.

También tuvo como objetivo determinar si en estado de euhidratación el ejercicio tiene algún efecto sobre la producción de orina como respuesta a una cantidad estandarizada de agua. No se encontraron diferencias entre los volúmenes de orina total eliminados, entre las mediciones en condiciones de reposo y la medición en ejercicio (EuA y EuB vs. EuEjer), sabiendo que los y las participantes iniciaron en las mismas condiciones en cada ocasión.

Cuando se realiza ejercicio físico y la temperatura corporal aumenta, el organismo intenta disipar el calor a través de la sudoración. La pérdida de líquido a través de la sudoración provoca una disminución del volumen de agua corporal total; para evitar pérdidas de agua innecesarias durante el ejercicio el organismo aumenta en la secreción de la hormona antidiurética o vasopresina, que es la responsable de disminuir la producción de orina durante el ejercicio (Wilmore y Costill, 2004).

Los cambios en la osmolalidad plasmática son el regulador primordial de la secreción de vasopresina, por lo que, si la osmolalidad está por debajo del umbral (280mOsm/kg) la secreción será prácticamente nula (Ulate, 2007). Esto significaría que la producción de orina no se ve

alterada; por otro lado, si este valor aumenta (por ejemplo por deshidratación), la secreción de la vasopresina aumentaría, lo que disminuiría la producción de orina.

Por lo tanto, tal como nos dice la teoría el organismo elimina a través de la orina el exceso de líquido que ingiere (Wilmore y Costill, 2004); esto quiere decir que cuando el organismo está euhidratado y se le da una carga de agua, esta carga sería líquido extra en el cuerpo y por ende el organismo la eliminaría aumentando el volumen de orina. Entonces, si cuando se realiza ejercicio se logra mantener un balance entre lo que se pierde por sudoración y lo que se ingiere, los mecanismos que estimulan la disminución del volumen de orina como la secreción de la hormona antidiurética deberían mantenerse inalterados. Los volúmenes de orina eliminados, tanto en las condiciones de reposo (EuA y EuB) como en la condición de ejercicio, fueron muy similares, lo que indica que la producción de orina en estado de euhidratación fue independiente de si se realizó o no ejercicio. Esto sugiere que la producción de orina depende más claramente del estado de hidratación que del hecho de haber realizado ejercicio o no.

Cuando se analizan los volúmenes de orina eliminados por tiempo, no se encuentran diferencias entre las condiciones de reposo (EuA y EuB) a los 60 minutos de iniciada la recolección de orina; el análisis se realizó con la orina eliminada a los 60 minutos, ya que es un tiempo prudencial para determinar diferencias (Capitán y Aragón, 2009b). Esto refuerza la prueba de confiabilidad, ya que no sólo no hay diferencias en el volumen total eliminado, sino que tampoco existen diferencias en los volúmenes parciales eliminados.

A pesar de que con este estudio se logró encontrar que la diferencia entre condiciones se debe a la carga de agua que se le dio a ingerir a la persona y no al ejercicio que realizó, aún queda un problema por resolver, y es que a pesar de que el método es sensible y confiable, pierde mucha de su practicidad, cuando una vez finalizados los 60 minutos de recolección de orina, la persona aún tendría en su organismo entre un 67% y un 13% (Capitán y Aragón, 2009b) del agua que se le dio a ingerir. Por lo tanto, es deseable determinar una cantidad de agua que permita detectar diferencias, pero que a la vez, al finalizar los 60 minutos, resulte en un menor volumen de agua que aún quede en el cuerpo. Si esto se logra, este método será sensible, confiable y práctico, y podrá ser utilizado para evaluar el estado agudo de hidratación, con la ventaja de ser un método fácil de aplicar y barato, además de que puede aplicarse simultáneamente a muchas personas o a un equipo completo. En conclusión, este estudio encontró que el método de Capitán y Aragón es confiable; además, muestra cómo el ejercicio, en las condiciones de este experimento, no provoca una disminución en la producción de orina cuando se compara con la orina producida en condición de reposo.

BIBLIOGRAFÍA

- Armstrong, L., Casa, D., Millard-Stafford, M., Moran, D., Pyne, S. y Roberts, W. (2007). American College of Sports Medicine Position Stand: Exertional Heat Illness during training and competition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39 (3): 556 – 572.
- Capitán, C. y Aragón, L. (2009a). A practical method to assess euhydration [Abstract]. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(5), 11.
- Capitán, C. y Aragón, L. (2009b). Método sencillo para comprobar euhidratación. *Pensar en Movimiento: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 7 (1): 23-31

- Cheuvront, S. y Sawka, M. (2005) Evaluación de la hidratación en atletas. *Sports Science Exchange*, 18 (2): 1-7.
- Grandjean, A. y Campbell, S. (2004). *Hidratación: líquidos para la vida*. ILSI Norteamérica/ILSI de México, A. C.
- Kovacs, E., Senden, J., y Brouns, F. (1999). Urine color, osmolality and specific electrical conductance are not accurate measures of hydration status during post – exercise rehydration. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*, 39: 47- 53
- Oppliger, R. y Bartok, C. (2002). Hydration testing for athletes. *Sports Medicine*, 32: 959- 971.
- Sawka, M., Burke, L., Eichner, E., Maughan, R., Montain, S., y Stachenfeld, N. (2007). American College of Sports Medicine Position Stand: Exercise and fluid replacement. *Medicine & Science in Sports y Exercise*, 39(2): 377 – 390.
- Shirreffs, S. (2003). Markers of hydration status. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57 (Suppl 2): S6- S9.
- Ulate, G. (2007). *Fisiología Renal*. Editorial UCR, San José, Costa Rica.
- Wilmore, J. y Costill, D. (2004). *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. Editorial Paidotribo, España.
- Fecha de recepción del artículo:** 26 de enero del 2010.
Fecha de aceptación del artículo: 11 de junio del 2010.
Fecha de publicación del artículo: 31 de diciembre del 2010.