PubliCE, (PubliCE) 2002

Research

La Hiperhidratación Inducida con Agua Incrementa el Agua Total Corporal en Mayor Medida que la Hiperhidratación Inducida con Glicerol: Estudio de Caso con un Triatleta Entrenado

Eric Goulet[1], Susan Labrecque[2], Donald Royer[1] y Michel O Mélançon[1]

RESUMEN

La hiperhidratación inducida por glicerol (GIH) previa al ejercicio de resistencia es una estrategia cada vez más utilizada por los atletas. En comparación con la hiperhidratación inducida por agua (WIH), la GIH ha mostrado reducir la diuresis y en consecuencia incrementar el agua corporal total (TBW). Nunca se ha demostrado que la WIH sea más eficiente que la GIH para incrementar el TBW. Por lo tanto nosotros reportamos el caso de un triatleta entrenado en quien la WIH en comparación con la GIH, incrementó el TBW durante un protocolo de hidratación de 110 minutos. En dos días separados el sujetos ingirió, en forma aleatoria doble ciego, 26 ml/kg de masa corporal (BM) de agua o 26 ml/kg de BM de agua con 1.2 g de glicerol/kg de BM. En comparación con la GIH, la WIH produjo un incremento en el TBW, debido a que el agua ingerida durante este tratamiento fue integrada a los fluidos corporales a una tasa relativamente más lenta que la ingerida durante la GHI. Prácticamente, este hallazgo implica que sería posible para los investigadores y atletas, hallar que la WIH incrementa el TBW en mayor medida que la GIH en un período de hidratación de 2 horas.

Palabras Clave: balance de fluidos, vaciado gástrico, hidratación, absorción intestinal, ayuda ergogénica nutriciona

INTRODUCCION

En comparación con el comienzo del ejercicio en estado euhidratado, el comienzo del ejercicio en el estado de hiperhidratación ha mostrado que, durante la realización de ejercicios, hay una reducción en la temperatura central (Grucza et al., 1987; Moroff y Bass, 1965; Nielsen et al., 1971) y en la frecuencia cardiaca (Moroff y Bass, 1965; Nadel et al., 1980; Nielsen et al., 1971), y un incremento en la tasa de sudoración (Moroff y Bass, 1965) y en el rendimiento de resistencia (Blyth y Burt, 1961). Sin embargo, la efectividad de esta estrategia de hidratación es limitada debido a que confiere un incremento en el TBW que es característicamente transitorio, ya que el fluido ingerido es excretado por la

orina (Freund et al., 1995; Moroff y Bass, 1965). Debido a que substancialmente reduce la diuresis, la adición de glicerol al fluido que será ingerido durante la hiperhidratación ha mostrado incrementar el TBW en comparación con la WIH (Robergs y Griffin, 1998). Por lo tanto, en comparación con la WIH, se ha demostrado que la GIH durante el ejercicio reduce la temperatura central (Anderson et al., 2001; Goulet et al., 2002; Lyons et al., 1990), la frecuencia cardiaca (Anderson et al., 2001; Montner et al., 1996) y produce un incremento en la tasa de sudoración (Lyons et al., 1990) y en el rendimiento de resistencia (Anderson et al., 2001; Coutts et al., 2002; Goulet et al., 2002; Hitchins et al., 1999; Montner et al., 1996).

Como consecuencia directa de estos hallazgos, en estos días muchos atletas de resistencia utilizan esta estrategia de hidratación durante el entrenamiento y las competiciones que se llevan a cabo en condiciones calurosas y húmedas (observación personal). En ninguno de los estudios sobre GIH se ha reportado que la WIH incremente el TBW en mayor medida que la GIH. Por lo tanto, el propósito de este artículo es reportar el caso de un triatleta entrenado en quien la WIH incrementó el TBW en mayor medida que la GIH durante un protocolo de hidratación que duró 110 minutos.

METODOS

Sujeto

Un triatleta entrenado de sexo masculino fue voluntario para participar en este proyecto experimental. Sus características físicas y fisiológicas eran: edad, 32 años, talla, 1.68 m; BM, 67.51 kg; consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx.), 3.7 L/min; umbral ventilatorio, 86% del VO_2 máx.; y producción pico de potencia (PPO), 310 Watts. En el momento del estudio el sujeto era un miembro activo del equipo de triatlón de la Universidad de Sherbrooke y estaba entrenando un promedio de 14 horas semanales. Antes de participar en este estudio, el sujeto completo un cuestionario sobre su historial de salud para detectar cualquier condición médica que pudiese haber contraindicado la realización de tests de ejercicio de cualquier tipo. Luego de se le dio al sujeto una completa explicación acerca de los riesgos y procedimientos y el mismo firmó una forma de consentimiento. Los procedimientos fueron aprobados por el Comité de Ética e Investigación de la Facultad de Educación Física.

Evaluaciones Preliminares

Siete días antes de la primera prueba, el sujeto realizó un test para la medición del VO_2 máx., el VT2 y la PPO en un cicloergómetro con cupla electromagnética (Ergoline ER900, Jaeger, Germany). Para este propósito se utilizó un test continuo progresivo. El sujeto realizó primero una entrada en calor de 5 min sobre el cicloergómetro con una carga de 75W. Entonces, y luego de un período de recuperación de 1 min, comenzó a pedalear contra una carga de 100 W durante 2 min. A partir de allí, la carga se incrementó gradualmente de a 30 W/min. El test terminó cuando el sujeto afirmaba haber llegado al agotamiento total o cuando la frecuencia de pedaleo bajaba a 59 revoluciones por minuto. Los parámetros (promedio de cada intervalo de 15 segundos) del VO_2 máx., VE/VO_2, VE/VCO_2 y $PETCO_2$ fueron determinados utilizando un analizador de gases Oxycon Pro (Jaeger, Alemania) calibrado al menos 20 minutos antes del comienzo del test con gases de concentración conocida. El VO_2 máx. fue definido como el promedio de los valores de VO_2 obtenidos durante el último minuto del test. El VT2 fue determinado utilizando el criterio de un incremento tanto en el VE/VO_2, como en el VE/VCO_2, con una reducción concomitante en el PET CO2 (Lucia et al., 2000). La PPO fue definida como la última carga que fue mantenida más de 30 segundos.

Protocolo Pre-experimental

Durante el período del estudio el sujeto mantuvo su rutina normal de entrenamiento, pero evitó realizar cualquier tipo de actividad física durante las 24 h previas a cada prueba. Asimismo, 72 h antes de cada prueba el sujeto evitó realizar cualquier tipo de entrenamiento de la fuerza. En las últimas 24 y 48 h previas a la primera prueba, el sujeto llevó un diario acerca de la ingesta de fluidos y de alimentos, respectivamente. El sujeto replicó la ingesta de fluidos y alimentos en los días previos a la segunda prueba. Durante las últimas 24 h previas a cada prueba el sujeto se abstuvo de consumir sustancias diuréticas tales como alcohol, té, café y chocolate. Por último, en un intento de asegurar la euhidratación previa a cada prueba, el sujeto ingirió 500 ml de agua 90 min antes de reportarse al laboratorio.

Prueba Experimental

El sujeto llevó a cabo dos pruebas: una utilizando la GIH y otra utilizando la WIH. Estas pruebas estuvieron separadas por un período de siete días y fueron llevadas a cabo a la misma hora del día. Al arribar al laboratorio el sujeto vació su vejiga y entonces fue pesado desnudo. Luego de esto calificó el estado de su estómago (nada, ligero, moderado, considerable y extremadamente lleno correspondiente a los números 1-5 respectivamente), finalmente comenzó a hidratarse. La duración

del protocolo de hidratación fue de 110 minutos. Durante la WIH el sujeto ingirió un total de 26 ml/kg de BM de agua. Durante la GIH el sujeto ingirió la misma cantidad de agua conjuntamente con un total de 1.2 g de glicerol/kg de BM. La forma en que se administraron el glicerol y el agua a lo largo del tiempo se muestra en la Tabla 1.

Tiempo (min)	Hiperhidratación inducida con glicerol	Hiperhidratación inducida con agua
0	0.4 g de glicerol/kg de BM mezclado con 6 ml/kg de BM de agua saborizada	6 ml/kg de BM de agua saborizada
20	4 ml/kg de BM de agua sola	4 ml/kg de BM de agua sola
40	0.4 g de glicerol/kg de BM mezclado con 6 ml/kg de BM de agua saborizada	6 ml/kg de BM de agua saborizada
60	4 ml/kg de BM de agua sola	4 ml/kg de BM de agua sola
80	0.4 g de glicerol/kg de BM mezclado con 6 ml/kg de BM de agua saborizada	6 ml/kg de BM de agua saborizada
110	Fin del protocolo	

Tabla 1. *Protocolos de hidratación. BM = Masa Corporal.*

La razón por la cual el glicerol y el agua fueron administrados de tal manera a lo largo del tiempo ha sido discutida en otros artículos (Goulet et al., 2002). Las soluciones experimentales (ingeridas a los minutos 0, 40 y 80) fueron dadas en orden aleatorio y doble ciego. Ambas soluciones experimentales fueron servidas a temperatura de refrigerador (4ºC) y tenían el mismo color, textura y dulzor (aspartame) para disfrazar el gusto del glicerol. El agua común fue servida a 25ºC. Inmediatamente después de haber ingerido las soluciones experimentales, el sujeto se enjuagó la boca durante 10-15 segundos con 50-100 ml de agua tibia (37ºC), lo cual fue arrojado en el sumidero. El objetivo de este procedimiento fue remover cualquier sabor residual dejado por el glicerol. El sujeto no fue capaz de diferenciar entre las soluciones experimentales. Luego de calificar el estado de su estómago a los minutos min 18, 38, 58, 78 y 110, el sujeto orinó en un urinal graduado y el volumen de orina fue medido con una precisión de 5 ml. El objetivo de este procedimiento fue determinar los cambios en el TBW, lo cual calculado sustrayendo el volumen acumulado de orina producida del volumen acumulado de agua ingerida. Se asumió que las perdidas insensibles de agua fueron similares entre las pruebas. Durante los protocolos de hidratación el sujeto se paró solo para vaciar su vejiga así como también para ingerir las soluciones experimentales y el agua común, el resto del tiempo se mantuvo sentado y calmado. Los protocolos de hidratación se llevaron a cabo con una temperatura de 25ºC y una humedad relativa del 38-42%.

RESULTADOS

El sujeto comenzó la GIH y la WIH con una BM de 67.45 y 67.30 kg respectivamente. Dada la diferencia trivial (0.15 kg) en la BM entre las pruebas de hidratación, y que el sujeto (1) evitó consumir sustancias diuréticas antes de cada prueba; y (2) replicó el consumo de alimentos y la ingesta de fluidos entre las pruebas 1 y 2, nosotros confiamos en que el sujeto comenzó ambas pruebas en un estado de hidratación similar. El sujeto ingirió un total de 1745 ml de agua en cada prueba. La Figura 1 muestra los cambios en el TWB producidos a lo largo del tiempo con la GIH y la WIH.

En ambas pruebas los volúmenes de orina producidos en cada punto del tiempo se incrementaron de forma estable hasta alcanzar un volumen final al minuto 110 de 480 y 350 ml con los protocolos GIH y WIH, respectivamente. En cada punto de recolección de orina el volumen producido con la GIH fue superior al producido con la WIH ~ 65-130 ml. El sujeto produjo un volumen total de orina con la GIH y con la WIH de 1310 y 799 ml, respectivamente. Durante la WIH, el TBW se incrementó establemente hasta alcanzar un valor final al minuto 110 de 946 ml. En contraste, durante la GIH, el TBW alcanzó su pico a los 60 min, luego de lo cual se redujo establemente hasta alcanzar un volumen final en el minuto 110 de 435 ml. Por lo tanto, con la WIH se produjo un incremento adicional en el TBW de 511 ml en comparación con la GIH. Hasta el minuto 60, y en ambas pruebas, el sujeto no reportó tener el estómago lleno. Sin embargo, luego de este tiempo, reportó un estado de llenado estomacal ligero (minuto 80) y moderado (minuto 110) con la WIH, mientras que con la GIH la calificación del estado de llenado estomacal fue nada.

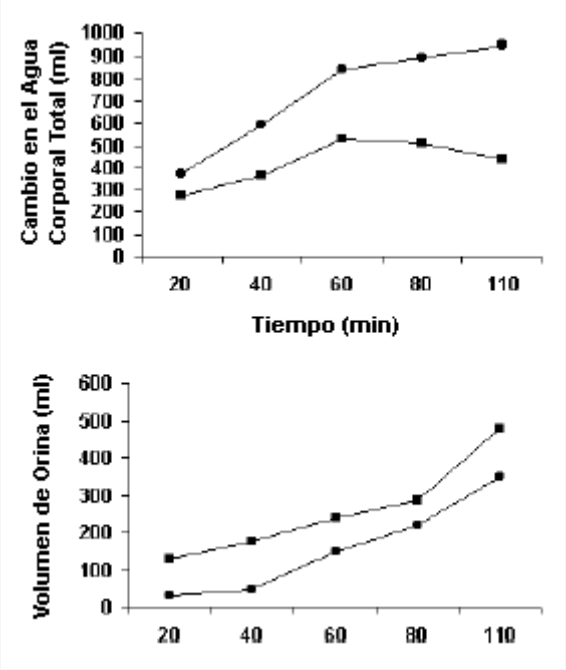


Figura 1. *Cambio en el volumen de orina producida (abajo) y en el agua corporal total (arriba) con el transcurso del tiempo durante la GIH (cuadrados) y con la WIH (círculos)*

DISCUSION

Este estudio de caso con un triatleta saludable entrenado mostró que, en comparación con la GIH, la WIH produjo un incremento en el TBW de 511 ml. Este es un importante hallazgo dado que es el primer estudio en mostrar que la GIH produce un incremento en el TWB menor que el producido por la WIH. De hecho, los resultados combinados de estudios previos sobre la GIH demuestran que, en comparación con la WIH, la GIH incrementa el TWB en 100-1033 ml luego de 2-4 hs de hidratación (Goulet et al., 2002, Montner et al., 1996; Robergs and Griffin, 1998). Muchos estudios han observado el efecto de la GIH durante un período de 2 horas. Riedesel et al. (1987), Freund et al. (1995), Hitchins et al. (1999), Anderson et al. (2001), y Coutts et al. (2002) han mostrado que, en comparación con la WIH, la GIH produce un incremento del TBW en un período de 2 hs de ~ 275, 250, 500, 385, y 360 ml, respectivamente. En estos estudios, los sujetos ingirieron, dentro de los primeros 15-60 min del protocolo de hidratación, 1450-1955 ml de fluido con 0.9-1.2 g de glicerol/kg de BM. Montner et al. (1999) utilizaron un protocolo fragmentado de hidratación donde se administraron ~350 ml de fluido al minuto 0 y nuevamente cada 30 min hasta completar 120 minutos. El glicerol, en una dosis de 1 y 0.2 g/kg de BM, fue ingerido conjuntamente con el fluido a los minutos 0 y 60, respectivamente. Con dicho protocolo, Montner et al. (1999) mostraron que la GIH incrementaba el TWB en 600 ml en comparación con la WIH. Obviamente, el protocolo de hidratación utilizado en el presente estudio, aunque se utilizó una cantidad comparable de glicerol y de fluido, difiere de aquellos que acabamos de describir. Sin embargo, sería improbable que la forma en que administramos el fluido y el glicerol a lo largo del tiempo pudiera explicar porque la WIH incremento el TWB en mayor medida que la GIH. En efecto, utilizando exactamente el mismo protocolo de hidratación que el utilizado en el presente estudio, recientemente demostramos en nuestro laboratorio que, en un triatleta altamente entrenado, la GIH incrementó el TBW en 1033 ml en comparación con la WIH (Goulet et al., 2002). A pesar del hecho de que no medimos variables sanguíneas claves, así como tampoco la tasa de excreción de glicerol a través de la orina, es sin embargo posible proponer una explicación razonable acerca de porque la WIH incrementó en mayor medida el TBW que la GIH.

Al final del período de hidratación con la WIH el sujeto reportó una sensación de llenado estomacal moderada, mientras que la sensación fue nada con la GIH. Asimismo, se observó que en todos los puntos del tiempo en que se realizó la recolección de orina los volúmenes de orina producidos con la GIH fueron mayores que aquellos producidos con la WIH. La combinación de estos dos hechos sugiere que la tasa de integración de la WIH en los fluidos corporales, lo cual es dependiente de la tasa de vaciado gástrico y de absorción intestinal (Leiper, 1998) fue más lenta que durante la GIH. En comparación con la WIH, se teoriza que la GIH permite una mejor retención de fluidos debido a que el glicerol ingerido, una vez que se ha filtrado en los riñones, es reabsorbido en los túbulos distal y proximal, lo cual consecuentemente, crea

un gradiente favorable para la reabsorción de agua (Freund et al., 1995; Hitchins et al., 1999; Montner et al., 1999; Robergs y Griffin, 1998). Consecuentemente, si el agua ingerida durante la WIH ha sido integrada a una tasa comparable a la ingerida durante la GIH, los volúmenes de orina producidos en todos los puntos de recolección de orina podrían haber sido mayores, o al menos tan grandes como los observados con la GIH, lo cual no fue el caso. Además, la sensación (calificación) de llenado estomacal debería haber sido idéntica entre las pruebas, lo cual, manifiestamente, no fue el caso. Por lo tanto, se propone que la WIH fue más efectiva que la GIH para reducir la diuresis y consecuentemente para incrementar el TBW, debido a que el agua ingerida durante este tratamiento fue integrada al organismo más lentamente que la ingerida durante la GIH. Porque la WIH fue integrada más lentamente que la GIH no es necesariamente fácil de explicar y merece nuestra atención.

Una variedad de factores pueden influenciar la tasa de vaciado gástrico y/o la absorción intestinal de un fluido ingerido (Brouns, 1998; Leiper, 1998). Aquellos de interés en el presente estudio son el volumen del fluido, la densidad calórica, la omolalidad, la temperatura y el estrés psicológico. Debido a la presencia de glicerol, dos de los factores previamente mencionados no se mantuvieron constantes entre las pruebas, esto es la densidad calórica y el nivel de osmolalidad de las soluciones experimentales. En efecto, comparado con las soluciones de control (WIH), las soluciones de glicerol poseían una mayor densidad calórica (+ 0.29 kcal/ml) y una mayor osmolalidad (+ 726 mOsm/kg ([26.9/92]/403 x 1000)). Hasta ahora no se sabe como la GIH afecta el vaciado gástrico y la absorción intestinal en humanos. Sin embargo, las investigaciones sobre soluciones líquidas de carbohidratos han mostrado que cuando la densidad calórica de una solución aumenta, la tasa de vaciado gástrico disminuye proporcionalmente (Vist y Maughan, 1994). Además, es bien sabido que la hipertonicidad inducida por carbohidratos reduce la tasa de vaciado gástrico (Vist y Maughan, 1994) y la absorción intestinal (Leiper, 1998). Por lo tanto, dada la alta osmolalidad y la densidad calórica de las soluciones de glicerol en comparación con las soluciones de control, es teóricamente la WIH, y no la GIH la que debería haberse integrado más rápidamente.

Se ha mostrado que las tasas de vaciado gástrico (Anderson et al., 1992; Beckers et al., 1991) y de absorción intestinal no son constantes de un día al otro sino que son bastante variables. Por ejemplo, Beckers et al. (1991) mostraron que, en ocho sujetos, la media de los coeficientes de variación intra sujeto para el vaciado gástrico durante cuatro días fue 29%. Beckers et al. (1991) reportaron en su Tabla 1 los datos del vaciado gástrico obtenidos para cada individuo a lo largo de los cuatro días de evaluación. Interesantemente, cuando esos datos son examinados de cerca, se puede observar que, en tres individuos, la tasa de vaciado gástrico varió tanto como el 100% a lo largo de dos de los días de evaluación. Similarmente a la tasa de vaciado gástrico, la media de los coeficientes de variación intra sujeto para la tasa de absorción intestinal se aproxima al 30% (comunicación personal, J.B. Leiper, 28 de Enero del 2002). Por lo tanto, la reducida tasa de integración de la WIH podría ser explicada si, con respecto a las tasas de vaciado gástrico y absorción intestinal, el sujeto estuvo en un "día muy malo" durante la WIH (bajas tasas de vaciado y absorción) y, a la inversa, en un "muy buen día" durante la GIH (altas tasas de vaciado y absorción).

La ligera posibilidad de que el sujeto rápidamente excretara el glicerol y, por lo tanto, el agua libre, no debe ser descartada. Esto podría haber contribuido a acentuar la diferencia en la retención de fluido entre las pruebas de hidratación. Finalmente, la influencia de la hormona antidiurética durante la WIH es improbable ya que la ingesta de grandes cantidades de agua reprime su liberación (Freund et al., 1995).

Conclusión

En resumen, este estudio de caso mostró que la WIH provocó un mayor incremento del TBW en comparación con la GIH durante un período de 110 minutos. Se propuso que la WIH reduce la excreción urinaria, y por lo tanto incrementa el TBW, debido a que el agua ingerida durante este tratamiento se incorporó al cuerpo relativamente más despacio que la ingerida durante la GIH. Se sugiere que la tasa de integración más lenta de la WIH puede atribuirse a la variación diaria en la tasa de vaciado gástrico y en la absorción intestinal. Los estudios futuros deberían reportar cualquier caso de un individuo que muestre mayor retención de fluidos con la WIH que con la GIH. Asimismo, se requieren investigaciones adicionales para evaluar el efecto de la GIH sobre el vaciado gástrico y la absorción intestinal.

Agradecimientos

Los autores no están en conflicto de intereses con ninguna organización. Quisiéramos agradecer al sujeto por su sobresaliente participación en este proyecto. Un agradecimiento sincero para Pierre Côté por su invaluable asistencia técnica en varias etapas de este estudio.

REFERENCIAS

1. Anderson, D.E., Zachwieja, J.J., Widrick, J.J, Costill, D.L. and Schurr, K.T (1992). Reliability of the serial sampling technique for determination of gastric emptying. *International Journal of Sports Medicine 13, 216-218*
2. Anderson, M.J., Cotter, J.D., Garnham, A.P., Casley, D.J. and Febbraio, M.A (2001). Effect of glycerolinduced hyperhydration on thermoregulation and metabolism during exercise in the heat. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism 11, 315-333*
3. Beckers, E. J., Rehrer, N.J., Saris, W.H.M., Brouns, F., Hoor, F.T. and Kester, A.D.M (1991). Daily variation in gastric emptying when using the double sampling technique. *Medicine and Science in Sports and Exercise 23, 1210-1212*
4. Blyth, C.S. and Burt, J.J (1961). Effect of water balance on ability to perform in high ambient temperatures. *The Research Quarterly 32, 301-307*
5. Brouns, F (1998). Gastric emptying as a regulatory factor in fluid uptake. *International Journal of Sports Medicine 19, S125-128*
6. Coutts, A., Reaburn, P., Mummery, K. and Holmes, M (2002). The effect of glycerol hyperhydration on Olympic distance triathlon performance in high ambient temperatures. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism 12, 105-119*
7. Freund, B.J., Montain, S.J., Young, A.J., Sawka, M.N., Deluca, J.P., Pandolf, K.B. and Valeri, C.R (1995). Glycerol hyperhydration: hormonal, fluid and vascular fluid responses. *Journal of Applied Physiology 79, 2069-2077*
8. Goulet, E., Gauthier, P., Labrecque, S. and Royer, D (2002). Glycerol hyperhydration, endurance performance, and cardiovascular and thermoregulatory responses: a case study of a highly trained triathlete. *Journal of Exercise Physiology Online 5 (2), May. Available from URL: http://www.asep.org*
9. Grucza, R., Szczypaczewska, M. and Kozlowski, S (1987). Thermoregulation in hyperhydrated men during physical exercise. *European Journal of Applied Physiology 56, 603-607*
10. Hitchins, S., Martin, D.T., Burke, L., Yates, K., Fallon, K., Hahn, A. and Dobson, G.P (1999). Glycerol hyperhydration improves cycle time trial performance in hot humid conditions. *European Journal of Applied Physiology 80, 494-501*
11. Leiper, J.B (1998). Intestinal water absorption implications for the formulation of rehydration solutions. *International Journal of Sports Medicine 19, S129-132*
12. Lyons, T.P., Riedesel, M.L., Meuli, L.E. and Chick, T.W (1990). Effects of glycerol-induced hyperhydration prior to exercise in the heat on sweating and core temperature. *Medicine and Science in Sports and Exercise 22, 477-483*
13. Montner, P., Zou, Y., Robergs, R.A., Murata, G., Stark, D., Quinn, C., Wood, S., Lium, D. and Greene, E.R (1999). Glycerol hyperhydration alters cardiovascular and renal function. *Journal of Exercise Physiology Online 2 (1), January. Available from URL: http://www.asep.org*
14. Montner, P., Stark, D.M., Riedesel, M.L., Murata, G., Robergs, R., Timms, M. and Chick, T.W (1996). Pre-exercise glycerol hydration improves cycling endurance time. *International Journal of Sports Medicine 17, 27-33*
15. Moroff, S.V. and Bass, D.E (1965). Effects of overhydration on man´s physiological responses to work in the heat. *Journal of Applied Physiology 20, 267-270*
16. Nadel, E.R., Fortney, S.M. and Wenger, C.B (1980). Effect of hydration on circulatory and thermal regulations. *Journal of Applied Physiology 49, 715-721*
17. Nielsen, B., Hansen, G., Jorgensen, S.O. and Nielsen, E (1971). Thermoregulation in exercising man during dehydration and hyperhydration with water and saline. *International Journal of Biometeorology 15, 195-200*
18. Riedesel, M.L., Allen, D.Y., Peake, G.T. and Al-Qattan, K (1987). Hyperhydration with glycerol solutions. *Journal of Applied Physiology 63, 2262-2268*
19. Robergs, R.A. and Griffin, S.E (1998). Glycerol: biochemistry, pharmacokinetics and clinical and practical applications. *Sports Medicine 26, 145-167*
20. Vist, G.E. and Maughan, R.J (1994). Gastric emptying of ingested solutions in man: effect of beverage glucose concentration. *Medicine and Science in Sports and Exercise 26, 1269-1273*
21. Vist, G.E. and Maughan, R.J (1995). The effect of osmolality and carbohydrate content on the rate of gastric emptying of liquids in man. *Journal of Physiology 486, 523-531*

Cita Original

Eric Goulet, Susan Labrecque, Michel O. Mélançon y Donald Royer. La Hiperhidratación Inducida con Agua Incrementa el Agua Total Corporal en Mayor Medida que la Hiperhidratación Inducida con Glicerol: Estudio de Caso con un Triatleta Entrenado. Journal of Sports Science and Medicine; 1, 96-102. 2002.