

Monograph

Estrategias de Hiperhidratación: ¿Son Efectivas?

Meir Magal¹, Yoav Cohen-Sivan² y Yuval Heled²

¹North Carolina Wesleyan College, Rocky Mount, North Carolina.

²Heller Institute of Medical Research at Sheba Medical Center, Israel.

RESUMEN

En el presente artículo se discuten los efectos negativos con frecuencia asociados con la hipohidratación y examina la efectividad de los diferentes procedimientos de Hiperhidratación y su efecto sobre el rendimiento. Además, este artículo presenta alguna de las precauciones a considerar cuando se utilizan regímenes de Hiperhidratación inducidos con glicerol.

Palabras Clave: glicerol, hiperhidratación, hipohidratación

INTRODUCCION

Está bien documentado que la hipohidratación puede afectar negativamente la termorregulación, la función cardiovascular, el metabolismo y consecuentemente el rendimiento durante el ejercicio (10, 21, 28, 29). Para evitar estos efectos adversos, algunos investigadores han sugerido que la hiperhidratación pre ejercicio puede retrasar o evitar la hipohidratación durante el ejercicio, y por lo tanto, las consecuencias asociadas con esta condición (7, 19, 26). Aunque hay muchos estudios que han examinado el tema de la hiperhidratación, este continúa rodeado de muchas controversias. En el presente artículo se discuten los efectos negativos con frecuencia asociados con la hipohidratación y examina la efectividad de los diferentes procedimientos de hiperhidratación y se consideran algunas precauciones a tener en cuenta al utilizar regímenes de hiperhidratación con glicerol. A través de este artículo, el término "hipohidratación" será utilizado para describir el déficit en el agua corporal, mientras que el término "euhidratación" será utilizado para describir el nivel norma de agua corporal.

Efectos Negativos de la Hipohidratación

Durante el ejercicio, especialmente con una alta carga de calor, la utilización de una táctica apropiada de hidratación es crítica para mantener un óptimo rendimiento y para evitar las enfermedades relacionadas con el calor (3, 35). En adultos son comunes tasas de sudoración de aproximadamente 1 litro por hora, y estas tasas son influenciadas mayormente por la intensidad del ejercicio y por las condiciones ambientales (15). Para evitar la hipohidratación, se debe consumir un volumen suficiente de fluidos en el momento apropiado (4). La hipohidratación puede afectar negativamente la termorregulación, la función cardiovascular y el metabolismo. Durante el ejercicio, el cuerpo trata de eliminar el calor producido por el metabolismo y el calor proveniente del ambiente. Si no existe una barrera de vapor que limite la sudoración, esta desempeña un rol predominante como mecanismo de enfriamiento, especialmente durante ejercicios en ambientes calurosos. Cualquier factor que limite la evaporación, tal como la hipohidratación en combinación con un ambiente caluroso y húmedo, contrarrestará las funciones fisiológicas normales (30). Diversos estudios han demostrado que el ejercicio en ambientes calurosos y secos en estado de hipohidratación reduce el flujo sanguíneo hacia la piel y la tasa de sudoración corporal total, y por lo tanto, la capacidad de disipar calor (14, 30). De esta manera, no es sorprendente

observar que una pérdida de fluidos de hasta un 3% del peso corporal provoque un incremento significativo de la temperatura muscular y central (10). Además del impacto térmico, el sistema cardiovascular también se ve afectado por la hipohidratación. Montain y Coyle (21) han demostrado que la hipohidratación afecta en gran medida la función cardiovascular incrementando la frecuencia cardíaca y reduciendo el volumen latido para una intensidad submáxima dada. Estos investigadores también han demostrado que el nivel de impacto cardiovascular y térmico es proporcional a la magnitud de la hipohidratación (21). La hipohidratación también afecta el metabolismo. Hargreaves et al (10) la hipohidratación afecta el metabolismo durante el ejercicio resultando en un incremento en la tasa de degradación de glucógeno y en una mayor acumulación de lactato. Estos investigadores demostraron que el incremento en el metabolismo de los carbohidratos con la hipohidratación se debe a una mayor activación simpática (incremento en la concentración de epinefrina circulante) y a la mayor temperatura muscular.

Además de los cambios fisiológicos, la hipohidratación también puede afectar de forma adversa al rendimiento. Diversos estudios han demostrado que tanto el nivel de hipohidratación como las condiciones ambientales influyen en la capacidad aeróbica máxima (1, 3, 6, 36). En condiciones templadas, el déficit crítico de agua para la reducción de consumo máximo de oxígeno es del 3% del peso corporal (3, 36), mientras que en condiciones calurosas, incluso una pérdida de peso corporal mínima a moderada (2-4%) puede derivar en una gran reducción del consumo máximo de oxígeno (6). El rendimiento en ejercicios submáximos, por otra parte, se ve desmejorado incluso con menores niveles de hipohidratación (1-2%), aun cuando no se observen alteraciones en el consumo máximo de oxígeno (1, 3). A diferencia de los efectos de la hipohidratación sobre el rendimiento aeróbico, la relación entre la hipohidratación y el rendimiento anaeróbico es inconsistente y no se relaciona tan claramente con una pérdida crítica de peso corporal (15). Diversos estudios han demostrado que el rendimiento anaeróbico se ve afectado a menores niveles, cuando los procedimientos de hipohidratación involucran ejercicio y una alta carga de calor más que solo la restricción de fluidos (13, 20, 36). Los estudios que han examinado los efectos de la hipohidratación sobre la fuerza muscular han demostrado que la reducción del rendimiento casi siempre ocurre a niveles de hipohidratación del 5% o más del peso corporal (13, 36), especialmente en situaciones en las que se repiten esfuerzos cercanos al máximo o se realizan esfuerzos sostenidos por más de 30 segundos (12).

Efectividad de la Hiperhidratación

La desmejora de la capacidad fisiológica a veces está asociada con la hipohidratación ha derivado en la noción de que la hiperhidratación pre ejercicio puede retrasar o evitar la hipohidratación durante el ejercicio (7, 19, 26). También se ha sugerido que la hiperhidratación podría mejorar la función termorregulatoria a través de la expansión del volumen sanguíneo y por lo tanto mejorar el rendimiento (7, 19, 25). Diversos estudios han examinado los efectos de la hiperhidratación utilizando agua, o agua con electrolitos (9, 23, 25). Sin embargo, ambos métodos solo han derivado en una expansión transitoria del agua corporal total, debido a que la sobrecarga de fluidos es rápidamente excretada por los riñones (26). Diversos estudios han demostrado que, en comparación con la ingesta de agua sola, la ingesta de glicerol conjuntamente con un gran volumen de fluidos deriva en una mayor retención de fluidos (11, 19, 20). El glicerol es un metabolito importante, que puede obtenerse en la mayoría de las farmacias. Es un fluido espeso que posee propiedades osmóticas (i.e., los riñones tienen la capacidad de reabsorber glicerol y por lo tanto agua), lo cual permite que actúe como un esponja y absorba y retenga agua corporal (34). El mecanismo exacto por el cual el glicerol incrementa la retención de agua no se comprende del todo. Sin embargo, Freund et al (7), sugirieron que el glicerol actúa a través de un efecto directo sobre los riñones y no sobre el sistema endócrino como se sugiriera previamente.

Teóricamente, la hiperhidratación con o sin glicerol parece tener el potencial de mejorar el rendimiento y reducir el riesgo de experimentar los problemas asociados con la hipohidratación (5, 34). Numerosos estudios han investigado los efectos de la hiperhidratación sobre la termorregulación con o sin glicerol (8, 9, 11, 17-19, 22-25). La mayoría de los estudios que han examinado los efectos de la hiperhidratación inducida por glicerol utilizaron 1-1.5 g de glicerol por kg de peso corporal conjuntamente con grandes volúmenes de fluidos (aproximadamente 2 L) (11, 17-19, 22). Algunos de estos estudios reportaron que, durante el ejercicio subsiguiente al procedimiento de hiperhidratación, la temperatura central era menor que la observada durante las pruebas de control (8, 9, 19, 23-25). Además, algunos de estos estudios también han reportado mayores tasas de sudoración luego de los procedimientos de hiperhidratación (19, 23, 24). Por otra parte, existen estudios que han demostrado que la hiperhidratación no provee ninguna ventaja termorregulatoria (11, 17, 18, 22).

Una revisión de los estudios que han demostrado una ventaja termorregulatoria con la hiperhidratación reveló que estos pueden haber sufrido problemas metodológicos que hayan confundido sus resultados. Algunos de estos estudios utilizaron la hipohidratación como control en lugar de utilizar euhidratación, mientras que los estudios que han reportado menores temperaturas centrales con la hiperhidratación lo hicieron luego de que los sujetos consumieran agua fría (16, 17). Debido a que diversos estudios han demostrado que la hipohidratación deriva en una mayor temperatura central y en una menor tasa de sudoración durante el ejercicio (21, 30, 31), es probable que los problemas metodológicos mencionados puedan explicar la ventaja termorregulatoria "artificial" con la hiperhidratación (16, 17). Sin embargo es importante mencionar que si bien la hiperhidratación no provee ventajas termorregulatorias, si puede retrasar la pérdida de agua corporal y por lo tanto retrasar alguna de las consecuencias negativas asociadas con la hipohidratación (17). Además, es importante

señalar que una seria desventaja práctica de la hiperhidratación inducida con agua es la rápida eliminación de cualquier exceso de agua en los riñones (7). Notablemente, la rápida ingesta de grandes cantidades de agua (u otro fluido bajo en sodio) puede derivar en hiponatremia, con consecuencias clínicas muy serias (33). El momento en que se realiza el procedimiento de hiperhidratación con respecto al momento del comienzo del ejercicio es de gran importancia. Si el ejercicio comienza una hora luego del comienzo del procedimiento de hiperhidratación, la hiperhidratación inducida por agua y por glicerol resultará en un estatus de hidratación similar al comienzo del ejercicio (un incremento en el agua corporal total de aproximadamente 1.5L por encima del valor basal) (17, 18). No obstante, dos estudios recientes que han utilizado atletas como sujetos han demostrado que, si el ejercicio comienza luego de las 3 hs de iniciado el procedimiento de hiperhidratación, la hiperhidratación inducida con glicerol resultará en un incremento en la retención de agua de aproximadamente 600 mL mayor que la hiperhidratación inducida con agua, lo cual se evidenció mediante el pesaje posterior a que los sujetos orinaran y mediante la medición del agua corporal total (11, 20). Si la única ventaja de la hiperhidratación es que retrasa la hipohidratación, entonces es importante señalar que si se mantiene la euhidratación durante el ejercicio, entonces la hiperhidratación (inducida con agua o con glicerol) no provee ventaja alguna (17). Desde un punto de vista práctico, muchas veces es difícil mantener la euhidratación, especialmente durante la realización de ejercicios en ambientes calurosos en donde las tasas de sudoración pueden ser muy altas (> 2L por hora). En estas condiciones, la hiperhidratación puede ser ventajosa para retrasar la hipohidratación y alguno de los efectos adversos asociados con esta condición.

Hiperhidratación y Rendimiento

Si bien se ha demostrado que la hiperhidratación no provee ventajas a nivel termorregulatorio, diversos estudios han demostrado que la hiperhidratación puede mejorar el rendimiento (2, 11, 18, 22). Blyth y Burt (2) fueron los primeros investigadores en examinar los efectos de la hiperhidratación sobre el rendimiento. Estos investigadores demostraron que el tiempo de ejercicio en cinta ergométrica en un ambiente caluroso era significativamente mayor cuando utilizaban la hiperhidratación en comparación con la condición de control. Montner et al (22) demostraron que el tiempo de resistencia era significativamente mayor con la hiperhidratación con glicerol en comparación con la hiperhidratación con agua. Un estudio más reciente mostró resultados similares. Hitchens et al (11) demostraron que la hiperhidratación inducida con glicerol 3 horas previas al ejercicio derivó en un incremento del 2.4% en el trabajo total realizado por los sujetos. La mejora en el rendimiento registrada en este estudio fue secundaria al incremento de 600 mL en el agua corporal total antes del comienzo del ejercicio y luego del procedimiento de hiperhidratación. Además, Latzka et al (18) demostraron que cuando los procedimientos de hiperhidratación se iniciaban una hora antes del comienzo del ejercicio, tanto la hiperhidratación inducida con glicerol como la hiperhidratación inducida con agua provocaban el incremento del tiempo de ejercicio en comparación con la prueba de control con estrés por calor no compensado. En relación con el estatus de hidratación, tanto la hiperhidratación con glicerol como la hiperhidratación con agua siguieron una tendencia similar, con un incremento de aproximadamente 1.5L en el agua corporal total antes del comienzo del ejercicio (en la prueba de control, se mantuvo la euhidratación antes del comienzo del ejercicio). Al final del ejercicio, los sujetos hiperhidratados tanto con glicerol como con agua exhibieron un menor grado de hipohidratación que los sujetos de la prueba de control. Los investigadores concluyeron que las diferencias en el rendimiento entre las pruebas con hiperhidratación y la prueba de control podrían atribuirse al hecho de que los sujetos en la prueba de control estaban más hipohidratados (aproximadamente un 2%) al final del ejercicio y no a alguna ventaja de la hiperhidratación (18). Por último, es importante mencionar que un estudio examinó la efectividad del glicerol como agente de rehidratación post ejercicio (32). En este estudio los investigadores demostraron que la rehidratación inducida con glicerol mejoró el estatus de hidratación y el tiempo hasta la fatiga volitiva en una serie subsiguiente de ejercicio. Estos investigadores concluyeron que el glicerol podría utilizarse como un efectivo agente de rehidratación y también como un agente para inducir la hiperhidratación.

Estrategias de Hiperhidratación

La mayoría de los estudios que han evaluado los efectos de la hiperhidratación inducida con glicerol han utilizado la ingesta de 1-1.5 g de glicerol por kilogramo de peso corporal, seguida de la ingesta de grandes volúmenes de fluidos (7, 11, 18, 20, 22). Unos pocos estudios han provisto una dosis relativa al peso corporal total de los sujetos (11, 20, 22), mientras que otros estudios han provisto dosis relativas al agua corporal total de los sujetos o relativas a la masa magra corporal (7, 18). En la mayoría de los estudios que han demostrado una retención de fluidos por encima de los valores de reposo, la dosis de glicerol fue proporcionada aproximadamente 2.5 horas antes del comienzo del ejercicio (11, 20). En otro estudio en el que no se realizaron ejercicios, la retención de fluidos alcanzó el pico a las 3 horas posteriores a la ingesta de glicerol (7). Por otra parte, un estudio en el que se comparó la hiperhidratación inducida por glicerol y la hiperhidratación inducida por agua se demostró que la ingesta de 29 mL de agua por kg de masa magra corporal con o sin 1.2 g de glicerol por kg de masa magra corporal, resultó en valores similares de retención de agua (aproximadamente 1.5L) 1 hora luego del comienzo del procedimiento de hiperhidratación (18).

Precauciones a Tener en Cuenta con la Hiperhidratación Inducida por Glicerol

Si bien la mayoría de los estudios que han utilizado la hiperhidratación inducida por glicerol no han reportado efectos secundarios, algunos participantes han reportado experimentar náuseas, hinchazón y mareos ligeros (34). Generalmente, el consumo de glicerol conjuntamente con grandes volúmenes de agua resulta en una mayor retención de fluidos sub efectos secundarios. No obstante, debido a los potenciales riesgos para la salud, se recomienda que los individuos que sufren de cualquiera de las siguientes condiciones eviten el uso de glicerol: diabetes, fallo renal, migrañas y dolores de cabeza, desordenes cardiovasculares, desordenes hepáticos y embarazo (27).

CONCLUSIONES

La relación entre la hipohidratación, el incremento en impacto provocado por el calor y la reducción del rendimiento durante el ejercicio está bien documentada. Debido a estas respuestas adversas, diversos investigadores han sugerido que la hiperhidratación pre ejercicio puede tener efectos beneficiosos. Las investigaciones recientes han demostrado que (a) la hiperhidratación no mejora la termorregulación, (b) la única ventaja de la hiperhidratación es que puede retrasar la hipohidratación, la cual explica cualquier mejora en el rendimiento, y (c) si se mantiene la euhidratación durante todo el ejercicio, la hiperhidratación (ya sea con agua o glicerol) no provee ventaja alguna.

REFERENCIAS

1. Armstrong, L. E., D. L. Costill, and W. J. Fink (1985). Influence of diuretic-induced dehydration on competitive running performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 17(4):456-461
2. Blyth, C. S., and J. J. Burt (1961). Effect of water balance on ability to perform in high ambient temperature. *Res. Q.* 32:301-307
3. Caldwell, J. E., E. Ahonen, and U. Nousiainen (1984). Differential effects of sauna-, diuretic-, and exercise-induced hypohydration. *J. Appl. Physiol.* 57(4):1018-1023
4. Casa, D. J., L. E. Armstrong, S. K. Hillman, S. J. Montain, R. V. Reiff, B. S. E. Rich, W. O. Roberts, and J. A. Stone (2000). National Athletic Trainers' Association position statement: fluid replacement for athletes. *J. Athl. Train.* 35(2): 212-224
5. Convertino, V. A., L. E. Armstrong, E. F. Coyle, G. W. Mack, M. N. Sawka, L. C. Senay, Jr., and W. M. Sherman (1996). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med. Sci. Sports Exerc.* 28(1):i-vii
6. Craig, E. N., and E. G. Cummings (1966). Dehydration and muscular work. *J. Appl. Physiol.* 21(2):670-674
7. Freund, B. J., S. J. Montain, A. J. Young, M. N. Sawka, J. P. DeLuca, K. B. Pandolf, and C. R. Valeri (1995). Glycerol hyperhydration: hormonal, renal, and vascular fluid responses. *J. Appl. Physiol.* 79(6):2069-2077
8. Gisolfi, C. V., and J. R. Copping (1974). Thermal effects of prolonged treadmill exercise in the heat. *Med. Sci. Sports* 6(2):108-113
9. Gruzca, R., M. Szczypaczewska, and S. Kozłowski (1987). Thermoregulation in hyperhydrated men during physical exercise. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* 56(5):603-607
10. Hargreaves, M., P. Dillo, D. Angus, and M. Febbraio (1996). Effect of fluid ingestion on muscle metabolism during prolonged exercise. *J. Appl. Physiol.* 80(1):363-366
11. Hitchins, S., D. T. Martin, L. Burke, K. Yates, K. Fallon, A. Hahn, and G. P. Dobson (1999). Glycerol hyperhydration improves cycle time trial performance in hot humid conditions. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* 80(5):494-501
12. Horswill, C (1991). Does rapid weight loss by dehydration adversely affect highpower performance? . *Gatorade Sports Sci. Exch.* 4:1-4
13. Houston, M. E., D. A. Marrin, H. J. Green, and J. A. Thompson (1981). The effect of rapid weight loss on physiological functions in wrestlers. *Physician Sportsmed.* 9(11):73-78
14. Kenney, W. L., C. G. Tankersley, D. L. Newswanger, D. E. Hyde, S. M. Puhl, and N. L. Turner (1990). Age and hypohydration independently influence the peripheral vascular response to heat stress. *J. Appl. Physiol.* 68(5):1902-1908
15. Lamb, D. R., and C. V. Gisolfi (1990). Fluid Homeostasis During Exercise. *Indianapolis, IN: Cooper Publishing Group*
16. Latzka, W. A., and M. N. Sawka (2000). Hyperhydration and glycerol: thermoregulatory effects during exercise in hot climates. *Can. J. Appl. Physiol.* 25(6): 536-545
17. Latzka, W. A., M. N. Sawka, S. J. Montain, G. S. Skrinar, R. A. Fielding, R. P. Matott, and K. B. Pandolf (1997). Hyperhydration: Thermoregulatory effects during compensable exercise-heat stress. *J. Appl. Physiol.* 83(3):860-866
18. Latzka, W. A., M. N. Sawka, S. J. Montain, G. S. Skrinar, R. A. Fielding, R. P. Matott, and K. B. Pandolf (1998). Hyperhydration: Tolerance and cardiovascular effects during uncompensable exercise-heat stress. *J. Appl. Physiol.* 84(6):1858-1864
19. Lyons, T. P., M. L. Riedesel, L. E. Meuli, and T. W. Chick (1990). Effects of glycerol-induced hyperhydration prior to exercise in the heat on sweating and core temperature. *Med. Sci. Sports Exerc.* 22 (4):477-483
20. Magal, M., M. J. Webster, L. E. Sistrunk, M. T. Whitehead, R. K. Evans, and J. C. Boyd (2003). Comparison of glycerol and water hydration regimens on tennis-related performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 35(1):150-156
21. Montain, S. J., and E. F. Coyle (1992). Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. *J. Appl. Physiol.* 73(4):1340-1350

22. Montner, P., D. M. Stark, M. L. Riedesel, G. Murata, R. Robergs, M. Timms, and T. W. Chick (1996). Pre-exercise glycerol hydration improves cycling endurance time. *Int. J. Sports Med.* 17(1):27-33
23. Moroff, S. V., and D. E. Bass (1965). Effects of overhydration on man's physiological responses to work in the heat. *J. Appl. Physiol.* 20:267-270
24. Nielsen, B (1974). Effect of changes in plasma Na⁺ and Ca⁺⁺ ion concentration on body temperature during exercise. *Acta. Physiol. Scand.* 91(1):123-129
25. Nielsen, B., G. Hansen, S. O. Jorgensen, and E. Nielsen (1971). Thermoregulation in exercising man during dehydration and hyperhydration with water and saline. *Int. J. Biometeorol.* 15(2): 195-200
26. Riedesel, M. L., D. Y. Allen, G. T. Peake, and K. Al-Qattan (1987). Hyperhydration with glycerol solutions. *J. Appl. Physiol.* 63(6):2262-2268
27. Robergs, R. A., and S. E. Griffin (1998). Glycerol. Biochemistry, pharmacokinetics and clinical and practical applications. *Sports Med.* 26(3):145-167
28. Sawka, M. N (1992). Physiological consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation. *Med. Sci. Sports Exerc.* 24(6):657-670
29. Sawka, M. N., and E. F. Coyle (1999). Influence of body water and blood volume on thermoregulation and exercise performance in the heat. *Exerc. Sport Sci. Rev.* 27:167-218
30. Sawka, M. N., M. M. Toner, R. P. Francesconi, and K. B. Pandolf (1983). Hypohydration and exercise: effects of heat acclimation, gender, and environment. *J. Appl. Physiol.* 55(4):1147-1153
31. Sawka, M. N., A. J. Young, R. P. Francesconi, S. R. Muza, and K. B. Pandolf (1985). Thermoregulatory and blood responses during exercise at graded hypohydration levels. *J. Appl. Physiol.* 59(5):1394-1401
32. Scheett, T. P., M. J. Webster, and K. D. Wagoner (2001). Effectiveness of glycerol as a rehydrating agent. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 11(1):63-71
33. Von Duvillard, S. P., W. A. Braun, M. Markofski, R. Beneke, and R. Leithauser (2004). Fluids and hydration in prolonged endurance performance. *Nutrition* 20(7-8):651-656
34. Wagner, D. R (1999). Hyperhydrating with glycerol: implications for athletic performance. *J. Am. Diet. Assoc.* 99(2): 207-212
35. Walsh, R. M., T. D. Noakes, J. A. Hawley, and S. C. Dennis (1994). Impaired highintensity cycling performance time at low levels of dehydration. *Int. J. Sports Med.* 15(7):392-398
36. Webster, S., R. Rutt, and A. Weltman (1990). Physiological effects of a weight loss regimen practiced by college wrestlers. *Med. Sci. Sports Exerc.* 22(2):229-234

Cita Original

Meir Magal, Yoav Cohen-Sivan, MD and Yuval Heled. Hyperhydration Strategies: Are They Effective? Strength and Conditioning Journal, 27(5):86-90, 2005.