PubliCE, (PubliCE) 1998

Monograph

¿Hiperhidratación con Glicerol para Vencer al Calor?

Robert A Robergs[1]

[1]*Center for Exercise and Applied Human Physiology, Exercise Physiology Program, the University of New Mexico, Albuquerque, NM, 87131-1258.*

RESUMEN

El agua extra ingerida con glicerol se mantiene en el cuerpo por varias horas y puede mejorar el rendimiento en un cierto porcentaje en eventos que duran mas de una hora en condiciones calurosas y húmedas. Los atletas que toman mucho y muy rápido pueden tener efectos secundarios tales como dolores de cabeza, visión borrosa y molestias estomacales. Se necesita mas investigación para determinar si la ingesta adecuada de bebidas deportivas que contienen sales y carbohidratos provee ganancias similares en el rendimiento.

Palabras Clave: hidratación deportiva, supercompensación, hiponatremia, sudoración

ANTECEDENTES

Los ejercicios realizados por más de una hora en ambientes calurosos y húmedos pueden provocar un exceso en la perdida de líquidos de 3 litros. Aun las perdidas de líquidos de 1.5 litros reducen el rendimiento, posiblemente a través de la reducción en la entrega de sangre a los músculos y a la piel. Muchos atletas no beben lo suficiente para compensar este efecto de la deshidratación durante la competición, aun cuando tienen un acceso ilimitado a los líquidos (Noakes 1993). Cualquier estrategia que ayude al atleta a tomar líquidos extra o a “hiperhidratarse” es probable que mejore el rendimiento en eventos de resistencia de larga duración en ambientes calurosos.

Es posible incrementar la cantidad de fluidos en el cuerpo a través de beber agua extra, pero los riñones eliminan la mayoría de esta dentro de la hora. Esto es por lo cual el glicerol entra en juego. La adición de glicerol al agua puede prolongar el período de hiperhidratación hasta cuatro horas (Reidesel y cols 1987, Lyons y cols 1990). De esta manera ¿qué es el glicerol, y como realiza este trabajo?.

El glicerol es una molécula de tres carbonos similar al alcohol. Aparece naturalmente en el cuerpo como un componente de la grasa almacenada; un pequeña cantidad también esta presente en los fluidos corporales como glicerol libre. Cuando el glicerol es ingerido, es absorbido e incrementa la concentración (término técnico: osmolaridad o tonicidad) del fluido en la sangre y en los tejidos. La concentración de estos fluidos se mantiene constante a través del cuerpo, por lo cual el agua consumida con glicerol no es excretada hasta que el glicerol extra es o eliminado por los riñones o degradado por el cuerpo (Freund y cols 1995).

El glicerol ha sido utilizado para tratar la inflamación del cerebro (edema cerebral) o de los ojos (glaucoma) (Frank, Nahata y Hilty 1981). Debido a que el glicerol no penetra fácilmente en el cerebro y los ojos, el incremento en la concentración de glicerol en la sangre luego de la ingesta de glicerol ayuda a remover el exceso de fluidos desde estos órganos por un proceso conocido como osmosis. Estas aplicaciones clínicas de la ingesta de glicerol explican dos de los

principales efectos secundarios para los atletas: los dolores de cabeza y la visión borrosa, como resultado de la reducción de fluidos en el cerebro y los ojos (Freund y cols 1995).

A pesar del interés en los efectos del glicerol sobre el rendimiento atlético, hasta la fecha hay solamente seis estudios publicados sobre los efectos del glicerol sobre el ejercicio, y dos estudios publicados sobre los efectos de la ingesta de glicerol sobre los fluidos corporales. Ver Robgers y Griffin (1998) para una revisión académica de esta investigación.

EVIDENCIA DE LOS BENEFICIOS DEL GLICEROL

Evidencia de los Beneficios del Glicerol

Reidesel y cols (1987) fueron los primeros en documentar que la ingesta de una solución con glicerol puede incrementar el contenido de agua del cuerpo. Hallazgos similares han sido reportados por otros investigadores (Latzka y cols 1997, Montner y cols 1996, Freund y cols 1995). La ganancia en el agua corporal es característicamente de hasta un litro, dependiendo de la cantidad y de la frecuencia de ingesta.

Lyons y cols (1990) investigaron si la hiperhidratación con glicerol alteraba la sudoración, la regulación de la temperatura corporal y la función cardiovascular durante el ejercicio en un ambiente caluroso (42 ºC y 25 % de humedad relativa). Para esto seis sujetos de aptitud física promedio (consumo máximo de oxigeno promedio 42 ml/kg/min) completaron tres pruebas. Cada prueba involucró la ingesta de fluidos, seguido de 1.5 horas de carrera al 60% del consumo máximo de oxigeno en una cámara ambiental. Las tres pruebas difirieron en la ingesta de fluido: ingesta limitada (3.3 ml/kg con jugo de naranja); sin glicerol (28 ml/kg con jugo de naranja y agua a lo largo de las 4 hs); y glicerol (1.0 g/kg en el minuto 0 y 0.1 g/kg en la 3 y 4 horas, volumen total = 28 ml/kg). A las 2.5 horas, la ingesta de glicerol resultó en una excreción menor de orina de 500 ml y en 700 ml mas de agua corporal total comparado con la prueba sin glicerol. Los atletas sudaron mas y tuvieron un incremento similar en la temperatura central a través de los 90 minutos de ejercicio durante la prueba con glicerol. La ingesta de glicerol no redujo significativamente la frecuencia cardiaca de ejercicio. Estos hallazgos indicaron que la hiperhidratación con glicerol podría mejorar el enfriamiento del cuerpo por medio de la evaporación durante ejercicios en ambientes calurosos.

En dos estudios, un grupo de investigadores con los que trabajé modificaron el régimen de hiperhidratación con glicerol para evaluar los efectos sobre los ejercicios de resistencia (Montner y cols 1996). Estos estudios fueron doble ciego (sujeto e investigadores no conocían que tratamiento estaba siendo administrado), y los tratamientos fueron cruzados (los sujetos recibieron ambos tratamientos en un orden aleatorio).

En el primer estudio, 11 sujetos de aptitud aeróbica moderada a alta (consumo máximo de oxigeno de 61 ml/min/kg) consumieron glicerol o un placebo de agua coloreada y saborizada a través de un período de 90 minutos. Una hora después, los sujetos pedalearon al 74% del máximo hasta que no pudieron mantener la cadencia de pedaleo por encima de los 60 rpm. Durante el ejercicio no se ingirieron fluidos. La ingesta de glicerol incrementó el agua corporal pre ejercicio en 730 ml y redujo el volumen urinario en 670 ml. Durante la prueba con glicerol, los sujetos se ejercitaron significativamente mas tiempo antes de el agotamiento (94 vs 73 min). No hubo diferencias reales en la frecuencia cardiaca o en la temperatura central.

Los atletas comunmente consumen carbohidratos durante eventos de resistencia de larga duración, por lo cual en el segundo estudio hemos adicionado carbohidratos para observar si la ingesta de glicerol podría aún mejorar el rendimiento. Siete sujetos con una alta aptitud en resistencia (consumo máximo de oxigeno de 73 ml/kg/min) completaron dos pruebas al igual que en el primer estudio, pero en ambas pruebas los sujetos consumieron una solución al 5% de glucosa a una tasa de 3 ml/kg de peso corporal cada 20 minutos. La diferencia en al agua corporal se redujo a 100 ml, y la diferencia en el volumen urinario se redujo a 92 ml, pero la ingesta de glicerol aun prolongó el tiempo de ejercicio (123 vs 99 min). El glicerol además redujo la frecuencia cardiaca, pero no redujo el incremento en la temperatura central.

La mejora del rendimiento de alrededor del 20% en estos estudios fue en el tiempo hasta el agotamiento a una carga fija. En un evento real, la mejora del rendimiento (el tiempo necesario para completar una distancia fija) es probable que sea mucho menor. Hasta que un test mas real se utilice en la investigación con glicerol, mi mejor estimación sobre la mejora del rendimiento en un evento no es mas del cinco porciento.

La forma en la cual el glicerol mejoró el rendimiento en estos estudios tampoco fue clara. No hubo evidencia de un incremento en el volumen sanguíneo (plasma), lo cual mejoraría el bombeo de sangre tanto hacia la piel para eliminar calor como a los músculos para mantener la producción de potencia. Tampoco observamos una reducción en la

temperatura central, en contraste a lo observado por Lyons y cols (1990) en su estudio. Estas diferencias pueden haberse debido al incremento en es estrés por calor en el estudio de Lyons como también al mayor nivel de aptitud y aclimatación al calor asociada de los sujetos de nuestro estudio. También es posible que el glicerol actúe por medio del incremento en la cantidad de fluidos dentro de la célula mas que incrementando la cantidad en circulación, en cuyo caso cualquier efecto sobre la temperatura central y sobre la sangre podría ser casual.

ESTUDIOS CON HALLAZGOS NEGATIVOS

Algunos estudios no han mostrado beneficios del glicerol. Las discrepancias pueden deberse a las diferencias en los protocolos de ingesta de glicerol. También es posible que el ejercicio y el estrés por calor no produzcan una deshidratación suficiente como para reducir el rendimiento.

Murray y cols (1991) investigaron si la ingesta de glicerol durante el ejercicio mejoraría la función cardiovascular y la regulación de la temperatura corporal durante 90 minutos de ejercicio en cicloergómetro al 50% del consumo máximo de oxigeno en un ambiente caluroso (30ºC y 45% de humedad relativa). Nueve sujetos de aptitud física promedio completaron cuatro pruebas que involucraron la ingesta de cuatro diferentes soluciones: Gatorade (una bebida deportiva con carbohidratos y electrolitos); Gatorade mas 4% de glicerol; 10% de glicerol y placebo (agua). Las soluciones fueron ingeridas cada 15 minutos durante la primer hora, proporcionando un total de 650 ml. No se hallaron diferencias entre las pruebas par los cambios en la frecuencia cardiaca, la temperatura central, la tasa de sudoración, y el esfuerzo percibido. Estos resultados negativos no son sorprendentes, dado que no hubo hiperhidratación pre ejercicio y que la intensidad del ejercicio fue relativamente baja.

Dos estudios presentados en el encuentro anual del Colegio Americano de Medicina del Deporte en Denver en Junio de 1997 no mostraron beneficios de la ingesta de glicerol. En uno de los estudios, no publicado completamente (Latzka y cols 1997), la intensidad del ejercicio no fue suficientemente alta (45% del consumo máximo de oxigeno) como para ser de interés para atletas serios. En el otro estudio (Sawka y cols 1997), la intensidad del ejercicio tampoco fue particularmente alta (55% del consumo máximo de oxigeno), y aunque el tiempo del ejercicio de resistencia fue mayor con el glicerol en relación con el agua sola (34 vs. 31), la diferencia no fue estadísticamente significativa (en otras palabras, pudo haberse debido a la casualidad).

POSICION DEL COMITE OLIMPICO DE LOS ESTADOS UNIDOS CON RESPECTO AL GLICEROL

El Comité Olímpico Internacional prohibe las substancias que incrementan el flujo de orina (diuréticos), debido a los potenciales efectos dañinos de la rápida pérdida de fluidos, como también la utilización de diuréticos para reducir la concentración de marcadores de esteroides y otras substancias prohibidas en la orina. El glicerol fue anteriormente clasificado como diurético, pero ahora se acepta que hay un pequeño flujo extra de orina con dosis entre 1.0 a 1.5 g/kg. En septiembre de 1997, el Comité Olímpico de los Estados Unidos ha eliminado la prohibición sobre el glicerol.

COMO INGERIR EL GLICEROL

Hay mínima investigación y poco consenso acerca de la mejor estrategia para ingerir glicerol. La mayor hiperhidratación ocurrió en el estudio de Montner y cols (1996). Para un atleta de 70 kg el volumen total ingerido es cercano a los 2 litros, lo cual podría ser excesivo para la carrera y para otras actividades donde se debe soportar el peso. El protocolo utilizado comenzó con la ingesta de glicerol 2.5 horas antes del ejercicio como sigue:

- Beber 5 ml/kg de una solución al 20% de glicerol
- Esperar 30 minutos y entonces beber 5 ml/kg de agua
- Esperar 15 minutos y entonces beber 5 ml/kg de agua
- Esperar 15 minutos y entonces beber 1 ml/kg de una solución al 20% de glicerol y 5 ml/kg de agua
- Esperar 30 minutos y entonces beber 5 ml/kg de agua

- Comenzar con el ejercicio una hora después.

Si el evento dura mas de 2 horas, la ingesta de una solución de glicerol al 5% a una tasa de 400-800 ml/hora durante el evento puede ser beneficioso (Koenigsberg y cols 1995, Lyons y cols 1990). Aunque en teoría las bebidas deportivas tales como el Gatorade debería ser casi tan buenas.

Los atletas deberían notar también que con altas dosis pueden sufrir los efectos secundarios como los dolores de cabeza y la visión borrosa. Usted también probablemente se sentirá enfermo si toma demasiado glicerol o si lo toma muy concentrado (Montner y cols 1996). No existen ventajas de incrementar la ingesta por encima de 1.2 g/kg, debido a que el glicerol extra y el agua son excretados en la orina (Riedesel y cols 1987).

CONCLUSIONES Y FUTURAS INVESTIGACIONES

La ingesta de una solución a base de glicerol antes de un evento de resistencia de larga duración en un ambiente caluroso se probablemente significativo para aquellos atletas que no beben suficientes fluidos antes y durante los eventos. Se necesita mas investigaciones para determinar si hay algún beneficio para los atletas que beben los suficiente durante los eventos. Debe tenerse cuidado con las bebidas que contienen sales, ya que la sal puede también prolongar la hidratación. Finalmente, los test de ejercicio necesitan estimular mas cercanamente las demandas de los eventos reales de resistencia y ultra resistencia en condiciones que desafíen claramente el equilibrio hídrico.

Agradecimientos

A J. Andrew Doyle (revisor), Michael J. Rennie (revisor), Mary Ann Wallace (editor), Will G. Hopkins (editor)

Correspondencia: rrobergs@unm.edu (R.A. Robergs)

COMENTARIO DE LOS REVISORES

J. Andrew Doyle PhD

Profesor adjunto en la cátedra de Kinesiología y Saud, en la Universidad del Estado de Georgia, Atlanta, Georgia, USA; Director de Salud y Aptitud Física del ACSM, miembro del equipo del sitio web de Sporscience.

Esta revisión afirma que una hiperhidratación significativa puede alcanzarse previamente al ejercicio por medio de la ingesta de glicerol y agua. El autor presenta un razonamiento excelente sobre como esto podría beneficiar al atleta de resistencia que se ejercita en una ambiente caluroso y/o húmedo, y examina cuidadosamente los pocos artículos publicados hasta la fecha.

Si bien la hiperhidratación con glicerol puede ser una gran promesa para el mejoramiento de la termoregulación y del rendimiento en resistencia, desde mi punto de vista parece no haber todavía suficiente evidencia a partir de artículos publicados como para realizar una afirmación conclusiva. Claramente, se necesita mas investigación para descubrir la estrategia de ingesta mas efectiva.

Michael J Rennie PhD FRSE

Profesor de Fisiología Symers, Universidad de Dundee, Dundee, Escocia, UK, miembro del equipo del sitio web de Sportscience.

El peso actual de la evidencia sugiere un efecto definido del glicerol para sostener la hidratación corporal durante el ejercicios en condiciones deshidratantes. No está totalmente clara la forma en que trabaja el glicerol, nosotros sabemos que los riñones no excretan glicerol rápidamente, por lo cual el glicerol el glicerol permanece dentro del cuerpo y retiene agua en el. Pero se necesita investigación para hallar si el glicerol actúa incrementando la cantidad de fluido dentro de las células mas que incrementando la cantidad de fluido circulante. Aunque la explicación metabólica para la mejora del rendimiento (e.g., la utilización de glicerol para proveer de mas glucosa sanguínea) parece estar descartada por las pequeñas cantidades de glicerol requeridas para la eficacia de la hidratación, aun queda el enigma de cómo las diferencias relativamente pequeñas en la extensión de la hidratación reportada en algunos estudios resultaron en beneficios

relativamente grandes para el ejercicio de resistencia. Vale la pena reiterar que los beneficios sean probablemente grandes solamente si el ejercicio resulta en una deshidratación substancial. La confianza completa en la técnica vendrá solamente con un mayor conocimiento de la forma en que actúa el glicerol y de donde van el glicerol y el agua en el cuerpo.

NOTA DEL EDITOR

Mary Ann Wallace y Will Hopkins

El autor señaló la necesidad de tests de rendimiento que simulen los eventos competitivos. Un miembro del equipo de Sportscience, Dave Martin, nos ha escrito recientemente acerca de un estudio sobre el glicerol realizado en el Instituto Australiano del Deporte, donde se utilizó dicha evaluación. Su comentario fue el siguiente:

Comentarios Adicionados luego de la Aceptación para la Publicación

David T Martin PhD

Departamento de Fisiología y Nutrición Aplicada, Instituto Australiano del Deporte, Canberra, Australia; Miembro del equipo de Sportscience. 15 de Enero de 1998.

Un grupo del AIS (S. Hitchins, L. Burke, K. Fallon, K. Yates, A.Tatterson, G.P. Dobson y yo) halló que la hiperhidratación con glicerol mejoró el rendimiento en ciclismo de resistencia en un ambiente caluroso y húmedo. Utilizamos un diseño doble ciego cruzado, en el cual ocho ciclistas competitivos completaron una prueba máxima de laboratorio de 60 minutos con y sin glicerol. Nuestro estudio difirió de aquellos reportados en la revisión realizada por Rob Robgers de dos maneras. Primero, nosotros utilizamos un test de duración constante en lugar de un test a potencia constante hasta el agotamiento. Segundo, nuestro protocolo difirió del protocolo recomendado por Montner y cols (1996) en que nuestro sujetos se hiperhidrataron una sola vez, 2.5-2.0 horas previamente al comienzo del ejercicio.

Cada prueba fue precedida por la ingesta tanto de una solución a base de glicerol (1.0 g/kg en 22 ml/kg de una bebida deportiva Isosport) o una solución de placebo (volumen igual de la bebida Isosport). La prueba implicó una fase de 30 minutos a una producción de potencia fija seguida por una fase de 30 minutos con potencia variable. El rendimiento en ciclismo indicado por la cantidad total de trabajo en los 60 minutos fue 2.4% mayor en la prueba con glicerol. No parece que el glicerol afectara la temperatura rectal, la tasa de sudoración, la concentración de lactato o el volumen plasmático durante la prueba, y no hubo quejas sobre molestias estomacales.

Yo acuerdo con el autor y con los revisores en que es necesaria mayor investigación par explicar como el hiperhidratación con glicerol mejora el rendimiento en condiciones calurosas y húmedas. También se deberían estudiar a los corredores, debido a que la hiperhidratación para estos atletas representa un peso extra que puede compensar las ganancias observadas en los ciclistas.

REFERENCIAS

1. Frank, M.S.B., Nahata, M.C., Hilty, M.D (1981). Glycerol: a review of its pharmacology, pharmacokinetics, adverse reactions, and clinical use. *Pharmacotherapy, 1, 147-160.*
2. Freund, B.J., Montain, S.J., Young, A.J., Sawka, M.N., DeLuca, J.P., Pandolf, K.B., Valeri, C.R (1995). Glycerol hyperhydration: hormonal, renal, and vascular fluid responses. *Journal of Applied Physiology, 79, 2069-2077*
3. Koenigsberg, P.S., Martin, K.K., Hlava, H.R., Riedesel, M.L (1995). Sustained hyperhydration with glycerol ingestion. *Life Sciences, 5, 645-653*
4. Latzka, W.A., Sawka, M.N., Montain, S.J., Skrinar, G.S., Fielding, R.A., Matott, R.P., and Pandolf, K.B (1997). Thermoregulatory effects during compensable exercise-heat stres. *Journal of Applied Physiology, 83, 860-866*
5. Lyons, T.P., Riedesel, M.L., Meuli, L.E., 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*
6. Montner, P., Stark, D.M., Riedesel, M.L., Murata, G., Robergs, R.A., Timms, M., Chick, T.W (1996). Pre-exercise glycerol hydration improves cycling endurance time. *International Journal of Sports Medicine, 17, 27-33*
7. Murray, R., Eddy, D.E., Paul, G.L., Seifert, J.G., Halaby, G.A (1991). Physiological responses to glycerol ingestion during exercise. *Journal of Applied Physiology, 71, 144-149*
8. Noakes, T.D (1993). Fluid replacement during exercise. *Exercise Sport Science Review, 21, 297-330*

9. Riedesel, M.L., Allen, D.Y., Peake, G.T., Al-Qattan, K (1987). Hyperhydration with glycerol solutions. *Journal of Applied Physiology, 63, 2262-2268*
10. Robergs, R.A. and Griffin, S.E (1997). Glycerol: biochemistry, pharmacokinetics, clinical and applied applications. *Sports Medicine*
11. Sawka, M.N., Latzka, W.A., Montain, S.J., Skrinnar, G.S., Fielding, R.A., and Pandolf, K.B (1997). Hyperhydration: Thermal and cardiovascular effects during uncompensable exercise-heat stress. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 29, Abstract 760*

Cita Original

Robergs, R.A. Glycerol hyperhydration to beat the heat?. Sportscience Training & Technology http://www.sportsci.org/traintech/glycerol/rar.htm, 1998.