

Sudoración, deshidratación y prevención del golpe de calor

Sweating, dehydration, and heat stroke prevention

Ildefonso Alvear-Ordenes

Laboratorio de Fisiología Aplicada (FISAP). Instituto de Biomedicina (IBIOMED) y Departamento de Ciencias Biomédicas. Universidad de León.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00037

En el sistema termorregulador, las glándulas sudoríparas responden a una interrelación fisiológica compleja entre el sistema nervioso central, el sistema cardiovascular y la piel. En reposo el 80% del calor se disipa por conducción, convección y radiación. Cuando la temperatura ambiente supera la de la piel, $\sim 32^{\circ}\text{C}$, estos mecanismos dejan de ser tan eficaces y el cuerpo comienza a secretar sudor, asumiendo la evaporación el 80% del calor disipado. Mantener un equilibrio de la temperatura corporal es necesario para el correcto funcionamiento del organismo y, cuando la temperatura interna aumenta en más de un par de grados, habrá consecuencias fisiológicas importantes que incluso podrían hacer peligrar la vida.

Para mantener una temperatura interna normal ($36,8 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$), se requiere que la piel se encuentre a una temperatura máxima de 35°C , para así producir un adecuado gradiente de temperatura desde el núcleo hasta la piel. En este mecanismo, el aumento de la humedad relativa del aire provocará una merma progresiva e importante sobre la propia evaporación del sudor. Estos efectos pueden ser compensados por el viento, que facilita la evaporación y su efecto radiador. De todas maneras, y sin considerar las situaciones ambientales, son muy pocos los ejercicios que por sí solos producen una velocidad del viento adecuada para ello; como sucede con el ciclismo.

En cualquiera de las condiciones observadas anteriormente, la hidratación es básica. Esto es una realidad. Hace casi 80 años atrás, ya se habían observado los efectos del rendimiento físico en ambiente caluroso, mostrando la necesidad de una ingesta de líquidos para suplir las pérdidas por sudor¹. Hay que considerar, también, que existen diferencias notables en la hidratación diaria (0,74 L/día a 2,70 L/día) entre los adultos jóvenes sanos². Además, se ha observado que en el deporte no se produce la misma eficiencia en la hidratación durante el ejercicio continuo que en el intermitente; siendo más eficiente en este último³. De forma cíclica, las entidades científicas actualizan estos

conocimientos, por lo que existen bastantes recomendaciones sobre la hidratación, la euhidratación y la hidratación con suplementación, incluso en ambientes especiales⁴. Cabe destacar la existencia de recomendaciones específicas para evitar las patologías asociadas al calor provocadas por el esfuerzo⁵.

En situaciones de estrés térmico por calor, el aumento de la actividad en el sistema vasodilatador es responsable del 80% al 90% del aumento del flujo sanguíneo a la piel. Durante el ejercicio, el suministro de sangre hacia los músculos activos y el flujo de sangre hacia la piel para disipar calor, entran en conflicto; ambos son importantes en la regulación térmica, la regulación de la tensión arterial, para cubrir las necesidades metabólicas, así como en la homeostasia cardiovascular. Estas afectaciones, parecen estar asociadas a la deshidratación cuando la pérdida de agua es mayor al 2%, 2-3% o 4% de la masa corporal. Por ello, el ejercicio en condiciones de deshidratación, especialmente en ambiente caluroso, puede incrementar el riesgo de patologías por calor, incluido el golpe de calor. Sin embargo, a partir de estudios realizados en más de 5.000 soldados, sólo el 17% de los casos estaban asociados a la deshidratación⁶. El golpe de calor parece estar más asociado a otros factores como la aclimatización al calor, medicamentos, predisposición genética y lesiones^{4,6}. Se ha observado también que la incidencia del golpe de calor ha tenido un marcado aumento a partir de los años 80. Sólo en USA, entre los años 2006 al 2010, se han atribuido más de 3.300 muertes por esta causa.

En reposo, la orina representa la mayor forma de eliminación de líquido, seguida por la piel, la respiración, la materia fecal y el sudor. Pero en el ejercicio, en ambiente caluroso o en la combinación de ambos, la situación se invierte totalmente. Existe un gran interés por conocer y buscar biomarcadores que representen tanto la hidratación como la deshidratación. Estos biomarcadores los podemos encontrar recogiendo muestras de orina (osmolalidad, gravedad específica, color,

Correspondencia: Ildefonso Alvear-Ordenes

E-mail: ialvor@unileon.es

volumen; consideradas mediciones no invasivas)⁴ o de plasma/ suero (osmolalidad, vasopresina, ...). Biomarcadores que son considerados de importancia, tanto como la propia medición de la diferencia en la masa corporal^{3,4}.

La deshidratación inducida por la sudoración no sólo provoca cambios en estos marcadores sino una pérdida de electrolitos que deben ser recuperados, como por ejemplo puede ser el sodio^{4,5}. Ahora bien, la sudoración durante ejercicio también permite eliminar cantidades importantes de amoniaco, urea y lactato, entre otros residuos metabólicos.

La deshidratación puede poner en riesgo la vida, y no sólo afecta al deportista sino también a las poblaciones vulnerables. Para estas poblaciones la situación empeora debido al cambio climático. Están aumentando progresivamente las zonas geográficas que alcanzan temperatura de bulbo seco por encima de los 33°C o 35°C⁷.

El punto de estabilidad de nuestro supuesto centro termorregulador, en la cara anterior del hipotálamo, parece cambiar su punto de control en algunas condiciones (fiebre o golpe de calor). Es importante señalar, que no queda claro que nuestro hipotálamo sea el único centro integrador o controlador que determine la estabilidad de nuestra temperatura. Se ha planteado la existencia de centros independientes, incluido el hipotálamo, que con sus propias ramas aferentes y eferentes logran coordinarse alrededor de una variable común que es la temperatura corporal^{8,9}. Es posible, que con el tiempo el modelo termorregulador clásico¹⁰ se modifique bastante.

En un ejercicio prolongado en ambiente caluroso por un periodo largo de tiempo, la producción de sudor disminuirá y se incrementará la temperatura corporal, con vasodilatación cutánea, disminución de la volemia, del flujo renal y de la hormona antidiurética; un fenómeno que se ha denominado como 'Fatiga por sudor' y que disminuirá la capacidad de respuesta al ejercicio. El bajo volumen sanguíneo provocará una irrigación muscular ineficiente, fatiga intensa, con aumento de la FC, disminución de la sudoración y un elevado riesgo de hipertermia, síncope cardíaco y riesgo de muerte. Si bien la temperatura modifica la respuesta vagal del corazón, la utilización de la frecuencia cardíaca como una variable control no nos permite identificar la fatiga sudoral.

En los últimos 30 años se ha desarrollado la tecnología en biosensores. El uso de biosensores no invasivos para ser ubicados directamente sobre la piel, aprovechando las características eléctricas de superficie y/o la propia composición del sudor, no es una idea muy nueva. Vale la pena recordar que, aunque estamos muy acostumbrados a él, el pulsómetro es un biosensor. En los últimos años, los estudios en biosensores se han disparado, publicando una media de más de 60 artículos por año. Desde los años 90, uno de los primeros trabajos en biosensores, se inició con la puesta a prueba de un ineficiente biosensor para aminoácidos y otro para L-lactato¹¹.

Muchos de los biosensores desarrollados buscan el diagnóstico o el cribado de patologías, como es el caso de los parches sensibles a la glucosa. Estos biosensores pueden ser integrados a productos o prendas textiles, también pueden diseñarse como diferentes modelos de parches o sistemas encapsulados que cubren la piel. Algunos estudios de biosensores asociados a la actividad física son destacables, como el sistema de registro de ECG bipolar. Éste utiliza un sistema similar a unos cascos para los oídos, permitiendo, además, posibles registros de índice sudoral, pH y lactato¹². En otro estudio, se han utilizado nanopartículas integradas en una base de filtro normal, que ha sido diseñado para medir el índice de sudoración, así como su pérdida¹³.

Cuando estos artilugios alcancen un grado de miniaturización y autonomía suficientes, podrán permitir controlar al deportista durante la realización de su actividad deportiva. Ciertamente, existen protocolos de tratamientos contra el golpe de calor, pero la llave del problema radica en buscar métodos de detección para evitar que se produzca.

Bibliografía

1. Pitts GC, Johnson RE, Consolazio FC. Work in the heat as affected by intake of water, salt and glucose. *Amer J Physiol*. 1944;142(2):253-9.
2. Perrier E, Vergne S, Klein A, Poupin M, Rondeau P, Le Bellego L, et al. Hydration biomarkers in free-living adults with different levels of habitual fluid consumption. *Br J Nutr*. 2013;109(9):1678-87.
3. Rivera-Brown AM, Ramírez-Marreno FA, Frontanés J, Rosario RA, Hernández OJ. Sweating and core temperature in athletes training in continuous and intermittent sports in tropical climate. *Arch Med Deporte*. 2019;36(2):86-91.
4. Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ, Stachenfeld NS. Medicine position stand. Exercise and fluid replacement American College of Sports. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(2):377-90.
5. Casa DJ, DeMartini JK, Bergeron MF, Csillan D, Eichner ER, Lopez RM, et al. National Athletic Trainers' Association Position Statement: Exertional Heat Illnesses. *J Athl Train*. 2015;50(9):986-1000. Erratum en: *J Athl Train*. 2017;52(4):401.
6. Carter R 3rd, Chevront SN, Williams JO, Kolka MA, Stephenson LA, Sawka MN, et al. Hospitalizations and death from heat illness in US Army soldiers, 1980–2002. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37(8):1338-44.
7. Raymond C, Matthews T, Horton RM. The emergence of heat and humidity too severe for human tolerance. *Sci Adv*. 2020;6(19):eaaw1838.
8. Romanovsky AA. Thermoregulation: some concepts have changed. Functional architecture of the thermoregulatory system. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2007;292(1):R37-46.
9. Imeri L. Thermoregulation as a non-unified system: A difficult to teach concept. *Temperature (Austin)*. 2017;19;4(1):1-8.
10. Smiles KA, Elizondo RS, Barney CC. Sweating responses during changes of hypothalamic temperature in the rhesus monkey. *J Appl Physiol*. 1976;40(5):653-7.
11. Laccourreye O, Bernard D, de Lacharrière O, Bazin R, Jouffre V, Brasnu D. Apport des biocapteurs enzymatiques à l' lactate et à acide aminé pour l'analyse du syndrome de Frey. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac*. 1994;111(6):347-52.
12. Gil B, Anastasova S, Yang GZ. A Smart Wireless Ear-Worn Device for Cardiovascular and Sweat Parameter Monitoring During Physical Exercise: Design and Performance Results. *Sensors (Basel)*. 2019;19(7):1616.
13. Parrilla M, Guinovart T, Ferré J, Blondeau P, Andrade FJ. A Wearable Paper-Based Sweat Sensor for Human Perspiration Monitoring. *Adv Healthc Mater*. 2019;8(16): e1900342.

Analizador Instantáneo de Lactato Lactate Pro 2

аркраз
LT-1730

- Sólo 0,3 µl de sangre
- Determinación en 15 segundos
- Más pequeño que su antecesor
- Calibración automática
- Memoria para 330 determinaciones
- Conexión a PC
- Rango de lectura: 0,5-25,0 mmol/litro
- Conservación de tiras reactivas a temperatura ambiente y
- Caducidad superior a un año



Importador para España:

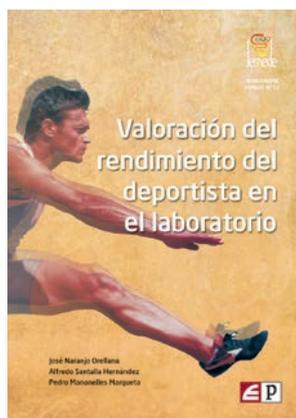


c/ Lto. Gabriel Miro, 54, ptas. 7 y 9
46008 Valencia Tel: 963857395
Móvil: 608848455 Fax: 963840104
info@bermellelectromedicina.com
www.bermellelectromedicina.com

 Bermell Electromedicina

 @BermellElectromedicina

 Bermell Electromedicina



Monografías Femade nº 12
Depósito Legal: B. 27334-2013
ISBN: 978-84-941761-1-1
Barcelona, 2013
560 páginas.



Índice

Foreward
Presentación
1. Introducción
2. Valoración muscular
3. Valoración del metabolismo anaeróbico
4. Valoración del metabolismo aeróbico
5. Valoración cardiovascular
6. Valoración respiratoria
7. Supuestos prácticos
Índice de autores



Dep. Legal: B.24072-2013
ISBN: 978-84-941074-7-4
Barcelona, 2013
75 páginas. Color

Índice

Introducción
1. Actividad mioeléctrica
2. Componentes del electrocardiograma
3. Crecimientos y sobrecargas
4. Modificaciones de la secuencia de activación
5. La isquemia y otros indicadores de la repolarización
6. Las arritmias
7. Los registros ECG de los deportistas
8. Términos y abreviaturas
9. Notas personales

Información: www.femade.es