

# Pérdida de sodio en sudor durante el ejercicio en el calor en atletas: causas y consecuencias

**Anita M. Rivera Brown, Ph.D.**

Directora de la Unidad de Fisiología del Ejercicio, Centro de Salud Deportiva y Ciencias del Ejercicio

Catedrática Asociada de la Escuela de Medicina del Recinto de Ciencias Médicas de la Universidad de Puerto Rico



**El ejercicio prolongado, en especial bajo condiciones de calor y humedad elevados, puede tener un impacto en la pérdida excesiva de líquido y sodio por el proceso de transpiración. El siguiente artículo se ocupa de este problema, que es importante tener presente, sobre todo en lugares como Puerto Rico. Hay que tomar esto en cuenta desde el punto de vista médico y preventivo, sobre todo hoy, cuando se va adquiriendo mayor conciencia del valor del ejercicio y del deporte.**

## Introducción

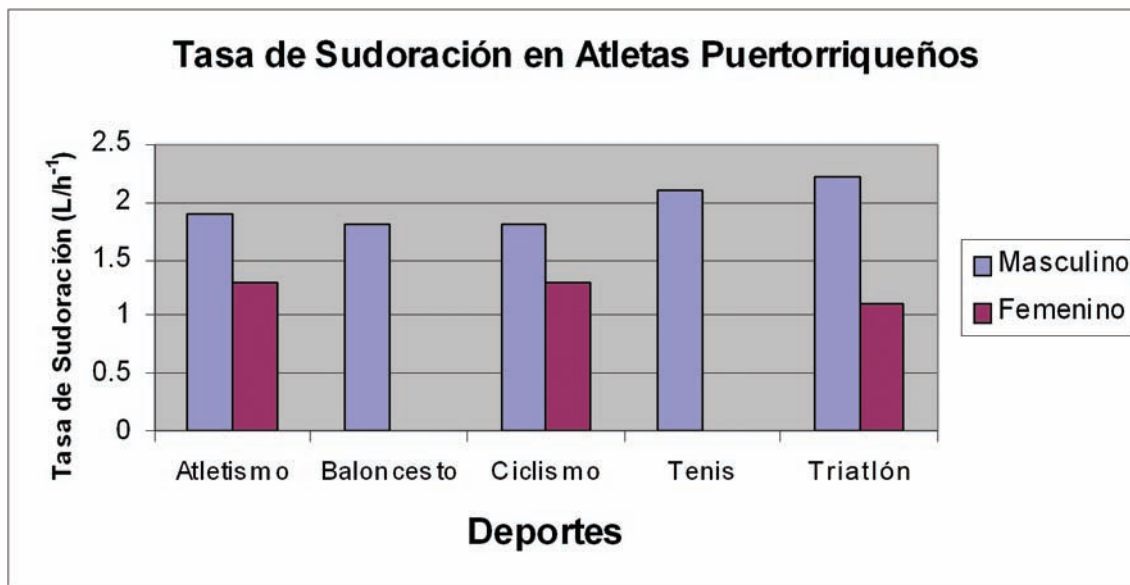
Durante el entrenamiento y la competencia deportiva de larga duración en ambiente caluroso y húmedo, es común que los atletas pierdan una gran cantidad de líquido en el sudor, que podría ser tan alto como 2.5 litros por hora. Las altas tasas de sudor pueden contribuir a una pérdida alta de sodio en atletas que participan en deportes de resistencia en ambientes calurosos y sudan profusamente durante horas.

## Importancia

Los atletas y entrenadores pueden beneficiarse de saber cómo las altas tasas de sudoración y la pérdida de sodio pueden afectar el rendimiento deportivo.

Datos recopilados en la Unidad de Fisiología del Ejercicio del Centro de Salud Deportiva y Ciencias del Ejercicio del Recinto de Ciencias Médicas de la UPR indican que, en atletas puertorriqueños que participan en deportes de larga duración la tasa de sudoración para las féminas es en promedio de 1.2 litros por hora y para los varones es de 2 litros por hora (ver figura siguiente).





### Concentración de sodio

La concentración de sodio en sudor puede variar entre 20 mmol/l a 70 mmol/l, con un valor promedio reportado de 35 mmol/l. Los atletas que presentan valores en el rango superior se clasifican comúnmente como atletas con “sudor salado” o *salty sweaters* y pueden sufrir déficit de sodio que puede conducir a calambres musculares, hipovolemia e hiponatremia.

### Consecuencias de pérdida de sodio

Cuando la pérdida de sodio no es compensada durante el ejercicio mediante la ingesta de alimentos o líquidos, puede ocurrir una disminución en la concentración de sodio que rodea las terminaciones nerviosas de los músculos esqueléticos y provocar calambres musculares, con el consiguiente efecto perjudicial sobre el rendimiento físico. Atletas que practican deportes de larga duración como el triatlón, carreras de larga distancia, el ciclismo de larga distancia, el fútbol y el *hockey* son particularmente propensos a la deshidratación, calambres musculares, y otros problemas de salud relacionados con el ejercicio en ambiente caluroso. También están en riesgo los atletas que participan en deportes de alta intensidad de carácter intermitente, como el tenis, la esgrima y el judo, debido al estrés metabólico combinado con el calor ambiental y/o el estrés térmico causado por la cantidad y el tipo de ropa usada durante el entrenamiento y la competencia.

### Factores relacionados con la pérdida de sodio

La tasa de sudoración y la concentración de sodio en el sudor se ven influenciados por varios factores.

Estos factores incluyen:

- La intensidad del ejercicio
- El tipo de ejercicio
- El género
- El nivel de aclimatación al calor
- La genética
- El nivel de calor
- La humedad ambiental

Es beneficioso para los deportistas saber cuánto sudan durante el ejercicio en diferentes condiciones ambientales. De este modo podrán estimar la cantidad de líquido y sodio que necesitan consumir en las bebidas y prevenir los efectos nocivos de la deshidratación o la sobrehidratación que conducen a un deterioro del rendimiento y al aumento del riesgo de enfermedades por calor y colapso durante el ejercicio.

### Efecto de la intensidad del ejercicio

La mayor parte del sudor es agua, y también contiene electrolitos en concentraciones variables. Se ha demostrado en repetidas ocasiones que la concentración

de sodio en sudor aumenta proporcionalmente a la tasa de sudor. Esto se debe a que el sudor pasa a través de la glándula de sudor a un ritmo más rápido y hay menos tiempo para la reabsorción de sodio en el ducto de la glándula. Como consecuencia, el sudor que sale a la piel tiene una mayor concentración de sodio. En las sesiones de entrenamiento intenso y durante ejercicio de duración prolongada, los atletas pierden más sodio en el sudor, debido al aumento en la tasa de sudoración asociado con el aumento de la producción de calor metabólico en comparación con el ejercicio de menor intensidad o duración.

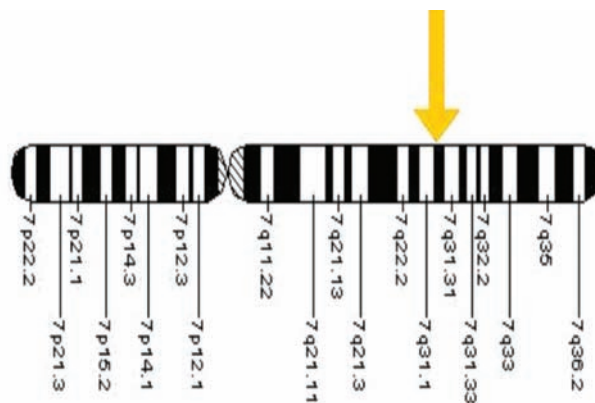
### Efecto de la aclimatación al calor

La exposición prolongada a un ambiente caluroso induce adaptaciones en las glándulas de sudor que se traducen en una mayor tasa de sudor y en baja concentración de sodio en el sudor. El hecho de vivir (sin hacer ejercicio) en un ambiente caluroso confiere algunas adaptaciones, pero el entrenamiento intenso en el calor causa la mayor adaptación fisiológica. Este proceso de adaptación incluye una mayor capacidad de respuesta de la glándula del sudor a la aldosterona, secretada en respuesta al ejercicio en el calor y al déficit de sodio. Una persona no aclimatada al calor puede presentar una concentración de sodio en el sudor mayor de 60 mmol/l y en atletas que se exponen frecuentemente al calor el valor puede ser tan bajo como 10 mmol/l.

### Factores genéticos

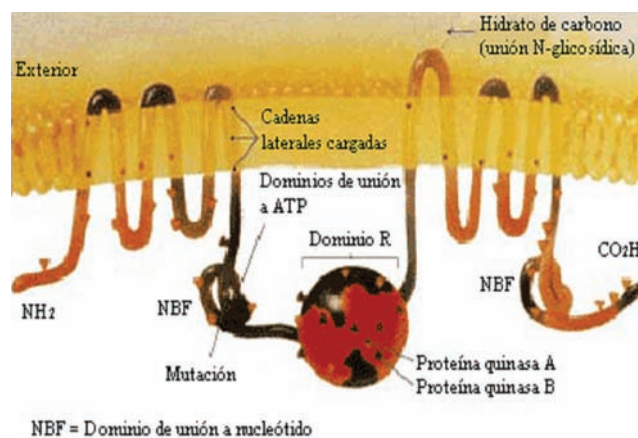
Algunos deportistas pueden presentar una concentración alta de sodio en sudor, incluso con bajas tasas de sudoración, ya que pueden tener anomalías en el canal responsable de la reabsorción de cloro en las glándulas de sudor debido a defectos en el gen *cystic fibrosis transmembrane conductance regulator* (CFTR) o regulador de la conducción transmembranosa de la fibrosis quística localizado en el cromosoma 7q31.

Este gen codifica una proteína que forma un canal de cloro y regula el transporte de cloro principalmente en la membrana apical de las células epiteliales exocrinas incluyendo las glándulas de sudor. Debido a que el canal de cloro está defectuoso, el cloro no es reabsorbido de nuevo en el ducto de sudor. Si queda más cloro en el ducto, sale más cloro en el sudor a través de la piel. Aunque los canales de sodio no se ven afectados, la carga



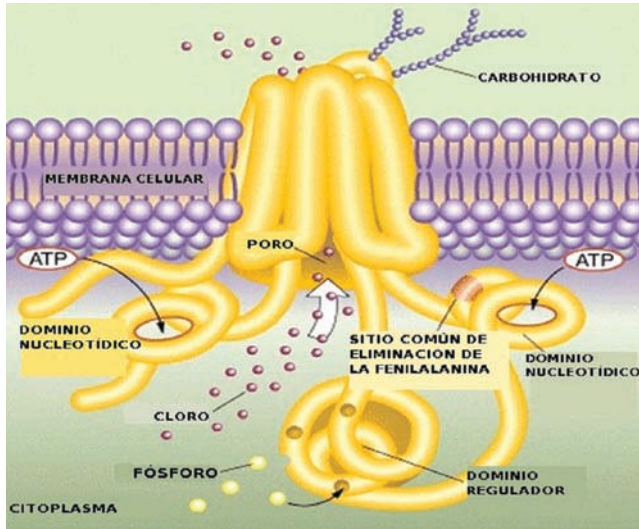
Localización citogenética: 7q31.2.  
National Institutes of Health

eléctrica del cloro atrapa al sodio en el ducto de la glándula de sudor, evitando su reabsorción y, por consiguiente, la concentración de sodio en el sudor también es elevada en las personas con defectos de CFTR.



CFTR, National Institute of Health

La fibrosis quística, un trastorno autosómico recesivo causado por mutaciones en el gen CFTR, se puede diagnosticar con una prueba de sudor. Si la concentración de cloro es mayor de 60 mmol/l, la prueba es positiva y si es menor de 40 mmol/l, es negativa. Personas con defectos en el canal de cloro presentan valores de concentración de sodio en el rango de 70-90 mmol/l. Los defectos en el gen CFTR pueden dar lugar a una disfunción aislada en las glándulas de sudor y concentraciones elevadas de cloro y sodio en el sudor aun en la ausencia de fibrosis quística.



Representación esquemática de la CFTR.  
Majofab, GNU Free documentation license, WC

Se ha estimado que una de cada 20 personas de raza blanca tiene un gen CFTR anormal y es heterocigoto para la fibrosis quística o portador sano. Los atletas que son homocigotos o heterocigotos para las mutaciones del gen CFTR pueden estar “genéticamente programados” para una elevada pérdida de sodio en sudor y deshidratación hiponatémica similar a los pacientes con fibrosis quística. Un alto nivel de excreción de sodio está asociado con la deshidratación y los calambres musculares, que podrían afectar la salud óptima de los deportistas. La prevalencia de esta anomalía genética en los atletas élite no se conoce.

### Diferencias entre hombres y mujeres

En general, los niños y las mujeres tienen menores tasas de sudoración y su concentración de sodio en el sudor es menor que en los hombres.

### Estudio de investigación en Puerto Rico

La Unidad de Fisiología del Ejercicio del Centro de Salud Deportiva y Ciencias del Ejercicio planifica un estudio de investigación para examinar factores relacionados con la tasa de sudoración y pérdida de sodio en el sudor en atletas élite. En este estudio, se evaluará el efecto de la aclimatación al calor, la intensidad de ejercicio y factores genéticos y del género, en la tasa de sudoración y la concentración de sodio en el sudor durante el entrenamiento en ambiente caluroso y húmedo. Este estudio se llevará a cabo con atletas

de diferentes países en los XXI Juegos Centro Americanos y del Caribe a celebrarse en Mayagüez, Puerto Rico, en el verano de 2010.

### Conclusión

Se reconoce que la importancia del ejercicio y la actividad física son cada vez más grandes. Así en casos de realizarse ejercicio prolongado en lugares calurosos y húmedos, es importante evaluar y definir las características personales del sudor y la pérdida de sodio. De esta manera se logrará un mayor beneficio del ejercicio y se evitarán las consecuencias desagradables que pueden llevar a un deterioro en la actividad física, capaz de afectar su continuidad.

### Referencias

1. Casa DJ, Armstrong LE, Hillman SK, Montain SJ, R.V. Reiff RV, Rich BSE, Roberts WO, and Stone JA. National Athletic Trainers' Association position statement: Fluid replacement for athletes. *J Athl Train* 35: 212-224, 2000.
2. Eichner ER. Genetic and other determinants of sweat sodium. *Curr Sports Med Rep* 7: S36-S40, 2008.
3. Rivera-Brown AM, Gutierrez R, Gutierrez JC, Frontera WR, and Bar-Or O. Drink composition, voluntary drinking, and fluid balance in exercising, trained, heat-acclimatized boys. *J Appl Physiol* 86: 78-84, 1999.
4. Rivera-Brown AM, Ramirez-Marrero FA, Wilk B, and Bar-Or O. Voluntary drinking and hydration in trained, heat-acclimatized girls exercising in a hot and humid climate. *Eur J Appl Physiol* 103: 109-116, 2008.
5. Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ, and NS. S. American College of Sports Medicine Position Stand: Exercise and Fluid Replacement *Med Sci Sports Exerc* 37:377-390 2007.

