

Monograph

# Hidratación en el Maratón: Utilizar la Sed como Indicador de un Aporte Seguro de Fluidos

Timothy D Noakes

*Department of Human Biology, University of Cape Town, Sports Science Institute of South Africa, Cape Town, Sudáfrica.*

## RESUMEN

Los ancestros primitivos del hombre vivían cazando al calor del medio día en la seca sabana africana y desarrollaron adaptaciones biológicas favorables que les permitían correr durante mucho tiempo en condiciones de calor. Entre estas adaptaciones fisiológicas se encontrarían la capacidad de sudar profusamente para mantener la temperatura del cuerpo baja, al correr durante 4-6 horas en condiciones de calor seco, la ausencia de consecuencias adversas al desarrollar déficits leves o moderados de fluidos provocados por las pérdidas de sudor durante la caza, un mecanismo de sed basado en la osmolalidad plasmática y la capacidad de "superar la sed" (para tolerar los efectos psicológicos deletéreos y otros efectos de la sed severa). A comienzos de 1970, la recomendación sobre la ingestión de fluidos era no beber durante el ejercicio y es consistente con esta interpretación. En 1996, las recomendaciones eran, "es necesario estimular a los individuos para que consuman la cantidad máxima de fluidos durante ejercicio que puedan tolerar sin padecer incomodidad gastrointestinal, hasta una proporción equivalente a la pérdida a través del sudor", y algunos interpretaron esto como "beber tanto como puedan tolerar." Este artículo sostiene que los seres humanos han sido diseñados para beber solo lo necesario para mantener la osmolalidad del plasma, no necesariamente el peso corporal, tanto en reposo como durante el ejercicio. Beber para mantener el peso corporal puede afectar el rendimiento físico induciendo un exceso de peso y puede aumentar la probabilidad de hiponatremia asociada al ejercicio en corredores de maratón lentos.

**Palabras Clave:** deshidratación, agua corporal, hiponatremia, sudoración

## INTRODUCCION

Antes de 1969, los corredores de maratón recibieron recomendaciones en contra de beber durante el ejercicio. [1]. No hay ninguna evidencia publicada acerca de que ellos sufrieran como resultado. Cuando el ciclista Tom Simpson, consumiendo anfetaminas para mejorar su rendimiento, murió como resultado de un golpe de calor mientras ascendía el Monte *Ventoux* durante las 13ra etapa del Tour de France de 1967 [2], las recomendaciones aceptadas para los ciclistas no habían cambiado y planteaban que: "Evitar beber durante la carrera, sobre todo en climas calurosos. Beber tan poco como fuera posible y líquidos no demasiado fríos. Es sólo una cuestión de fuerza de voluntad. Cuando usted bebe demasiado usted transpirará y perderá su fuerza... Cuatro botellas pequeñas para una etapa larga (del Tour), está mal visto" [2] (página 180). Más bien, se introdujeron en el deporte los controles "anti-dopping". Así, la imposibilidad de beber mucho durante el ejercicio no era considerado peligroso por los organizadores del Tour en ese momento.

No hay ninguna evidencia concluyente acerca de que atletas que bebiendo poco durante el ejercicio desarrollaran complicaciones médicas específicas [3] y la capacidad de sudar profusamente mientras se realizan ejercicios en

condiciones de calor es uno de los determinantes más importantes de la evolución humana. El entomólogo de termas y corredor de ultramaratones Bernd Heinrich [4] planteó la teoría que los seres humanos evolucionaron específicamente para realizar ejercicios prolongados en el calor: "El hecho que nosotros, como los animales adaptados a la sabana, tengamos tales respuestas de sudoración hipertrofiadas implica que, si somos naturalmente tan derrochadores con el agua, esto sólo puede ser a causa de alguna ventaja muy grande. La ventaja más probable es que nos permite realizar ejercicios prolongados en el calor. Nosotros no necesitamos una respuesta de sudoración para superar a los predadores porque esto requiere tener una capacidad de realizar esprint cortos y rápidos, dónde acumular una carga de calor, al igual que una carga de ácido láctico es aceptable. Nosotros necesitamos sudar para continuar corriendo durante el calor del día, momento en el cual la mayoría de los predadores se retira a la sombra." (página 174).

Subsecuentemente los primeros humanos probablemente corrían en condiciones en donde el agua era escasa, parece muy probable que esta capacidad evolutiva también deba haber incluido la capacidad para conservar las reservas de agua y resistir las consecuencias adversas de desarrollar un déficit de agua. Heinrich [4] señaló que los cazadores-recolectores modernos, como los Kung San Bushmen de Sudáfrica del Sur, no "llevan ni comida ni agua con ellos (en eventos de caza de 30 km en el calor) porque eso perjudica su capacidad para viajar." (página 180).

La Conferencia sobre Maratón de 1976 en Nueva York, incluyó sólo referencias ligeras sobre el rol del consumo de fluidos durante el ejercicio. Por ejemplo, el artículo de Nadel et al. [5] que lleva como título: "Defensas fisiológicas contra la hipertermia del ejercicio" no incluyó ninguna referencia sobre la ingesta de fluidos, pero planteó que "se ha demostrado que la deshidratación moderada... produce una temperatura interna estable que es mayor a la de las condiciones de hidratación normal durante el ejercicio"[5], haciendo referencia al trabajo de Greenleaf y Castle [6] y Nielsen et al. [7]. Así, aunque Nadel et al. [5] observaron que la temperatura rectal en estado estable era más alta en aquellos que no bebían durante el ejercicio, no plantearon ninguna recomendación específica acerca del consumo de fluidos durante el ejercicio. Sin embargo, el artículo de Wyndham [8] incluyó la afirmación (no aprobada por mi valoración) "La deshidratación afecta materialmente la capacidad del cuerpo humano de regular la temperatura corporal. Esto ha sido bien observado en los estudios de mi laboratorio. Esos corredores que bebieron una cantidad de agua suficiente para mantener su deshidratación <3% de masa corporal tenían una temperatura rectal de alrededor de 38.5°C al final de una carrera de 30km, en aquellos que no lo hicieron, se observó una correlación positiva significativa entre el aumento en la temperatura rectal y la magnitud de la deshidratación." (página 132).

Con respecto a los requisitos diarios de fluidos y de electrolitos en atletas, Costill [9] escribió que, "en general, parece que las grandes pérdidas de sudor producidas durante el entrenamiento y las competencias de maratón son toleradas adecuadamente por los corredores, con ajustes concomitantes en la distribución de agua y electrolitos de los compartimientos de fluidos del cuerpo del corredor. A pesar de la excreción regular de iones en el sudor, la gran ingesta de calorías y la conservación renal de Na<sup>+</sup> de los corredores minimiza la amenaza de deshidratación crónica y/o de deficiencias de electrolitos" (las comillas fueron agregadas por el autor) [página 173].

Yo creo que los eventos mas importantes que favorecieron el planteo de nuevos lineamientos para la ingestión de fluidos durante las maratones después de 1976 fueron: (i) el desarrollo en 1965 de la primera bebida deportiva en Florida por Cade et al., [10] quién creía que las pérdidas de fluidos a través del sudor durante el ejercicio provocaban pérdida del volumen sanguíneo circulante lo que "afectaba adversamente la capacidad del cuerpo de disipar el calor y pueden, de hecho, ser de suma importancia en la génesis del golpe de calor", (página 176); y (ii) el trabajo de Wyndham,[8] quién afirmó que "a deshidratación" por sudor pone a las personas en riesgo de sufrir golpes de calor a menos que beban lo suficiente para mantener la deshidratación en valores <3%, y sobre todo <5-6%, durante el ejercicio.

Estas ideas reemplazaron el concepto histórico que los humanos tienen una capacidad esencialmente incomparable de sudar y por lo tanto de regular la temperatura corporal durante los ejercicios en condiciones calurosas. Más bien, la nueva percepción fue que sudar, por lo menos hasta un valor >3% de deshidratación, aumenta el riesgo de sufrir complicaciones médicas durante el ejercicio, también generó un nuevo modelo cardiovascular de regulación térmica durante el ejercicio. Este modelo sostiene que la función cardiovascular se ve afectada por la "deshidratación" que limita la capacidad del ser humano de regular la temperatura durante el ejercicio. Así, la pérdida de fluidos a través del sudor produce "tensión cardiovascular", que conduce a retención de calor provocada por un menor flujo de sangre cutáneo que es el resultado de la falla cardiovascular.

Sin embargo, este modelo parece improbable. El sudor está regulado por el sistema nervioso simpático, no por el sistema cardiovascular, y no se ha demostrado que esté afectado en atletas que no beben durante el ejercicio habitual [11], sin embargo, estos y otros autores han demostrado que el inicio y la sensibilidad del sudor son afectados paso a paso con la deshidratación. Tampoco está demostrado que el pequeño aumento en la temperatura central que se observa en quienes se han deshidratado durante el ejercicio se deba a alguna reducción en el gasto cardíaco. [7]

El 1992 un estudio de Montain y Coyle [11] fue ampliamente interpretado como prueba que atletas que no bebían a una

tasa para equiparar la sudoración durante el ejercicio, estaban en desventaja ya que finalizaban el ejercicio con temperaturas corporales (ligeramente) elevadas y mayores frecuencias cardíacas. En respuesta a este y a otros informes, las declaraciones del Colegio Americano de Medicina del Deporte en 1996 sobre las bebidas durante el ejercicio fueron sustancialmente diferentes de las recomendaciones previas de 1970. Estas recomendaciones se basaron en tres supuestos fundamentales

1. "... los individuos deben ser estimulados para consumir la cantidad máxima de fluidos durante el ejercicio que puedan tolerar sin sufrir incomodidad gastrointestinal hasta una proporción de fluidos equivalente a la pérdida por sudor" [12] sin referencia a la percepción de sed para optimizar el rendimiento de los atletas y minimizar sus riesgos para la salud.

2. "Está claro que la percepción de sed, un índice imperfecto de la magnitud de déficit de fluidos, no puede ser utilizada para proporcionar la recuperación completa del agua perdida a través del sudor. De esta manera, los individuos que realizan ejercicio prolongado de alta intensidad deben confiar en estrategias tales como supervisar la pérdida de peso corporal y los volúmenes de fluido ingeridos durante el ejercicio en proporción similar a la que se perdió por sudar, es decir reducción del peso corporal para asegurar la recuperación completa de fluidos " [12] (con énfasis). Algunos interpretaron esto como que beber según los dictados de la sed producía "deshidratación" lo que perjudicaría el rendimiento físico y promovería el riesgo de sufrir problemas de salud y no tiene en cuenta el creciente número de corredores lentos que se tomaron el tiempo para ingerir volúmenes grandes de fluido.

3. El intervalo de ingesta de fluidos de 600 a 1200 mL/hora dado como referencia para mantener una fuente estable de glucosa durante el ejercicio prolongado, no como un volumen recomendado para la recuperación de lo perdido a través del sudor, fue interpretado como una recomendación universal para las proporciones de restitución de fluidos para todos los atletas, sin tener en cuenta el género, masa, área superficial, nivel de aptitud física, aclimatación, tasa de sudoración, intensidad de ejercicio o las condiciones medioambientales en que ellos realizan ejercicio.

¿Cuál es la evidencia que se encuentra por detrás de estas afirmaciones? Primero, el estudio de Montain y Coyle [11] no midió los efectos de beber diferentes proporciones sobre el rendimiento físico. Tampoco otros estudios han efectuado controles sobre los efectos del exceso de peso que se producen sobre el rendimiento durante las actividades de manejo de peso al beber fluido extra "para reemplazar todo el peso perdido durante el ejercicio."

Segundo, estas conclusiones generalmente se basan en los resultados de estudios en que los sujetos no beben nada o beben una cantidad suficiente "para restituir todo el peso perdido como sudor". Sin embargo, un principio fundamental de la investigación clínica es que la nueva intervención (en este caso "beber para restituir todo el peso perdido como sudor") debe ser comparada con la práctica habitual que es beber *ad libitum* (como uno guste) en lugar de nada en absoluto. Los estudios futuros deben plantear comparaciones entre estos grupos en el laboratorio y en el campo. Una revisión de todos los estudios publicados actualmente [13] demuestra que beber *ad libitum* produce resultados al menos equivalentes a beber "para restituir todo el peso perdido a través del sudor".

Tercero, los peligros médicos de la "deshidratación" sólo pueden ser determinados a partir de estudios clínicos aleatorizados, controlados, en los que los sujetos realicen ejercicios bajo las mismas condiciones mientras beben diferentes cantidades. Sólo si algunos sujetos desarrollan las condiciones médicas cuando beben "para restituir todo el peso perdido a través del sudor" se puede establecer un vínculo causal entre la deshidratación y el desarrollo de esas condiciones médicas específicas demostradas. Sin embargo, nunca se han realizado tales estudios. Más bien, las conclusiones a menudo se obtienen de estudios realizados sin los grupos controles y las observaciones clínicas apropiadas.

Por ejemplo, la conclusión que generalmente se obtiene cuando un atleta que ha perdido peso durante los ejercicios colapsa, es que la pérdida de peso (es decir "deshidratación") debe haber provocado ese colapso. Además, la mayoría de los atletas que no colapsan durante el ejercicio también han perdido peso (están "deshidratados"); así, la deshidratación no puede ser la única causa de colapso y deben ser contemplados otros factor(es). Los estudios transversales no aportan ninguna evidencia acerca de que quienes han finalizado el ejercicio prolongado con los mayores niveles de pérdida de peso, tienen riesgos mayores de padecer enfermedades en el triatlón Ironman. [14] Más bien, esos estudios demuestran consistentemente que atletas que pierden la mayor cantidad de peso durante el triatlón terminan más rápidamente que aquellos que pierden poco peso o aumentan de peso.

El peso corporal no es la única variable que está regulada homeostáticamente durante el ejercicio, el balance de fluido en los humanos está regulado para asegurar constancia en la osmolalidad plasmática antes, durante y después del ejercicio [15]. El controlador es el mecanismo de sed activado por la osmolalidad plasmática para asegurar que la misma esté regulada entre 280 y 295 mOsm/kg de H<sub>2</sub>O.

De esta manera, los atletas, especialmente los maratonistas más lentos, sólo deben recibir el consejo de que deben beber cuando sientan sed durante el ejercicio, pero no deben ignorar la sed. Este enfoque parece funcionar para todas las criaturas en el planeta Tierra. Cuando los atletas beben cuando tienen sed, el riesgo de que consuman un exceso de bebida

y por lo tanto desarrollen hiponatremia asociada al ejercicio se minimiza [14] y no hay ninguna evidencia que afirme que ellos poseen alguna desventaja significativa con el nivel de deshidratación de 3-5% que desarrollan como resultado [13,14].

El conocimiento acerca de que los seres humanos evolucionaron como corredores en ambientes calurosos, que tenían un acceso limitado a los fluidos durante el ejercicio y que los mecanismos de la sed regulados por la osmolalidad plasmática son protectores, debe potenciar una re-evaluación crítica de las recomendaciones actuales sobre la ingestión de fluidos durante los maratones. Es el momento de desarrollar nuevas recomendaciones que se basen solamente en evidencias [13].

### Agradecimientos

Las investigaciones del autor, sobre las cuales se basa este trabajo de revisión, son financiadas por el Consejo de Investigaciones Médicas de Sudáfrica, por el subsidio *Harry Crossley and Nellie Atkinson Staff Research* de la Universidad de Sudáfrica, por *Discovery Health* y por el *National Research Foundation of South Africa* a través de su iniciativa THRIP. Timothy D. Noakes es un investigador contratado de Bromar Foods Pty Ltd.

## REFERENCIAS

---

1. Noakes TD (1993). Fluid replacement during exercise. *Exerc Sport Sci Rev* 1993; 21: 297-330
2. Fotheringham W (2002). Put me back on my bike: in search of Tom Simpson. London: Yellow Jersey Press
3. Noakes TD (1995). Dehydration during exercise: what are the real dangers?. *Clin J Sport Med* 1995; 5 (2): 123-8
4. Heinrich B (2001). Racing the antelope. 1st ed. New York: Harper Collins Publishers Inc
5. Nadel ER, Wenger CB, Roberts MF, et al (1977). Physiological defenses against hyperthermia of exercise. *Ann N Y Acad Sci* 1977; 301: 98-109
6. Greenleaf JE, Castle BL (1971). Exercise temperature regulation in man during hypohydration and hyperhydration. *J Appl Physiol* 1971; 30 (6): 847-53
7. Nielsen B, Hansen G, Jorgensen SO, et al (1971). Thermoregulation in exercising man during dehydration and hyperhydration with water and saline. *Int J Biometeorol* 1971; 15: 195-200
8. Wyndham CH (1977). Heat stroke and hyperthermia in marathon runners. *Ann N Y Acad Sci* 1977; 301: 128-38
9. Costill DL (1977). Sweating: its composition and effects on body fluids. *Ann N Y Acad Sci* 1977; 301: 160-74
10. Cade R, Spooner G, Schlein E, et al (1972). Effect of fluid, electrolyte, and glucose replacement during exercise on performance, body temperature, rate of sweat loss, and compositional changes of extracellular fluid. *J Sports Med Phys Fitness* 1972; 12 (3): 150-6
11. Montain SJ, Coyle EF (1992). Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. *J Appl Physiol* 1992; 73 (4): 1340-50
12. Convertino VA, Armstrong LE, Coyle EF, et al (1996). American College of Sports Medicine position stand: exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc* 1996; 28: i-vii
13. Noakes TD (1993). Drinking guidelines for exercise: what is the evidence that athletes should either drink "as much as tolerable" or "to replace all the weight lost during exercise" or "ad libitum". *J Sports Sci. In press*
14. Sharwood KA, Collins M, Goedecke JH, et al (2004). Weight changes, medical complications, and performance during an Ironman triathlon. *Br J Sports Med* 2004; 38 (6): 718-24
15. Hew-Butler TD, Verbalis JG, Noakes TD (2006). Updated fluid recommendation: position statement from the International Marathon Medical Directors Association (IMMDA). *Clin J Sport Med* 2006; 16 (4) 283-92

### Cita Original

Noakes Timothy D. Hydration in the Marathon: Using Thirst to Gauge Safe Fluid Replacement. *Sports Med* ; 37 (4-5): 463-466, 2007.