



¿LA DESHIDRATACIÓN REALMENTE AFECTA EL RENDIMIENTO DE RESISTENCIA? AVANCES METODOLÓGICOS RECIENTES AYUDANDO A ACLARAR UNA ANTIGUA PREGUNTA

Lewis J. James y Stephen A. Mears | Centro Nacional de Medicina del Deporte y el Ejercicio East Midlands, Escuela de Ciencias del Deporte, Ejercicio y Salud, Universidad de Loughborough, Loughborough, UK, LE11 3TU

PUNTOS CLAVE

- Los atletas de resistencia están en riesgo de deshidratación dado que el entrenamiento/competencia eleva las tasas de sudoración por periodos prolongados y la tasa de consumo de líquido *ad libitum* generalmente es menor que la tasa de sudor.
- Aunque mucha investigación ha examinado el efecto de la deshidratación en los atletas de resistencia durante el siglo pasado, aun hay mucho debate en la comunidad científica acerca de los verdaderos efectos sobre el rendimiento.
- Los estudios que han examinado los efectos de la deshidratación sobre el rendimiento de resistencia (y otros modos de ejercicio) pueden ser, al menos parcialmente, confundidos por 1) no ser cegados, introduciendo el potencial de efectos placebo y nocebo sobre el rendimiento, y 2) utilizar métodos de deshidratación incómodos que pueden influenciar el rendimiento fuera de cualquier efecto de la deshidratación.
- En los estudios se ha mostrado que es posible cegar a los voluntarios acerca de su estado de hidratación al manipular el consumo de líquido por medio de la ingesta de agua salina por vía intravenosa (catéter venoso) e intragástrica (tubo nasogástrico), pareciendo que la última induce respuestas fisiológicas y perceptuales más consistentes con estados normales de deshidratación y euhidratación.
- En estos estudios cegados se demostró que la deshidratación >2% de la masa corporal afectó el rendimiento de ciclismo de resistencia en el calor, al menos cuando el líquido fue entregado en el tracto gastrointestinal. Claramente se necesita más trabajo para entender otros modos de ejercicio y entornos, pero estos estudios soportan el consenso general de los estudios de deshidratación no cegados.
- En un estudio se reportó que es posible algo de habituación a la deshidratación, sugiriendo que si se utilizan en los estudios métodos de deshidratación incómodos y desconocidos, el rendimiento se puede afectar, al menos parcialmente, por el método y no necesariamente por el déficit de líquido corporal.

INTRODUCCIÓN

Mucha investigación se ha enfocado en la influencia de la hipohidratación o deshidratación sobre las respuestas fisiológicas y de rendimiento durante el ejercicio de resistencia prolongado, representado este tema una de las preguntas de investigación más antiguas en la fisiología y nutrición del deporte y el ejercicio, remontándose más o menos a 100 años atrás. A pesar del vasto cuerpo de investigación, queda mucha controversia y desacuerdo entre los investigadores acerca del efecto real del estado de hidratación sobre el rendimiento. Mucha de esta controversia y debate se concentra en cómo los resultados de los estudios de investigación se incorporan en guías prácticas de hidratación para atletas. Los diferentes puntos de vista se pueden clasificar en términos generales en dos escuelas de pensamiento: aquellos que sugieren que el consumo de líquido durante el ejercicio debe planearse y los que sugieren que debe ser *ad libitum* o guiado por la sed (revisado en Kenefick, 2018). Claramente, es de vital importancia cómo los hallazgos de investigación se incorporan en recomendaciones para atletas y/o son aplicadas por los profesionales, pero para que las recomendaciones estén bien informadas, los estudios de investigación en los que se basen necesitan ser sólidos.

La meta de este artículo de Sports Science Exchange es resumir brevemente el extenso cuerpo de publicaciones científicas que exploran la influencia de la deshidratación en la resistencia, discutir por qué las limitaciones en los métodos utilizados en estos estudios pueden limitar la solidez de sus hallazgos, y finalmente describir los resultados de un pequeño número de estudios recientes que han intentado compensar estas limitaciones. En este artículo,

no abordaremos las especificaciones de cómo los atletas deben beber durante el ejercicio, pero nos enfocaremos en la calidad de la evidencia que explora si la deshidratación tiene efectos sobre el rendimiento. Claramente, antes de entender cómo los atletas deben beber, hay una necesidad de establecer, de manera sólida, si la deshidratación afecta el rendimiento a niveles experimentados por los atletas. También es importante asegurar un claro entendimiento de alguna de la terminología utilizada. La euhidratación se refiere al agua corporal normal, pero puede considerarse como estar en un estado de balance de agua, mientras que la hipohidratación y la hiperhidratación se refieren a nuevos estados fisiológicos de baja y alta agua corporal, respectivamente. Realmente la deshidratación se refiere al proceso de pérdida de agua corporal, pero incluso en las publicaciones científicas con frecuencia se utiliza para referirse a un estado de baja agua corporal y para mayor claridad, aquí se usará en ese contexto.

BALANCE DE AGUA Y EJERCICIO DE RESISTENCIA

La base de la importancia del consumo de agua para el rendimiento de resistencia es el papel vital que desempeña el agua corporal para la salud general y el bienestar de los atletas (y de todos los seres humanos). El agua es la molécula más abundante en el cuerpo humano, representando ~60-70% de la masa corporal de la mayoría de los atletas, y es el nutriente que se pierde y se consume cada día en mayor cantidad (Brouns et al., 1989). En la mayoría de los individuos sedentarios, el balance de agua se logra diariamente por medio de la regulación fisiológica de la producción de orina por los riñones para igualar el consumo de agua, con un posible balance

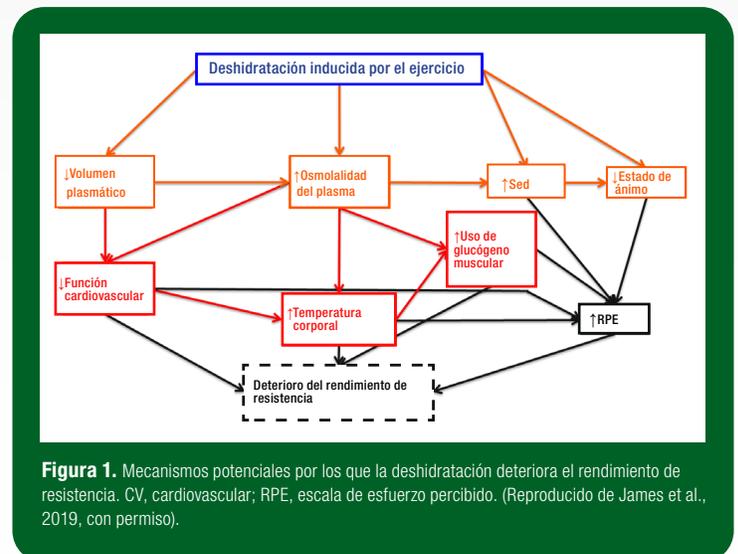
neto en una amplia variedad de ingestas de agua (Kavouras, 2019). Durante el ejercicio, la tasa metabólica (gasto energético) aumenta sustancialmente, con ~80% de la energía siendo producida como calor. Como consecuencia, la producción de sudor aumenta para facilitar el enfriamiento evaporativo (evaporación del sudor de la piel), para atenuar el aumento en la temperatura corporal. Las pérdidas de sudor típicas durante el entrenamiento de resistencia o competencia están en el rango de 1-2 L/h, pero pueden alcanzar 3-4 L/h en algunas poblaciones bien entrenadas (Beis et al., 2012; Baker et al., 2016). La tasa de sudoración durante un ejercicio determinado dependerá de numerosos factores, pero dentro de un mismo atleta dependerá principalmente de la intensidad del ejercicio, las condiciones ambientales (temperatura, humedad, calor por radiación, etc.), vestimenta utilizada y grado de aclimatación al calor. La naturaleza prolongada de muchos entornos de entrenamiento y competencia de resistencia significa que altas tasas de sudoración pueden continuar por horas a la vez, presentando una gran tensión en las reservas de agua corporal. Aunque es teóricamente posible ingerir suficiente líquido para igualar las pérdidas de sudor y prevenir la deshidratación, la observación común es que muchos atletas (particularmente los atletas de resistencia) beben menos líquido durante el ejercicio de lo que pierden en el sudor (denominado deshidratación involuntaria). Esto significa que, durante el curso de una sesión de ejercicio, puede acumularse una deshidratación sustancial (Cheuvront & Haymes, 2001; Sharwood et al., 2004; Zouhal et al., 2011). Aun cuando los atletas inicien el ejercicio euhidratados, como se esperaría para eventos competitivos, la pérdida neta de agua durante el ejercicio prolongado significa que pueden estar deshidratados para el final del ejercicio, cuando las capacidades del rendimiento deberían ser más importantes (Hanley, 2014). Esta deshidratación involuntaria parece ocurrir aun en situaciones donde las bebidas están disponibles libremente durante el ejercicio. En muchos entornos de ejercicio de resistencia (competencia y entrenamiento) puede ser un reto logísticamente (por ej., cargar suficiente líquido, disponibilidad inadecuada de estaciones de hidratación, etc.) o fisiológicamente (por ej., entrega de líquido desde el tracto gastrointestinal (GI) y confort GI) para lograr suficiente consumo de líquido para reponer las pérdidas.

Por lo tanto, el ejercicio de resistencia presenta una situación en la que es probable que la deshidratación sea común entre los atletas, haciendo importante considerar las implicaciones para el rendimiento de resistencia, así como la mejor manera de mitigar los efectos en esta población.

DESHIDRATACIÓN Y RENDIMIENTO EN EL EJERCICIO DE RESISTENCIA

En la inmensa mayoría de estudios se reporta que la deshidratación equivalente a más del 2% de masa corporal lleva a reducciones significativas en el rendimiento y capacidad en el ejercicio de resistencia, como se refleja en el más reciente posicionamiento del Colegio Americano de Medicina del Deporte sobre este tema (Sawka et al., 2007). Aunque ya han pasado algunos años de este posicionamiento, otros artículos de revisión exhaustiva más recientes llegan en general a la misma conclusión (Cheuvront & Kenefick, 2014).

Hay varias alteraciones fisiológicas y perceptuales que ocurren debido a la deshidratación durante el ejercicio que ocasionan una cascada de efectos, incluyendo la disminución del volumen plasmático (Sawka et al., 2015), reducción del volumen sistólico y el gasto cardiaco (Montain & Coyle, 1992), disminución del flujo sanguíneo muscular (Gonzalez-Alonso et al., 1998) y cerebral (Trangmar et al., 2014), aumento de la temperatura corporal (Sawka et al., 1985), incremento del uso de glucógeno (Logan-Sprenger et al., 2013) y aumento de la percepción de esfuerzo (Funnell et al., 2019). Estos efectos de la deshidratación proporcionan muchos mecanismos plausibles que probablemente actúen en combinación para explicar la disminución en el rendimiento de resistencia con la deshidratación (Figura 1). La reducción en el volumen plasmático ocasionado por la deshidratación parece impulsar las consecuencias negativas sobre el rendimiento (Sawka et al., 2015), y el deterioro parece agravarse por la exposición al calor (Kenefick et al., 2010).



Las disminuciones en el rendimiento de resistencia con la deshidratación son claramente evidentes en los estudios transversales de laboratorio y campo (Sawka & Noakes, 2007; Cheuvront & Kenefick, 2014; James et al., 2019), pero los datos de los eventos de resistencia competitivos parecen cuestionar la fuerza de esta evidencia. En varios estudios que correlacionan la pérdida aguda de masa corporal (un indicador de la deshidratación) durante un evento de resistencia con el tiempo en llegar a la meta, se ha encontrado que una mayor pérdida de masa corporal está asociada con un menor tiempo (Sharwood et al., 2004; Zouhal et al., 2011), y algunos han interpretado esto como que la deshidratación produce un tiempo de finalización más rápido. Claramente, la asociación no es causalidad, pero si uno fuera a especular, sería lógico suponer la conclusión opuesta, que un tiempo más rápido resulta en una mayor pérdida de masa corporal y mayor deshidratación. Una carrera más rápida aumentará la producción de calor metabólico (y en consecuencia la tasa de sudoración) y significa que hay menos tiempo disponible para beber, así como hacer más difícil el consumo de líquido debido a las limitaciones prácticas y GI. En línea con esto, Dion y colaboradores (2013) demostraron que durante un medio maratón sobre una banda rodante, la velocidad de carrera

se correlacionó positivamente con la tasa de sudoración, pero no con la tasa de consumo de líquido, lo que significa que conforme aumentó la velocidad de carrera, también aumentó la deshidratación.

Aunque es improbable que estos datos sugieran que la deshidratación aumenta el rendimiento, las pérdidas de masa corporal >5% de algunos de los corredores más rápidos de los eventos de resistencia del mundo real pueden llevar a una pregunta de si la deshidratación *per se* realmente deteriora el rendimiento en situaciones reales (Sharwood et al., 2004; Zouhal et al., 2011). Sin embargo, tal vez sea inevitable que la deshidratación se acumule durante eventos de resistencia competitivos en atletas bien entrenados, dado que, en muchas situaciones, no será posible que la tasa de consumo de líquido mantenga el ritmo de la tasa de sudoración. Como un ejemplo, en datos del maratón de Dubai de 2009 (Beis et al., 2012) se reportó que el ganador de la competencia (que completó el maratón en 2:05:29) tuvo una tasa de sudor estimada de 3.6 L/h y consumió 1.7 L de líquido durante la carrera (~0.8 L/h), dando una reducción aproximada del 9.8% de la masa corporal durante el maratón. Claramente, mantener la euhidratación o incluso limitar la deshidratación a 2% de frente a tales tasas de sudoración es probablemente imposible, pero esto no significa que la deshidratación sea ergogénica. Estas observaciones han llevado a algunos a cuestionar la validez de los estudios de intervención (Sawka & Noakes, 2007), pero un atleta que completa una carrera rápidamente estando significativamente deshidratado no significa que no lo hubiera completado más rápido si hubiera estado menos deshidratado. Sin embargo, hay otras consideraciones metodológicas que podrían significar que necesitamos re-examinar los efectos de la deshidratación sobre el rendimiento humano, y éstas se considerarán en las siguientes secciones.

RETOS/LIMITACIONES METODOLÓGICAS PARA EL ESTUDIO DE LA DESHIDRATACIÓN

En los últimos años se ha prestado especial atención a los métodos utilizados para evaluar los efectos de la deshidratación sobre el rendimiento de resistencia. Como cualquier estudio de investigación, los métodos específicos utilizados son de importancia primordial para la interpretación de los resultados. Sin embargo, hasta hace poco, varias limitaciones metodológicas potenciales inherentes en casi todos los estudios que examinan la deshidratación y el ejercicio de resistencia han sido ampliamente ignoradas. En nuestra opinión, hay dos limitaciones mayores que están presentes en los estudios de deshidratación que pueden limitar su interpretación. Primero, la inhabilidad o falta de intervenciones de hidratación ciegas para los sujetos y, segundo, el uso de métodos para inducir deshidratación que son incómodos y desconocidos para los sujetos (James et al., 2019).

Limitaciones metodológicas: Estudios ciegos.

En la investigación en nutrición deportiva (como en otros campos de investigación), el cegamiento de las condiciones es vital para reducir la posibilidad de que se introduzca un efecto placebo o nocebo y aumentar la confiabilidad en los resultados del estudio (Betts et al., 2020). En casi todas las áreas de investigación de nutrición deportiva, el estudio ciego sería un pre-requisito para la aceptación del estudio en una revista científica. Además, el efecto placebo está bien

documentado en la investigación en nutrición deportiva (Clark et al., 2000), y el hecho de que muchos atletas creen que la deshidratación afecta el rendimiento (Nichols et al., 2005) significa que los estudios de hidratación pueden confundirse por una falta de cegamiento. Esto no es una consideración pequeña, ya que se cuestiona la validez de casi 100 años de investigación. Sin embargo, hasta hace poco, no se habían hecho intentos por cegar a los sujetos acerca de su estado de hidratación durante el ejercicio. Hasta ahora, en 6 estudios se ha cegado efectivamente a los sujetos acerca de su estado de hidratación para examinar el rendimiento de resistencia, con estos estudios utilizando ya sea entrega de líquido por vía intravenosa (Adams et al., 2019; Cheung et al., 2015; Wall et al., 2015) o intragástrica (Adams et al., 2018; Funnell et al., 2019; James et al., 2017) para manipular el nivel de hidratación sin el conocimiento de los sujetos.

Se han observado una mezcla de resultados en estos estudios, lo cual probablemente se deba a los diferentes métodos utilizados para manipular el estado de hidratación (ver James et al., 2019, para una discusión detallada). Wall et al. (2015) y Cheung et al. (2015) usaron ejercicio en el calor para deshidratar a los sujetos y manipularon el volumen de rehidratación intravenosa proporcionado durante o después de una pre-carga de ciclismo estandarizada para producir euhidratación o deshidratación del 2-3% de la masa corporal previo a una prueba contrarreloj de ciclismo. Ambos estudios no observaron diferencias en el rendimiento de la prueba contrarreloj de ciclismo entre las pruebas euhidratado y deshidratado. En contraste, dos estudios subsecuentes de nuestro laboratorio (Funnell et al., 2019; James et al., 2017) utilizaron tubos de alimentación orogástrica o nasogástrica para entregar el líquido directamente al estómago durante una pre-carga estandarizada de ciclismo. Similar a los otros dos estudios, la manipulación del consumo de agua en estos estudios produjo euhidratación o deshidratación del 2-3% de la masa corporal antes de la prueba contrarreloj de ciclismo. Sin embargo, en contraste, ambos estudios observaron disminuciones significativas (8-11%) en el rendimiento de resistencia con la deshidratación (Funnell et al., 2019; James et al., 2017) (Figura 2).

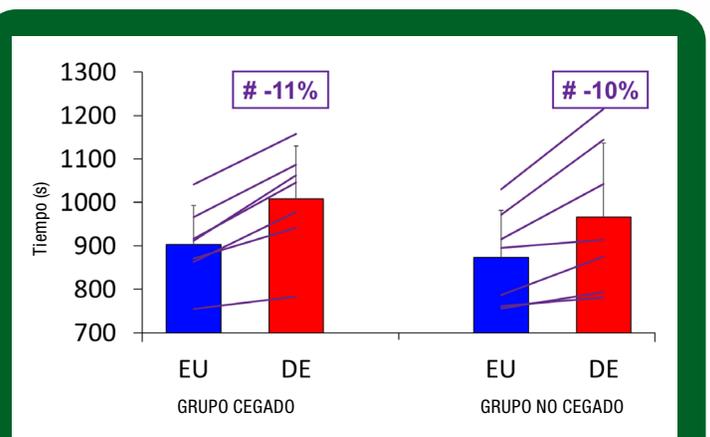


Figura 2. Efectos de deshidratación de ~3% de pérdida de masa corporal sobre el rendimiento en ciclismo de resistencia en el calor en un grupo de sujetos, cegados (panel izquierdo) y no cegados (panel derecho) de la intervención y objetivos del estudio. EU, euhidratación; DE, deshidratación. (Reproducido de Funnell et al., 2019, con permiso).

En un tercer estudio de Adams y colaboradores (2018), usando el método intragástrico, también se reportó disminución del rendimiento en ciclismo de resistencia. En este estudio, los autores también proporcionaron 25 mL de agua cada 5 min en las pruebas euhidratado y deshidratado para mitigar la sed en ambas pruebas. Por lo tanto, este estudio sugiere que los efectos de la deshidratación no se explican por la sed percibida, pero es importante notar que no responde la pregunta de si la sed afecta el rendimiento. En nuestro punto de vista, es probable que la sed juegue un papel importante, pero parece probable que sea solo parte de la situación, ya que las disminuciones en el rendimiento se observaron aun cuando estuvo ausente la sed.

Ninguno de estos estudios exploró los mecanismos específicos por los cuales la deshidratación deterioró el rendimiento, pero de manera importante, comenzó a responder la pregunta de si la deshidratación realmente afecta al rendimiento deportivo. Esto inició la creación de un fundamento por el cual podemos construir una base de evidencia sólida para los efectos de la deshidratación sobre el rendimiento deportivo (aunque en este momento se limita al rendimiento de resistencia). La pregunta es, ¿por qué hay una clara diferencia en los hallazgos? En los estudios que se utilizó rehidratación intravenosa no se mostró disminución del rendimiento con la deshidratación, mientras que sí con aquellos que utilizaron rehidratación intragástrica. Por supuesto, la investigación llevada a cabo de esta manera está iniciando, y claramente se requiere examinar más los verdaderos efectos de la deshidratación sobre el rendimiento de resistencia. Sin embargo, también es posible que los métodos específicos utilizados también influyan los resultados observados. Los estudios que utilizan la rehidratación intravenosa omiten la interacción de los líquidos con el tracto gastrointestinal, que es la forma normal en que el líquido entra al cuerpo. Posiblemente sea más importante que los estudios que utilizan rehidratación intravenosa, hasta ahora, han usado solución salina isotónica para rehidratar a los sujetos. Esto significa que la elevada osmolalidad del suero, que es una de las principales señales reguladoras utilizadas por el cuerpo para percibir el estado de hidratación, estaría elevada por igual en las pruebas euhidratados y deshidratados. En contraste, aquellos que utilizan rehidratación intragástrica han utilizado agua como líquido de rehidratación, previniendo el aumento en la osmolalidad del suero, la deshidratación intracelular, y la subsecuente cascada de efectos inducidos. Claramente, ningún método es perfecto, pero parece que la rehidratación intragástrica proporciona un modelo que replica tanto las respuestas fisiológicas como perceptuales a través de la ingesta oral de agua, que no ha sido posible (todavía) con la rehidratación intravascular. Una consideración potencialmente importante para estos estudios ciegos es que los estudios que utilizan rehidratación intragástrica han entregado algo de líquido (si bien un volumen pequeño) oralmente, el cual siempre se ha estandarizado entre pruebas (es decir, el mismo volumen se ingiere oralmente en las pruebas euhidratados y deshidratados). La activación de los receptores orofaríngeos a través de la deglución del líquido es un paso potencialmente importante en el proceso de regulación de fluidos (Figaro and Mack, 1997). Por lo tanto, puede ser que la deglución de líquido y la consiguiente activación de receptores orofaríngeos sean necesarias para alcanzar completamente el beneficio de una mayor hidratación (James et al., 2019). En resumen, estos datos por lo tanto sugieren que cuando el estado de hidratación se manipula de una forma consistente con lo

que experimentan los atletas (cantidad y tipo de deshidratación), el rendimiento de resistencia se deteriora aun cuando los atletas estén cegados en cuanto a su estado de hidratación.

Limitaciones metodológicas: Métodos de deshidratación incómodos y desconocidos.

Reales o no, los efectos de la deshidratación observados en experimentos científicos pueden confundirse por otro factor: que es el tipo de métodos utilizados para inducir la deshidratación en los estudios. Cuando uno considera el tipo de métodos usados para inducir la deshidratación, no solo son evidentes, sino también atípicos de la rutina normal y las prácticas de los sujetos, así como generalmente son incómodos por naturaleza. Los métodos de deshidratación típicos utilizados en las publicaciones científicas involucran restricción prolongada de líquidos (≥ 24 h), restricción de líquidos combinada con exposición al calor y/o ejercicio, o administración de un diurético de asa fuerte (por ej., furosemda). Ninguna de éstas son experiencias agradables y no son consistentes con la preparación ideal para el rendimiento deportivo. Por lo tanto, es posible que los métodos, más que la deficiencia de líquido corporal, podrían explicar al menos algunos de los efectos negativos de la deshidratación sobre el rendimiento. De particular relevancia son los estudios que examinan el rendimiento de resistencia en el mundo real que reportaron que atletas bien entrenados terminan e incluso ganan las competencias con una deshidratación significativa (determinada como pérdida de masa corporal durante la carrera) (Beis et al., 2012; Sharwood et al., 2004; Zouhal et al., 2011). Si bien la deshidratación puede ser inevitable en algunos entornos (como se discutió anteriormente), es interesante considerar si estos atletas son más capaces de tolerar la deshidratación, así como si esto es algo que siempre han sido capaces de hacer, o está relacionado con su experiencia en el entrenamiento/competencia.

Hay poca investigación disponible de este tema, lo que es sorprendente dada la importancia potencial de los resultados para el campo de la deshidratación y el rendimiento. Esta falta de datos significa que es difícil hacer conclusiones firmes. Sin embargo, en un estudio que exploró específicamente los efectos de la exposición repetida a la deshidratación se reportaron algunos resultados interesantes (Fleming & James, 2014). En este estudio el consumo de líquido se manipuló durante 24 h (bajo vs. alto) y durante una carrera constante de 45 min para producir una deshidratación de ~2.5% de pérdida de masa corporal o mantener la euhidratación antes de una prueba contrarreloj de 5 km sobre banda rodante. En la primera exposición a la deshidratación, observamos un deterioro significativo en el rendimiento (~6%), pero esto se redujo a un deterioro no significativo (~1%) después de 5 exposiciones a la deshidratación, aunque aun hubo una tendencia ($P = 0.064$) hacia un tiempo más lento en la prueba donde estaban deshidratados. Todos los 10 sujetos se desempeñaron mejor deshidratados después de que se habían familiarizado al estímulo de la deshidratación (Figura 3), pero no hubo diferencia significativa en los rendimientos euhidratados al comparar antes y después de las familiarizaciones a la deshidratación. Aunque se recolectaron pocos datos además del rendimiento, los cambios en la percepción del esfuerzo (RPE) se reflejaron en el rendimiento,

mientras que las respuestas de frecuencia cardiaca y de sudoración fueron similares antes y después de la familiarización. Esto sugiere que es poco probable que los efectos, al menos para cuatro sesiones, sean de naturaleza fisiológica y es más probable que se relacionen con efectos psicológicos.

Claramente, se necesitan más estudios para confirmar estos hallazgos y explorar los mecanismos potenciales, pero estos datos sugieren que es posible algún grado de habituación y que la exposición repetida a la deshidratación podría significar que los atletas sean más capaces de tolerarlo. Para la mayoría de los atletas de resistencia, esta exposición repetida probablemente sucederá durante el entrenamiento y, como tal, no se requerirá un entrenamiento específico, pero si no es así, tal vez podrían ser útiles algunas sesiones de entrenamiento dirigidas con deshidratación para exponer al atleta a los niveles de deshidratación esperados en la competencia con la meta de mitigar los efectos negativos sobre el rendimiento. Las mayores implicaciones de estos hallazgos están en la interpretación de investigaciones previas que examinaron la deshidratación y el rendimiento. Dado que es muy raro que los voluntarios de los estudios de investigación estén familiarizados con el protocolo de deshidratación utilizado, puede significar que en algunos estudios (tal vez en ambientes templados en particular), algunos de los resultados reportados podrían estar relacionados al protocolo de deshidratación en sí, en lugar de la deshidratación *per se*.

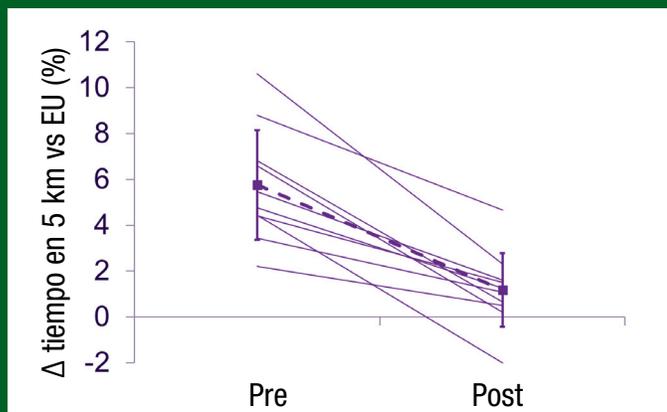


Figura 3. Efecto de ~2.5% de deshidratación sobre el rendimiento en carrera de resistencia en un ambiente templado antes (pre) y después (post) de la realización de cuatro pruebas para familiarizar sujetos al protocolo de deshidratación. EU, euhidratación. (Reproducido de Fleming & James, 2014, con permiso).

CONCLUSIONES

Como muchas áreas de investigación de nutrición deportiva, aun hay mucho que aprender acerca de cómo la hidratación influye en el ejercicio de resistencia. Con suerte, este artículo subraya algunas de las razones por las que necesitamos considerar cuidadosamente la evidencia que tenemos, particularmente en lo que se refiere al rendimiento, ya que hay una serie de razones por las que puede ser necesario ser más cautelosos en nuestra interpretación de algunas de las pruebas disponibles. Estudios más recientes han intentado superar algunos de los problemas metodológicos, y por lo tanto, estamos más cerca de tener un conocimiento más preciso de si la deshidratación afecta el rendimiento y cómo. Mucho de este trabajo,

al menos actualmente, está apuntando hacia la dirección de que el consenso científico general es en gran medida correcto. Hasta ahora, podemos decir, al menos con cierta confianza, que la deshidratación >2% de la masa corporal (producida por ejercicio y un consumo inadecuado de líquido) afecta el rendimiento en el ciclismo de resistencia aun cuando los sujetos están cegados acerca de su estado de hidratación (Adams et al., 2018; Funnell et al., 2019; James et al., 2017). Además, como reportaron Funnell y colaboradores (2019), las respuestas del rendimiento a la deshidratación/euhidratación no fueron diferentes en grupos que fueron cegados o no cegados a la intervención. Esto es, desde nuestro punto de vista, un hallazgo muy importante para la interpretación de investigaciones previas que analizan la deshidratación y el rendimiento. La implicación de este problema metodológico que se resalta en este artículo es que el trabajo previo que no cegó sujetos acerca de su estado de hidratación puede haber sido erróneo. Sin embargo, los resultados de Funnell et al. (2019) demostraron que el cegamiento no fue relevante cuando se considera el rendimiento en ciclismo de resistencia en el calor a un nivel de deshidratación equivalente a ~3% de masa corporal, sugiriendo que la investigación previa fue válida. Aun más, aunque sólo se ha realizado un estudio, esto combinado con los datos de campo de eventos competitivos sugiere que los atletas pueden ser capaces de entrenar para desarrollar una tolerancia a la deshidratación, aunque esto no significa que la deshidratación mejorará el rendimiento.

Por supuesto, hay algunas limitaciones a las conclusiones que somos capaces de hacer actualmente, y existen algunas brechas en nuestro conocimiento actual. En la actualidad, los datos sólidos con cegamiento adecuado se limitan a la deshidratación >2% de masa corporal, en ejercicio de ciclismo y solo en un ambiente cálido en hombres. Desde la perspectiva del modo de ejercicio y el ambiente, este es el entorno donde esperaríamos ver los efectos más grandes. En contraste con el ciclismo, (al menos en una bici estacionaria en un laboratorio), la carrera requiere que el atleta cargue su propia masa corporal y como tal, la pérdida de masa asociada con la deshidratación podría mitigar algunos de los efectos negativos. Por lo tanto, la investigación futura debe buscar explorar los efectos de la deshidratación de una forma cegada en corredores y en ambientes más frescos para confirmar si hay un efecto real sobre el rendimiento en esos entornos. Además, como en muchas áreas de investigación de ciencias del deporte/nutrición, también deben explorarse los efectos en mujeres, dado que ocurren cambios en el agua corporal, consumo de líquido y temperatura corporal central durante el ciclo menstrual, y los estudios futuros deben tratar de comprender sus efectos relativos.

APLICACIONES PRÁCTICAS

- Los atletas de resistencia deben ser conscientes de que la deshidratación tendrá un efecto negativo en su rendimiento, pero que probablemente hay un alto grado de variabilidad en cuanto a qué tanto la deshidratación afectará su rendimiento.
- Los atletas deben enfocarse en dos metas principales relacionadas con su hidratación. Primero, deben apuntar a iniciar el ejercicio bien hidratados, lo que se logrará consumiendo la cantidad adecuada de líquido en los días y horas previos a un evento/sesión. Segundo, deben buscar minimizar la deshidratación que

desarrollan durante el ejercicio.

- Si es posible, los atletas deben mantener su euhidratación (no perder más de 1-2% de su masa corporal). Sin embargo, debe reconocerse que en algunas situaciones esto simplemente no será posible, y los atletas deberán enfocarse en asegurar que cualquier deshidratación que se desarrolle sea mínima.

Los puntos de vista expresados son de los autores y no necesariamente reflejan la posición o política de Pepsico, Inc.

REFERENCIAS

- Adams, J.D., Y. Sekiguchi, H.G. Suh, A.D. Seal, C.A. Sprong, T.W. Kirkland, and S.A. Kavouras (2018). Dehydration impairs cycling performance, independently of thirst: a blinded study. *Med. Sci. Sports Exerc.* 50:1697-1703.
- Adams, J.D., D.M. Scott, N.A. Brand, H.G. Suh, A.D. Seal, B.P. McDermott, M.S. Ganio and S.A. Kavouras (2019). Mild hypohydration impairs cycle ergometry performance in the heat: a blinded study. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 29:686-695.
- Baker, L.B., K.A. Barnes, M.L. Anderson, D.H. Passe, and J.R. Stofan (2016). Normative data for regional sweat sodium concentration and whole-body sweating rate in athletes. *J. Sports Sci.* 34:358-368.
- Beis, L.Y., M. Wright-Whyte, B. Fudge, T. Noakes, and Y.P. Pitsiladis (2012). Drinking behaviors of elite male runners during marathon competition. *Clin. J. Sport Med.* 22:254-261.
- Betts, J.A., J.T. Gonzalez, L.M. Burke, G.L. Close, I. Garthe, L.J. James, A.E. Jeukendrup, J.P. Morton, D.C. Nieman, P. Peeling, S.M. Phillips, T. Stellingwerff, L.J.C. van Loon, C. Williams, K. Woolf, R. Maughan, and G. Atkinson (2020). PRESENT 2020: Text expanding on the checklist for proper reporting of evidence in sport and exercise nutrition trials. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 15:1-12.
- Brouns, F., W.H. Saris, J. Stroecken, E. Beckers, R. Thijssen, N.J. Rehrer, and F. ten Hoor (1989) Eating drinking and cycling. A controlled Tour de France simulation study, Part 1. *Int. J. Sports Med.* 10:S32-S40.
- Cheung, S.S., G.W. McGarr, M.M. Mallette, P.J. Wallace, C.L. Watson, I.M. Kim, and M.J. Greenway (2015). Separate and combined effects of dehydration and thirst sensation on exercise performance in the heat. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 25(Suppl 1):104-111.
- Cheuvront, S.N., and E.M. Haymes (2001). Thermoregulation and marathon running: biological and environmental influences. *Sports Med.* 31:743-762.
- Cheuvront, S.N., and R.W. Kenefick (2014). Dehydration: physiology, assessment, and performance effects. *Compr. Physiol.* 4:257-285.
- Clark, V.R., W.G. Hopkins, J.A. Hawley, and L.M. Burke (2000). Placebo effect of carbohydrate feedings during a 40-km cycling time trial. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32:1642-1647.
- Dion, T., F.A. Savoie, A. Asselin, C. Garipey, and E.D. Goulet ED (2013). Half-marathon running performance is not improved by a rate of fluid intake above that dictated by thirst sensation in trained distance runners. *Eur. J. Appl. Physiol.* 113:3011-3020.
- Figaro MK, and G.W. Mack (1997) Regulation of fluid intake in dehydrated humans: role of oropharyngeal stimulation. *Am. J. Physiol.* 272:R1740-R1746.
- Fleming, J., and L.J. James (2014). Repeated familiarisation with hypohydration attenuates the performance decrement caused by hypohydration during treadmill running. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 39:124-129.
- Funnell, M.P., S.A. Mears, K. Bergin-Taylor, and L.J. James (2019). Blinded and unblinded hypohydration similarly impair cycling time trial performance in the heat in trained cyclists. *J. Appl. Physiol.* 126:870-879.
- González-Alonso, J., J.A. Calbet, and B. Nielsen (1998). Muscle blood flow is reduced with dehydration during prolonged exercise in humans. *J. Physiol.* 513:895-905.
- Hanley, B. (2014). Senior men's pacing profiles at the IAAF World Cross Country Championships. *J. Sports Sci.* 32:1060-1065.
- James, L.J., J. Moss, J. Henry, C. Papadopoulou, and S.A. Mears (2017). Hypohydration impairs endurance performance: a blinded study. *Physiol. Rep.* 5:e13315.
- James, L.J., M.P. Funnell, R.M. James, and S.A. Mears (2019). Does hypohydration really impair endurance performance? Methodological considerations for interpreting hydration research. *Sports Med.* 49:S103-S114.
- Kavouras, S.A. (2019). Hydration, dehydration, underhydration, optimal hydration: are we barking up the wrong tree? *Eur. J. Nutr.* 58:471-473.
- Kenefick, R.W. (2018). Drinking strategies: planned drinking versus drinking to thirst. *Sports Med.* 48:S31-S37.
- Kenefick, R.W., S.N. Cheuvront, L.J. Palombo, B.R. Ely, and M.N. Sawka (2010). Skin temperature modifies the impact of hypohydration on aerobic performance. *J. Appl. Physiol.* 109:79-86.
- Logan-Sprenger, H.M., G.J. Heigenhauser, G.L. Jones, and L.L. Spriet (2013). Increase in skeletal-muscle glycogenolysis and perceived exertion with progressive dehydration during cycling in hydrated men. *Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab.* 23:220-229.
- Mountain, S.J., and E.F. Coyle (1992). Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. *J. Appl. Physiol.* 73:1340-1350.
- Nichols. P.E., S.S. Jonnalagadda, C.A. Rosenbloom, and M. Trinkaus (2005). Knowledge, attitudes, and behaviors regarding hydration and fluid replacement of collegiate athletes. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 15:515-527.
- Sawka, M.N., and T.D. Noakes (2007). Does dehydration impair exercise performance? *Med. Sci. Sports Exerc.* 39:1209-1217.
- 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.* 59:1394-1401.
- Sawka, M.N., L.M. Burke, E.R. Eichner, R.J. Maughan, S.J. Mountain, and N.S. Stachenfeld (2007). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med. Sci. Sports Exerc.* 39:377-390.
- Sawka, M.N., S.N. Cheuvront, and R.W. Kenefick (2015). Hypohydration and human performance: impact of environment and physiological mechanisms. *Sports Med.* 45:S51-S60.
- Sharwood, K.A., M. Collins, J.H. Goedecke, G. Wilson, and T.D. Noakes (2004). Weight changes, medical complications, and performance during an Ironman triathlon. *Br. J. Sports Med.* 38:718-724.
- Trangmar, S.J., S.T. Chiesa, C.G. Stock, K.K. Kalsi, N.H. Secher, and J. González-Alonso (2014). Dehydration affects cerebral blood flow but not its metabolic rate for oxygen during maximal exercise in trained humans. *J. Physiol.* 592:3143-3160.
- Wall, B.A., G. Watson, J.J. Peiffer, C.R. Abbiss, R. Siegel, and P.B. Laursen (2015). Current hydration guidelines are erroneous: dehydration does not impair exercise performance in the heat. *Br. J. Sports Med.* 49:1077-1083.
- Zouhal, H., C. Groussard, G. Minter, S. Vincent, A. Cretual, A. Gratas-Delamarche, P. Delamarche, and T.D. Noakes (2011) Inverse relationship between percentage body weight change and finishing time in 643 forty-two-kilometre marathon runners. *Br. J. Sports Med.* 45:1101- 1105.

TRADUCCIÓN

Este artículo ha sido traducido y adaptado de: James, L.J. and Mears, S.A. (2021). Does dehydration really impair endurance performance? Recent methodological advances helping to clarify an old question. *Sports Science Exchange* Vol. 29, No. 214, 1-6, por Lourdes Mayol Soto, M.Sc.