

Revisión Narrativa.

# Métodos para la evaluación del estado de hidratación en ejercicio y deporte.

Daniel Pacheco Bravo <sup>1, 2, \*</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Concepción. Departamento de Nutrición y Dietética. Facultad de Farmacia. Concepción, Chile.

<sup>2</sup> Universidad Santo Tomás. Escuela de Nutrición. Facultad de Salud. Concepción, Chile.

\* Correspondencia: Departamento de Nutrición y Dietética UDEC, Ormpello 165, Concepción. Correo electrónico [danielpachecobravo@gmail.com](mailto:danielpachecobravo@gmail.com). Teléfono de contacto: +569 94036236

## Resumen:

**Introducción:** La ingesta de líquidos es clave para la salud y el rendimiento deportivo, por consiguiente, es sumamente relevante contar con diversos métodos para evaluar el estado de hidratación.

**Objetivo:** Identificar y describir los métodos utilizados en publicaciones científicas para evaluar el estado de hidratación en contexto deportivo.

**Metodología:** Se realizó una búsqueda narrativa de artículos originales de los últimos 10 años en el repositorio *Pubmed*, que describieran algún método para evaluar el estado de hidratación.

**Resultados:** Dentro de un total de 36 artículos seleccionados, fueron descritos 11 distintos métodos, siendo la diferencia de peso corporal y la gravedad específica u osmolaridad de la orina los más utilizados.

**Discusión y conclusiones:** Cada uno de estos métodos presenta ventajas y desventajas que deben ser conocidas por el equipo interdisciplinario de los deportistas con el fin de elegir el que sea más adecuado a los recursos disponibles y acordes al contexto específico de evaluación.

**Palabras clave:** Composición corporal, deporte, ejercicio, hidratación.

## 1. Introducción

El cuerpo humano está formado por un alto porcentaje de agua, con cifras que varían entre un 65 a 75 % del peso corporal en la edad adulta bajo condiciones fisiológicas (1). Mantener el volumen de nuestros líquidos corporales dentro de rangos homeostáticos es clave para la vida y la salud, ya que la deshidratación puede traer gravísimas consecuencias agudas y crónicas como lo son por ejemplo el síndrome confusional (2), mareos, cefaleas (3), molestias gastrointestinales (4) y alteraciones de la función renal (5), entre otras.

En cuanto al área deportiva, se cuenta con antecedentes que han demostrado que el rendimiento físico es afectado por el estado de hidratación. Es así por ejemplo que el rendimiento físico se ve claramente mermado en condiciones de deshidratación, especialmente cuando se compete en un ambiente con altas temperaturas y humedad, lo cual afecta negativamente a la función termorreguladora del agua sobre el cuerpo humano (6, 7). Esta relación entre deporte e hidratación es transversal, ya que se han evaluado los efectos del estado de hidratación sobre el rendimiento físico tanto en pruebas de largo aliento (8, 9), como también en deportes intermitentes de corta a media duración (10, 11).

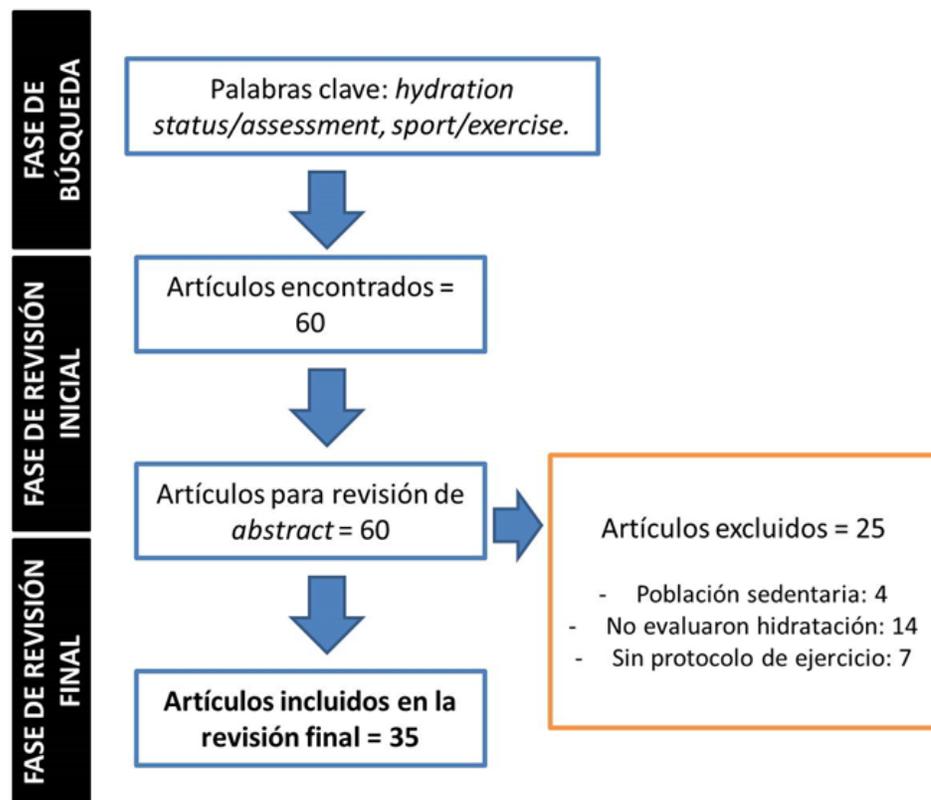
*Revisión Narrativa. Métodos para la evaluación del estado de hidratación en ejercicio y deporte.*

Las recomendaciones de hidratación dictadas por organismos sanitarios internacionales varían según factores como el sexo, edad y nivel de actividad física, estableciéndose a modo general entre 2 a 3,5 litros de agua al día (12, 13). Además de dictar recomendaciones concretas para el reemplazo de las pérdidas de agua en contexto deportivo, se enfatiza en la importancia del monitoreo oportuno del estado de hidratación para adecuar los protocolos de reposición de fluidos a las realidades individuales de los deportistas (14).

Contextualizado lo anterior, resulta imprescindible contar con herramientas y métodos adecuados para evaluar el estado de hidratación previo, durante y/o posterior al ejercicio físico o deporte. Es por esto que el objetivo general de la presente revisión es realizar una recopilación de los métodos utilizados para evaluar el status hídrico en contexto deportivo, para posteriormente realizar una breve descripción y discusión de cada uno de ellos. Metodología

Para la recopilación de información se recurrió a fuentes secundarias, llevando a cabo una búsqueda sistematizada de artículos científicos dentro de la base de datos *Pubmed*, a través de sus motores de búsqueda avanzada y empleando las palabras clave: *hydration status/assessment* y *sport/exercise*, además del operador booleano *or*.

Los criterios de selección para los artículos que fueron considerados en la presente revisión fueron los siguientes: ensayos clínicos originales llevados a cabo desde el año 2013 en adelante en deportistas y/o población físicamente activa sometidos a alguna intervención de protocolo de ejercicio físico y que dentro de su metodología especifique al menos un método para evaluar el estado de hidratación. De acuerdo a la metodología descrita, la Figura 1 resume el proceso de búsqueda y selección de artículos de la presente revisión.



**Figura 1.** Resumen del procedimiento para la selección final de los artículos.

*Revisión Narrativa. Métodos para la evaluación del estado de hidratación en ejercicio y deporte.*

Acabada la fase de revisión final, se procedió a la lectura de los artículos, extrayendo en particular dentro de la sección de metodología de cada uno de ellos el detalle de los procedimientos utilizados por los autores con el fin de evaluar el estado de hidratación de la muestra utilizada en sus estudios.

## 2. Resultados

Del total de 35 artículos que cumplieron con los criterios de inclusión, se pasará a detallar un recuento de la información extraída de cada uno de ellos en relación al objetivo general planteado, para posteriormente en base a estos resultados pasar a discutir sus características desde el punto de vista metodológico y práctico.

La *Tabla 1* expone los métodos utilizados para evaluar el estado de hidratación en cada uno de los ensayos clínicos incluidos en la presente revisión.

**Tabla 1.** Artículos de la revisión narrativa y los métodos que utilizaron para evaluar el estado de hidratación.

| (Referencia) Artículo   | Métodos utilizados para evaluar hidratación  |
|---|--|
| (15) Castro-Sepulveda M et al. 2014                                       | Variación de peso corporal   |
| (16) Wall BA, Watson G, Peiffer JJ, Abbiss CR, Siegel R, Laursen PB. 2015 | Variación de peso corporal   |
| (17) Tan XR, et al. 2019  | Variación de peso corporal.  |
| (18) Carroll H.A. et al. 2020   | Variación de peso corporal y osmolaridad de la orina   |
| (19) Killer SC, Svendsen IS, Gleeson M. 2015                              | Variación de peso corporal y osmolaridad de la orina   |
| (20) Yeargin S.W. et al. 2015   | Variación de peso corporal y osmolaridad de la orina   |
| (21) Zubac D, Šimunič B, Buoite Stella A, Morrison SA. 2020               | Variación de peso corporal y osmolaridad de la orina.  |
| (22) Cheung SS et al. 2015  | Variación de peso corporal y osmolaridad de la orina.  |
| (23) Pryor J.L. et al. 2015   | Variación de peso corporal y gravedad específica de la orina   |
| (24) Fernández-Elías VE, Hamouti N, Ortega JF, Mora-Rodríguez R. 2015     | Variación de peso corporal y gravedad específica de la orina.  |
| (25) Taim BC, et al. 2021   | Variación de peso corporal y gravedad específica de la orina.  |
| (26) Kamaruddin HK, Ooi CH, Mündel T, Aziz AR, Che Muhamed AM. 2019       | Variación de peso corporal y gravedad específica de la orina.  |
| (27) Ferreira A.M.J. et al. 2018  | Variación de peso corporal, gravedad específica de la orina, pH urinario y escala de color de orina. |
| (28) Emerson DM, Torres-McGehee TM, Emerson CC, LaSalle TL. 2017          | Variación de peso corporal, osmolaridad de la orina y escala de color de orina.                      |
| (29) Camerino SR, et al. 2016   | Variación de peso corporal, gravedad específica de la orina y escala de color de orina.              |

*Revisión Narrativa. Métodos para la evaluación del estado de hidratación en ejercicio y deporte.*

|   |  |
|---|--|
| (30) Corney RA, Horina A, Sunderland C, James LJ. 2015          | Variación de peso corporal, osmolaridad de la orina, volumen y osmolaridad plasmática. |
| (31) Juett LA, Midwood KL, Funnell MP, James LJ, Mears SA. 2021 | Variación de peso corporal, osmolaridad de la orina, volumen y osmolaridad plasmática. |
| (32) James L.J. et al 2017.                                     | Variación de peso corporal, volumen y osmolaridad plasmática.                          |
| (33) Wagner DR, Cotter JD. 2021                                 | Variación de peso corporal.  |
| (34) Kitson O, et al. 2021                                      | Variación de peso corporal y osmolaridad salival.                                      |
| (35) Waterbrook A.L. et al. 2015                                | Variación de peso corporal y sonografía de vena cava inferior.                         |
| (36) Carroll HA et al. 2019                                     | Osmolaridad y gravedad específica de la orina  |
| (37) García-Berger Daniela, et al. 2020                         | Osmolaridad de la orina y escala de color de orina.                                    |
| (38) Barley OR, Chapman DW, Mavropalias G, Abbiss CR. 2020      | Osmolaridad de la orina.   |
| (39) Surapongchai Juthamard et al. 2021                         | Gravedad específica de la orina  |
| (40) McDermott BP, Atkins WC. 2023                              | Gravedad específica de la orina.   |
| (41) Adams William M. et al. 2016                               | Gravedad específica de la orina  |
| (42) Ormsbee MJ, et al. 2016                                    | Gravedad específica de la orina.   |
| (43) Desbrow B, Barnes K, Young C, Cox GR, Irwin C. 2017        | Gravedad específica de la orina  |
| (44) Castro-Sepulveda M, et al. 2016                            | Gravedad específica de la orina  |
| (45) Ungaro C.T. et al. 2015                                    | Osmolaridad de líquido lagrimal y osmolaridad de la orina                              |
| (46) Ong JN, Ducker KJ, Furzer BJ, Dymock M, Landers GJ. 2022   | Absorciometría dual de rayos X   |
| (47) Cavalcante EF et al. 2023                                  | Impedancia Bioeléctrica.   |
| (48) Schrader M, et al. 2016                                    | Impedancia Bioeléctrica.   |
| (49) Piras A, Campa F, Toselli S, Di Michele R, Raffi M. 2019   | Impedancia Bioeléctrica.   |

Esta información fue sintetizada y agrupada en la *Tabla 2*, con el fin de cuantificar porcentualmente la frecuencia de utilización de cada uno de los métodos de evaluación del estado de hidratación.

**Tabla 2.** Recuento de los métodos utilizados para evaluar el estado de hidratación.

| Método de evaluación del estado de hidratación | Frecuencia absoluta | Porcentaje del total |
|--|---------------------|----------------------|
| Variación de peso corporal                     | 21                  | 60%                  |

*Revisión Narrativa. Métodos para la evaluación del estado de hidratación en ejercicio y deporte.*

|                                  |    |       |
|----------------------------------|----|-------|
| Osmolaridad de la orina          | 13 | 37%   |
| Gravedad específica de la orina  | 13 | 37%   |
| pH urinario                      | 1  | 2,9%  |
| Escala de color de la orina      | 4  | 11,4% |
| Volumen y osmolaridad plasmática | 3  | 8,6%  |
| Osmolaridad de líquido lagrimal  | 1  | 2,9%  |
| Absorciometría dual de rayos X   | 1  | 2,9%  |
| Impedancia bioeléctrica          | 3  | 8,6%  |
| Osmolaridad salival              | 1  | 2,9%  |
| Sonografía de vena cava inferior | 1  | 2,9%  |

Información derivada de la Tabla 1.

### 3. Discusión

Acabada la fase de recopilación de los resultados de esta revisión narrativa destaca una clara tendencia a utilizar la variación de peso corporal y variables urinarias como métodos para estimar o medir el estado de hidratación, no obstante, son un total de 11 los métodos identificados, por lo cual es necesario desarrollar el objetivo general describiendo y discutiendo brevemente los fundamentos de cada uno de ellos, ya sea de forma individual o agrupados en caso de presentar marcada similitud o compartir el medio utilizado para determinar el nivel de hidratación.

**Variación de peso corporal (15-35):** Gracias a investigaciones y consensos previos, se conoce que la pérdida de 1 gramo de masa corporal equivale directamente a la pérdida de 1 mililitro de agua (50), lo cual simplifica absolutamente los cálculos a realizar. La medición se debe llevar a cabo inmediatamente previo y/o posterior al ejercicio, y con el mínimo de vestuario posible. En cuanto al material requerido, solamente se necesita contar con una balanza correctamente calibrada, y utilizarla sobre una superficie plana y estable, siguiendo las recomendaciones del fabricante y conforme a un protocolo estandarizado y reproducible para medir la masa corporal. Para el cálculo final se deben considerar los ingresos correspondientes a la ingesta de líquidos y/o alimentos sólidos durante el ejercicio y el peso del vestuario, además de los volúmenes que se pueden perder en caso de tener la instancia de orinar durante el desarrollo del ejercicio físico e inclusive pérdidas insensibles por medio de la respiración o sudor. En respuesta a lo anterior, Chevront y Kenefick (51), elaboraron una ecuación para estandarizar este método de estimación del estado de hidratación. En caso de decidir usarlo, se recomienda repetir el procedimiento aproximadamente cada 2 semanas (52). Entre las ventajas de este método destaca lo asequible desde el punto de vista económico mientras que su mayor desventaja es que solamente se trata de una estimación o medición indirecta con un importante margen de error.

**Variables urinarias; osmolaridad (18-22, 28, 30, 31, 36-38, 45), gravedad específica (23-27, 29, 36, 39-44), pH(27) y escala de color de la orina (27-29, 37):** La osmolaridad se mide a través de un osmómetro o se estima por medio de ecuaciones y corresponde a la variación del punto de congelación de un líquido, siendo esto proporcional a la cantidad de partículas en ese medio, realizando esta mediación generalmente con un volumen de aproximadamente 20 µL de orina(53).

*Revisión Narrativa. Métodos para la evaluación del estado de hidratación en ejercicio y deporte.*

Lamentablemente, los osmómetros son equipos de un costo económico considerable por lo tanto se usan principalmente en proyectos de investigación.

Por otra parte, la densidad urinaria o gravedad específica de la orina (comúnmente mencionada como USG por su sigla en inglés), corresponde a un índice de la concentración de solutos disueltos en la orina. En los estudios de campo solamente se requiere contar con un refractómetro portátil (existen de tipo óptico y digital), el cual mide el índice de refracción de la orina al desviar un haz de luz que le atraviese. La escala de medición corresponde al rango entre 1.000-1.050, utilizándose generalmente el punto de corte 1.020 en adelante para clasificar la muestra como deshidratada (54). Contar con este equipo es relativamente asequible, se debe calibrar con agua destilada y para las muestras es suficiente con al menos una gota de orina.

La información respecto al uso del pH de la orina como indicador de hidratación es menos abundante, sin embargo, se menciona que el estado de hidratación es solo uno de los factores que puede modificar la concentración de H<sup>+</sup> en este medio, en particular acidificando la orina en situación de deshidratación. Se pueden utilizar tiras reactivas que consisten en dispositivos alargados que cuentan con extremos impregnados de elementos que reaccionan con los solutos de la orina, resultando esto en un color que se clasifica según una escala determinada y provista por el fabricante (27).

La escala de color de la orina es usada ampliamente como una herramienta de educación para el automonitoreo del estado de hidratación a nivel clínico, ambulatorio y especialmente a población deportiva. Se trata de un método sencillo, subjetivo y que solo requiere de una observación sencilla de la tonalidad de la orina para clasificarla en alguno de los 8 niveles de color de la escala de Likert, desde el más claro (sobrehidratación) hasta el más oscuro (deshidratación)(54). Sin embargo, el color de la orina puede ser afectado por diversos factores, donde la ingesta de líquidos es solamente uno de ellos. Algunos agentes que pueden modificar el color de la orina es el consumo de algunos medicamentos, pigmentos de alimentos o pérdidas de eritrocitos, entre otros(55), por lo cual este método no se debe considerar como opción de primera línea, especialmente si se trata de estudios clínicos. Pese a lo anterior, se considera que puede ser valiosa como automonitoreo y/o como complemento a las pruebas objetivas de orina.

**Volumen y osmolaridad plasmática** (30-32): La concentración de proteínas en sangre se utiliza para estimar el volumen plasmático, la osmolaridad y con ello el nivel de hidratación, en particular por medio de la medición de los valores de hematocrito y hemoglobina (56). Reducciones en el volumen de plasma incrementan la concentración de glóbulos rojos con lo cual aumenta el índice de hematocrito y esto se extrapola hacia un posible estado de deshidratación (57). Esta estimación se lleva a cabo a través de ecuaciones y para disminuir el margen de error se sugiere considerar una correcta técnica en la toma de muestra sanguínea, incluyendo la posición del brazo, el uso de torniquete y otras variables, recomendándose además conocer la osmolaridad de base de los sujetos a evaluar (58, 59). Pese a que se consideran como buenos indicadores de hidratación, se ha documentado que suelen subestimar la deshidratación ligera, además de presentar desventajas operacionales derivadas de que al requerir una muestra sanguínea resulta incómodo para una gran parte de la población.

**Impedancia bioeléctrica** (47-49): Es una técnica no invasiva que se basa en medir la conductividad de una descarga eléctrica de muy baja intensidad a través del cuerpo del evaluado, donde la velocidad de viaje de esta señal o la resistencia a ello se extrapola a través de ecuaciones incorporadas en un *software* para obtener resultados de la composición corporal, entre ellas el agua corporal total (60). Se considera una técnica segura, y se recomienda fuertemente que sea siempre aplicada siguiendo un protocolo estandarizado que considere entre otros que la persona no haya realizado ejercicio físico ni consumido alcohol en las últimas 12 horas, además de realizar la evaluación siempre bajo las mismas condiciones de horario, temperatura e inclusive en la misma

*Revisión Narrativa. Métodos para la evaluación del estado de hidratación en ejercicio y deporte.*

fase de ciclo menstrual en el caso de las mujeres (61). Pese a lo sencillo de su procedimiento y el relativo bajo costo de implementación, se desaconseja su elección de forma aislada en el contexto de estudios con objetivo de investigación científica, no obstante, se recomienda utilizarla en el ámbito clínico bajo las condiciones mencionadas o complementarla con otras técnicas (62).

**Osmolaridad de líquido lagrimal** (45): Es una alternativa relativamente nueva para evaluar el estado de hidratación, la cual se basa en su fuerte correlación con el método de la osmolaridad del plasma (63), por lo cual emerge como una interesante alternativa con estos fines (64). Se requieren aún mayores estudios para terminar de comprobar su fiabilidad como método para la evaluación del estado de hidratación, además de estandarizar las técnicas y metodología para hacer la toma de muestra, si bien los avances tecnológicos han permitido avanzar rápidamente en este sentido (65).

**Osmolaridad salival** (34): Los métodos que utilizan muestra salival son otra opción no invasiva para intentar evaluar el estado de hidratación, aunque la variación interindividual puede ser alta (66), siendo muy superior a la presentada por otras variables como la osmolaridad del plasma o la gravedad específica de la orina (67). Sumado a lo anterior, se menciona que la concentración de proteínas en saliva es un factor que puede confundir o alterar considerablemente el resultado de osmolaridad, por lo cual se recomienda medir los valores de base en caso de utilizar este método (68). Considerando los antecedentes, su uso aún carece de un sustento metodológico realmente robusto, por lo cual se invita a preferir otros métodos de evaluación en contexto deportivo.

**Absorciometría dual de rayos X** (46) y **Sonografía de vena cava inferior** (35): La absorciometría dual de rayos X se utiliza comúnmente para evaluar la densidad mineral ósea, entre otras variables (69). Por consiguiente, uno de los datos que se puede obtener de este examen es el agua corporal total, derivado esencialmente del agua contenida en la masa muscular (70). Entre las variables a tener en consideración es importante considerar que el ejercicio físico y la ingesta de alimentos alterarán los resultados. Por otra parte, la sonografía (también conocida como ultrasonido) es una técnica que utiliza emisiones de ondas de sonido de alta frecuencia, y a la fecha de la presente revisión es considerada una novel alternativa que permite estimar el volumen intravascular, lo cual ha sido comprobado y validado en contexto clínico (71, 72). Estos métodos presentan la dificultad del elevado costo implicado para acceder a ellos, lo cual no siempre estará al alcance o dentro de la implementación de clubes o federaciones deportivas.

#### 4. Conclusiones

La presente revisión, pese a sus limitantes relacionadas a lo acotada de su extensión, nos permite comprobar que contamos con variadas opciones de métodos al momento de necesitar determinar el estado de hidratación de los deportistas o de población físicamente activa. Si bien los más utilizados cuentan con la ventaja de ser herramientas sencillas, asequibles y por consiguiente muy adaptables a la práctica deportiva, debemos considerar conocer que existen otros que pese a ser aún menos asequibles, pueden aportar información valiosa o ser complementarios a los métodos más conocidos.

Finalmente, la elección de él o los métodos que utilizaremos deberán estar en línea con el contexto, los objetivos y los recursos disponibles, no olvidando que como miembros del equipo interdisciplinario de los deportistas debemos procurar estar actualizados para informar, educar y con criterio basado en rigor científico tomar las decisiones necesarias en un tema tan relevante como lo es la hidratación para la salud y el rendimiento.

#### 5. Referencias

1. Hankin ME, Munz K, Steinbeck AW. Total body water content in normal and grossly obese women. *Med J Aust.* 2 de octubre de 1976;2(14):533-7.

*Revisión Narrativa. Métodos para la evaluación del estado de hidratación en ejercicio y deporte.*

2. Edmonds CJ, Crosbie L, Fatima F, Hussain M, Jacob N, Gardner M. Dose-response effects of water supplementation on cognitive performance and mood in children and adults. *Appetite*. 1 de enero de 2017;108:464-70.
3. Kempton MJ, Ettinger U, Foster R, Williams SCR, Calvert GA, Hampshire A, et al. Dehydration affects brain structure and function in healthy adolescents. *Hum Brain Mapp*. enero de 2011;32(1):71-9.
4. Boilesen SN, Tahan S, Dias FC, Melli LCFL, de Morais MB. Water and fluid intake in the prevention and treatment of functional constipation in children and adolescents: is there evidence? *J Pediatr (Rio J)*. 2017;93(4):320-7.
5. Pearle MS, Goldfarb DS, Assimos DG, Curhan G, Denu-Ciocca CJ, Matlaga BR, et al. Medical management of kidney stones: AUA guideline. *J Urol*. agosto de 2014;192(2):316-24.
6. Sawka MN, Wenger CB, Pandolf KB. Thermoregulatory Responses to Acute Exercise-Heat Stress and Heat Acclimation. En: *Comprehensive Physiology* [Internet]. John Wiley & Sons, Ltd; 2011 [citado 15 de febrero de 2024]. p. 157-85. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/cphy.cp040109>
7. Montain SJ, Sawka MN, Latzka WA, Valeri CR. Thermal and cardiovascular strain from hypohydration: influence of exercise intensity. *Int J Sports Med*. febrero de 1998;19(2):87-91.
8. Chevront SN, Carter R, Sawka MN. Fluid balance and endurance exercise performance. *Curr Sports Med Rep*. agosto de 2003;2(4):202-8.
9. Chevront SN, Kenefick RW, Montain SJ, Sawka MN. Mechanisms of aerobic performance impairment with heat stress and dehydration. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. diciembre de 2010;109(6):1989-95.
10. Armstrong LE, Johnson EC, Casa DJ, Ganio MS, McDermott BP, Yamamoto LM, et al. The American football uniform: uncompensable heat stress and hyperthermic exhaustion. *J Athl Train*. 2010;45(2):117-27.
11. O'Brien C, Freund BJ, Sawka MN, McKay J, Hesslink RL, Jones TE. Hydration assessment during cold-weather military field training exercises. *Arctic Med Res*. enero de 1996;55(1):20-6.
12. Dietary reference values for water | EFSA [Internet]. 2010 [citado 15 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/1459>
13. Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate [Internet]. Washington, D.C.: National Academies Press; 2005 [citado 15 de febrero de 2024]. Disponible en: <http://www.nap.edu/catalog/10925>
14. American College of Sports Medicine, Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc*. febrero de 2007;39(2):377-90.
15. Castro-Sepulveda M, Cerda-Kohler H, Pérez-Luco C, Monsalves M, Andrade DC, Zbinden-Foncea H, et al. Hydration status after exercise affect resting metabolic rate and heart rate variability. *Nutr Hosp*. 17 de diciembre de 2014;31(3):1273-7.

*Revisión Narrativa. Métodos para la evaluación del estado de hidratación en ejercicio y deporte.*

16. Wall BA, Watson G, Peiffer JJ, Abbiss CR, Siegel R, Laursen PB. Current hydration guidelines are erroneous: dehydration does not impair exercise performance in the heat. *Br J Sports Med.* agosto de 2015;49(16):1077-83.
17. Tan XR, Low ICC, Stephenson MC, Kok T, Nolte HW, Soong TW, et al. Altered brain structure with preserved cortical motor activity after exertional hypohydration: a MRI study. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. 1 de julio de 2019;127(1):157-67.
18. Carroll HA, Templeman I, Chen YC, Edinburgh R, Burch EK, Jewitt JT, et al. Hydration status affects thirst and salt preference but not energy intake or postprandial ghrelin in healthy adults: A randomised crossover trial. *Physiol Behav.* 1 de diciembre de 2019;212:112725.
19. Killer SC, Svendsen IS, Gleeson M. The influence of hydration status during prolonged endurance exercise on salivary antimicrobial proteins. *Eur J Appl Physiol.* septiembre de 2015;115(9):1887-95.
20. Yeargin SW, Finn ME, Eberman LE, Gage MJ, McDermott BP, Niemann A. Ad libitum fluid consumption via self- or external administration. *J Athl Train.* enero de 2015;50(1):51-8.
21. Zubac D, Šimunič B, Buoite Stella A, Morrison SA. Neuromuscular performance after rapid weight loss in Olympic-style boxers. *Eur J Sport Sci.* septiembre de 2020;20(8):1051-60.
22. Cheung SS, McGarr GW, Mallette MM, Wallace PJ, Watson CL, Kim IM, et al. Separate and combined effects of dehydration and thirst sensation on exercise performance in the heat. *Scand J Med Sci Sports.* junio de 2015;25 Suppl 1:104-11.
23. Pryor JL, Johnson EC, Del Favero J, Monteleone A, Armstrong LE, Rodriguez NR. Hydration Status and Sodium Balance of Endurance Runners Consuming Postexercise Supplements of Varying Nutrient Content. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* octubre de 2015;25(5):471-9.
24. Fernández-Elías VE, Hamouti N, Ortega JF, Mora-Rodríguez R. Hyperthermia, but not muscle water deficit, increases glycogen use during intense exercise. *Scand J Med Sci Sports.* junio de 2015;25 Suppl 1:126-34.
25. Taim BC, Suppiah HT, Wee J, Lee M, Lee JKW, Chia M. Palatable Flavoured Fluids without Carbohydrates and Electrolytes Do Not Enhance Voluntary Fluid Consumption in Male Collegiate Basketball Players in the Heat. *Nutrients.* 23 de noviembre de 2021;13(12):4197.
26. Kamaruddin HK, Ooi CH, Mündel T, Aziz AR, Che Muhamed AM. The ergogenic potency of carbohydrate mouth rinse on endurance running performance of dehydrated athletes. *Eur J Appl Physiol.* agosto de 2019;119(8):1711-23.
27. Ferreira AMJ, Farias-Junior LF, Mota TAA, Elsangedy HM, Marcadenti A, Lemos TMAM, et al. Carbohydrate Mouth Rinse and Hydration Strategies on Cycling Performance in 30 Km Time Trial: A Randomized, Crossover, Controlled Trial. *J Sports Sci Med.* junio de 2018;17(2):181-7.
28. Emerson DM, Torres-McGehee TM, Emerson CC, LaSalle TL. Individual fluid plans versus ad libitum on hydration status in minor professional ice hockey players. *J Int Soc Sports Nutr.* 2017;14:25.
29. Camerino SRA e S, Lima RCP, França TCL, Herculano E de A, Rodrigues DSA, Gouveia MG de S, et al. Keto analogue and amino acid supplementation and its effects on ammonemia and performance under thermoneutral conditions. *Food Funct.* febrero de 2016;7(2):872-80.

*Revisión Narrativa. Métodos para la evaluación del estado de hidratación en ejercicio y deporte.*

30. Corney RA, Horina A, Sunderland C, James LJ. Effect of hydration status and fluid availability on ad-libitum energy intake of a semi-solid breakfast. *Appetite*. agosto de 2015;91:399-404.
31. Juett LA, Midwood KL, Funnell MP, James LJ, Mears SA. Hypohydration produced by high-intensity intermittent running increases biomarkers of renal injury in males. *Eur J Appl Physiol*. diciembre de 2021;121(12):3485-97.
32. James LJ, Moss J, Henry J, Papadopoulou C, Mears SA. Hypohydration impairs endurance performance: a blinded study. *Physiol Rep*. junio de 2017;5(12):e13315.
33. Wagner DR, Cotter JD. Ultrasound Measurements of Subcutaneous Fat Thickness Are Robust Against Hydration Changes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 1 de mayo de 2021;31(3):244-9.
34. Kitson O, Rutherford-Markwick K, Foskett A, Lee JKW, Diako C, Wong M, et al. Sensory Perception of an Oral Rehydration Solution during Exercise in the Heat. *Nutrients*. 23 de septiembre de 2021;13(10):3313.
35. Waterbrook AL, Shah A, Jannicky E, Stolz U, Cohen RP, Gross A, et al. Sonographic inferior vena cava measurements to assess hydration status in college football players during preseason camp. *J Ultrasound Med Off J Am Inst Ultrasound Med*. febrero de 2015;34(2):239-45.
36. Carroll HA, Templeman I, Chen YC, Edinburgh R, Burch EK, Jewitt JT, et al. Hydration status affects thirst and salt preference but not energy intake or postprandial ghrelin in healthy adults: A randomised crossover trial. *Physiol Behav*. 1 de diciembre de 2019;212:112725.
37. García-Berger D, Mackay K, Monsalves-Alvarez M, Jorquera C, Ramirez-Campillo R, Zbinden-Foncea H, et al. Effects of skim milk and isotonic drink consumption before exercise on fluid homeostasis and time-trial performance in cyclists: a randomized cross-over study. *J Int Soc Sports Nutr*. 30 de marzo de 2020;17(1):17.
38. Barley OR, Chapman DW, Mavropalias G, Abbiss CR. The Influence of Heat Acclimation and Hypohydration on Post-Weight-Loss Exercise Performance. *Int J Sports Physiol Perform*. 1 de febrero de 2020;15(2):213-21.
39. Surapongchai J, Saengsirisuwan V, Rollo I, Randell RK, Nithitsuttibuta K, Sainiyom P, et al. Hydration Status, Fluid Intake, Sweat Rate, and Sweat Sodium Concentration in Recreational Tropical Native Runners. *Nutrients*. 20 de abril de 2021;13(4):1374.
40. McDermott BP, Atkins WC. Whole-body cooling effectiveness of cold intravenous saline following exercise hyperthermia: a randomized trial. *Am J Emerg Med*. octubre de 2023;72:188-92.
41. Adams WM, Hosokawa Y, Adams EL, Belval LN, Huggins RA, Casa DJ. Reduction in body temperature using hand cooling versus passive rest after exercise in the heat. *J Sci Med Sport*. noviembre de 2016;19(11):936-40.
42. Ormsbee MJ, Gorman KA, Miller EA, Baur DA, Eckel LA, Contreras RJ, et al. Nighttime feeding likely alters morning metabolism but not exercise performance in female athletes. *Appl Physiol Nutr Metab Physiol Appl Nutr Metab*. julio de 2016;41(7):719-27.
43. Desbrow B, Barnes K, Young C, Cox GR, Irwin C. A Nutrition Recovery Station Following Recreational Exercise Improves Fruit Consumption but Does Not Influence Fluid Recovery. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. diciembre de 2017;27(6):487-90.

*Revisión Narrativa. Métodos para la evaluación del estado de hidratación en ejercicio y deporte.*

44. Castro-Sepulveda M, Johannsen N, Astudillo S, Jorquera C, Álvarez C, Zbinden-Fonca H, et al. Effects of Beer, Non-Alcoholic Beer and Water Consumption before Exercise on Fluid and Electrolyte Homeostasis in Athletes. *Nutrients*. 7 de junio de 2016;8(6):345.
45. Ungaro CT, Reimel AJ, Nuccio RP, Barnes KA, Pahnke MD, Baker LB. Non-invasive estimation of hydration status changes through tear fluid osmolality during exercise and post-exercise rehydration. *Eur J Appl Physiol*. mayo de 2015;115(5):1165-75.
46. Ong JN, Ducker KJ, Furzer BJ, Dymock M, Landers GJ. Food and fluid intake and hydration status does not affect ultrasound measurements of subcutaneous adipose tissue in active adults. *J Sci Med Sport*. julio de 2022;25(7):548-52.
47. Cavalcante EF, Kassiano W, Ribeiro AS, Costa B, Cyrino LT, Cunha PM, et al. Resistance Training for Older Women: Do Adaptive Responses Support the ACSM and NSCA Position Stands? *Med Sci Sports Exerc*. 1 de septiembre de 2023;55(9):1651-9.
48. Schrader M, Treff B, Sandholtet T, Maassen N, Shushakov V, Kaesebieter J, et al. Carbohydrate supplementation stabilises plasma sodium during training with high intensity. *Eur J Appl Physiol*. septiembre de 2016;116(9):1841-53.
49. Piras A, Campa F, Toselli S, Di Michele R, Raffi M. Physiological responses to partial-body cryotherapy performed during a concurrent strength and endurance session. *Appl Physiol Nutr Metab Physiol Appl Nutr Metab*. enero de 2019;44(1):59-65.
50. Shirreffs SM. Markers of hydration status. *J Sports Med Phys Fitness*. marzo de 2000;40(1):80-4.
51. Cheuvront SN, Kenefick RW. CORP: Improving the status quo for measuring whole body sweat losses. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. 1 de septiembre de 2017;123(3):632-6.
52. Leiper JB, Pitsiladis Y, Maughan RJ. Comparison of water turnover rates in men undertaking prolonged cycling exercise and sedentary men. *Int J Sports Med*. abril de 2001;22(3):181-5.
53. Zubac D, Marusic U, Hrvoje K. Hydration Status Assessment Techniques and Their Applicability Among Olympic Combat Sports Athletes: Literature Review. *Strength Cond J*. 1 de agosto de 2016;38:80-9.
54. Fernández-Elías VE, Martínez-Abellán A, López-Gullón JM, Morán-Navarro R, Pallarés JG, De la Cruz-Sánchez E, et al. Validity of hydration non-invasive indices during the weightcutting and official weigh-in for Olympic combat sports. *PloS One*. 2014;9(4):e95336.
55. McKenzie AL, Muñoz CX, Armstrong LE. Accuracy of Urine Color to Detect Equal to or Greater Than 2% Body Mass Loss in Men. *J Athl Train*. diciembre de 2015;50(12):1306-9.
56. Dill DB, Costill DL. Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration. *J Appl Physiol*. agosto de 1974;37(2):247-8.
57. Oppliger RA, Bartok C. Hydration testing of athletes. *Sports Med Auckl NZ*. 2002;32(15):959-71.
58. Kavouras SA. Assessing hydration status. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. septiembre de 2002;5(5):519-24.
59. Sollanek KJ, Kenefick RW, Cheuvront SN, Axtell RS. Potential impact of a 500-mL water bolus and body mass on plasma osmolality dilution. *Eur J Appl Physiol*. septiembre de 2011;111(9):1999-2004.

*Revisión Narrativa. Métodos para la evaluación del estado de hidratación en ejercicio y deporte.*

60. De Lorenzo A, Andreoli A, Matthie J, Withers P. Predicting body cell mass with bioimpedance by using theoretical methods: a technological review. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. mayo de 1997;82(5):1542-58.
61. Mialich MS, Sicchieri JMF, Junior AAJ. Analysis of Body Composition: A Critical Review of the Use of Bioelectrical Impedance Analysis. *Int J Clin Nutr*. 23 de enero de 2014;2(1):1-10.
62. Berneis K, Keller U. Bioelectrical impedance analysis during acute changes of extracellular osmolality in man. *Clin Nutr Edinb Scotl*. octubre de 2000;19(5):361-6.
63. Fortes MB, Diment BC, Di Felice U, Gunn AE, Kendall JL, Esmaeelpour M, et al. Tear fluid osmolality as a potential marker of hydration status. *Med Sci Sports Exerc*. agosto de 2011;43(8):1590-7.
64. Sollanek K, Kenefick R, Walsh N, Fortes M, Esmaeelpour M, Cheuvront S. Assessment of thermal dehydration using the human eye: What is the potential? *J Therm Biol*. 1 de febrero de 2012;37:111-7.
65. Owen JA, Fortes MB, Ur Rahman S, Jibani M, Walsh NP, Oliver SJ. Hydration Marker Diagnostic Accuracy to Identify Mild Intracellular and Extracellular Dehydration. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 1 de noviembre de 2019;29(6):604-11.
66. Oliver SJ, Laing SJ, Wilson S, Bilzon JLJ, Walsh NP. Saliva indices track hypohydration during 48h of fluid restriction or combined fluid and energy restriction. *Arch Oral Biol*. octubre de 2008;53(10):975-80.
67. Ely BR, Cheuvront SN, Kenefick RW, Sawka MN. Limitations of salivary osmolality as a marker of hydration status. *Med Sci Sports Exerc*. junio de 2011;43(6):1080-4.
68. Ben-Aryeh H, Roll N, Lahav M, Dlin R, Hanne-Paparo N, Szargel R, et al. Effect of exercise on salivary composition and cortisol in serum and saliva in man. *J Dent Res*. noviembre de 1989;68(11):1495-7.
69. Going SB, Massett MP, Hall MC, Bare LA, Root PA, Williams DP, et al. Detection of small changes in body composition by dual-energy x-ray absorptiometry. *Am J Clin Nutr*. junio de 1993;57(6):845-50.
70. Pietrobelli A, Formica C, Wang Z, Heymsfield SB. Dual-energy X-ray absorptiometry body composition model: review of physical concepts. *Am J Physiol*. diciembre de 1996;271(6 Pt 1):E941-951.
71. Chen L, Kim Y, Santucci KA. Use of ultrasound measurement of the inferior vena cava diameter as an objective tool in the assessment of children with clinical dehydration. *Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med*. octubre de 2007;14(10):841-5.
72. Kosiak W, Swieton D, Piskunowicz M. Sonographic inferior vena cava/aorta diameter index, a new approach to the body fluid status assessment in children and young adults in emergency ultrasound--preliminary study. *Am J Emerg Med*. marzo de 2008;26(3):320-5.