



Universidad de Belgrano

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Licenciatura en Nutrición

“Hidratación en deportistas de Élite”

Revisión Bibliográfica

Alumna: Corti, Daniela

N° de Matrícula: 120102796

Tutora: De La Rúa, Natalia Marcela

Agradecimientos

A mi familia por brindarme su apoyo y amor incondicional, sus consejos, valores. Este logro como muchos otros se los debo a ellos.

A mis amigos, que estuvieron a mi lado durante estos años de estudio y fueron mi mano derecha en todo momento.

A los docentes que formaron parte de este aprendizaje, por compartir sus conocimientos y enseñarme lo hermoso de esta carrera.

A Nati por aceptar ser mi tutora en esta tesis, guiarme y acompañarme en el final de este recorrido.

ÍNDICE

Resumen	1
Abstract	2
Introducción	3
1. Objetivos	7
1.1 Objetivo General	7
1.2 Objetivos específicos	7
Marco teórico	8
2. Evolución de las recomendaciones de hidratación en deportistas	8
3. Métodos de medición de la deshidratación	11
4. Impacto de la deshidratación en el deportista de élite	16
5. Hidratación deportiva por medio de fluidos intravenosos	22
5.1 Tipos de Líquidos Intravenosos	24
5.2 Utilización de IV	24
5.2.1 Deshidratación Leve/Moderada	24
5.2.2 Síncope por calor y colapso asociado al ejercicio	25
5.2.3 Golpe de calor por esfuerzo	25
6. Bebidas recomendadas para hidratación	26
6.1 Consumo de Sodio por medio de Bebidas Deportivas	27
7. Deshidratación como estrategia de competencia de peso	28
7.1 Manipulación del Agua corporal	29
7.1.1 Ventajas de los métodos comunes de pérdida de peso rápida	30
7.1.2 Desventajas de los métodos comunes de pérdida de peso rápida	30
7.2 Estrategias para la recuperación de las reservas de líquidos	30
8. Discusión y Conclusión	33
9. Bibliografía	34
10. Anexos	38

Resumen

Es necesario complementar a nuestro organismo con las sustancias y cantidades requeridas para su función adecuada, ya que, de lo contrario, los resultados en su actividades no siempre serán los esperados. Cabe destacar que aquellas personas que realizan alguna actividad física o deporte, manifestarán un desgaste más acentuado en todas las funciones corporales; una de ellas es la deshidratación, la cual es comprobada como causal en el bajo rendimiento deportivo, y que en casos extremos, puede provocar hasta la muerte.

Los objetivos de la siguiente revisión bibliográfica se basan en realizar una actualización de la bibliografía disponible en las principales bases de datos biomédicos sobre la hidratación en deportistas de élite durante la última década, investigar sobre las recomendaciones de hidratación antes, durante y después de la práctica deportiva, el impacto de la deshidratación y la utilización de la misma como ventaja deportiva.

La búsqueda bibliográfica se realizó a través de diferentes bases de datos tales como NCBI, PubMed, Scielo y Google Académico. También por medio de libros de autores referentes en el tema.

Se concluyó que un deportista de élite debe mantener un estado de hidratación adecuado para evitar un descenso en el rendimiento deportivo. El plan de hidratación dependerá del tipo de deporte (fútbol, boxeo, carrera de distancia, golf, entre otros), la intensidad de la actividad, temperatura y humedad ambiental, por ende, es importante individualizar la prescripción.

Palabras clave: HIDRATACIÓN - DEPORTISTAS ELITE - ALTO RENDIMIENTO - DESHIDRATACIÓN.

ABSTRACT

It is necessary to supplement our body with the substances and quantities required for its proper function, otherwise, the results in its activities will not always be as expected. It should be noted that those who perform any physical activity or sport, will show a more pronounced wear in all bodily functions; one of them is dehydration, which is proven to be the cause of poor sports performance, and in extreme cases, can even lead to death.

The objectives of the following literature review are based on an update of the literature available in the main biomedical databases on hydration in elite athletes over the last decade, research on hydration recommendations before, during and after sport, the impact of dehydration and the use of dehydration as a sporting advantage.

The bibliographic search was carried out through different databases such as NCBI, PubMed, Scielo and Google Scholar. Also through books by leading authors on the subject.

It was concluded that an elite athlete must maintain an adequate state of hydration to avoid a decrease in sports performance. The hydration plan will depend on the type of sport (football, boxing, distance running, golf, among others), the intensity of the activity, temperature and humidity, therefore, it is important to individualise the prescription.

Keywords: HYDRATION - ELITE ATHLETES - HIGH PERFORMANCE - DEHYDRATION.

1. Introducción

El cuerpo humano está compuesto en casi un 60% por líquido, situado en el interior de las células en sus dos terceras partes (líquido intracelular), y el tercio restante en los espacios externos a las células (líquido extracelular). El organismo se constituye como un complejo conjunto formado por más de 100 billones de células, que mantienen sus funciones gracias a los iones y nutrientes que se encuentran en el líquido extracelular, que forma lo que se denomina medio interno del cuerpo. (1)

La cantidad de agua en el cuerpo humano, llamada agua corporal total (ACT), varía con la edad, el sexo, la masa muscular y el tejido adiposo. En individuos sanos, el ACT sufre pocas modificaciones, sin embargo, la cantidad de ACT varía significativamente de persona a persona, debido a una diversidad de factores ya sea ambientales, dieta, salud y/o fisiológicos. La masa muscular en los adultos está conformada por alrededor de 70% a 75% de agua, mientras que el tejido adiposo constituye entre 10 y 40% del peso corporal. Laaksonen et al. señala que es por ello por lo que las mujeres suelen tener un porcentaje ACT menor que los hombres, ya que poseen una proporción de grasa relativamente más alta. A medida que aumenta el tejido adiposo, la porción acuosa corporal disminuye, mientras que con el envejecimiento se reduce el ACT, debido a la pérdida de masa muscular. (2)

El agua es un nutriente esencial que, como el resto de los nutrientes, se requiere tanto para mantener la salud como para optimizar el rendimiento deportivo. La misma cumple diversas funciones las cuales, relacionadas con la actividad física, incluyen: transporte de nutrientes, transporte de productos metabólicos que deben ser eliminados, transporte de oxígeno, hormonas, enzimas, células sanguíneas, entre otras. También mantiene la estructura de la célula, tiene función lubricante de articulaciones, mucosas, saliva, absorbe el calor ante cualquier cambio de temperatura, incluso si es un cambio de temperatura pequeño. Debido a su capacidad de almacenamiento térmico, el agua ayuda a regular la temperatura del cuerpo absorbiendo el calor y liberándose a través de la producción y evaporación del sudor. A su vez, regula la presión arterial favoreciendo una adecuada función cardiovascular y regula el proceso de digestión y absorción de nutrientes. (3)

Hidratar significa proporcionar algo, especialmente a la piel o a otro tejido, el grado de humedad normal o necesario (4). Este proceso da como resultado varias respuestas fisiológicas; la respuesta más relacionada con el rendimiento atlético de élite es la optimización del volumen de líquido intravascular porque posiblemente este compartimiento de líquido tiene el mayor impacto en el rendimiento deportivo (5). La hidratación adecuada es uno de los aspectos más importantes de la actividad física saludable. Ingerir la cantidad adecuada de líquidos antes, durante y después de la actividad física es vital para proporcionar a su cuerpo los líquidos que necesita para funcionar correctamente (6).

El equilibrio hídrico, está determinado cuando la cantidad de agua que se ingiere es igual a la cantidad de líquido corporal que se elimina. El agua que ingresa al organismo procede, por un lado, de la ingesta de líquidos donde el 80% proviene de la ingesta de agua total, así como también formando parte de alimentos sólidos los cuales representan el 20% restante, y por otro, de la oxidación de los hidratos de carbono, lo que supone unos 200 ml/día. Existen diferencias interindividuales en cuanto a la ingestión de agua, además de otros factores tales como el clima, los hábitos y el nivel y tipo de actividad física que se realiza. (6)

De la misma forma, se distinguen como mecanismos de pérdida de agua las pérdidas insensibles, así denominadas porque el individuo no suele percibir las, e incluyen las pérdidas cutáneas donde el agua se pierde por la evaporación en la piel (450 mL/d) y las pérdidas respiratorias, por evaporación a través de los pulmones al respirar. La producción de sudor puede aumentar considerablemente las pérdidas de agua sobre la piel: la evaporación de un litro de agua a través de la piel remueve 573 kcal de calor del cuerpo. Aquellos deportistas con mayor superficie corporal tienen mayor capacidad de producir sudor, por lo tanto, también un aumento de la pérdida de calor producido, pero asimismo pueden ganar más calor del medio ambiente. También, el nivel de entrenamiento influye de tal manera que aquellos deportistas que estén más entrenados tienen un mayor potencial de producir sudor y de enfriamiento del cuerpo, por lo que la ingesta de líquidos también debería estar incrementada (6). En climas secos y cálidos, puede llevar a una pérdida de más de 8.000 ml / día en adultos. (7)

También se consideran, como mecanismos de pérdida de líquidos, a las pérdidas urinarias y a las pérdidas fecales. La pérdida de agua fecal es de aproximadamente 200 ml / día en un adulto en condiciones normales (8). La deshidratación progresiva en el ejercicio es frecuente

debido a que los deportistas muchas veces no ingieren suficiente líquido para reponer las pérdidas de agua. Esto hace que disminuya el rendimiento físico, aumentando el riesgo de lesiones y pone en riesgo la salud del deportista. Es por ello por lo que es fundamental mantener un adecuado nivel de hidratación mientras se realiza ejercicio, considerando que la sensación de sed es un signo tardío de la deshidratación, ya que se manifiesta cuando el cuerpo ya ha perdido del 1% al 2% del peso corporal. El aumento de la deshidratación se puede manifestar con calambres musculares, apatía, debilidad y desorientación. Si se continúa con el ejercicio, se producirá agotamiento y golpe de calor (incremento de la temperatura corporal, falta de sudoración e inconsciencia). Los síntomas iniciales que deben alertar al deportista son excesiva sudoración, cefalea intensa, náuseas y sensación de inestabilidad. Hay que tener en cuenta que, en climas fríos, también se puede producir deshidratación, aunque con menos frecuencia. Dentro de los factores causantes se encuentran el exceso de ropa, un aumento de la diuresis ocasionada por hipoxia y también porque el frío que no estimula la ingesta de líquido. (9)

Dentro de los factores modificadores mencionados anteriormente, en cuanto al sexo podemos agregar que la American College of Sports Medicine (Medicine and Science in Sports and Exercise), señala que las mujeres suelen tener tasas de sudoración y pérdidas de electrolitos más bajas que los hombres. Las tasas de sudoración más bajas se deben principalmente a que tienen un tamaño corporal más pequeño y tasas metabólicas más bajas cuando realizan una determinada tarea de ejercicio. También agrega que la respuesta diurética a una carga de agua puede ser mayor en las mujeres que en los hombres, lo que sugiere que las mujeres entregan el agua más rápidamente que los hombres. Las mujeres muestran respuestas reducidas de arginina vasopresina (AVP) a los estímulos osmóticos, lo que debería resultar en pérdidas renales elevadas de agua y electrolitos. Paradójicamente, en las mujeres, tanto los estrógenos endógenos como los estrógenos administrados exógenamente parecen incrementar la liberación de AVP y tanto los estrógenos como la progesterona aumentan la retención renal de agua y electrolitos. (10)

Por otro lado, en cuanto al ambiente, la American College of Sports Medicine (ACSM por sus siglas en inglés) menciona que a medida que aumenta el estrés por calor ambiental, existe una mayor dependencia de la transpiración para el enfriamiento por evaporación. La sudoración involucra al sistema circulatorio, que se encarga de transportar el calor generado en los músculos hacia la superficie corporal. El uso de ropa pesada o impermeable, como un uniforme de fútbol,

aumenta en gran medida el estrés por calor y los requisitos de enfriamiento por evaporación durante el ejercicio en ambientes templados a cálidos. No es inusual que los corredores de distancia ya sea femeninos y/o masculinos suden tasas de aproximadamente 0,7 y 1,0 L / hora, respectivamente, en condiciones templadas. La exposición al estrés por calor climático aumentará las necesidades de fluidos para un determinado nivel de actividad física. Las personas expuestas a altas temperaturas ambientales suelen tener tasas de sudoración de 0,3 a 1,2 L / hora. Personas vistiendo la ropa de protección tienen tasas de sudoración de 1 a 2 L / hora aproximadamente mientras realizan ejercicio de intensidad ligera en climas cálidos. Las corredoras competitivas pueden aumentar sus pérdidas por sudor de aproximadamente 0,7 L / hora en clima templado a aproximadamente 1,1 L / hora en clima cálido cuando se realiza el mismo evento (10). (ANEXO 1)

En cuanto a las recomendaciones de ingesta de líquidos en situaciones normales, La IOM recomienda una ingesta de líquido de 2.7 litros para mujeres, siendo este el agua total sumando bebidas y alimentos. Mientras que la European Food Safety Authority, recomienda 2.0 L. (11)

Existen diferentes pautas con respecto a la reposición de líquidos en ejercicios o entrenamientos intensos y de más de una hora de duración. El ACSM sostiene que una adecuada reposición de líquidos ayuda a mantener los niveles de hidratación, favoreciendo la salud, la seguridad y por sobre todo el rendimiento deportivo. También menciona que los atletas que comienzan una competencia hidratados se encuentran en una situación de desventaja con el adversario bien hidratado. Una hidratación adecuada se logra antes de hacer ejercicio, por la hidratación adecuada del día anterior. (10)

Como se mencionó anteriormente, la producción de energía durante el ejercicio es un proceso ineficiente que genera calor y el aumento de la temperatura corporal. Para mantener la temperatura corporal normal y la función cardiovascular, el calor metabólico producido durante el ejercicio debe ser liberado. El objetivo de la ingesta de líquidos durante el ejercicio es mantener el volumen plasmático y evitar cambios excesivos en el balance electrolítico. (12)

Los efectos de la deshidratación sobre las funciones y el rendimiento deportivo llevan siendo estudiados desde hace algunas décadas (5). Dos revisiones sistemáticas recientes examinaron la influencia de la hidratación en la temperatura corporal y la frecuencia cardíaca. Huggins y col. (2012) y Adams et al. (2014) incluyó 20 estudios, tanto de laboratorio como de

campo, que evaluaron la influencia del estado de hidratación en frecuencia cardíaca después de ejercicio de intensidad variable o fija en el calor y demostrado un aumento promedio de .22 ° C y 3 latidos por minuto por cada 1% adicional de pérdida de masa corporal. Por eso sugieren que para maximizar el rendimiento, una de las mejores estrategias es minimizar la cantidad de deshidratación durante el ejercicio intenso en el calor. (12)

Por todo lo expuesto, y con el propósito de disponer de información que permita generar una revisión bibliográfica actualizada respecto a la hidratación en deportistas de élite se plantean los siguientes objetivos:

1.Objetivos

1.1 Objetivo general:

1. Realizar una actualización de la bibliografía disponible en las principales bases de datos biomédicos sobre la hidratación en deportistas de élite durante la última década.

1.2 Objetivos específicos:

1. Describir las recomendaciones para deportistas de élite sobre la hidratación antes, durante y después de la práctica deportiva.

2. Investigar el impacto de la deshidratación en los deportistas de élite.

3. Investigar los efectos de la deshidratación utilizados como ventaja deportiva en la competición.

MARCO TEÓRICO

2. Evolución de las recomendaciones de hidratación en deportistas

En los últimos 35 años, numerosas investigaciones han reflejado los efectos beneficiosos de la nutrición durante la realización de ejercicio físico. No hay duda de que lo que un deportista consume y bebe puede afectar a su salud, a su peso y composición corporal, a la disponibilidad de sustratos durante el ejercicio, al tiempo de recuperación tras el ejercicio y, por último, a la realización del propio ejercicio. (13)

Las pautas de hidratación más influyentes fueron desarrolladas por el American College of Sports Medicine entre 1987 y 2007. Según la evidencia científica disponible en el año 1996, el American College of Sports Medicine estableció las siguientes recomendaciones generales sobre la cantidad y composición líquida que debe ingerirse antes, durante y después del ejercicio o competición atlética:

En primer lugar, recomienda que las personas deben consumir una dieta nutricionalmente equilibrada y deben ingerir una cantidad adecuada de líquidos 24 horas antes de un evento, especialmente durante el período que incluye la comida antes del ejercicio, para promover una adecuada hidratación antes del ejercicio o competición. Como segunda recomendación establece que las personas deben ingerir aproximadamente 500 ml de líquido 2 horas antes del ejercicio para promover una hidratación adecuada y permitir la excreción del exceso de agua ingerida. Como tercer recomendación, establece que durante el ejercicio, los atletas deben comenzar una ingesta temprana de líquidos y en intervalos regulares con el objetivo de consumir fluidos a una velocidad suficiente para reemplazar toda el agua perdida a través de la sudoración (es decir, pérdida de peso corporal), o que consuma la cantidad máxima que pueda tolerar. En cuarto lugar, se recomienda que los líquidos ingeridos sean más fríos que la temperatura ambiente (entre 15 ° y 22 ° C) y aromatizado para mejorar palatabilidad y promover la reposición de líquidos. Estos líquidos deben estar fácilmente disponibles y servidos en contenedores que permitan ingerir volúmenes adecuados con facilidad y con una mínima interrupción del ejercicio. A continuación, se recomienda agregar cantidades adecuadas de carbohidratos y / o electrolitos a una solución de reemplazo de fluidos. Esto mismo se recomienda para ejercicios de una duración mayor a 1 hora

ya que no perjudica el suministro de agua al cuerpo y puede mejorar el rendimiento. En aquellos ejercicios con una duración menor a 1 hora, la ACSM establece que hay poca evidencia respecto al rendimiento deportivo entre consumir una bebida con carbohidratos y electrolitos y agua corriente. Otra de las recomendaciones establece que durante un ejercicio intenso que dure más de 1 hora, los carbohidratos deben ingerirse en una tasa de 30-60 g por hora para mantener la oxidación de carbohidratos y retrasar la fatiga. Esta tasa de ingesta de carbohidratos se puede lograr sin comprometer el suministro de líquidos al beber 600–1200 ml/h de solución que contenga 4 - 8 gr de carbohidratos cada 100 ml. Los carbohidratos pueden ser azúcares (glucosa o sacarosa) o almidón (p. ej., maltodextrina). Como última recomendación, sugiere el agregado de sodio (0.5-0.7 g/ litro de agua) en la solución de rehidratación ingerida durante ejercicios con una duración superior a 1 hora, ya que puede ser ventajoso para mejorar la palatabilidad, promover la retención de líquidos y posiblemente prevenir hiponatremia en ciertas personas que beben cantidades excesivas de líquido. (14)

Sin embargo, ninguna de estas ideas se basa en pruebas (15,16,17) ,es decir, ninguno se basa en una correcta realización y una correcta evidencia científica revisada por pares que prueba estas conclusiones. En particular, nunca se demostró que los atletas que beben ad libitum y que, por lo tanto, desarrollan niveles leves de deshidratación durante la competición en el deporte, tienen un mayor riesgo de sufrir consecuencias evitables para la salud. Tampoco es seguro que todo el peso perdido durante el ejercicio deba ser reemplazado inmediatamente. Más bien parece que, como lo propuso originalmente Ladellen la década de 1940, puede haber una reserva de líquido de 1 a 2 litros dentro del cuerpo que puede no requerir un reemplazo inmediato durante el ejercicio. (18)

A medida que pasaron los años, la ACSM realizó una actualización respecto a sus recomendaciones gracias a nuevas investigaciones y la disponibilidad de evidencia científica (19). En el año 2007, publicó su guía actualizada sobre las recomendaciones de ingesta de líquidos en deportistas. A diferencia del año 1996, la ACSM recomienda consumir 5 ml/kg a 7 ml/kg de fluidos (a través de líquidos y la ingesta de alimentos) por lo menos 4 horas antes del ejercicio. Recomienda ingerir fluidos 4 horas antes del ejercicio ya que permite la absorción de líquidos y también la excreción del excedente de agua a través de la orina. También, toma en cuenta la

temperatura ambiental en cuanto a la hidratación: si el clima es muy caluroso y húmedo se pueden agregar 300-400cc 15 – 20 minutos antes de comenzar la actividad. No solo eso, sino que analiza a aquellos deportistas que se encuentran hipohidratados. Para los atletas que están hipohidratados de las actividades del día anterior (orina muy oscura), recomienda que consuman un adicional de 3 ml/kg a 5 ml/kg de fluidos 2 horas antes del ejercicio. Aunque la ingesta de agua es generalmente suficiente, la ingesta de sodio estimula el consumo de líquidos y ayuda a retener el agua en el cuerpo. (10)

A su vez, recomienda una ingesta entre 6-8ml/kg de líquido por cada hora de ejercicio. Cabe destacar que las cantidades se deben ajustar a las características de cada individuo (5). Se recomienda realizar ingestas frecuentes cada 15-20 minutos y en el entretiempo una ingesta de 500ml. (10) En el caso de aquellos deportes que no cuenten con un entretiempo, como por ejemplo las maratones o carreras de distancia, la Asociación Nacional de Entrenadores de Atletismo (NATA, por sus siglas en inglés) afirma que si la rehidratación debe producirse en momentos específicos en carreras de distancia, el atleta debe consumir líquidos dentro de los límites y reglas del torneo (20). Se debe considerar el evento/competición y cómo el atleta puede aproximarse a sus necesidades de líquidos calculadas. Se debe tener en cuenta la ubicación de los puestos de hidratación, los líquidos que desea utilizar y cuándo. (21)

También, se considera la reposición de líquidos después del ejercicio con el objetivo de reponer completamente el déficit de fluidos y electrolitos. En esta guía actualizada, el ACSM recomienda ingerir aproximadamente 150% de la pérdida de peso durante las primeras 6 horas post ejercicio, para cubrir el líquido eliminado durante la práctica deportiva a través del sudor y la orina. Para promover la retención de líquido, se debe consumir la bebida de manera espaciada (10).

A continuación se presenta de manera comparativa las recomendaciones de esta entidad:

American College of Sports Medicine 1996	American College of Sports Medicine 2007
<ul style="list-style-type: none"> • Antes del ejercicio: <ul style="list-style-type: none"> ➢ Ingerir aproximadamente 500 ml de líquido 2 horas antes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Antes del ejercicio: <ul style="list-style-type: none"> ➢ Ingerir 5 ml/kg a 7 ml/kg de fluidos 4 horas antes. ➢ En clima caluroso y húmedo se pueden agregar 300-400cc 15 – 20 minutos antes de comenzar la actividad.
<ul style="list-style-type: none"> • Durante el ejercicio: <ul style="list-style-type: none"> ➢ Comenzar una ingesta temprana de líquidos y en intervalos regulares 	<ul style="list-style-type: none"> • Durante el ejercicio: <ul style="list-style-type: none"> ➢ Consumir entre 6-8 ml/kg por cada hora de ejercicio. ➢ Realizar ingestas frecuentes cada 15-20 minutos ➢ En el entretiempo: ingesta de 500 ml.
<ul style="list-style-type: none"> • Agregar cantidades adecuadas de carbohidratos y / o electrolitos a una solución de reemplazo de fluidos en ejercicios mayores a 1 hora. 	<ul style="list-style-type: none"> • Post ejercicio: <ul style="list-style-type: none"> ➢ Ingerir aproximadamente. el 150% de la pérdida de peso durante las primeras 6 horas post ejercicio.

Fuente: Elaboración propia

A su vez, para deportes que duren menos de 60 minutos la bibliografía hace referencia a una ingesta de 150-350cc de agua durante la actividad física y durante las 24hs siguientes consumir líquidos apropiados para reponer las pérdidas. (30)

3. Métodos de medición de la deshidratación

La selección de un método de evaluación de la hidratación adecuado es un aspecto controversial de la ciencia del balance de líquidos. Todas las técnicas de evaluación de la hidratación varían mucho en su aplicabilidad debido a las limitaciones metodológicas tales como las circunstancias necesarias para la medición (confiabilidad), facilidad y costo de la aplicación (simplicidad), sensibilidad para detectar cambios pequeños pero significativos en el estado de hidratación (precisión) y el tipo de deshidratación prevista. (22)

La controversia se deriva de varios factores que incluyen la ubicación (en orina, sangre, saliva) y el movimiento del agua corporal, así como la amplia gama de métodos de evaluaciones disponibles. La evaluación de la hidratación en los atletas es de particular interés, ya que el agua corporal influye en el rendimiento deportivo, así como también en varias prácticas en torno a la competición atlética, por ejemplo, como cuando los deportistas necesitan reducir su masa corporal en deportes con restricción de peso. (23)

Dentro de estos métodos de medición de la deshidratación se encuentran:

Variables en sangre:

Hematocrito: La deshidratación reduce el volumen plasmático total, aumentando así la concentración de hematocrito en sangre. El hematocrito se evalúa a partir de una muestra de sangre completa obtenida mediante una punción y la utilización de una centrifugadora en tubos capilares. Si bien la evaluación del hematocrito no requiere un flebotomista, el equipo necesario para el análisis impone una barrera de costos. Las medidas del hematocrito proporcionan una indicación del volumen plasmático y se pueden utilizar para estimar la pérdida de volumen plasmático específico utilizando ecuaciones teóricas si también se dispone de medidas de hemoglobina. Se deben considerar varios factores al evaluar hematocrito:

- Postura, posición del brazo, temperatura de la piel, el uso de torniquete y varios otros factores que pueden influir en la confiabilidad.
- El cambio de hematocrito de la deshidratación es menor en los atletas aclimatados al calor.
- El ejercicio puede alterar el volumen plasmático hasta por 72 hs.
- Los niveles de hematocrito varían tanto entre sujetos como entre sujetos, por lo que los resultados deben ser relativos a una línea de base confiable.
- El hematocrito no es una evaluación directa de la hidratación celular, sino una evaluación del volumen plasmático, la solidez de cualquiera de las inferencias sobre la hidratación celular siguen sin estar claras. (23)

Osmolalidad plasmática / sérica: A medida que se pierde agua en sangre durante la deshidratación, la concentración de solutos aumenta y se vuelve más hipertónico. Esta concentración se evalúa comúnmente mediante osmometría del punto de congelación del suero o plasma. (23)

Desventajas:

- La sensibilidad de POSM para detectar hipohidratación leve (<3%) ha sido debatida en la literatura.
- Después del ejercicio, la mitad de todo el volumen plasmático perdido se recupera en una hora incluso sin ninguna ingestión de líquidos. Este fenómeno podría concluir erróneamente que ocurrió una mayor magnitud de rehidratación de la que realmente ocurrió.
- La osmolalidad plasmática se ve influenciada por los alimentos a medida que el agua corporal se desplaza de la vasculatura en el intestino.
- Es muy individual y debe compararse con las medidas de referencia.
- Mientras que existe una sólida base fisiológica para inferir la relación entre la osmolalidad plasmática e intracelular, la hidratación todavía no es una medida directa de hidratación celular que debe tenerse en cuenta cuando se realiza la interpretación de resultados. (23)

Variables hormonales: Arginina-vasopresina, renina, aldosterona y atriopeptina se han propuesto para proporcionar información sobre el estado de hidratación. Sin embargo, tales variables hormonales no se utilizan normalmente en la evaluación de la hidratación. Esto es probablemente debido al tiempo y costo asociados con el análisis y que se alteren con el ejercicio, inmersión en agua y aclimatación al calor. (23)

Variables en orina

Gravedad específica de la orina (USG): Es evaluado colocando un pequeño volumen de orina en un refractómetro y la densidad de la orina se compara con el doble agua destilada (densidad = 1.000). Un resultado mayor que 1.020 se considera típicamente hipohidratado. (23)

Osmolalidad de la orina (UOSM): Este método evalúa el contenido total de solutos de la orina e implica tomar 20 microlitros de orina y evaluar su depresión del punto de congelación. Es posible evaluar la osmolalidad de la orina sin un osmómetro y en su lugar utilizando un medidor de conductividad portátil. Con este método alternativo, se obtiene una osmolalidad urinaria superior a 700 mmol / kg normalmente se considera deshidratado. (23)

Color de la orina (UCOL) y volumen de orina: El color de la orina es una evaluación subjetiva de urocromo en la orina y se mide a través de una escala Likert (ANEXO 2). Cuando se excreta más agua, la orina el color se vuelve más pálido y, a la inversa, se vuelve más oscuro a medida que se excreta menos agua. (23)

Variables de saliva

La osmolalidad salival está influenciada por la ingestión de líquidos y alimentos. El ejercicio también influye en el sodio, potasio y proteína que podría confundir las medidas de la osmolalidad de la saliva. Teniendo en cuenta la poca fiabilidad y gran cantidad de factores de confusión asociados con las variables salivales, el uso de esta técnica es cuestionable. Además, el uso de variables salivales en entornos deportivos parece inapropiado debido a la alta probabilidad de que los atletas estén haciendo ejercicio y / o ingiriendo líquidos. Otra de las posibles variables como los electrolitos salivales u hormonas pueden proporcionar una evaluación más confiable de la hidratación. (23)

Osmolalidad lagrimal

Recientemente, un dispositivo de recopilación y análisis de lágrimas no invasivo ha proporcionado una potencial solución para las distintas técnicas de recogida. Sin embargo, un estudio reciente que utilizó el dispositivo no invasivo de recolección y análisis de lágrimas encontró que, si bien la osmolalidad lagrimal sí cambió después de la pérdida de líquidos inducida por el ejercicio, no se correlacionó con otras medidas de hidratación de laboratorio incluida la osmolalidad plasmática y la gravedad específica. (23)

Dilución de isótopos estables

La dilución de isótopos estables implica la medición de trazas de un isótopo particular en sangre u orina y calculando el agua corporal total. Una vez recopiladas las medidas de referencia, el sujeto ingiere una solución oral que contiene una conocida cantidad del isótopo elegido. Entonces, varias muestras son recopiladas durante las siguientes horas para determinar el agua corporal total. (23)

Masa corporal

Las evaluaciones de masa corporal pueden confundirse por hora del día, consumo de alimentos, líquidos, composición del sudor, pérdida de agua respiratoria, utilización de sustrato inducida por el ejercicio y producción metabólica de agua. Cheuvront y Kenefick presentaron una ecuación para determinar con precisión el cambio en masa corporal: (23)

$$\begin{aligned}\Delta BM = & (H_2O_{\text{drink}} + H_2O_{\text{food}}) \\ & - (H_2O_{\text{urine}} + H_2O_{\text{feces}} + H_2O_{\text{skin}} + H_2O_{\text{resp}}) \\ & + (\text{solids}_{\text{in}} - \text{solids}_{\text{out}}) + (\text{gases}_{\text{in}} - \text{gases}_{\text{out}})\end{aligned}$$

Fuente: Oliver R Barley , Dale W Chapman, Chris R Abbiss: Reviewing the current methods of assessing hydration in athletes (2020)

Signos vitales y sensación de sed.

Signos físicos como ojos hundidos, el tiempo de llenado capilar y la turgencia de la piel también demostraron ser muy inexacto en el diagnóstico. La sensación de sed también puede utilizarse para evaluar el estado de hidratación mediante diversas escalas de evaluación. La sensación subjetiva de sed se evalúa típicamente mediante la Escala Likert que va de 1 (nada sediento) a 9 (muy sediento), mientras que una calificación de entre 3 y 5 normalmente se utiliza para identificar una hipohidratación leve. Investigaciones recientes han informado que la sensación de sed puede detectar con precisión la deshidratación leve. Sin embargo, la percepción de la sed está influenciada por la palatabilidad, el tiempo permitido para el consumo de líquidos, distensión gástrica, edad, género y estado de aclimatación al calor. También es posible que en entornos deportivos donde los atletas puedan desear una posible hipohidratación (p. ej., durante la pérdida de peso en deportes de combate) podrían intencionalmente proporcionar resultados inexactos. (23)

Absorciometría dual de rayos X

La absorciometría de rayos X de energía dual (DXA) es comúnmente utilizada como una medida de la composición corporal con un enfoque en densidad mineral ósea y se puede utilizar para recopilar información sobre la masa corporal total. De hecho, el agua corporal se encuentra principalmente dentro de los componentes de masa corporal de la salida de DXA. (23)

Bioimpedancia

El análisis de impedancia bioeléctrica puede evaluar la masa corporal total de forma rápida y no invasiva. Implica una baja alternancia de corriente que se dirige a través del cuerpo y la resistencia de la corriente se mide para estimar la masa corporal total. La precisión de la medición puede verse afectada por la postura del sujeto, la temperatura de la piel, el equilibrio de electrolitos, la alimentación, actividad física intensa, ingestión de alcohol y desnutrición proteica. El error típico para la evaluación de la masa corporal total varía de 1,5 a 2,5 kg para el análisis mediante impedancia bioeléctrica mientras que la impedancia bioeléctrica más avanzada espectroscopia, es más precisa y puede predecir el agua extracelular e intracelular. (23)

Análisis de activación de neutrones

El análisis de activación de neutrones utiliza detectores de radiación para medir el cloruro, el potasio y el sodio corporales totales después de la exposición a un campo de neutrones y usa los resultados para determinar el volumen extracelular e intracelular. (23)

4. Impacto de la deshidratación en el deportista de élite

La idea de que la pérdida de fluidos corporales, en forma de deshidratación, perjudica el rendimiento físico de un atleta no es algo nuevo y tanto la deshidratación como la sobrehidratación causan problemas a la salud de los deportistas. La deshidratación es la más común y, en la literatura general, se clasifica dependiendo del porcentaje de pérdida de peso debido exclusivamente a la pérdida de líquido:

- 1-2%: Descenso de la capacidad termorreguladora, sed intensa, pérdida del apetito, malestar, fatiga, debilidad, dolores de cabeza.
- 3-5%: Disminución de la resistencia al ejercicio, calambres, mareos, boca seca, poca orina, dificultad de concentración, hormigueo en las extremidades, somnolencia, impaciencia, náuseas, inestabilidad.
- 6-8%: Aumento de la temperatura corporal, frecuencia cardíaca y respiración, dificultad para respirar y para hablar, confusión mental, debilidad muscular, labios azulados, contracturas graves, parestesias, posible fallo orgánico, golpe de calor.

- 9-11%: Espasmos musculares, delirios, problemas de equilibrio y circulación, disminución del volumen sanguíneo y en la presión arterial, fallo renal. (24,27)

Debido al hecho de que es difícil determinar el déficit exacto de agua en el que se produce la disminución del rendimiento por las diferencias interindividuales, existe un consenso general en la literatura deportiva que establece que la deshidratación del 2 al 4% es el rango en el cual el rendimiento deportivo disminuye. Este efecto se ilustra en el Anexo 3, donde se presenta un análisis de desempeño de 34 estudios publicados que varían entre los años 1985 y 2020 que involucran deshidratación. (25)

Como resultado de estos estudios en ejercicios de resistencia, se determinó que el déficit de agua del 1 al 3% tenía menos probabilidades de afectar significativamente el rendimiento del ejercicio de resistencia que la deshidratación del 4 al 7%. También es relevante que estos estudios de campo controlados hayan informado disminuciones del rendimiento del ejercicio de resistencia a niveles más bajos de deshidratación, es decir, de 1,0 a 2,2%. Por un lado, estos protocolos controlados evaluaron competencias de carrera en: tres distancias en una pista al aire libre para todo tipo de clima y una carrera de ciclismo al aire libre para escalar colinas. Se informaron disminuciones similares en el rendimiento para ambas simulaciones cuando la deshidratación osciló entre 1,0% y 1,8%. Disminuciones en el rendimiento del ciclismo al aire libre que ocurren con una pérdida de masa corporal $\leq 4\%$ fueron cuestionados en un metanálisis que evaluó 5 artículos de investigación. Sin embargo, prácticamente todos los investigadores están de acuerdo en que la deshidratación de moderada a grave (por ejemplo 4 a 7% versus 1 a 2% de pérdida de masa corporal; Anexo 3) resulta en una mayor tensión fisiológica y en una disminución del rendimiento en el ejercicio aeróbico. Los investigadores también están de acuerdo en que las disminuciones del rendimiento aeróbico inducidas por la deshidratación son mayor en ambientes cálidos a diferencia de los ambientes fríos debido a una mayor tensión térmica y cardiovascular (es decir, aumento de la temperatura de la piel y del flujo sanguíneo, mayor pérdida de volumen plasmático, disminución del gasto cardíaco) que se vuelve fisiológicamente impactante en el rango de deshidratación del 2% al 4% de la masa corporal. En términos de efectos fisiológicos asociados, un resumen de 8 publicaciones señalaron que un nivel de deshidratación del 4 al 5% reducía el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) más en un ambiente caluroso (-9 a -27% cuando la temperatura ambiental $\geq 30^{\circ}C$) que en un ambiente fresco o templado (de -3 a -7%

cuando la temperatura ambiental es de 15 a 26°C). Las consecuencias de esta deshidratación incluyó un tiempo de ejercicio más corto hasta el agotamiento, una reducción obligatoria en intensidad del ejercicio, o ambos. (25)

Como se mencionó anteriormente, el nivel de deshidratación depende de una serie de variables que incluyen el tipo, la intensidad y la duración de la actividad física, la temperatura y la humedad del medio ambiente. Por lo tanto, se han realizado varios estudios para investigar el impacto que tiene la actividad física sobre la deshidratación y, a la inversa, el impacto que tienen los diferentes niveles de deshidratación en el rendimiento físico. Hillman et al. (2011) investigaron los efectos de la deshidratación inducida por el ejercicio con y sin hipertermia (temperatura corporal elevada) sobre el estrés oxidativo. Siete ciclistas varones sanos de competición, completaron 90 minutos de ejercicio de ciclismo seguido de una prueba contrarreloj de 5 km en 4 pruebas: euhidratación en un ambiente cálido, deshidratación en un ambiente cálido, euhidratación en un ambiente termoneutral y deshidratación en un ambiente termoneutral. Los resultados de este estudio demostraron que el glutatión oxidado (tripéptido que se encuentra en las células y cuya función es protegerlas de la oxidación) aumentó significativamente después del ejercicio solo en las pruebas de deshidratación, y aunque no fue significativo, el glutatión total y las sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico tendieron a aumentar después del ejercicio en los ensayos de deshidratación. La deshidratación inducida por el ejercicio llevó a un aumento en la concentración de glutatión oxidado, mientras que el mantenimiento de la euhidratación atenuó estos aumentos independientemente de las condiciones ambientales. Finalmente, los rendimientos de 90 min y 5 km se redujeron sólo durante la prueba de deshidratación en ambiente cálido probablemente como resultado de una combinación de estrés celular, hipertermia y deshidratación. (26)

Las pérdidas de agua y sal en el sudor tienen implicaciones para la salud de los deportistas que hacen ejercicio en ambientes calurosos. Se reconoce que los déficits de agua y sodio predisponen factores para el golpe de calor por esfuerzo, los calambres por calor por esfuerzo y el agotamiento calor por esfuerzo. Con respecto a esta última enfermedad, la investigación demostró que:

a) el ejercicio leve (40-50% VO₂max) en ambientes cálidos (34-39 °C) no induce el agotamiento por calor a menos que exista una pérdida significativa de líquidos-electrolitos y tensión cardiovascular.

b) una deshidratación moderada pero acumulativa durante 3 días puede resultar en agotamiento por calor por esfuerzo.

c) 85% de los pacientes que se presentaron en la enfermería por agotamiento por calor exhibieron una gravedad específica de la orina de 1.020-1.040, lo que indica una deshidratación de leve a severa. (24)

En consecuencia se puede agregar que los riñones también pueden verse afectados, desencadenando una disfunción renal y/o estrés renal. La falla de los riñones para realizar funciones esenciales, es decir, la insuficiencia renal aguda, es posible pero infrecuente durante las carreras de maratón de 42,2 km con una deshidratación inferior al 4% de la masa corporal total. Sin embargo, tanto los efectos inmediatos (durante y después de la actividad) como los retardados (es decir, 1 a 5 días después del evento) de la deshidratación se han informado como valores anormales de flujo de orina, aclaramiento osmolar, aclaramiento de creatinina y proteína en el aparato de filtración renal. Cuando no se observa disfunción renal, es posible el estrés de concentración renal. Por ejemplo, 11 de 33 ciclistas que terminaron un evento de verano de ultra-resistencia de 164 km mostró una concentración de orina marcada, verificada con gravedad específica >1.030. (26)

Otro de los factores que desencadenan un fallo renal o insuficiencia renal es la rabdomiolisis. La rabdomiolisis es un síndrome causado por injuria en el músculo esquelético y la resultante liberación al torrente sanguíneo del contenido de las células musculares tales como la mioglobina, potasio, fósforo, entre otras, dentro del plasma. Los deportistas pueden desarrollar rabdomiolisis después de un ejercicio intenso y exhaustivo lo que no solo lesiona directamente los componentes estructurales sino también vacía sus depósitos energéticos e interrumpe el transporte celular, lo que permite la acumulación de calcio dentro de las células. Esta acumulación y sobrecarga de calcio activa las enzimas proteolíticas que causan la muerte celular. Las manifestaciones clínicas de la rabdomiolisis se dividen en síntomas y signos musculares, sintomatología general y complicaciones secundarias. Los signos y síntomas pueden ser

generalizados o afectar un solo grupo de músculos. Estos signos y síntomas consisten en dolor, debilidad, calambres y contracturas. También se ve afectado el sistema digestivo, lo que provoca desbalance en el vaciado gástrico con la presencia de náuseas, vómito y diarrea. Hay disminución del nivel de conciencia, agitación, confusión y en el peor de los escenarios, coma. (3)

Estos hallazgos destacan la importancia del consumo de líquidos durante el ejercicio para atenuar el estrés térmico y oxidativo durante el ejercicio prolongado en el calor. La deshidratación se suma al estrés térmico dado que la reducción del volumen de la sangre que acompaña al déficit de líquido que tiene lugar en la deshidratación, reduce el flujo de circulación hacia la piel para realizar enfriamiento por convección y para la evaporación por sudor, ocasionando un mayor aumento de la temperatura corporal. La deshidratación reduce la capacidad de llevar a cabo un ejercicio prolongado al aumentar el estrés cardiovascular, la percepción del esfuerzo y el riesgo de alteraciones de la función gastrointestinal, de malestar y reducir la concentración y el funcionamiento mental. Estos efectos aumentan con la magnitud del déficit de líquido y la temperatura del ambiente. (27)

Otro estudio publicado por Smith et al. (2012), siete golfistas masculinos "low handicap" de élite completaron una tarea de rendimiento cognitivo y motor específico, en una condición euhidratada y en una condición deshidratada. Esta deshidratación se controló mediante una restricción de líquidos monitoreada 12 horas previas al estudio, y mediante una evaluación del color de la orina. La deshidratación leve afectó significativamente el rendimiento motor, expresado como distancia de disparo y precisión fuera del objetivo. El rendimiento cognitivo, expresado como el error medio en el juicio de la distancia al objetivo, aumentó de $4,1 \pm 3,0$ m en condición euhidratada a $8,8 \pm 4,7$ m en condición deshidratada. Los hallazgos apoyan a aquellas investigaciones anteriores que indican que la deshidratación leve afecta significativamente el desempeño de tareas cognitivo-motoras. Este estudio demuestra que la deshidratación leve puede afectar la distancia, la precisión y el juicio de la distancia durante la ejecución en el deporte del golf. (28)

MacLeod y Sunderland et. al. (2012) determinaron los efectos de la hipohidratación al 2% sobre el rendimiento hábil en jugadoras de hockey de élite después de un ejercicio intermitente en condiciones de calor. Ocho jugadoras de élite de hockey sobre césped realizaron 50 min de un protocolo de carrera intermitente específico en condiciones ambientales cálidas : 33°C , 60% de

humedad relativa en diferentes estados de hidratación: euhidratada e hipohidratada al 2% masa corporal. (29)

La humedad relativa es responsable de un aumento en la producción de sudor, debido a que dificulta la evaporación del sudor, limitando el principal mecanismo de enfriamiento corporal. Cuando la humedad relativa es del 90-100%, la pérdida de calor mediante evaporación es 0. Valores de humedad mayores a 60%, especialmente si existe temperatura elevada, se considera un factor negativo para la eliminación del calor corporal. (30)

En este estudio, el estado de hidratación se manipuló mediante un período (121 ± 10 min) de hipertermia pasiva (40°C , 75% de humedad relativa) y control de la ingesta de líquidos 1 día antes de la prueba. Se permitió la ingesta de líquidos ad libitum en ambos ensayos. Las pruebas de habilidad de hockey sobre césped se realizaron antes y después del protocolo de carrera intermitente específico. El tiempo de ejecución de la habilidad aumentó en la prueba de hipohidratación en comparación con la prueba euhidratación. El tiempo de toma de decisiones aumentó en el ensayo en estado de hipohidratación y se vio significativamente afectado en comparación con el ensayo en estado de euhidratación pre-protocolo de carrera intermitente específico. El consumo de líquido ad libitum pareció ser suficiente para mantener el desempeño en la toma de decisiones, ya que no hubo efectos de interacción evidentes después de la carrera intermitente. En conclusión, los jugadores que comienzan un partido en un estado de hipohidratación pueden ser susceptibles a una disminución en la habilidad y el desempeño en la toma de decisiones. (31)

La intención de estos estudios fue comprender mejor la necesidad de que un atleta mantenga un estado de euhidratación, es decir, una ausencia de deshidratación. El estado de hidratación es importante si un entrenador desea optimizar el rendimiento del atleta, ya sea para evitar el impacto negativo que tiene la deshidratación en el rendimiento cognitivo-motor, en el rendimiento físico y, también, prevenir un riesgo potencialmente mortal. Un riesgo potencialmente grave que puede derivar en el deceso del deportista es el golpe de calor. En esta lesión térmica, los mecanismos termorreguladores fallan y si no se actúa con rapidez y de forma adecuada se origina un fallo multiorgánico. Se caracteriza por:

- Elevación de la temperatura corporal hasta valores superiores a los 40°C .
- Piel caliente y seca (se limita sudoración)

- Pulso y respiración incrementados
- Hipertensión arterial
- Confusión e inconsciencia.(3)

En el apartado siguiente se detallará el método de abordaje y prevención para una eventual situación de riesgo mortal:

5. Hidratación deportiva por medio de fluidos intravenosos

La prescripción de líquidos por vía intravenosa (IV) en medicina se produce principalmente en el ámbito hospitalario. Sin embargo, el uso, el momento, el tipo y el volumen de los fluidos intravenosos, fuera de un entorno hospitalario, ha evolucionado en las últimas décadas. Los cambios se han producido debido a las lecciones aprendidas de respuesta a emergencias en casos de colapsos o riesgos mortales causados por deshidratación en el ámbito militar. (32)

Los médicos que trabajan en el entorno deportivo de élite deben tener en cuenta el Código Mundial Antidopaje (WADC, por sus siglas en inglés) cuando ocurre un colapso o riesgo mortal. El mismo establece limitaciones en cuanto al lugar, indicaciones y ritmo de administración de fluidos e infusiones intravenosas. (33)

Se pueden conceder Exenciones de Uso Terapéutico (TUE) para el uso de fluidos intravenosos con una justificación clínica adecuada (25,34). Hay poca información en la literatura médica para informar a los médicos en el entorno del deporte de élite sobre las indicaciones apropiadas para el uso de fluidos intravenosos para equilibrar la atención médica del atleta con las restricciones estipuladas por el WADC. Esta declaración de posición pretende ayudar a los médicos proporcionando directrices basadas en la evidencia y éticamente justificadas para el uso de fluidos intravenosos en el deporte de élite. (32)

La Agencia Mundial Antidopaje, WADA por sus siglas en inglés, es la organización internacional independiente creada en 1999 para promover, coordinar y supervisar la lucha contra el dopaje en el deporte. La WADA coordinó el desarrollo, y posterior evolución, del WADC. (33) El WADC proporciona el marco para las políticas, normas y reglamentos antidopaje de las organizaciones deportivas y de las autoridades públicas de todo el mundo. La misma, informa de una amplia gama de actividades incluyendo las pruebas, los análisis de laboratorio, los procesos

de Autorización de Uso Terapéutico (TUE, por sus siglas en inglés), el mantenimiento de la Lista de Sustancias y Métodos Prohibidos, la protección de la privacidad y la información personal, y el cumplimiento del Código por parte de los signatarios. (35)

La AMA define el dopaje como la ocurrencia de una o más de las violaciones de las normas antidopaje (ADRV) (36). Una de estas ADRV es el uso o intento de uso de una sustancia o método prohibido. Las infusiones intravenosas se incluyeron en la Lista de sustancias y métodos prohibidos de la AMA y métodos prohibidos, en la sección M2 (Métodos prohibidos, químicos y Manipulación física) desde 2005 (37). La redacción actual de la lista de sustancias y métodos prohibidos de 2021 establece que "las infusiones y/o inyecciones intravenosas de más de un total de 100 mL por período de 12 h, excepto las legítimamente recibidas en el curso de ingresos hospitalarios, procedimientos quirúrgicos o investigaciones de diagnóstico clínico" está prohibida. (34)

Sin embargo, puede ser necesaria una TUE para una sustancia prohibida administrada por infusión intravenosa, incluso si la propia infusión se administra en alguna de las siguientes excepciones:

- 1) El método, es decir, la infusión intravenosa, está prohibido para mitigar el riesgo de que algunos deportistas intenten manipular su volumen de plasma para enmascarar una sustancia prohibida.
- 2) El uso inadecuado de fluidos intravenosos es un riesgo en los deportes de categoría de peso, en los que los atletas pueden tener la tentación de someterse a una importante pérdida de peso antes del pesaje seguida de una rápida rehidratación tras el pesaje.
- 3) Hay ejemplos en el pasado en los que los deportes de equipo profesionales utilizaban la hidratación de fluidos por vía intravenosa antes del partido y en el descanso para rehidratar a los atletas y prepararlos para la segunda parte del partido (36), y más recientemente infusiones IV para ayudar a la recuperación.
- 4) Los atletas pueden intentar manipular los resultados del Pasaporte Biológico del Atleta (ABP) utilizando fluidos intravenosos. El objetivo del ABP es controlar variables biológicas seleccionadas a lo largo del tiempo que revelan indirectamente los efectos del dopaje en lugar de intentar detectar la sustancia o el método de dopaje. (39)

Estas prácticas suponen una amenaza para la salud del deportista, pero también comprometen el espíritu del deporte para mejorar el rendimiento. (33)

5.1 Tipos de Líquidos Intravenosos

Existen tres tipos principales de líquidos intravenosos: cristaloides (isotónicos, hipertónicos, hipotónicos), coloides (soluciones de almidón y gelatina) y sangre y sustitutos de la sangre. (40)

Las directrices del National Institute for Health and Care Excellence (NICE) publicadas en 2004 analizaron diez revisiones sistemáticas de ensayos controlados aleatorios que comparaban distintos tipos de fluidos intravenosos en diferentes contextos y poblaciones, y concluyeron que no hay pruebas suficientes del beneficio de un determinado fluido intravenoso debido a la heterogeneidad clínica entre los estudios (41). Cotton et al. (2009) concluyeron que la solución de Ringers lactato y la solución salina normal al 0,9% son "equivalentes en cuanto a eficacia en los resultados de los pacientes traumatizados" (42). Se trata de una solución fisiológica modificada en la que parte de los iones de sodio son sustituidos por iones de calcio y de potasio, y parte de los iones cloruro por lactato. La solución Ringer Lactato proporciona agua y los tres cationes de mayor importancia en el organismo (sodio, potasio y calcio) (43). Alam y Santry (2016) concluyeron que el isómero L de la solución de Ringer Lactato es la opción más razonable, ya que induce relativamente menos inflamación y disfunción inmunitaria, causa menos anomalías electrolíticas, es rentable y está ampliamente disponible para su uso clínico". (44)

La literatura médica no es consistente a la hora de apoyar una prescripción estándar que se aplique a todas las poblaciones. Por lo tanto, el médico elegirá los líquidos intravenosos en función del riesgo, la disponibilidad y el costo. (32) (ANEXO 4)

5.2 Utilización de IV:

5.2.1 Deshidratación leve/moderada

En el caso de la deshidratación de leve a moderada se trata más eficazmente con rehidratación oral en lugar de la infusión de líquidos por vía intravenosa. Los deportistas adultos con signos de deshidratación grave (ANEXO 5) que no toleran los líquidos orales, tienen estado mental reducido y son hemodinámicamente inestables pueden requerir una rehidratación intravenosa. En este caso, el médico debe considerar otras causas de los signos y síntomas del

deportista, como la hiponatremia asociada al ejercicio (Exercise Associated Hyponatremia, EAH, por sus siglas en inglés) o la hipoglucemia, ya que esto dictará el uso y el tipo de fluido intravenoso. La EAH se define como una concentración sérica de sodio inferior a 135 mmol/L durante o hasta 24 horas después de una actividad física prolongada (45). La EAH grave, que se manifiesta en la sobrehidratación en las pruebas de resistencia, se trata con un bolo de solución salina hipertónica intravenosa de 100 mL al 3%. de solución salina normal una vez que se confirman los bajos niveles de sodio sérico. (30)

5.2.2 Síncope por calor y colapso asociado al ejercicio

En el caso de que el deportista sufra síncope por calor y colapso asociado al ejercicio, se puede considerar la posibilidad de administrar líquidos por vía intravenosa si el paciente es incapaz de beber debido a las náuseas o los vómitos. Sin embargo, los líquidos intravenosos rara vez son necesarios en caso de agotamiento por calor. (41)

5.2.3 Golpe de calor por esfuerzo

El suministro de líquidos intravenosos en el golpe de calor por esfuerzo, puede considerarse para el soporte circulatorio, ya que los pacientes con golpes de calor probablemente estarán agotados de volumen. El enfriamiento externo puede redistribuir el flujo sanguíneo a nivel central, por lo que no se recomienda una reanimación agresiva con líquidos. La hidratación fría intravenosa puede ser un complemento útil del enfriamiento evaporativo o conductivo para reducir la temperatura central. Debe realizarse una monitorización cardíaca con el enfriamiento frío intravenoso, ya que la frecuencia cardíaca (FC) puede aumentar en respuesta debido a su interacción con el sistema nervioso autónomo. Esto puede tener implicaciones en la función cardíaca y la recuperación. Se recomienda evitar los escalofríos inducidos por el tratamiento, ya que esto elevará la temperatura. (41)

6. Bebidas recomendadas para hidratarse.

Durante la actividad física, los electrolitos son fundamentales ya que actúan en diferentes funciones biológicas, en particular el sodio y el potasio regulan la cantidad de agua corporal (43). El sodio es el único electrolito que requiere ser adicionado a una bebida de rehidratación y que produce un efecto fisiológico. El sodio promueve la absorción de agua por la vía del mecanismo de transporte sodio-glucosa en el intestino, mantiene el volumen de líquido extracelular y mejora el sabor de la bebida. (30)

Las pérdidas de electrolitos, especialmente sodio, ocurren junto con pérdidas de agua. Si un deportista deshidratado por las pérdidas producidas por el sudor toma abundante agua sola, tendrá como consecuencia una rápida caída de la osmolaridad plasmática y de la concentración de sodio que, a su vez, reduce el impulso de beber, estimula la producción de orina, y en situaciones extremas puede causar hiponatremia. La cantidad de orina eliminada después de un esfuerzo físico es inversamente proporcional al sodio ingerido. Este ion es el único que demostró su eficacia en los estudios de reposición de líquidos. Por lo tanto, el consumo de sodio durante el periodo de recuperación ayudará a retener los líquidos ingeridos y ayudará a estimular la sed. Las pérdidas de sodio son más difíciles de evaluar que las pérdidas de agua y las mismas varían entre las personas. Las bebidas deportivas son aquellas bebidas que contribuyen a recuperar este electrolito. (3)

El Comité Olímpico Internacional (COI) sugiere que el sodio debe incluirse cuando las pérdidas por sudor son altas, especialmente si el ejercicio se realiza durante más de dos horas. Durante la recuperación del ejercicio, la rehidratación debe incluir el reemplazo del agua y el sodio perdido por el sudor. También recomienda que se agregue sodio a los líquidos durante ejercicio que dura más de 2 horas, así como en los líquidos ingeridos por atletas que han perdido más de 3-4 g de sodio en el sudor durante ejercicio o competencia. Si no se repone este mineral, se puede producir una situación de hiponatremia, y dar lugar a diferentes síntomas como debilidad, calambres musculares, dolor de cabeza, náuseas. Es decir que en situaciones de alto grado de sudoración conviene reponer lo antes posible el agua y el sodio eliminados, para evitar la pérdida de rendimiento físico y psíquico y un estado de deshidratación que puede poner en peligro la salud de la persona. (47)

Debido a que los atletas no tienen las necesidades de nutrientes “típicas”, las guías dietéticas nacionales establecidas frecuentemente no son aplicables a atletas. Por ejemplo, las recomendaciones recientes del Instituto de Medicina con respecto al agua, sal y consumo de potasio están dirigidas a adultos sedentarios y muy poco activos que no pierden grandes cantidades de sudor en día con día. La Tabla 1 muestra una comparación de las recomendaciones del IOM y cómo difieren las necesidades de los atletas. (48)

Tabla 1. Necesidades de agua, sodio de adultos sedentarios y activos.

	Recomendaciones para adultos sedentarios del Instituto de Medicina	UL	Necesidades para adultos físicamente activos	UL
Agua	3.7 litros/día (hombres) 2.7 litros/día (mujeres)	ninguno	>3.7 litros/día (hombres) >2.7 litros/día (mujeres) (dependen de las pérdidas de sudor; pueden exceder los 10 litros/día)	ninguno
Sodio	1.5 gramos/día (3.8 gramos de sal)	2.3 gramos/día (5.8 gramos sal)	>1.5 gramos/día (dependen de las pérdidas de sudor; pueden exceder los 10 gramos/día)	ninguno
Potasio	4.7 gramos/día	ninguno	4.7 gramos/día	ninguno

Fuente: W. Larry Kenney, Ph.D., FACSM. Agua de la dieta y requerimientos de sodio para adultos activos.

6.1 Consumo de Sodio por medio de Bebidas Deportivas para favorecer la hidratación

Las Bebidas Deportivas fueron diseñadas para aportar una cantidad equilibrada de carbohidratos, electrolitos, dentro de ellos el sodio, y fluidos que permitan a un atleta rehidratarse y recuperarse simultáneamente durante el ejercicio. Las investigaciones han tratado de determinar cuál es el contenido apropiado de una bebida deportiva y se han enfocado en diversas variables

tales como la tasa de vaciado gástrico, tasa de absorción en el intestino delgado, tasa de oxidación de los carbohidratos ingeridos y rendimiento de resistencia. (49)

En adición al agua, las sales y los carbohidratos contenidos en las bebidas deportivas actúan sinérgicamente para estimular la absorción de agua. Esto es, la absorción de agua es más rápida si se consume agua más sales que si se consume agua común. Una bebida deportiva puede obviamente acelerar la recuperación de las pérdidas luego de finalizado el ejercicio. Durante la reversión de la deshidratación moderada-severa se necesitan concentraciones de sodio superiores a las típicamente presentes en las bebidas deportivas para recuperar el balance de fluidos y reducir las pérdidas por orina. También, podrían ser necesarias para reemplazar las pérdidas de sodio por el sudor durante el ejercicio en situaciones de pérdidas altas. (50)

Según las diferentes recomendaciones de los expertos, las bebidas deportivas deben tener una composición que se encuentre cerca de 4-8 g/100 ml de carbohidratos y 23-69 mg/100mL (10-30 mmol/L) de sodio (10).

Dentro de las bebidas disponibles y más establecidas en el mercado en argentina se encuentran dos marcas comerciales. Una de ellas aporta 93ml de sodio en 200ml de bebida mientras que la otra de ellas aporta 90ml de sodio en 200 ml de bebida (ANEXO 6). Es importante remarcar que estas bebidas deportivas comerciales sí cumplen con los requerimientos de composición de sodio establecidas por los expertos.

7. Deshidratación como estrategia de competencia de peso

Varios deportes involucran competencia en categorías de peso, con el principal objetivo de crear un campo de juego uniforme y una competencia más segura al emparejar competidores con características físicas similares. Los deportes incluyen combate (como por ejemplo: boxeo, artes marciales y marciales mixtas [MMA], lucha libre), levantamiento de pesas, sprint, fútbol y remo. La cultura predominante en tales deportes es el deseo de competir en una categoría más baja que su entrenamiento de Masa Corporal (BM, por sus siglas en inglés) natural o del día a día para obtener una real o percibida ventaja sobre oponentes más ligeros. (51)

La preocupación por los riesgos para la salud y la equidad de la competencia apuntalan los esfuerzos de muchos deportes de categoría de peso para promulgar cambios de reglas y programas de educación, con la esperanza de reducir la prevalencia y magnitud de las actividades de manipulación de la masa corporal. Investigaciones recientes destacan la especificidad y matices de las prácticas de manipulación de BM dentro cada deporte y la necesidad de que los practicantes apoyen las estrategias para la gestión de BM alrededor de la competencia para optimizar el rendimiento mientras se protege la salud. (51)

Las pérdida de peso aguda incluye la manipulación intencional de agua corporal total, reservas de glucógeno y tracto gastrointestinal contenidos durante un período de horas o días. Estos cambios en el agua corporal pueden causar distorsiones en las evaluaciones de la composición corporal a través de varias modalidades y cierta pérdida de masa sólida seca sin grasa pueden ocurrir en tan solo 4 días. Si bien las prácticas específicas de manejo de BM varían según el deporte y el atleta, la mayoría de los atletas se involucran en estrategias tanto crónicas como agudas. (51)

Los atletas de deportes de combate comúnmente pierden $\geq 5\%$ de su BM en la semana previa al pesaje (52). En algunas condiciones, es posible lograr pérdidas de BM del 5% y hasta el 8%, con impactos leves en la salud y el rendimiento (53,54). Sin embargo, el punto de partida previo a la PRP (Pérdida Rápida de Peso) debe establecerse en un BM en estado de euhidratación y buena alimentación. Utilizar la deshidratación únicamente para lograr una pérdida de BM del 5-8% no es aconsejable y es peligroso para la salud. Por lo tanto, el punto de partida previo a la PRP debe establecerse en un BM en estado de euhidratación y buena alimentación, que permita la manipulación considerable de los compartimentos mencionados anteriormente: reservas de glucógeno, tracto gastrointestinal y agua corporal total. (55)

7.1 Manipulación del Agua corporal.

Existen diferentes métodos de pérdida de peso rápida que involucran la manipulación de agua corporal. Dentro de los métodos de pérdida de peso aguda se encuentran la sudoración pasiva (térmicamente condiciones estresantes, por ejemplo, sauna, baño caliente, sudor, trajes, etc.), sudoración activa (ejercicio inducido), restricción de líquidos, carga de agua (ingesta de

grandes volúmenes de líquido para días, seguido de repentino restricción de líquidos en el día antes del pesaje). (51)

7.1.1 Ventajas de los métodos comunes de pérdida de peso rápida.

Cabe destacar que estos métodos tienen ventajas y desventajas. Dentro de las ventajas específica que es un método relativamente simple de pérdida de peso, promueve altas tasas de sudoración y así, la pérdida de peso. Se puede incorporar fácilmente a sesiones de entrenamiento existentes antes del pesaje. También, mantiene mejor el volumen de plasma (ver redacción sudoración pasiva), puede causar menos perturbaciones fisiológicas que otras formas de deshidratación. Es relativamente simple de implementar y puede facilitar una mayor saciedad a pesar de la baja ingesta energética. Involucra gran volumen de pérdida de orina sin gastar energía y hay un volumen moderado de líquido eliminado sin necesidad de gasto de energía. (51)

7.1.2 Desventajas de los métodos comunes de pérdida de peso rápida.

Dentro de las desventajas se incluye: pérdida preferencial de volumen plasmático, el entorno térmicamente estresante agrava riesgo de hipertermia. También, el ejercicio adicional puede inducir fatiga y/o dolor muscular, el ejercicio adicional reduce aún más el músculo glucógeno, que requiere un reabastecimiento de combustible más agresivo para su recuperación. Hay un aumento de la sensación de sed y una tasa de pérdida más lenta que la promoción de la tasa de sudoración. Otra desventaja específica que todavía es experimental y probablemente logre resultados más pequeños. Hay pérdida neta de líquido (BM) a diferencia de otras técnicas, existe un pequeño riesgo de hiponatremia, está prohibido en la mayoría de los deportes, reduce principalmente el volumen plasmático, provoca un desequilibrio electrolítico y riesgo de calambres musculares y requiere condiciones estériles para mitigar el riesgo de infección (51). (ANEXO 7)

7.2 Estrategias para la recuperación de las reservas de líquidos entre el pesaje y el evento

El período entre el pesaje y el evento ofrece una oportunidad para que un atleta consuma alimentos y bebidas que aborden evitar los objetivos de nutrición en un contexto de desafíos fisiológicos y psicológicos impuestos por su PRP. Lo que se necesita para optimizar el estado

nutricional del atleta para la competencia variará según el tipo y la magnitud de las prácticas de PRP realizadas y el evento competitivo. Lo que sea práctico de lograr dependerá de si el plazo permitirá el consumo, digestión, absorción, y restauración del estado nutricional subóptimo.(51)

Existen consejos comunes de nutrición deportiva para tales procesos, enfatizando la restauración de fluidos corporales y glucógeno muscular como objetivos principales. Las recomendaciones específicas deben aplicarse con precaución y consideraciones prácticas. Por ejemplo, es posible que no siempre sea posible recuperarse en el período de tiempo disponible entre el pesaje y la competición; en este caso, el atleta debe priorizar la recuperación de lo más importante para su evento y asegurarse de que la alimentación de recuperación no interfiera con el desempeño del evento, ya sea creando malestar intestinal por el consumo de grandes volúmenes de líquidos y nutrientes o interfiriendo con el requisito de volver a subir de peso en un día. (51)

En las recomendaciones generales de rehidratación se debe consumir un volumen de líquido equivalente a 150% del líquido perdido para permitir pérdidas continuas de orina y sudor durante el período de recuperación como se mencionó anteriormente. Se deben reemplazar los electrolitos perdidos, particularmente el sodio, para promover el reequilibrio rápido de los compartimientos de líquidos y para minimizar las pérdidas de orina. Esto puede ser logrado al consumir bebidas que contienen electrolitos que se desarrollan específicamente para la rehidratación (por ejemplo, soluciones orales de rehidratación o ~ 50 a 60 mmol de sodio) y / o consumir alimentos ricos en sal con otras opciones de bebidas. Se debe tener en cuenta que la adición de proteínas a una bebida o comida consumido al mismo tiempo puede mejorar la eficacia rehidratación mejorando la retención de líquidos y puede contribuir a otros objetivos de recuperación. La tasa y el volumen de ingesta de líquidos deben considerarse vaciamiento gástrico (los volúmenes más grandes aumentan la tasa de vaciado) vs retención de líquidos (una ingesta más lenta y frecuente de líquido reducirá la perturbación en la osmolalidad del plasma y reducir las pérdidas de orina). (51)

Pero a diferencia de estas recomendaciones hay aspectos prácticos a considerar en deportes de categoría de peso. Puede que no sea posible consumir suficiente líquido en el tiempo disponible entre el pesaje y el evento para permitir para la restauración completa de las pérdidas de fluidos; un protocolo que integra consideraciones gastrointestinales , tasas de absorción,

pérdidas urinarias y comodidad intestinal para el evento debe desarrollarse de acuerdo con las experiencias individuales. Por otro lado, el reemplazo de electrolitos es más importante cuando la deshidratación se ha logrado a través de la sudoración (con pérdida de electrolitos que la acompaña) que la restricción de líquidos. Consumir un bolo de líquido grande (p. Ej., 10 ml · kg⁻¹) inmediatamente después del pesaje, seguido de ingestas de líquidos con volúmenes más pequeños a intervalos regulares mantendrán una alta tasa de vaciado gástrico (a través de un volumen gástrico alto). Esto también puede reducir la necesidad de consumir líquidos justo antes del evento, con riesgo de malestar intestinal durante la competencia. En el caso que se requieran más pesajes (por ejemplo, varios días de competencia), el atleta debe rehidratarse por primera vez de acuerdo con la importancia de la hidratación para rendimiento, luego repita la deshidratación-rehidratación protocolo para los días siguientes. Si se imponen más límites de peso (por ejemplo, el lado de la alfombra pesaje con límites para recuperar después del pesaje oficial), el atleta debe tener cuidado de que la toma de peso inicial no haya sido severa y que la preparación apropiada para la competencia no se puede lograr según las pautas de recuperación permitidas. (51)

Discusión y Conclusión

La hidratación es de suma importancia para el mantenimiento de la vida como tal, debido a sus múltiples propiedades físico-químicas y funciones que desempeña en el cuerpo humano, es por eso que su consumo debe ser considerado como una necesidad biológica.

En aquellos deportistas que realicen actividad física de alto rendimiento, se debe prestar especial atención a la ingesta de líquidos para evitar la deshidratación la cual conlleva a un descenso en el rendimiento deportivo, ya sea a nivel físico o cognitivo-motor, y para evitar en los casos extremos, el riesgo de muerte. Esta ingesta va a depender del tipo de actividad física, la intensidad y duración, la temperatura y humedad ambiental, y vestimenta. Es necesario conocer las características del deportista y las pruebas que realizan para saber en qué situación de hidratación deben de competir, con qué frecuencia hidratarse y qué bebida es la más eficaz. Además, cada atleta tiene determinadas pérdidas y necesidades de ingesta u objetivos deportivos, por ende, es importante individualizar la prescripción, como dan cuenta los organismos referentes en el tema analizados en el presente trabajo

La hidratación ideal persigue reponer el líquido perdido por sudoración para evitar la deshidratación y suministrar los carbohidratos y electrolitos que pudieran ser necesarios. La rehidratación puede realizarse gracias a la ingesta de bebidas deportivas que deben ingerirse antes, durante y después del ejercicio físico o competencia, preferiblemente a temperatura fresca. Estas bebidas deben contener electrolitos, principalmente sodio, en los porcentajes mencionados anteriormente.

En conclusión, los deportistas de élite, entrenadores y/o cuerpo médico no solo deben prestarle suma atención a la alimentación sino también a la hidratación, la cual es un factor clave a tener en cuenta al momento de una competencia deportiva para optimizar al máximo su rendimiento y contribuir a evitar cualquier tipo de riesgo vital del deportista que pueda llegar a producirse por una ingesta inadecuada de líquidos. Por eso, el asesoramiento de un nutricionista con expertis en el ámbito deportivo es esencial.

Cabe destacar que gracias al interés y la tecnología disponible hoy en día, existen nuevas técnicas que permiten evaluar de manera más precisa y eficaz la pérdida de líquido en este tipo de deportistas. No hay dudas de que a lo largo de estos años, nuevas técnicas surgirán, así como también nuevos descubrimientos que favorecerán el desempeño de los deportistas de élite.

Bibliografía

- 1) Fernandez Garza, N. (2015). *Práctica 6: Medición de los compartimientos líquidos corporales utilizando el método de dilución* (6a. ed.). Manual de laboratorio de fisiología. McGraw-Hill Interamerican.
- 2) Grandjean, A.C. & Campbell, S.M (2006). *Hidratación: Líquidos para la vida*. España: ILSI Latinoamérica.
- 3) Onzari, M (2004). *Capítulo 9: Hidratación y deporte*. Fundamentos de nutrición en el deporte. Editorial Ateneo.
- 4) Real Academia Española. Asociación de Academias de la Lengua Española. Diccionario de la Lengua española: Hidratar.
- 5) Rawson Eric S. , Volpe S. L. (2016). *Nutrition for Elite Athletes*. CRC Press.
- 6) Academy of Nutrition and Dietetics: *Hydrate right*. Diciembre 2020. <https://www.eatright.org/fitness/sports-and-performance/hydrate-right/hydrate-right>
- 7) Institute of Medicine (IOM). *Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate*. Washington, DC: National Academies Press,2005. <https://www.essentialnutrition.com.br/media/artigos/hydrolift/7.pdf>
- 8) Danone Nutricia Research. Bases fisiológicas en Adultos. *Hydration for Health: Agua e Hidratación*.2017. <https://d1f1mvq9njdn1bk.cloudfront.net/home/monograph/0hovAduISfOcgVyoRXnS6A.pdf>
- 9) Olivos, C. Cuevas, M. Álvarez V, Jorquera C. *Nutrición Para el Entrenamiento y la Competición*. Revista Médica Clínica Las Condes, 2012. [https://doi.org/10.1016/S0716-8640\(12\)70308-5](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(12)70308-5).
- 10) American College of Sport Medicine: *Exercise and fluid replacement*. Febrero de 2007 - Volumen 39 - Número 2. [Doi: 10.1249 / mss.0b013e31802ca597](https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31802ca597)
- 11) EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA): Scientific Opinion on Dietary reference values for water. EFSA Journal 2010. [Doi:10.2903/j.efsa.2010.1459](https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1459)
- 12) Adams, W. M., Ferraro, E. M., Huggins, R. A., & Casa, D. J. (2014). *Influence of body mass loss on changes in heart rate during exercise in the heat: a systematic review*. Journal of strength and conditioning research, 2380–2389. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000501>.
- 13) American College Of Sports Medicine, American Dietetic Association And Dietetians Of Canada (2000). *Nutrition and Athletic Performance*. Med Sci Sports Exer. 32(12): 2130-2145.
- 14) Convertino, V. A., Armstrong, L. E., Coyle, E. F., Mack, G. W., Sawka, M. N., Senay, L. C., Jr, & Sherman, W. M. (1996). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Medicine and science in sports and exercise*, 28(1), i–vii. <https://doi.org/10.1097/00005768-199610000-00045>.
- 15) Noakes, T. D (2004). *Philosophy and Sciences of Exercise, Sports and Health*. Abingdon. *Can we trust rehydration research?*. Taylor & Francis Books, pp 144–168.
- 16) Noakes T, D. (2011). *Department of Human Biology, University of Cape Town, Sports Science Institute of South Africa: Is Drinking to Thirst Optimum?* [Doi: 10.1159/000322697](https://doi.org/10.1159/000322697)

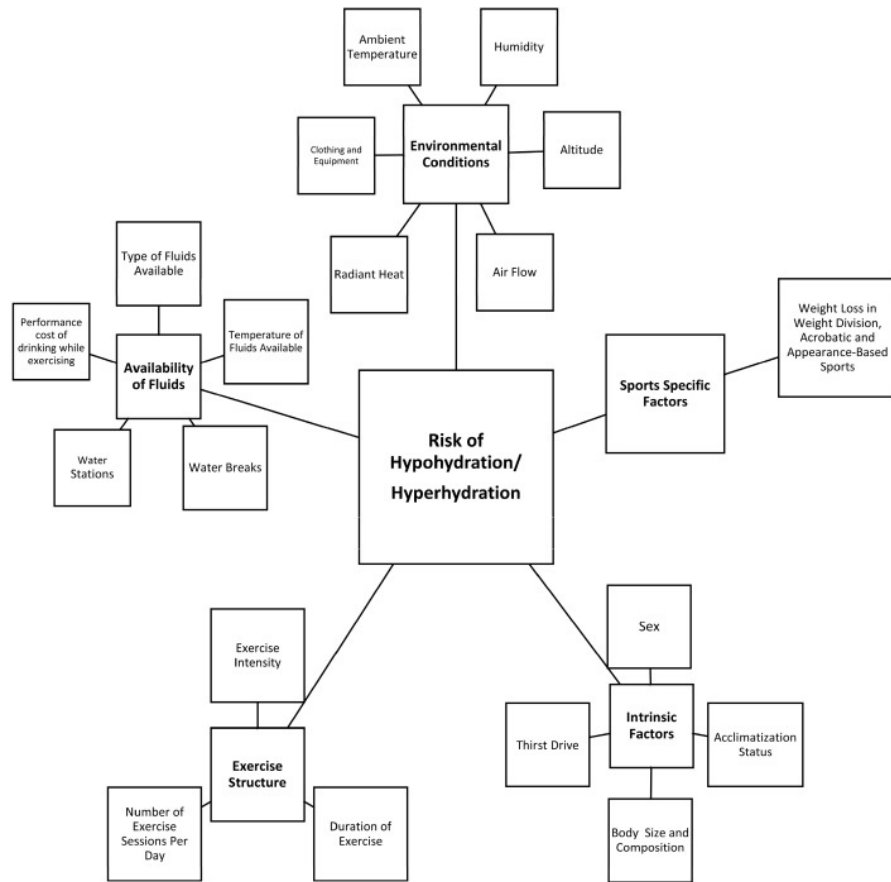
- 17) Noakes T. D. (2007). Drinking guidelines for exercise: *what evidence is there that athletes should drink "as much as tolerable", "to replace the weight lost during exercise" or "ad libitum"?* Journal of sports sciences, 25(7), 781–796. <https://doi.org/10.1080/02640410600875036>
- 18) Ladell W. S. (1947). *Effects on man of restricted water-supply*. British medical bulletin, 5(1), 9–13. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.bmb.a073093>
- 19) Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). *Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance*. Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics, 116(3), 501–528. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.12.006>
- 20) Casa, D. J., Armstrong, L. E., Hillman, S. K., Montain, S. J., Reiff, R. V., Rich, B. S., Roberts, W. O., & Stone, J. A. (2000). National athletic trainers' association position statement: fluid replacement for athletes. *Journal of athletic training*, 35(2), 212–224.
- 21) Douglas J. Casa, PhD, ATC, FACSM Director, Athletic Training Education University of Connecticut. *Proper Hydration for Distance Running Identifying Individual Fluid Needs*. A USA TRACK & FIELD Advisory. <https://static.dartmouthsports.com/custompages/custompages/pdf9/2319785.pdf>
- 22) Samuel N. Cheuvront, Ph.D. Michael N. Sawka, Ph.D. FACSM (2006). *Evaluación de la hidratación en atletas*. División de Medicina Térmica y de Montaña. Instituto de Investigación de Medicina Ambiental del Ejército de los Estados Unidos.
- 23) Barley, O. R., Chapman, D. W., & Abbiss, C. R. (2020). *Reviewing the current methods of assessing hydration in athletes*. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 17(1), 52. <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00381-6>
- 24) Moreno, M. A. Jesús, F. (2020). *Hidratación y deshidratación en la Actividad Física y el Deporte*. Editorial Wanceulen.
- 25) Armstrong, L. E. (2021). *Rehydration during Endurance Exercise: Challenges, Research, Options, Methods*. *Nutrients*, 13(3), 887. [doi:10.3390/nu13030887](https://doi.org/10.3390/nu13030887)
- 26) Hillman, A. R., Vince, R. V., Taylor, L., McNaughton, L., Mitchell, N., & Siegler, J. (2011). *Exercise-induced dehydration with and without environmental heat stress results in increased oxidative stress*. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*. 36(5), 698–706. <https://doi.org/10.1139/h11-080>
- 27) Burke, L. (2010). *Nutrición en el deporte. Un enfoque práctico*. Departamento de Nutrición del Deporte. Instituto Australiano del Deporte. Editorial Médica Panamericana.
- 28) Smith, M. F., Newell, A. J., & Baker, M. R. (2012). *Effect of acute mild dehydration on cognitive-motor performance in golf*. *Journal of strength and conditioning research*, 26(11), 3075–3080. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318245bea7>
- 29) MacLeod, H., & Sunderland, C. (2012). *Previous-day hypohydration impairs skill performance in elite female field hockey players*. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 22(3), 430–438. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01230.x>
- 30) Onzari, M. (2010). *Alimentación y deporte. Guía práctica 1ra edición*. Ed. El Ateneo.

- 31) MacLeod, H., & Sunderland, C. (2012). *Previous-day hypohydration impairs skill performance in elite female field hockey players*. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 22(3), 430–438. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01230.x>
- 32) Pomroy, S., Lovell, G., Hughes, D., & Vlahovich, N. (2020). *Intravenous fluids and their use in sport: A position statement from the Australian Institute of Sport*. *Journal of science and medicine in sport*, 23(4), 322–328. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.10.020>
- 33) World Anti-Doping Agency. *World Anti-Doping Code 2015 with 2019 amendments, 2019*. Available at: https://www.wada-ama.org/sites/default/files/resources/files/wada_anti-doping_code_2019_english_final_revised_v1_linked.pdf.
- 34) World Anti-Doping Agency. *World Anti-Doping Code: International standard for therapeutic use exemptions, 2019*. Available at: https://www.wada-ama.org/sites/default/files/resources/files/istue_2019_en_new.pdf.
- 35) World Anti-Doping Agency. *World Anti-Doping Code: International standard for prohibited list January 2021*. Available at: https://www.wada-ama.org/sites/default/files/resources/files/2021list_en.pdf
- 36) World Anti-Doping Agency: *Important Facts and Highlights from WADA's Athlete Guide, 2015*. Available at: https://www.wada-ama.org/sites/default/files/wada_anti-doping_aag_eng_web.pdf
- 37) World Anti-Doping Agency. *TUE Physician Guidelines Medical Information to Support the Decisions of TUECs Intravenous Infusions, 2018*. Available at: https://www.wada-ama.org/sites/default/files/resources/files/intravenous_infusions_v5.0_jan2018_en.pdf.
- 38) Coombes, J. S., & van Rosendal, S. P. (2011). *Use of intravenous rehydration in the National Football League*. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 21(3), 185–186. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e31821aa175>
- 39) World Anti-Doping Agency. *Athlete Biological Passport Guidelines, 2021*. Available at: <https://www.wada-ama.org/en/resources/athlete-biological-passport/athlete-biological-passport-abp-operating-guidelines>
- 40) Boer, C., Bossers, S. M., & Koning, N. J. (2018). *Choice of fluid type: physiological concepts and perioperative indications*. *British journal of anaesthesia*, 120(2), 384–396. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2017.10.022>
- 41) National Institute for Clinical Excellence. *Prehospital initiation of fluid replacement therapy in trauma: technology appraisal guidance 74*, London, NHS Publishers, 2004. <https://www.nice.org.uk/guidance/ta74>
- 42) Cotton, B. A., Jerome, R., Collier, B. R., Khetarpal, S., Holevar, M., Tucker, B., Kurek, S., Mowery, N. T., Shah, K., Bromberg, W., Gunter, O. L., Riordan, W. P., Jr, & Eastern Association for the Surgery of Trauma Practice Parameter Workgroup for Prehospital Fluid Resuscitation (2009). *Guidelines for prehospital fluid resuscitation in the injured patient*. *The Journal of trauma*, 67(2), 389–402. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e3181a8b26f>
- 43) Valeri, C. R., Ragno, G., & Veech, R. L. (2006). *Effects of the resuscitation fluid and the hemoglobin based oxygen carrier (HBOC) excipient on the toxicity of the HBOC: Ringer's D,L-lactate, Ringer's L-lactate, and Ringer's ketone solutions*. *Artificial cells, blood substitutes, and immobilization biotechnology*, 34(6), 601–606. <https://doi.org/10.1080/10731190600974087>
- 44) Givan, G. V., & Diehl, J. J. (2012). *Intravenous fluid use in athletes*. *Sports health*, 4(4), 333–339. <https://doi.org/10.1177/1941738112446285>
- 45) Leggett, T., Williams, J., Daly, C., Kipps, C., & Twycross-Lewis, R. (2018). *Intended Hydration Strategies and Knowledge of Exercise-Associated Hyponatremia in Marathon*

- Runners: A Questionnaire-Based Study*. Journal of athletic training, 53(7), 696–702. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-125-17>
- 46) Orrù, S., Imperlini, E., Nigro, E., Alfieri, A., Cevenini, A., Polito, R., Daniele, A., Buono, P., & Mancini, A. (2018). *Role of Functional Beverages on Sport Performance and Recovery*. *Nutrients*, 10(10), 1470. <https://doi.org/10.3390/nu10101470>
- 47) Comité Olímpico Internacional (2012). *Nutrición para deportistas. Información médica para deportistas*. Basada en la Conferencia Internacional de Consenso celebrada en el COI. http://deporte.aragon.es/recursos/files/documentos/doc-areas_sociales/deporte_y_salud/guia_nutricion_deportistas.pdf
- 48) W. Larry Kenney, Ph.D., FACSM. Sports Science Exchange 92, Volumen 17.(2004). *Agua de la dieta y requerimientos de sodio para adultos activos*. <https://www.gssiweb.org/latam/sports-science-exchange/Art%C3%ADculo/sse-92-agua-de-la-dieta-y-requerimientos-de-sodio-para-adultos-activos>
- 49) Meyer, F., Szygula, Z., Wilk, B. (2016). *Fluid balance, hydration and athletic performance*. CRC Press. <https://library.oapen.org/bitstream/id/6e12a773-b9c5-41c3-8129-8fb17191b3ca/9781482223316.pdf>
- 50) Instituto Australiano del deporte. *Programa de suplementos deportivos. Bebidas deportivas: bebidas con carbohidratos y electrolitos*. https://g-se.com/uploads/blog_adjuntos/bebidas-deportivas-pdf.pdf
- 51) Burke, L. M., Slater, G. J., Matthews, J. J., Langan-Evans, C., & Horswill, C. A. (2021). *ACSM Expert Consensus Statement on Weight Loss in Weight-Category Sports*. *Current sports medicine reports*, 20(4), 199–217. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000831>
- 52) Franchini, E., Brito, C. J., & Artioli, G. G. (2012). *Weight loss in combat sports: physiological, psychological and performance effects*. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9(1), 52. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-9-52>
- 53) Reale, R., Slater, G., & Burke, L. M. (2017). *Acute-Weight-Loss Strategies for Combat Sports and Applications to Olympic Success*. *International journal of sports physiology and performance*, 12(2), 142–151. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2016-0211>
- 54) Reale, R., Slater, G., & Burke, L. M. (2017). *Individualised dietary strategies for Olympic combat sports: Acute weight loss, recovery and competition nutrition*. *European journal of sport science*, 17(6), 727–740. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1297489>
- 55) Reale, R. (2018). Gatorade Sports Science Institute. Sports Science Exchange. *Manejo de la pérdida rápida de peso en deportes de combate: Reducción de peso antes del pesaje, recuperación posterior y estrategias de nutrición para la competencia*. http://www.gssiweb.org/docs/librariesprovider9/sse-pdfs/183_manejo_p%C3%A9rdida_r%C3%A1pida_peso.pdf?sfvrsn=2

ANEXOS

ANEXO 1



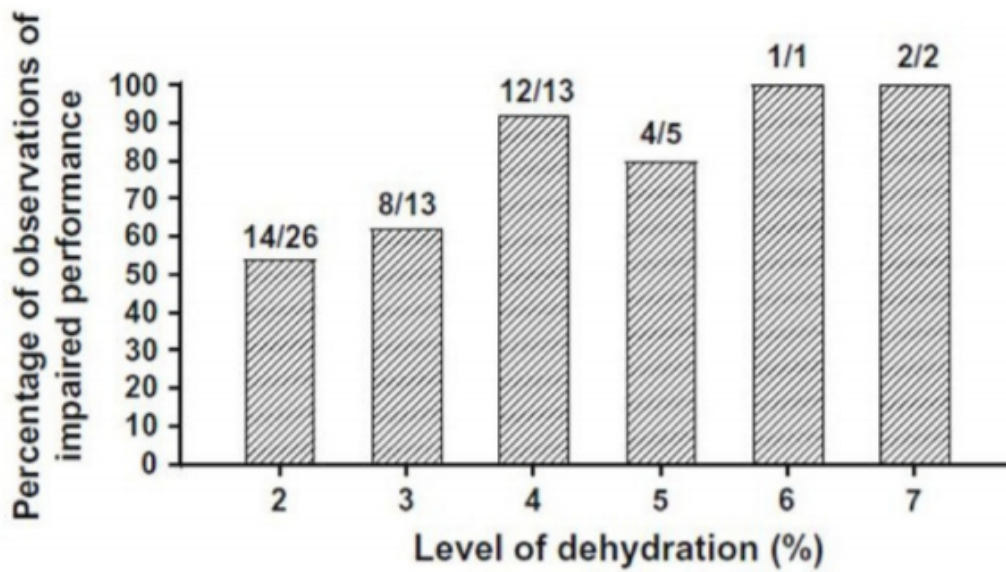
Factors that contribute to the risk of hypohydration or hyperhydration during exercise.
Fuente: Practical Hydration Solutions for Sports

ANEXO 2

Respuesta de elemento	Valor
Totalmente en desacuerdo	1
En desacuerdo	2
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3
De acuerdo	4
Totalmente de acuerdo	5

Escala de Likert

ANEXO 3



Los efectos de la deshidratación sobre el rendimiento del ejercicio. Las fracciones representan el número de observaciones estadísticamente significativas ($p < 0.05$) del número en cada nivel de pérdida de masa corporal. En todos los niveles de deshidratación, el 68% de las comparaciones indicaron deterioro. Fuente: *Rehydration during Endurance Exercise: Challenges, Research, Options, Methods*

ANEXO 4

Table 1
Common forms of IV crystalloid fluids used for adults in 'out-of-hospital' settings.

Name	Content	Osmolality	Tonicity
Normal saline (0.9% NaCl)	Sodium 154 mmol/L Chloride 154 mmol/L	308 mOsmol/L	Isotonic
5% dextrose	Dextrose hydrous (D-glucose) 5 g/100 mL of water	252 mOsmol/L	Hypotonic after absorption
Ringers lactate/hartmann's solution	Sodium 131 mmol/L Chloride 111 mmol/L Potassium 5 mmol/L Lactate 29 mmol/L Calcium 2 mmol/L	278 mOsmol/L	Isotonic

Formas comunes de líquidos cristaloides intravenosos que se utilizan para adultos en entornos "fuera del hospital". Líquidos intravenosos y su uso en el deporte: declaración de posición del Fuente: Instituto Australiano del Deporte

ANEXO 5

Symptom	Mild	Moderate	Severe
% wt. loss	3-5%	6-9%	>10%
Pulse	Full, normal rate	Rapid, thready	Very rapid and weak or absent
Respiration	Normal	Deep, may be increased	Deep, rapid or decreased
Systolic blood pressure	Normal	Normal to low	Low
Buccal mucosa	Normal	Dry	Parched
Eyes	Normal	Sunken	Markedly sunken
Skin turgor	Normal	Reduced	Tenting
Skin	Normal	Cool	Cool, mottled
Urine output	Decreased	Oliguria	Oliguria to anuria
Systemic signs	Increased thirst, alert	Listless, irritable	Lethargic, coma
Capillary refill	2 sec	2-4 sec	>4 sec, cool limbs

Signos clínicos de deshidratación. Líquidos intravenosos y su uso en el deporte.

Fuente: Instituto Australiano del Deporte.

ANEXO 6



CALORÍAS

Un vaso de POWERADE® ION 4 Mountain Blast aporta el 3% del Valor Diario Recomendado **50 kcal**

2000 kcal
Valor Diario Recomendado de un adulto



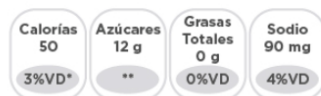
SODIO

Un vaso de POWERADE® ION 4 Mountain Blast aporta el 4% del Valor Diario Recomendado **90 mg**

2400 mg
Valor Diario Recomendado de un adulto

Guía diaria de alimentación (GDA)

Una porción de 200 mL (UN VASO) aporta:



* Valores Diarios con base a una dieta de 2.000 kcal u 8.400 kJ.
** Valor Diario no establecido.

[Conoce más sobre GDA](#)

Información Nutricional

Porción 200 mL (UN VASO)

	Cantidad	%VD(*)
Valor Energético	50 kcal = 210 kJ	3
Carbohidratos	12 g	4
de los cuales Azúcares	12 g	
Sodio	90 mg	4
Vitamina B3	2,5 mg	15
Vitamina B6	0,2 mg	15
Potasio	24 mg	

No aporta cantidades significativas de Proteínas, Grasas totales, Grasas saturadas, Grasas trans, Fibra alimentaria.
(*) % Valores Diarios con base a una dieta de 2000 kcal u 8400 kJ. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades energéticas.

Información Nutricional

Porción: 200 ml (1 vaso)

Cantidades por **Porción**

	%VD*
Valor Energético 48 kcal	2%
Carbohidratos 12 g	4%
de los cuales:	
azúcares 12 g	
Proteínas 0 g	0%
Grasas Totales 0 g	0%
de las cuales:	
grasas saturadas 0 g	0%
grasas trans 0 g	
Fibra 0 g	0%
Sodio 90 mg	4%
Potasio 24 mg	1%

* % Valores Diarios en base a una dieta de 2.000 kcal u 8.400 kJ. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades energéticas

Cloruros:84mg

Información Nutricional Bebida Gatorade.
Fuente: Nutrinfo

ANEXO 7

Acute Weight Loss Method		Benefits	Disadvantages
Body water manipulation	Passive sweating (thermally stressful conditions <i>e.g.</i> , sauna, hot bath, sweat suits etc.)	<ul style="list-style-type: none"> • Relatively simple method of weight loss • Promotes high sweat rates and thus weight loss 	<ul style="list-style-type: none"> • Preferential loss of plasma volume • Thermally stressful environment exacerbates risk of hyperthermia • Additional exercise may induce fatigue/muscle soreness
	Active sweating (exercise induced)	<ul style="list-style-type: none"> • Can be easily incorporated into existing training sessions before weigh-in 	<ul style="list-style-type: none"> • Additional exercise further reduces muscle glycogen, requiring more aggressive refueling recovery
	Fluid restriction	<ul style="list-style-type: none"> • Better maintains plasma volume (than passive sweating) 	<ul style="list-style-type: none"> • Increased thirst sensation
	Water loading (intake of large volumes of fluid for days, followed by sudden fluid restriction on the day before weigh-in)	<ul style="list-style-type: none"> • May cause less physiological disturbances than other forms of dehydration 	<ul style="list-style-type: none"> • Slower rate of loss than promotion of sweat rate • Still experimental and likely to achieve smaller net fluid (BM) loss than other techniques
	Diuretics	<ul style="list-style-type: none"> • Relatively simple to implement and passive 	<ul style="list-style-type: none"> • Small risk of hyponatremia
	Blood withdrawal preweigh-in (for reinfusion post weigh-in)	<ul style="list-style-type: none"> • May facilitate greater satiety despite low energy intake • Large volume of urine loss with no energy expended • Moderate volume of fluid removed without need for energy expenditure 	<ul style="list-style-type: none"> • Banned in most sports • Principally reduces plasma volume • Electrolyte imbalance and risk of muscle cramps • Likely banned in most sports • Requires sterile conditions to mitigate infection risk
Manipulation of body energy stores (principally achieved in the short-term via a reduction in body carbohydrate stores and associated water)	Exercise	<ul style="list-style-type: none"> • Can be integrated into training program 	<ul style="list-style-type: none"> • Glycogen replacement required for performance needs in many events
	Restriction of energy intake Specific reduction of dietary carbohydrate intake	<ul style="list-style-type: none"> • Can be achieved by change in energy density of food choices • Allows continuation of food intake (<i>i.e.</i>, absence of hunger) while still achieving the reduction in muscle glycogen/water content 	<ul style="list-style-type: none"> • If exercise is additional and excessive, can cause fatigue/muscle soreness • Hunger, loss of perceived energy, and reduction of muscle glycogen • Restriction of dietary carbohydrate associated with fatigue (especially during exercise)
Manipulation of gastrointestinal tract contents	Food restriction	<ul style="list-style-type: none"> • Easily implemented 	<ul style="list-style-type: none"> • Hunger, loss of perceived energy, and reduction of muscle glycogen
	Fiber restriction Laxative/bowel preparation use	<ul style="list-style-type: none"> • Minimal impact on acute nutritional status or performance 	<ul style="list-style-type: none"> • Only small impact on body mass • Banned in some sports • Body water loss and associated impaired cardiovascular function • Electrolyte imbalances

Beneficios y desventajas de los métodos comunes de pérdida de peso rápida.

Fuente: American College of Sports Medicine (ACSM)