2.1 Deshidratación y rendimiento

La relación entre la deshidratación de un sujeto y el rendimiento físico puede ocasionarse de modo voluntario o involuntario. Dicha deshidratación hace referencia a la pérdida de agua corporal a partir de un estado que pasa de hiperhidratación a euhidratación, o bien de la euhidratación a la hipohidratación.

Hacemos referencia a la deshidratación voluntaria cuando es usada por el atleta de modo intencional para suponer una supuesta ventaja deportiva (por ejemplo, competir en categorías de peso más bajas) y recurre a técnicas como el uso de saunas, vapor, diuréticos o sudoración inducida por el ejercicio sin ingerir líquidos.

Por otro lado, hablamos de deshidratación involuntaria como consecuencia de una mayor pérdida de líquidos por sudoración en comparación con la ingesta de líquidos durante el entrenamiento o la competencia que se encuentra ejecutando el sujeto.

Independientemente de cómo se lleve a cabo, la deshidratación puede afectar numerosos procesos fisiológicos y esto, a su vez, perjudicar el rendimiento del atleta. La deshidratación incrementa la tensión fisiológica, ya que mientras mayor sea el déficit de agua corporal, mayor será el aumento en la tensión fisiológica para un ejercicio.

Un estadio de deshidratación mayor al 2 % del peso corporal disminuye el rendimiento (preferentemente en el ejercicio aeróbico) y en la medida en que el porcentaje de pérdida de peso se hace más evidente por la falta de ingesta de líquidos, la merma en el ejercicio puede ser aún mayor. Debemos contemplar, de todas formas, que la magnitud de la disminución en la tarea está probablemente relacionada con la temperatura ambiental, el tipo de ejercicio y las características biológicas únicas del individuo (por ejemplo, la tolerancia a la deshidratación). Algunos individuos, por tanto, serán más o menos tolerantes a la deshidratación (ASCM, 2007).

2.1.1 Efectos de la deshidratación en el rendimiento

En un ejercicio prolongado, el resultante de la fatiga puede ser generado tanto por la deshidratación como por el agotamiento de sustratos para realizar la prueba en cuestión. Niveles de deshidratación

superiores a una pérdida del 2 % de la masa corporal fueron estudiados en soldados y atletas, cuyos efectos reflejaron una merma en el rendimiento cognitivo de aquellos (Grandjean, 2007, Lieberman, 2012, Masento, Golightly, Field, Butler y van Reekum, 2014).

Armstrong, Costill y Fink (1985) demostraron que la pérdida de 1,5 a 2% de masa corporal redujo el rendimiento en carreras de distancias de 1500 m, 5000 m y 10.000 m, al disminuir la velocidad, sobre todo, en las últimas etapas de las carreras; además, los efectos adversos fueron más evidentes en las carreras más largas (Armstrong, Costill y Fink, 1985).

En su revisión, Coyle (2004) indicó que la deshidratación reduce el rendimiento en el ejercicio de resistencia a través de varios mecanismos que se interrelacionan, tales como el aumento de la tensión cardiovascular, debido a la hipertermia y la reducción del volumen sanguíneo, así como por los efectos directos de la hipertermia sobre el metabolismo del músculo y la función neurológica (Coyle, 2004).

El déficit de agua, sin la pérdida proporcional de cloruro de sodio, es la forma de deshidratación más común durante el ejercicio. Si ocurren mayores deficiencias de cloruro de sodio durante el ejercicio, entonces el volumen de fluido extracelular se contraerá y causará deshidratación por reducción de las reservas de sodio. Independientemente del método de deshidratación, para cualquier déficit de agua hay similitudes en la alteración de la función fisiológica y consecuencias en el rendimiento (ASCM, 2007)

La deshidratación y la hipertermia tienen un gran efecto en la reducción del volumen-latido y en el flujo de sangre que va al músculo, lo cual limita el aporte de oxígeno a dichos músculos que se ejercitan. Se ha observado que la deshidratación incrementa el uso del glucógeno muscular durante el ejercicio continuo, lo cual afecta claramente al rendimiento.

El recorrido del flujo sanguíneo a la piel disminuye con la deshidratación y, en la medida en que esta aumenta, mayor es la elevación de la temperatura central y la frecuencia cardíaca, razón por la cual es mayor la disminución en el volumen sistólico (cantidad de sangre bombeada por el corazón en un latido).

Podemos observar en la tabla siguiente un resumen de factores fisiológicos que contribuyen a la disminución del rendimiento.

Tabla 1: Factores fisiológicos ocasionados por la deshidratación

Aumento de la temperatura corporal central
Elevación de la tensión cardiovascular - Menor volumen de sangre - Menor volumen por latido - Menor flujo sanguíneo al musculo
Alteración de la función metabólica
Alteración de la función del SNC
Mayor utilización de glucógeno

Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que la capacidad de resistencia se ve mucho más afectada cuando hay deshidratación en ambientes calientes que en los fríos, lo que implica que la disminución de la función termorreguladora es un factor determinante en la caída del rendimiento, vinculado con un déficit de agua corporal.

Es objeto de discusión actualmente el hecho de si la deshidratación puede también ser un factor importante en el inicio de la molestia gastrointestinal (GI), tales como náuseas, vómitos, meteorismo, cólicos gastrointestinales y demás.

2.1.2 Complicaciones por calor

Las altas temperaturas y la actividad física son una combinación que puede generar un gran estrés en el organismo. Contemplando que es preferible prevenir dicha problemática antes que remediarla es que debemos prestar especial atención a deportistas que configuran el grupo de riesgo, tales como niños, ancianos, o bien aquellos que presenten mala condición física al momento de ejercitar.

Tratando de ordenar las complicaciones por calor de acuerdo con la gravedad del asunto, las podemos clasificar en calambres musculares asociados al ejercicio, en agotamiento por calor y en golpe de calor por esfuerzo.

Calambres por calor

Los calambres son básicamente una forma de hiperactividad de la unidad motora que provoca dolorosas contracciones musculares involuntarias. Los calambres por calor son aquellos que se asocian a la pérdida de sudor y presentan una diferencia sutil respecto del calambre

asociado al ejercicio, ya que son diagnosticados cuando la restitución de sodio los resuelve.

Las personas que presentan este tipo de calambres tienden a tener una sudoración elevada y, a su vez, una concentración de sodio elevada en su sudor. Al presentarse calambres por calor, la temperatura corporal no necesariamente se incrementa. Su prevención implica dos situaciones:

1. ingesta de líquidos con adecuada carga de sodio;
2. incremento del consumo diario de sal, previamente a enfrentar dicha tensión por calor (por ejemplo, adicionando sal en las comidas principales).

La incapacidad para restituir estos minerales con frecuencia determina dolor y espasmos musculares, mayoritariamente en el abdomen y las extremidades.

La etiología exacta de los calambres por calor es desconocida y difícil de investigar, pero, como dijimos anteriormente, el déficit de sodio parece que juega un papel importante en su desarrollo.

Agotamiento por calor

El agotamiento por calor se define como la incapacidad para continuar con el ejercicio. El agotamiento por calor aparece después de tener pérdidas significativas de líquidos y electrolitos e insuficiencia cardiovascular. Es la complicación por calor más común entre la gente físicamente activa, sobre todo en las personas con deshidratación, desentrenadas y no aclimatadas al calor.

El agotamiento por calor inducido por el ejercicio ocurre por la falta de efectividad de los ajustes circulatorios, al disminuir el volumen plasmático por la sudoración excesiva. La sangre se acumula en los vasos periféricos y reduce de forma notoria el volumen de sangre central requerido para mantener el gasto cardíaco. Se lo conoce como un “freno” que protege al cuerpo en condiciones estresantes, por lo que merece atención para evitar complicaciones mayores.

Las principales características del agotamiento por calor incluyen pulso débil y rápido, hipotensión, cefalea, mareo y debilidad general. La gran mayoría de los atletas que presentan agotamiento por calor se recupera en el lugar de la competencia con adecuada hidratación o con tratamiento intravenoso para mayor efectividad. De todos modos, luego del evento se debe suspender la actividad, ya que no es viable el regreso inmediato al ejercicio (se debe descansar e hidratarse correctamente en las siguientes 24-48 horas).

Golpe de calor por esfuerzo

Como dijimos anteriormente, es la más grave y compleja de las complicaciones, ya que requiere atención médica inmediata.

La forma clásica de manifestación expresa una temperatura central que excede los 40,5 °C, con alteración del estado mental y ausencia de sudoración. Es como si el sistema de termorregulación se detuviera, lo cual hace que, de esta manera, se eleve la temperatura.

En este estadio, se recomienda la inmersión en agua fría o agua con hielo, ya que esto produce una tasa de enfriamiento más rápida. La magnitud y duración de la hipertermia determina el daño a los órganos y el consecuente riesgo de mortalidad (cuanto mayor sea el tiempo de temperatura elevada, mayor será el daño al sistema nervioso central y al resto de los órganos).

> *En estos casos, la temperatura oral, en relación con la rectal, no constituye una medida precisa de la temperatura central después de un ejercicio extenuante. Esto se debe a que depende de los efectos que sobre la temperatura oral tiene el enfriamiento por evaporación de la boca y las vías aéreas, que deriva del incremento en la ventilación pulmonar durante el ejercicio.*

2.1.3 Pérdidas de sudor y electrolitos en el ejercicio

El cuerpo humano contiene dos diferentes tipos de glándulas sudoríparas. Las apocrinas que se localizan en las áreas vellositarias del cuerpo (axila, periné, pubis, etc.) y son las encargadas de producir sustancias que, al ser descompuestas por bacterias, son las responsables del olor característico de dichas zonas. De todos modos, aquí les prestaremos especial atención a las ecrinas, las cuales están involucradas principalmente en la regulación de la temperatura.

La cantidad de líquidos que pierde un deportista durante el ejercicio puede variar notablemente y, por ello, debemos identificar cuáles son los factores externos y las características individuales del sujeto que predisponen a dicha variación:

1. **Los factores externos son los siguientes:**

   - duración e intensidad del ejercicio;
   - vestimenta utilizada;
   - condiciones ambientales.

2. **Las características del sujeto son:**

   - predisposición genética;
   - peso corporal;
   - condición física (se produce una mayor cantidad de sudor a mejor condición);
   - aclimatación (una mejor aclimatación produce un mayor sudor en el sujeto).

Si bien el sudor es principalmente agua (alrededor de 99 %), se pueden encontrar ciertos electrolitos importantes y otros nutrientes en diversas cantidades. El sudor es hipotónico en comparación con los líquidos en el cuerpo. Esto quiere decir que la concentración de electrolitos es menor en el sudor que en los líquidos corporales.

La composición del sudor puede variar dependiendo la persona en cuestión y será incluso diferente entre los individuos cuando estos se adapten al calor. Los principales electrolitos que se encuentran en su composición son el sodio y el cloruro, ya que el sudor se deriva de líquidos extracelulares, como el plasma y los líquidos intercelulares, los cuales tienen alto contenido de estos electrolitos.

Tal como detallamos en la tabla 2, los otros minerales que se "pierden" en pequeñas cantidades -pero a los que debemos prestar atención- incluyen al potasio, magnesio, calcio, sodio y cloro.

Tabla 2: Concentración de electrolitos presentes en el sudor

Electrolitos	Sudor (meq/L)	
	Promedio	Rango
Sodio	35	10 - 70
Potasio	5	3 - 15
Calcio	1	0,3 - 2
Magnesio	0,8	0,2 - 1,5
Cloro	30	5 - 60

Fuente: elaboración propia.

Se debe prestar especial atención a aquellos deportistas que pierden grandes cantidades de sudor, ya que pueden necesitar aumentar la

ingesta dietética de ciertos electrolitos porque se acentúan sus pérdidas durante el ejercicio. La sudoración prolongada puede disminuir la concentración de sodio y cloro en el orden del 5-7 % y el potasio alrededor del 1 %, razón por la cual, si no son compensados diariamente, predisponen una deficiencia de estos iones.

2.1.4 Lineamientos del American College of Sports Medicine (ACSM)

El American College of Sports Medicine propone, a través de su último pronunciamiento (ASCM, 2007), mantener una hidratación adecuada de los individuos que realizan actividad física. Resume, además, el conocimiento acerca del ejercicio con respecto a las necesidades de líquidos y electrolitos y el impacto de sus desequilibrios sobre el rendimiento deportivo y la salud. Entre sus principales lineamientos, direcciona al *timing* de consumo de líquidos, según el momento del ejercicio en el cual se encuentra el deportista.

Reposición de fluidos antes del ejercicio

El programa de hidratación antes del ejercicio ayudará a asegurar que se corrija cualquier deficiencia previa de líquidos y/o electrolitos antes de que se inicie la actividad.

Propone una ingesta de bebidas aproximada a los 5-7 ml/kg peso, al menos 4 horas antes del ejercicio, contemplando que si el individuo no produce orina, o la orina es oscura previamente al evento, deberá adicionar otros 3-5 ml/kg peso, 2 horas antes del evento en cuestión.

El consumo de bebidas con sodio (20-50 meq/l) y/o pequeñas cantidades de meriendas saladas o alimentos que contengan sodio en las comidas ayudará a estimular la sed y retener los líquidos consumidos.

El intento de hiperhidratarse con líquidos que expandan los espacios extracelular e intracelular (por ejemplo, soluciones de agua y glicerol) aumentará el riesgo de tener que orinar durante la competencia y no aporta ventajas fisiológicas en el rendimiento en comparación con la euhidratación.

La temperatura del agua preferida frecuentemente está entre 15 y 21 °C, pero este factor y la preferencia de sabor varían significativamente entre diferentes individuos y culturas (Castaño, 2012)

El consumo de bebidas con sodio y/o comidas saladas con bebidas puede ayudar a estimular la sed y retener los líquidos que se necesitan para el evento próximo.

Reposición de fluidos durante el ejercicio

Es difícil recomendar un programa específico de reposición de líquidos y electrolitos debido a las diferentes características de ejercicios (requerimientos metabólicos, duración, vestimenta, equipo), las condiciones climáticas y otros factores (por ejemplo, la predisposición genética, la aclimatización al calor y el estado de entrenamiento), los cuales influyen en la tasa de sudoración y en las concentraciones de electrolitos en el sudor de una persona (ACSM, 2012)

Tal como veremos en el capítulo siguiente, obtener la tasa de sudoración del deportista nos permitirá tener un patrón para hacer una reposición de líquidos segura durante el evento. Se recomienda, por tanto, que los individuos puedan monitorear los cambios en el peso corporal durante las sesiones de entrenamiento o las competencias para estimar sus pérdidas de sudoración durante una tarea de ejercicio en particular con respecto a las condiciones climáticas del momento.

La composición de los líquidos consumidos puede ser importante. Según el Instituto de Medicina (1994), se recomienda que este tipo de bebidas pueda contener aproximadamente 20-30 meq/l de sodio, 2-5 meq/l de potasio y 5-10 % de carbohidratos (IOM, 1994). La necesidad de estos diferentes componentes (carbohidratos y electrolitos) dependerá de la tarea de ejercicio especifica (por ejemplo, la intensidad y la duración) y condiciones del clima. La posición del ASCM también indica que el cloruro de sodio ingerido en una bebida consumida durante el ejercicio puede ayudar a asegurar una ingesta adecuada de fluidos y estimular una más completa rehidratación luego del ejercicio. Ambas respuestas resaltan el papel importante que juega el sodio en el mantenimiento del impulso osmótico para hidratarse y en el estímulo osmótico para retener fluido en el espacio extracelular (ASCM, 2012)

En cuanto al consumo de carbohidratos durante ejercicios de alta intensidad, esto es, de 1 hora de duración o más, se ha demostrado que es beneficioso. Una tasa de 30-60 g/h mantiene los niveles de glucosa en la sangre y sostiene el rendimiento en el ejercicio. Las tasas más altas de entrega de carbohidratos se alcanzan con una mezcla de azúcares (por ejemplo, glucosa, sacarosa, fructosa, maltodextrina). Si tanto la reposición de líquidos como la entrega de carbohidratos van a ser cubiertas con una sola bebida, la concentración de carbohidratos no

debe exceder del 8 % e incluso ser ligeramente menor, ya que las bebidas con una concentración alta de carbohidratos reducen el vaciamiento gástrico.

> *El consumo de 500-1000 c. c. de bebida deportiva (con un 6-8 % de CHO) aporta de 30 a 80 gramos/hora junto con suficiente agua. Dicho consumo podría evitar una deshidratación excesiva y, a la vez, supercompensar el vacío glucogénico que ocurre en la actividad.*

La posición del ASCM propone también que el consumo de cafeína en dosis adecuadas podría ayudar a sostener el rendimiento en el ejercicio y, probablemente, no alteraría el estado de hidratación durante el ejercicio.

Reposición de fluidos después del ejercicio

La ingesta de fluidos luego de la actividad física puede ser un factor crítico para ayudar a una recuperación rápida entre cada sesión de actividad física. Muchos atletas entrenan más de una vez al día, lo cual hace de la rehidratación rápida un aspecto de importante consideración, sobre todo si se entrena en ambientes cálidos.

Maughan, Leiper y Shirreffs (1996) sostienen que la ingestión de agua es inefectiva para producir una hidratación normal, ya que la absorción del agua disminuye la osmolaridad plasmática, por lo que suprime la sed e incrementa la producción de orina. Cuando se aporta sodio, ya sea por bebidas rehidratantes o por los alimentos, se mantiene el estímulo osmótico de la sed y se reduce la producción de la orina (Maughan, Leiper y Shirreffs, 1996).

La meta principal, según recomendaciones de ASCM, es reponer completamente cualquier deficiencia de líquidos y electrolitos que se presente durante el entrenamiento. La carga de líquidos depende de la velocidad en que la rehidratación deba completarse y de la magnitud de la deficiencia de líquidos y electrolitos. Si el tiempo de recuperación y las oportunidades lo permiten, el consumo de alimentos, junto con el volumen suficiente de agua, restaurará la euhidratación (mediante el aporte de alimentos que contengan suficiente sodio para reponer las pérdidas por sudor). Si la deshidratación es sustancial con períodos de recuperación relativamente cortos (menos de 12 horas), entonces podrían ser necesarios programas de rehidratación agresivos (vía intravenosa).

Las pérdidas de sodio son más difíciles de cuantificar que las pérdidas

de agua. Si bien se sabe que los individuos pierden electrolitos en el sudor a tasas diferenciales, adicionarles un poco de sal extra a los alimentos y a los líquidos de la recuperación puede ser beneficioso cuando las pérdidas en sudor son abundantes.

Para cubrir las pérdidas ocasionadas en el ejercicio, la revisión indica que se requiere una ingesta de 1,5 litros de líquidos (o más) por cada kilogramo de peso perdido en el entrenamiento. Cuando sea posible, los líquidos deben consumirse espaciados en el tiempo (y con suficientes electrolitos), en lugar de ser ingeridos en grandes cantidades en un tiempo corto (Castaño, 2012)

Se recomienda ingerir como mínimo un 150 % de la pérdida de peso en las primeras 6 horas tras el ejercicio, para cubrir el líquido eliminado tanto por el sudor como por la orina; de esta manera, se recuperará el equilibrio hídrico.
A modo de ejemplo: un individuo que pierde 1 kg de peso luego del esfuerzo debe ingerir un mínimo de 1500 c. c. de líquidos para compensar las pérdidas ocasionadas. A su vez, la rehidratación debe iniciarse tan pronto como finalice el ejercicio y aun cuando no aparezca la sensación de sed.

Pérdidas mayores al 7 % del peso corporal, con náusea, vomito o diarrea, o quienes, por alguna razón, no puedan ingerir líquidos por vía oral, pueden justificar una reposición de líquidos por vía intravenosa. En el resto de las situaciones, el aporte por esta vía no aporta una ventaja sobre la vía oral para reponer las deficiencias.