

Módulo 1. El agua en el organismo



☰ Unidad 1.1 Introducción

☰ Unidad 1.2 Termoregulación

☰ Referencias

Unidad 1.1 Introducción

Los sujetos que realizan actividad física suelen someterse a esta en diferentes condiciones ambientales (temperatura, humedad, viento, etc.), las cuales no siempre se replican. Dicha variabilidad -sujeta a otros factores, tales como su vestimenta, estadio de hidratación o tasa metabólica del deportista- puede inducir a elevaciones significativas de la temperatura corporal (Sawka, Wenger y Pandolf, 1996). Estas elevaciones, que pueden generarse, provocan una respuesta de pérdida de calor en el organismo a través del aumento del flujo sanguíneo y la sudoración. Como esta suele ser variable y muchas veces muy elevada, la reposición de agua y/o electrolitos debe ser la adecuada para que el impacto en el rendimiento deportivo sea mínimo y/o la salud del sujeto no refiera un daño clínico (Sawka y Young, 2005).

Según lo evidencia la literatura, la calidad, la cantidad y la consistencia de los artículos científicos en referencia a esta temática la determinan como uno de los factores que es preciso contemplar (y, por lo mismo, no olvidar) para la mejora en la práctica del ejercicio.

La documentación extensa sobre el tema nos obliga a repasar, en el siguiente modulo, las diferentes recomendaciones sobre estrategias de rehidratación (para antes, durante y después del ejercicio) y las técnicas de evaluación de la hidratación en los sujetos.

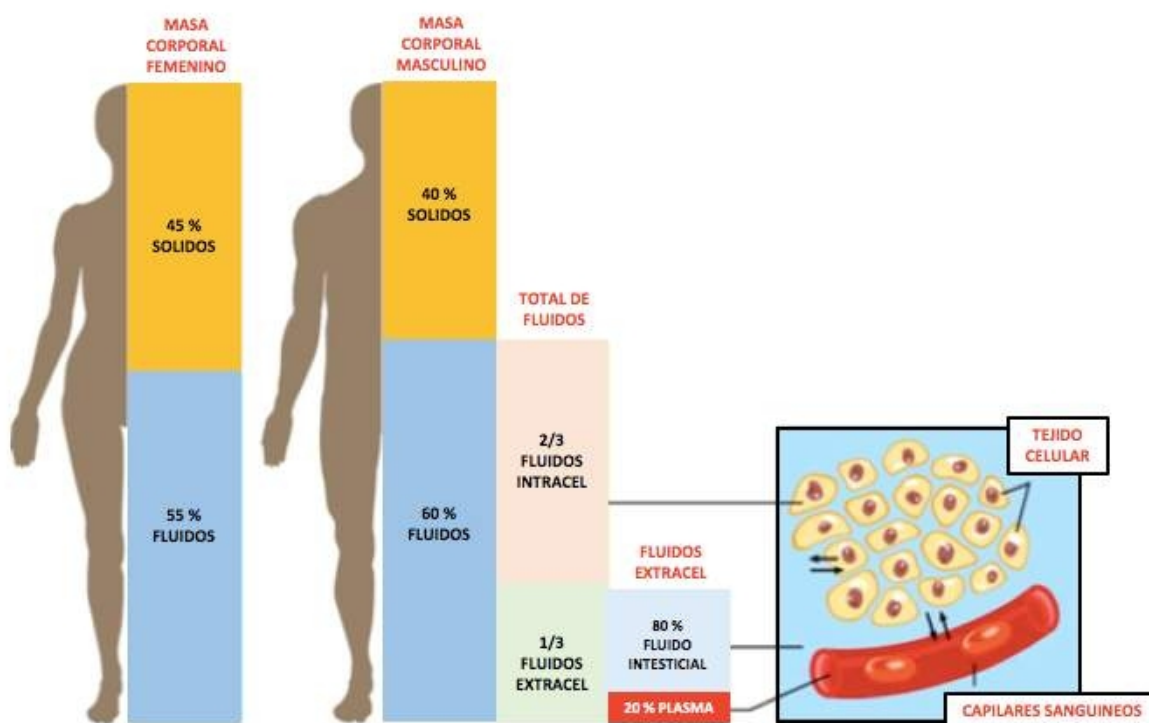
Desarrollaremos también algunos conceptos básicos vinculados con la termorregulación y el abordaje practico sobre los individuos ante diferentes condiciones ambientales, gasto energético y otros factores que serán precisos considerar.

1.1.1 Función del agua

El agua es el componente más abundante en el cuerpo humano, el cual constituye del 40 % al 70 % de la masa corporal total (variable según género, edad y composición corporal del sujeto en cuestión). Si bien el contenido entre un sujeto y otro es variable, el contenido en tejidos suele mantenerse relativamente constante.

El cuerpo contiene dos compartimentos de líquidos: uno, el intracelular, el cual se refiere al líquido presente en el interior de las células y constituye las dos terceras partes de agua corporal total; otro, el extracelular, el cual comprende al líquido intersticial (se encuentra entre las células) y el plasma (correspondiente al 20 % del líquido extracelular). También se encuentra como líquido extracelular al líquido cefalorraquídeo, el glandular y el presente en oídos y ojos.

Figura 1: Distribución según compartimento de líquidos



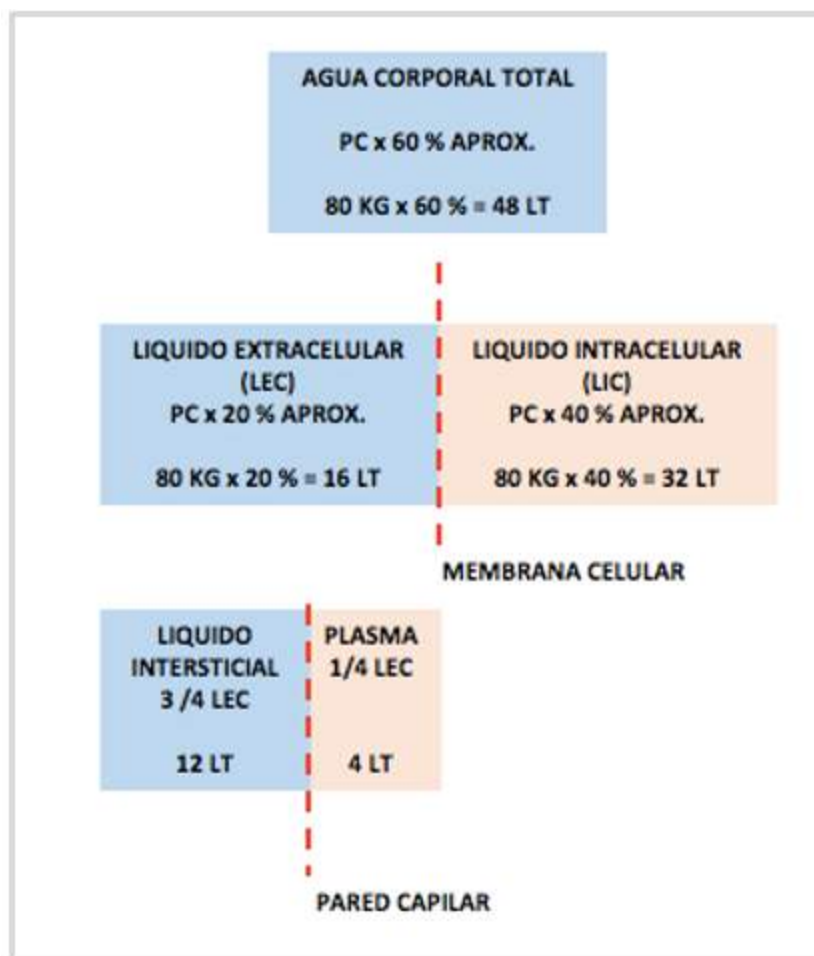
Fuente: recuperado de goo.gl/duc7dJ

Observamos, según la gráfica, que aproximadamente el 60 % del agua corporal total representa a la fracción intracelular y el 40 % restante a las fuentes extracelulares. El agua conforma del 65 % al 75 % del peso del músculo y el 10% del peso de la grasa. Contemplando esto, las personas con más grasas suelen tener un porcentaje menor de agua en el cuerpo que los sujetos magros en proporción.

Estos volúmenes reflejan promedios de un intercambio dinámico de líquido entre los compartimentos, particularmente en mujeres y varones físicamente activos. El entrenamiento físico intenso predispone a aumentar el porcentaje de agua distribuida dentro del compartimento intracelular, porque la masa muscular, por lo general, aumenta.

En este juego de porcentajes, debemos comprender que la mayor pérdida de líquido por sudor proviene del medio extracelular, a través del plasma sanguíneo.

Figura 2: Distribución de agua corporal en un hombre de 80 kg



Fuente: Elaboración propia.

1.1.2 Distribución del líquido corporal y su composición

El sodio es el principal electrolito presente en el líquido extracelular, mientras que el potasio se encuentra en una concentración bastante menor. De forma contraria, en el líquido intracelular el electrolito que predomina es el potasio, con pequeñas concentraciones de sodio. Para el cuerpo es esencial mantener esta distribución de electrolitos para el mantenimiento de los gradientes químico y eléctrico que aseguren la integridad de la función celular y permitan la comunicación eléctrica a través del cuerpo.

Existe un constante intercambio entre los diferentes compartimentos del agua corporal, el cual depende, en cierta medida, de la osmolalidad de los líquidos corporales. La osmolalidad se refiere a la cantidad de solutos disueltos en 1 kg de solvente. Un mol de una sustancia que no se disocia, como la glucosa, disuelta en 1 kg de solvente equivale a 1 osmol. Un milimol (mmol), por su parte, equivale a un miliosmol (mosm). Si la sustancia se disocia en dos iones, como en el caso del cloruro de sodio, un mol es equivalente a dos os-moles. En el cuerpo, una gran cantidad de sustancias afecta la osmolalidad. Por ejemplo, el sodio y sus aniones relacionados, el cloruro y el bicarbonato, forman la mayor parte de los componentes osmóticamente activos del plasma, junto con las proteínas plasmáticas, las cuales tienen una pequeña, pero importante contribución.

Otro término relacionado con la osmolalidad es la tonicidad, que significa tensión o presión. Cuando dos soluciones con diferente concentración de solutos están separadas por una membrana permeable, la diferencia de presión entre soluciones permite el movimiento del agua. A esta presión se la conoce como presión osmótica. Cuando dos soluciones tienen la misma presión osmótica o el mismo contenido de solutos, se dice que son isotónicas.

Cuando se comparan dos soluciones con diferentes concentraciones de solutos, la que tiene la mayor presión osmótica se denomina hipertónica (alta concentración de solutos y bajo contenido de agua) y la otra es hipotónica (baja concentración de solutos y alto contenido de agua). El agua se mueve a través de la membrana de una solución hipotónica hacia una hipertónica para igualar las concentraciones en ambos lados de la membrana.

Es de aquí la importancia de lo que revisaremos detalladamente más adelante, donde haremos referencia a la importancia de las bebidas isotónicas para la rehidratación, ya que, al tener una osmolalidad similar a la del plasma, se facilita su absorción en el intestino.

1.1.3 Equilibrio hídrico

El equilibrio hídrico se obtiene de la diferencia neta entre la pérdida y la ganancia de agua. Este equilibrio puede variar dependiendo de los factores intervinientes en su relación.

Ingreso de agua

Un adulto sedentario en un ambiente térmico normal (aproximadamente, 20 °C) requiere cerca de 2,5 litros de agua al día (más allá de la diferencia que en adelante revisaremos entre las recomendaciones de líquidos a nivel global).

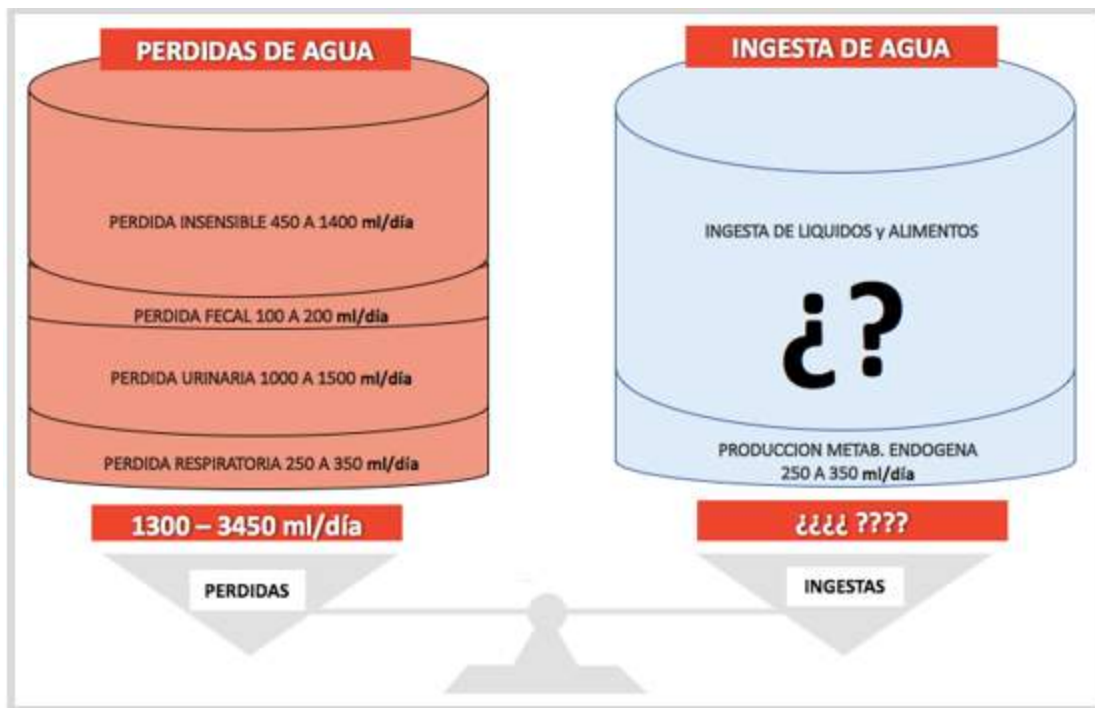
Tres grandes fuentes aportan a la causa:

- **Agua en los alimentos:** en general, el agua de los alimentos constituye, aproximadamente, un 20 o 30 % de la ingesta total de los líquidos que se recomiendan. Las frutas y verduras son aquellas que contienen una cantidad considerable, mientras que, por el contrario, los productos de pastelería, cereales, chocolates o alimentos con gran aporte de grasas tienen una pequeña cantidad de agua (Food Standard Agency, 2002).
- **Agua de los líquidos:** en condiciones normales, el individuo promedio consume entre 1200 y 1500 ml de agua al día, producto de la cantidad de líquidos que ingiere en sus cuatro comidas principales. Así es que tanto la actividad física intensa como el estrés térmico aumentan las necesidades de líquido unas 4 a 5 veces por día. El consumo de alimentos es crítico para asegurar una rehidratación completa cada día. Las pérdidas de electrolitos por sudor (por ejemplo, sodio y potasio) necesitan reponerse

para restaurar el agua corporal total y esto puede lograrse mayoritariamente con las comidas (ACSM, 2007).

- **Producción metabólica endógena:** la degradación de moléculas de los nutrientes en el metabolismo forma dióxido de carbono y agua. Esta agua metabólica provee casi un 14 % del requerimiento diario de agua en una persona sedentaria. El metabolismo de la glucosa libera 55 g de agua metabólica. Una mayor cantidad de agua también proviene del catabolismo de proteínas (100 g) y de la grasa (107 g). La producción metabólica de agua suele ser equivalente a la pérdida de agua por respiración.

Figura 3: Balance hídrico diario



Fuente: Elaboración propia.

Egreso de agua

La salida de agua del organismo se puede presentar de las siguientes formas:

- **Pérdida de agua por orina:** en condiciones normales, los riñones absorben cerca del 99 % de los 140 a 160 litros de filtrado renal que se forman cada día. En consecuencia, el volumen de orina excretado a diario por los riñones varía de 1000 a 1500 mililitros por jornada.
- **Pérdida de agua por la piel:** cada día, cerca de 350 litros de agua se filtran de los tejidos más profundos a través de la piel hacia la superficie del cuerpo como transpiración insensible. La pérdida de agua también se da a través de la piel en la forma de sudor producido por glándulas sudoríparas. La evaporación del sudor se ejecuta como un mecanismo de refrigeración para el cuerpo. Este produce entre 500 y 700 ml de sudor cada día bajo condiciones térmicas y actividad física normales. Claramente, de acuerdo con la variabilidad de las condiciones ambientales y del gasto energético, los valores de este tipo de pérdidas son totalmente diferentes.
- **Pérdida de agua por vapor:** la pérdida insensible de agua en pequeñas gotas de agua en el aire exhalado es de 250 a 350 ml al día por la humidificación completa del aire inspirado en la medida en que atraviesa las vías pulmonares. La actividad física afecta esta fuente de pérdida de agua. En las personas físicamente activas, las vías respiratorias liberan de 2 a 5 ml de agua por cada minuto de ejercicio intenso, según las condiciones climáticas. La pérdida ventilatoria de agua es menor en clima cálido y húmedo y mayor en temperaturas frías (el aire inspirado contiene poca humedad) y a grandes altitudes (porque los volúmenes de aire inspirado, que requieren humedad, son bastante mayores que a nivel del mar).
- **Pérdida de agua por las heces:** la eliminación intestinal produce entre 100 y 200 ml de pérdida de agua porque el agua constituye cerca del 70 % de la materia fecal. Con diarrea o vómito, la pérdida de agua aumenta, de manera tal que se convierte en una situación peligrosa que suele ocasionar la ruptura del equilibrio hidroelectrolítico

1.1.4 Recomendaciones sobre la ingesta de agua

El cuerpo humano es capaz de adaptarse a la variabilidad ocasionada entre la ingesta y pérdida de líquidos gracias, por un lado, a una regulación homeostática precisa y, por otro, a los amplios rangos de osmolaridad de la orina que los riñones son capaces de alcanzar.

A la fecha, y más allá de los diferentes estudios que se realizaron sobre la temática en cuestión, no se han identificado de manera precisa valores mínimos o máximos para direccionar al consumo de la población.

Podemos observar en la tabla 1 que diferentes autoridades de renombre internacional proponen valores de referencia sobre la ingesta total de agua que difieren entre sí (IOM, 2004).

Tabla 1: Recomendaciones de ingestas, según autoridades internacionales, en litros por día

| | Autoridad Europea de seguridad Alimentaria, 2010 | National Health and Medical Research Council, 2006 | Institute of Medicine, 2004 | Organización Mundial de la salud 2003 |
|----------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|
| Hombres | 2,5 | 3,4 | 3,7 | Sedentario 2,9 Activo 4,5 |
| Mujeres | 2,0 | 2,8 | 2,7 | Sedentario 2,2 Activo 4,5 |

Fuente: Recuperado de www.h4hinitiative.com

Claramente, y en relación con lo observado previamente en el módulo, podemos interpretar que, ante diferentes condiciones ambientales e intensidad/volumen del gasto energético, la recomendación hacia los deportistas es totalmente individual. El Colegio Americano del Deporte sugiere en la posición del 2007 que la ingesta de líquidos ilustra la necesidad de formular

recomendaciones sobre el consumo de acuerdo con la tasa de sudoración individual (la cual veremos más adelante en el módulo cómo obtenerla).

La actividad física, la temperatura ambiente y la humedad relativa son los tres factores que determinan una gran variabilidad entre la cantidad de agua que el sujeto necesita para compensar sus pérdidas por sudor.

CONTINUAR

Unidad 1.2 Termoregulación

La temperatura, entre las distintas partes del cuerpo, puede no necesariamente ser la misma (a veces puede estar la piel más fría que la parte interna del cuerpo). Por eso, cuando se habla de temperatura en el cuerpo se debe hacer referencia a la temperatura interna y no a la que presenta exteriormente el organismo.

Es sabido el hecho de que la temperatura corporal normal es cercana a los 37 °C, pero, ante el ejercicio físico, una variedad de factores puede afectar a aquella. Esto será parte de lo que desarrollaremos en la presente sección del módulo para tratar de comprender como el cuerpo suele ajustarse para ayudar a mantener el balance del calor.

1.2.1 Equilibrio térmico y regulación de la temperatura

Tal como lo comentamos anteriormente, la termodinámica durante el reposo y el ejercicio suelen variar considerablemente. Las reacciones químicas del metabolismo energético producen ganancias calóricas que alcanzan niveles considerables durante la actividad muscular (Toner, 1996).

Tabla 2: Termodinámica durante el reposo y el ejercicio

| Condición | Reposo | Ejercicio Máximo |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| <p>Producción de calor corporal</p> <p>(1 L de consumo de O₂ = 4,82 Kcal)</p> | <p>Aprox. 0,25 x min de O₂</p> <p>Aprox. 1,2 Kcal x min</p> | <p>Aprox. 4 L x min de O₂</p> <p>Aprox. 20 Kcal x min</p> |
| <p>Capacidad del organismo para enfriar por evaporación</p> <p>(Evaporación de 1 ml de sudor = Aprox. 0,6 Kcal de pérdida de calor corporal)</p> | <p>Sudoración máxima</p> <p>Aprox. 30 ml x min = 18 Kcal x min</p> | |
| <p>Incremento de la temperatura central</p> | <p>Sin incremento</p> | <p>Aprox. 1°C cada 5-7 minutos.</p> |

Fuente: elaboración propia.

El hipotálamo aloja al centro que coordina la regulación de la temperatura. Para comprender un poco mejor su dinámica, podemos trazar un paralelo con el termostato de un climatizador, el cual calefacciona de acuerdo con la información que recibe del ambiente.

Generalmente, si los receptores cutáneos detectan temperaturas más calientes o sube la temperatura de la sangre, el cuerpo hará los ajustes en un intento de perder calor. Primero, la sangre puede ser canalizada más cerca de la piel de manera que el calor interior se acerque al exterior y se irradie más fácilmente. En paralelo, se inicia la sudoración y evaporación que se llevará el calor lejos del cuerpo.

Por el contrario, si los receptores de la piel detectan temperatura más fría o baja la temperatura de la sangre, entonces el cuerpo reaccionará para conservar el calor o aumentar la producción de este. Primero, la sangre será desviada lejos de la piel hacia la parte central del cuerpo, lo cual

disminuye la pérdida de calor por radiación y ayuda a mantener los órganos vitales a la temperatura adecuada. Aquí es donde puede comenzar el temblor, que no es más que la contracción de los músculos, que producen calor extra al aumentar el índice metabólico.

Figura 4: Factores que intervienen en la regulación de la temperatura



Fuente: elaboración propia.

1.2.2 Termorregulación y frío

Generalmente, la regulación de la temperatura central no requiere de un gran esfuerzo fisiológico. Al exponernos al frío extremo, sin embargo, es posible que se presente una pérdida excesiva de calor, razón por la cual la producción de calor corporal se incrementa por diferentes adaptaciones, a saber:

Adaptación vascular —

Cuando estamos expuestos al frío, ocurre una vasoconstricción generalizada de los vasos sanguíneos (reducción del diámetro de los vasos), en la que disminuye el flujo de sangre que se dirige hacia la superficie corporal para evitar la pérdida de calor.

Actividad muscular —

En circunstancia de frío extremo, es común que involuntariamente comencemos a temblar, reacción que aumenta la producción de calor por parte de la musculatura esquelética. Así también, durante el movimiento intenso, mantiene una temperatura central constante, incluso en condiciones donde la temperatura ambiental es muy baja (hasta menos de $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ y menos de $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, aproximadamente).

Producción hormonal —

La adrenalina y la noradrenalina son dos hormonas "calorígenas" de la médula suprarrenal que incrementan la producción de calor en la exposición al frío. Así, se produce un aumento de la hormona tiroidea por parte de la glándula tiroidea, lo cual intensifica el metabolismo en reposo y, en consecuencia, se genera una cantidad extra de calor.

1.2.3 Termorregulación y calor

Durante el ejercicio físico, disipar el calor eficientemente es fundamental para el organismo. Para que esto sea posible, la naturaleza nos dotó de mecanismos homeostáticos que, al activarse, o

bien estimulan la pérdida de calor, o bien estimulan su ganancia, siempre buscando que nuestra temperatura central permanezca en valores constantes.

A través de diferentes procesos físicos, el calor corporal excesivo se disipa hacia el ambiente a fin de regular la temperatura de la siguiente manera:

1

Pérdida de calor por conducción

El intercambio por conducción implica una transferencia directa del calor de una molécula a otra por mediación de un líquido, un sólido o un gas.

La tasa de pérdida de calor por conducción depende de dos factores:

- El gradiente de temperatura entre la piel y las superficies circundantes.
- Las características térmicas de las superficies.

Por ejemplo: la inmersión del organismo en agua fría de un sujeto con calor elevado puede generar una pérdida de calor considerable. También recostarse sobre una piedra a la sombra para un sujeto que absorbió mucha temperatura durante su exposición al sol facilita cierta pérdida de calor corporal mediante conducción entre la superficie fría de la roca y la superficie más caliente del sujeto. Si nuestro cuerpo hace contacto con un objeto determinado, se presentará el intercambio de calor entre ambos cuerpos. La dirección de este intercambio depende del gradiente de calor de los cuerpos comprometidos (frío o caliente, tal como vimos en los ejemplos).

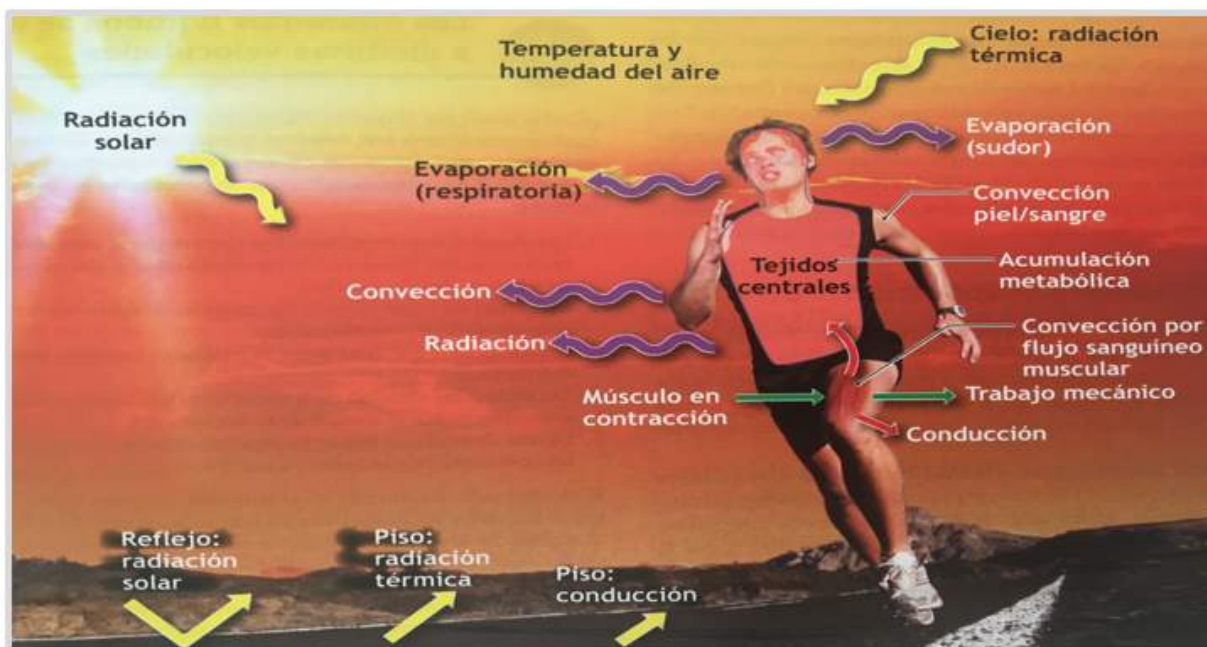
2

Pérdida de calor por radiación

Todos los cuerpos irradian calor en forma de ondas electromagnéticas, siendo el sol la principal fuente irradiadora de calor. Mientras la temperatura corporal sea mayor que la temperatura del ambiente, nuestro cuerpo podrá eliminar calor a través del mecanismo de la radiación. Entre más amplio sean los valores observados entre la temperatura corporal (TC) y la temperatura del medio ambiente (TA), más efectivo será el mecanismo de pérdida de calor por radiación.

Por ejemplo: no se suele sudar en condiciones de reposo, cuando nos encontramos en lugares muy fríos, precisamente por la efectividad del mecanismo de la radiación y esta diferencia de temperatura.

Figura 5: Producción de calor y transferencia



Fuente: Recuperado de Katch, McArdle y Katch.

La efectividad de la pérdida de calor mediante conducción depende de la velocidad con la que el aire (o el agua) adyacente al organismo se intercambia una vez que se calienta.

Se habla de la pérdida de calor por convección cuando el objeto hace contacto directo con nuestra piel (a través del aire/agua). Mientras la temperatura corporal sea mayor que la temperatura del aire o del agua que nos rodea, nuestro organismo puede perder calor por medio del mecanismo de la convección, siempre y cuando existan corrientes de agua o de aire que continuamente estén reemplazando el aire o el agua que entran en contacto directo con nuestra superficie corporal.

Por ejemplo: al introducimos en una pileta donde el agua se encuentra a temperaturas muy bajas, si nos quedamos inmóviles durante cierto tiempo, desaparece un poco la sensación de frío. Ha sucedido que nuestro cuerpo se ha calentado mediante el uso del mecanismo de la convección, esto es, la capa de agua que está en contacto directo con nuestra superficie corporal. En el momento de cambiar de posición, se vuelve a sentir el agua fría, por cuanto la capa de agua que calentamos con anterioridad ha sido reemplazada por una nueva capa que debemos calentar utilizando el mecanismo de la convección.

4

Pérdida de calor por evaporación

El agua que se evapora de las vías respiratorias y la superficie de la piel transfiere calor al ambiente de manera continua.

Cada litro de agua que se evapora extrae aproximadamente 580 kilocalorías del organismo y estas son transferidas al ambiente.

Hay tres factores que influyen sobre la cantidad total de sudor que se evapora a partir de la piel y las superficies pulmonares:

- La superficie expuesta al ambiente.

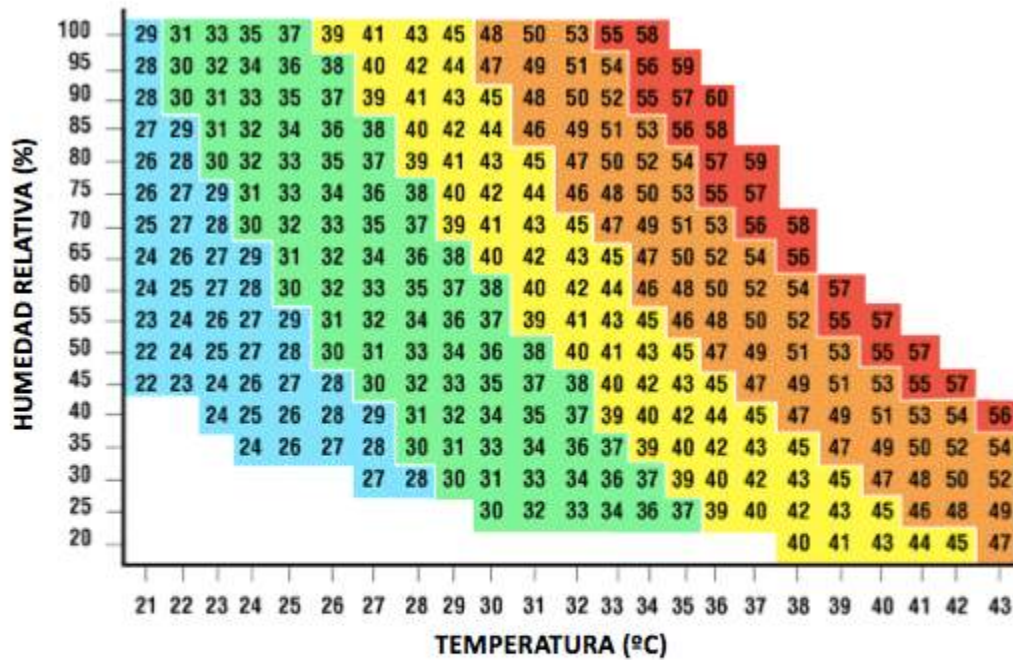
- La temperatura y humedad relativa del aire ambiental.
- Las corrientes de convección de aire en torno al organismo.

En lugares donde la temperatura ambiental es muy elevada, la conducción, la convección y la radiación pierden eficiencia para facilitar la pérdida de calor del organismo. Cuando la temperatura ambiental excede la corporal, el cuerpo gana calor por medio de estos tres mecanismos de transferencia térmica. En ambientes de este tipo, o cuando la conducción, la convección y la radiación no pueden disipar una carga calórica metabólica grande, la evaporación del sudor, a partir de la piel y de las vías respiratorias, constituye el único medio para la disipación del calor. Por lo general, los incrementos en la temperatura ambiental inducen aumentos proporcionales en la tasa de sudoración.

En cuanto a la humedad relativa alta, se la considera como el factor más importante para determinar la eficiencia de la pérdida de calor por evaporación. Esta alude a la proporción de agua que tiene el aire ambiental a una temperatura específica, en comparación con la cantidad total de humedad que el aire podría contener y se expresa como un porcentaje. Por ejemplo, una humedad relativa de 40 % implica que el aire ambiental solo está utilizando el 40 % de su capacidad para portar humedad en el aire a esa temperatura específica. Cuando existe una gran humedad, la presión ambiental del vapor se aproxima a la de la piel húmeda, cercana a 40 mm Hg. En este caso, la evaporación disminuye en gran medida -incluso si se forman grandes cantidades de gotas de sudor en la piel- y, finalmente, resbalan. Esta forma de sudoración representa una pérdida inútil de agua que puede generar deshidratación y sobrecalentamiento, ya que se dificulta.

En la figura 6 podemos valorar las características de calor del ambiente y las recomendaciones que de ello derivan en cuanto a la actividad física y la temperatura ambiental, el calor radiante y la humedad relativa.

Figura 6: Índice tensión-calor



Fuente: [Imagen intitulada sobre índice de tensión-calor] (s/f). Adaptado de <http://www.ec.gc.ca>

1.2.4 Factores que modifican la tolerancia al calor

Comprendiendo que el calor es quien genera mayores desajustes cuando se está ejercitando, detallaremos los factores que interactúan con la tolerancia del sujeto en relación con los ajustes fisiológicos que se puedan realizar por el organismo.

Aclimatación

Hablamos de aclimatación al calor cuando se produce un conjunto de cambios fisiológicos adaptativos para mejorar la tolerancia a este.

Durante el ejercicio, mejora el flujo sanguíneo cutáneo para facilitar la transferencia de calor desde el centro hasta la periferia. Esto, junto con una distribución más efectiva del gasto cardíaco, también ayuda a estabilizar la presión arterial durante la actividad. Esta aclimatación de la circulación es complementada por una disminución en el umbral de inicio de la sudoración. En consecuencia, el enfriamiento comienza antes de que la temperatura central experimente un incremento apreciable. La capacidad de sudoración, el factor más relevante para la aclimatación al calor, aumenta en forma temprana y casi se duplica después de 10 días de la exposición al calor. El sudor también se hace más diluido (menor pérdida de sal) y se distribuye de manera más generalizada sobre la superficie de la piel, lo que no parece ocurrir durante el entrenamiento para el ejercicio sin aclimatación (Hamouti, Del Coso, Ortega y Mora-Rodríguez, 2011).

La mayor aclimatación ocurre en la primera semana de exposición al calor y es completa después de los 10 días. El proceso solo requiere entre 2 y 4 horas de exposición diaria al calor. Los principales beneficios de la aclimatación se disipan en el transcurso de dos a tres semanas, después de regresar a un clima más templado.

Edad —

Existen debates acerca de los efectos del avance de la edad sobre la tolerancia y la aclimatación al calor. Los últimos estudios demuestran que existen varios factores relacionados con la edad que afectan las dinámicas termorreguladoras, a pesar de que la capacidad para regular la temperatura central durante una tensión por calor sea equivalente entre adultos jóvenes y personas mayores. El envejecimiento retrasa el inicio de la sudoración y limita la magnitud de la respuesta de sudoración.

A su vez, los adultos mayores no se recuperan de la deshidratación con tanta facilidad como los jóvenes, debido a la existencia de un reflejo de sed reducido. Esto coloca a los ancianos en un estado crónico de deshidratación, con un volumen plasmático inferior al óptimo, lo que podría comprometer las dinámicas de la termorregulación del grupo de personas mayores.

Sexo —

Tanto las mujeres como los hombres toleran la temperatura de igual manera ante un grado de aclimatación que fuere comparable. En estas circunstancias, ambos géneros se aclimatan al mismo grado.

Lo que debemos contemplar en estos casos es que la mujer típica tiene una superficie externa mayor por unidad de masa corporal expuesta al ambiente, razón por la cual favorece a la disipación del calor. Esto refiere a una ventaja geométrica.

En cuanto a las mujeres, también se debe considerar la fase del ciclo menstrual, la cual influye sobre el control vascular cutáneo que modifica la respuesta al flujo sanguíneo y la respuesta de sudoración. Las últimas evidencias sugieren que, en condiciones de alta temperatura y humedad, el desempeño para el ejercicio disminuye durante la fase lútea, quizás como consecuencia de la mayor sensibilidad térmica mediante la iniciación de la actividad (Janse de Jonge, 2003).

Nivel de entrenamiento —

Una persona entrenada almacena menos calor tempranamente durante el ejercicio y arriba a un estado estable térmico más rápido y a una menor temperatura interior que una persona desentrenada.

El entrenamiento incrementa la sensibilidad y la capacidad de la respuesta de sudoración, de tal forma que esta se desencadena con una temperatura central más baja, lo que permite producir volúmenes elevados de sudor más diluido conservando diversos minerales (Chinevere et al., 2008).

Grasa corporal —

Un exceso de grasa corporal representa una desventaja al ejercitarse durante altas temperaturas.

El calor específico de la grasa excede al del tejido muscular e incrementa la capacidad de aislamiento de la superficie corporal, lo cual retrasa la conducción del calor hacia la periferia. La persona obesa y de mayor tamaño también presenta un índice menor de área de superficie corporal respecto de la masa corporal para la evaporación efectiva del sudor, lo cual dificulta más la tarea.

CONTINUAR

Referencias

American College of Sports Medicine. (2007). Position Statement: Exercise and fluid replacement. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(2), 377-90.

Chinevere, T. D. and cols. (2008). Effect of heat acclimation on sweat minerals. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(5), 86-91.

Food Standard Agency. (2002). McCance; Widdowson's *The Composition of Foods* (6.ta ed.). Cambridge; The Royal Society of Chemistry.

Hamouti, N., Del Coso, J., Ortega, J. F., y Mora-Rodríguez, R. (2011). Sweat sodium concentration during exercise in the heat in aerobically trained and untrained humans. *European Journal of Applied Physiology*, 111(11), 2873-2881.

IOM (Institute of Medicine of the National Academies). (2004). Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate. 4: 73-185. National Academies Press, Washington, DC.

Janse de Jonge, X. A. (2003). Effects of the menstrual cycle on exercise performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(5), 833-51.

Sawka, M. N., Wenger, C. B., y Pandolf, K. B. (1996). Thermoregulatory responses to acute exercise-heat stress and heat acclimation. En C. M. Blatteis y M. J. Fregly, *Handbook of Physiology*, Section 4: Environmental Physiology, pp. 157-186. New York: Oxford University Press for the American Physiological Society.

Sawka, M. N., y Young, A. J. (2005). Physiological Systems and Their Responses to Conditions of Heat and Cold. En C. M. Tipton, M. N. Sawka, C. A. Tate y R. L. Terjung, *ACSM's Advanced Exercise Physiology*, pp. 535–563 . Baltimore: Lippincott, Williams & Wilkins.

Toner, M. M., y McArdle, W. D. (1996). Human Thermoregulatory Responses to Acute Cold Stress with Special Reference to Water Immersion. *Handbook of Physiology. Environmental Physiology*, Vol. 1. New York: Oxford University Press.

CONTINUAR