

TERMORREGULACIÓN NATURAL DEL ORGANISMO

Termorregulación significa literalmente, regulación del calor y, aplicada al sistema humano, es la capacidad y mecanismo del cuerpo para regular su temperatura.

Los humanos son seres terrestres, vivos, animales, mamíferos, homeotérmicos.

a.- Endotérmicos (del griego *endo*, interno, y *therm*, calor). Seres de sangre caliente capaces de producir por sí mismos el calor necesario para realizar sus funciones orgánicas sin depender de las condiciones ambientales externas.

b.- Ectotérmicos (del griego *ecto*, exterior, y *therm*, calor). Han de obtener esta energía y calor de fuentes externas como el sol, por ejemplo, los reptiles. La ectotermia es además un sistema de regulación del ritmo metabólico.

Homeotermos (del griego *homoios* mismo, *therm* calor). Poseen una temperatura interna constante y son capaces de mantenerla frente a las variaciones térmicas ambientales a partir de los mecanismos de termorregulación.

Mediciones de la temperatura interna

a.- El termómetro. La temperatura puede medirse mediante un termómetro de mercurio. introducido en la cavidad rectal, en la boca o en la axila, en cuyo caso la medida es menos precisa. Se mide en estas zonas ya que hay troncos vasculares y suficientes vasos venosos que llevan sangre y calor desde el interior del cuerpo. La temperatura es más elevada, constante y más similar a la interna. El termómetro permanece colocado unos 10 minutos, 3 minutos con los electrónicos.

b.- La termografía. Por detección de radiación infrarroja mediante cámaras térmicas.

c.- Los cristales líquidos. En contacto con la piel cambian de color ante las diferencias de temperatura. Se utiliza por ejemplo para detectar tumores mamarios.

Parámetros de normalidad térmica

Temperatura interna en adultos. La temperatura interna del organismo humano en situación de reposo es normalmente de 37 °C. La temperatura del hígado, el órgano más caliente, es de alrededor de 37,8°C. Se encuentran ligeras variaciones en las personas según su condición y circunstancias.

Temperatura cutánea. Según las leyes físicas del flujo de calor, la superficie de un cuerpo posee una temperatura más baja que las partes centrales del mismo. En las extremidades se forma un gradiente descendente. La media de la piel en adultos, 33,5°C. Cubierta con ropa es de 29,5°C a 33,9°C, naturalmente la temperatura de la piel desnuda varía mucho según la temperatura ambiente. Un cuerpo desnudo, en reposo, sometido a una temperatura exterior de 15°, mantiene constantes los 37° interiores, mientras que la piel puede bajar hasta 22° C.

Temperatura axilar. La normal es de 36,5°C. En los niños oscila entre 36,1° y 38,8°C. En los ancianos, 35°-36° C. por disminución de las funciones metabólicas, ralentización de la circulación y deterioro del sistema termorregulador.

Temperatura bucal. Lo normal en adultos es de 36,8°C. Con ligeras variaciones de más menos 0,4° por la mañana y por la tarde noche.

Temperatura rectal. Es la más cercana a la temperatura interna. La media en adultos está entre 36,5°C y 37°C. Es aproximadamente 0,6°C más alta que la temperatura bucal.

Variaciones por el sexo. La temperatura interna de las mujeres es unas décimas más alta que la de los hombres. La temperatura de la piel de las mujeres en atmósferas cálidas, es también más alta que la del hombre, no empezando a sudar hasta que la temperatura ambiental se eleva 2°C por encima del umbral que marca la iniciación de la sudoración en el hombre.

Variaciones cíclicas:

a.- Variaciones por la edad. En los niños de 2-3 años, la temperatura interna es de una media de 37,5°C. A medida que avanza la edad se normaliza a 37° y en los ancianos, el riesgo es de un descenso de la temperatura externa de la piel y un aumento de la temperatura interna.

b.- Por la hora del día. La temperatura más elevada se suele dar a última hora de la tarde, entre las 18 y 22 horas del día y la más baja entre las 3 y las 5 horas, recordemos que con el sueño disminuye el metabolismo. Estas variaciones van desde 1,1 a 1,6 °C.

Alteraciones del equilibrio térmico. Cuando no se mantienen estas temperaturas medias, pueden aparecer alteraciones por hipertermia o hipotermia y múltiples problemas en la termo e hidrodinámica del sistema orgánico humano con repercusiones en el bienestar general.

Umbrales de temperatura

Mantener la temperatura interna en equilibrio dentro de márgenes muy estrechos en torno a los 37°C, a pesar de las amplias variaciones térmicas en el medio ambiente externo, es la función del sistema termorregulador.

1.- En el medio ambiente externo

El ser humano posee una increíble capacidad para adaptarse a hábitats tan variados que ha podido colonizar y vivir en todo el planeta, desde el Ártico hasta el Ecuador con variaciones en la temperatura externa desde los 50 grados bajo cero hasta 45 sobre cero, con tan sólo oscilaciones de poco más de medio grado en su temperatura interna.

Es decir, entre el umbral mínimo ambiental, al que puede vivir un habitante del Ártico y el máximo, al que se puede sobrevivir en una ola de calor, hay un margen de casi 100°C.

2.- En el medio ambiente interno

En cambio, los márgenes entre el umbral mínimo y máximo de temperatura interna son muy estrechos. Y las más mínimas variaciones pueden tener importantes alteraciones en el bienestar del sistema.

Entre el umbral mínimo y máximo de temperatura interna sin alteraciones, en personas sanas, es de más o menos tan sólo 1 grado. Y el margen para entrar en las bandas de riesgos mortales, tan sólo de unos 10 a 12 grados.

Cuando se sobrepasa el umbral máximo del calor se produce hipertermia.

Cuando la temperatura interna sube a 38°, comienza el proceso febril, malestar, sudor y ligero mareo. A los 39°, sigue aumentando el ritmo cardíaco, sudor, rubor, cansancio y comienzan a acentuarse todas las manifestaciones por exceso de calor. Si se llega a los 40°, mareos, vértigos, deshidratación, debilidad, dolores de cabeza, convulsiones y sudores profundos.

A partir de los 41°, se acentúan los síntomas anteriores; puede comenzar la confusión, somnolencia con posibles alucinaciones y delirios. A los 42°, palidez, posible coma y fuerte taquicardia y posibles daños cerebrales. A partir de los 43°, el peligro de muerte es inmediato.

Cuando se sobrepasa el umbral mínimo del frío se produce hipotermia.

Cuando la temperatura interna baja a 35°C se entra en hipotermia; comienza el temblor y entumecimiento. Si desciende a los 34°, coloración azulada-grisácea de la piel, temblor severo, disminución de la capacidad de movimiento en los dedos y posibles cambios en el comportamiento. Llegados a los 33°, adormecimiento, cesa el temblor y la persona no reacciona correctamente a estímulos externos. Cuando desciende hasta los 32° ya es de urgencias; pérdida de reflejos a estímulos, alucinaciones, confusión muy adormilado y posible coma.

A partir de los 31°, pérdida de consciencia y graves problemas por ralentización severa del corazón. A los 28°,

aparición de muerte y a partir de ahí, a los 27 o 26°, ocurre normalmente la muerte. Sobrevivir a temperaturas internas más bajas tan sólo se han dado en casos excepcionales.

Las temperaturas ambientales por encima del nivel normal son potencialmente más peligrosas que por debajo del mismo. Los humanos están mejor preparados para resistir al frío que al calor.

En general, en los países desarrollados, los umbrales máximo y mínimo se reducen en gran medida por la falta de entrenamiento del sistema termorregulador natural con el uso de calefacciones y aires acondicionados. Como resultado, el umbral de resistencia, tanto al frío como al calor ambientales disminuye y el sistema se debilita y atrofia.

Importancia de la termorregulación para la vida

Es una de las funciones esenciales para el sistema humano. Si necesitásemos catalogar las prioridades, deberíamos comenzar por comprender que nuestro organismo es homeotermo, entendiendo por tal la necesidad de mantener constante la temperatura corporal dentro de un muy estrecho margen.

Sin el sistema termorregulador, un cuerpo en reposo con intercambio de calor cero con el medio, el calor metabólico podría aumentar la temperatura corporal unos 2° por hora y, si el sujeto estuviera haciendo ejercicio, sería dos o tres veces más elevada.

Es importante para la vida, porque el equilibrio térmico permite condiciones aptas para el desarrollo de las funciones orgánicas, entre ellas la síntesis de proteínas, el funcionamiento óptimo de las enzimas y la formación de otros componentes celulares; gracias a todo ello podemos desempeñar nuestras acciones cotidianas: comer, vestirnos, pensar, trabajar, divertirnos...

Si se altera el equilibrio térmico deriva en problemas de salud e incluso de estética, cuando no llega suficiente sangre y calor a la piel. Para comprenderlo bastaría recordar que con tan sólo un grado de aumento de la temperatura interna en relación a los 37 °, hablamos de fiebre, cansancio, decaimiento, malestar general...

Factores que influyen en la termorregulación

1.- Factores biofisiológicos

- a.- La edad.** De niños, tenemos más calor y humedad; de ancianos somos más fríos y secos. El niño posee un centro de termorregulación inmaduro y precisa más protección ante las variaciones del medio. A medida que vamos creciendo, el centro termorregulador madura y ejerce completamente sus funciones de termogénesis y termólisis para mantener constante la temperatura interna. Con la edad, el sistema termorregulador se va deteriorando, especialmente si no se ha entrenado y más especialmente en este momento de efecto invernadero interno, y hay mayor dificultad para mantener constante la temperatura. Por otra parte, el metabolismo disminuye, se come menos y se hace menos ejercicio.
- b.- El ejercicio.** La realización de actividad muscular o ejercicio hace que la producción de calor aumente de 2,2 a 2,7° C por encima de la normalidad, por incremento de la función metabólica de los músculos. Puede aparecer coloración roja en el rostro y se activan los mecanismos de pérdida de calor. Cuando la actividad intensa cesa, la temperatura vuelve a sus límites normales.
- c.- La nutrición.** La digestión de platos fuertes es más compleja y aumenta la temperatura corporal unas décimas por el trabajo de degradación de los alimentos y se libera energía que se manifiesta en forma de calor.
- d.- El sueño.** Durante el sueño la temperatura se regula peor y tiende a bajar. El metabolismo se ralentiza y no hay actividad. Por otra parte, al estar acostados, y no haber actividad muscular sentimos la necesidad de abrigarnos más.
- e.- Sexo.** En el hombre la temperatura interna se mantiene a 37°. En la mujer aumenta de 0,3 a 0,6°C durante los días de ovulación.

- f.- Variaciones diurnas.** Por el día, entre las tres y las cinco de la madrugada, nuestra temperatura baja debido a que la acción del metabolismo disminuye por el sueño. En cambio, durante el atardecer y primeras horas de la noche, entre las 18:00 horas y 22:00 horas, aumenta la temperatura de 1,1 a 1,6°C. por la acción acumulada del metabolismo y el ejercicio durante el día. Es el intervalo en el que suele subir la fiebre y complicarse las inflamaciones e infecciones.
- g.- Consumo de tabaco, alcohol y estimulantes.** Aceleran la vibración molecular y generan un aumento de la temperatura interna.
- h.- Estado de salud.** Las inflamaciones o infecciones internas igualmente pueden aumentar la temperatura. Y hoy, en general aumenta la temperatura interna de todos los humanos por el cambio climático interno.
- i.- El peso.** Este factor también puede ocasionar dificultades para mantener la temperatura constante. Las personas con poco peso tienen más dificultad para adaptarse al frío. Las personas obesas tienen más riesgo de sobrecalentamiento y más dificultades para adaptarse a las altas temperaturas externas.

2.- Factores psicológicos

Al estar la temperatura regulada por el hipotálamo, glándula situada bajo el encéfalo, la regulación de la temperatura va a estar también influida por los diferentes estados emocionales .

Los estados emocionales de estrés, ansiedad, depresión... aumentan la temperatura interna y disminuyen la externa. Aumentan el ritmo cardíaco, la frecuencia respiratoria y el gasto metabólico con liberación de energía térmica.

3. Factores ambientales y socioculturales

a.- Medio ambiente, el clima. Es uno de los factores más influyentes. Si la temperatura ambiental es elevada, se produce un aumento de nuestra temperatura corporal, lo que se traduce en una activación de los mecanismos para la eliminación del exceso de calor. Por el contrario, si la temperatura del ambiente es baja, se activan los mecanismos para evitar la pérdida de calor.

En lugares con alto índice de humedad, entre 70 y 85 %, la sangre sale con facilidad hacia la piel y se produce pérdida de calor interno. En general, la temperatura corporal de los habitantes de los países cálidos es ligeramente superior a la de los habitantes de países fríos.

b.- Actividad laboral. Los trabajos de fuerte actividad física tienden a activar el metabolismo y generar más calor. Y viceversa los trabajos sedentarios.

c.- Lugar de trabajo. Un pescador de Alaska perderá mucho calor por conducción, mientras que un trabajador de unos altos hornos lo aumentará por el mismo mecanismo.

d.- Vivienda. La ventilación de la casa favorece la pérdida de calor por convección. Si hay altas temperaturas por la calefacción se inhibe la pérdida de calor. Si se mantiene fresca se favorece por conducción. Temperatura ambiental recomendada en las viviendas: entre 18 y 20 grados en invierno.

e.- Vestido y hábitos. La regulación de la temperatura corporal más antigua es la conductual. Implica los hábitos en el vestido, elección de lugar para vivienda, colocarse al Sol o a la sombra... La ropa atrapa el aire, constituye un aislante y neutraliza la pérdida de calor por las corrientes de convección. Un equipamiento de ciclista puede reducir la pérdida de calor hasta un 50 %.

Importancia de la piel en la termorregulación

La piel es un verdadero radiador térmico y el principal elemento en los procesos de regulación del calor. Podríamos decir que es "el órgano de la termorregulación".

Funciones de la piel

a.- Función de barrera. La piel es la frontera entre el medio ambiente interno y el externo. Previene la pérdida excesiva de agua y la entrada de elementos extraños desde el medio ambiente externo.

- b.- Función mecánica.** Constituye una capa aislante entre los medios externo e interno. Su capa córnea también ofrece una excelente protección mecánica.
- c.- Función inmunológica.** La piel tiene una compleja función a modo de "portero" inmunológico.
- d- Función estética y de relación.** Por su importancia en nuestra imagen estética y su capacidad para expresar los estados anímicos. Dado que el sentido del tacto se sitúa en la piel, es también un vehículo para la expresión del afecto.
- e- Función respiratoria.** Por la piel se realiza alrededor de un 5 % de la respiración total del organismo. Por eso se dice que "la piel es el tercer pulmón".
- f- Función termorreguladora.** El tejido cutáneo es el de mayor superficie en el cuerpo y, al ser el que está situado en la banda más superficial de nuestro cuerpo, es responsable directo de regular la temperatura interna por los intercambios de calor entre interior y exterior. Es la base donde se encuentran los receptores de las sensaciones de calor y de frío y en ella se apoyan algunos de los mecanismos de termogénesis y la totalidad de los de termólisis.

Un factor esencial para realizar estas funciones es el buen estado de la circulación sanguínea, ya que tanto el agua como el calor llegan a la piel vía sangre y la temperatura de la piel es el reflejo de la calidad vascular. A partir de lo dicho, se comprende fácilmente la vital importancia del cuidado de la piel y de la circulación cutánea. Y se comprenderá también con facilidad las alteraciones en la función termorreguladora que ocasiona el hecho de no sudar o de tener la piel fría, tan común hoy por las derivaciones del Efecto Invernadero Interno.

La regulación de la temperatura

Equilibrio térmico.

Es el objetivo y función del sistema termorregulador y se concreta en la equivalencia entre el calor que se produce y el que se pierde para mantener la constante interna alrededor de 37° C.

Si la producción es mayor que la pérdida, hay riesgo de hipertermia. Si la pérdida es mayor que la producción, hay riesgo de hipotermia.

Las funciones de control térmico se asientan en el hipotálamo que regula tanto la producción de calor o termogénesis, asegurada por el metabolismo celular a partir de de prótidos, glúcidos y lípidos como el enfriamiento o termólisis.

Fisiología del calor.

En reposo, la temperatura de la piel es estable, lo mismo que la de los órganos internos. En movimiento, los músculos realizan combustión de nutrientes y se produce un incremento del calor. La respuesta de nuestro sistema termorregulador es un incremento del riego sanguíneo (vaso dilatación), lográndose en pocos minutos equilibrio térmico. Con actividad intensa, hay incremento de la temperatura debido al creciente trabajo muscular. Comienza la sudoración, se acelera la respiración (vaho) y se produce la refrigeración de los órganos internos. Si se mantiene la actividad física intensa, sin descanso, la sudoración se muestra insuficiente y factores como la convección y la radiación ponen en peligro el equilibrio térmico con riesgo de entrar en un "golpe de calor" (hipertermia). Un ejercicio duro, puede elevar la temperatura rectal a 40°C.

Fisiología del frío.

En reposo, la temperatura de la piel es estable y hay balance neutro con los órganos internos. En movimiento, por ejemplo, un ciclista bajando un puerto en un día nublado, aumenta la pérdida de calor por convección y por conducción y baja la temperatura. En principio se produce una vasoconstricción para neutralizar la pérdida de calor. Si continúa el enfriamiento, comenzamos a tiritar, movimiento acelerado involuntario, para generar calor. Si el puerto es largo, además de una tiritona incontrolada, puede sentir malestar general; comienza la hipotermia que altera las constantes vitales. Por este motivo, los ciclistas incluso se colocan periódicos en el pecho para evitar las pérdidas excesivas de calor.

Las sensaciones de calor y de frío.

Están ligadas al intercambio de energía entre el sistema y el medio ambiente. Cuando la temperatura del medio ambiente es más alta que la del cuerpo, éste recibe energía del medio y se genera la sensación de calor. Si la temperatura del medio ambiente es más baja, se pierde calor y se tiene sensación de frío. Cuanto más rápido se producen los cambios ambientales, tanto más agudas se hacen las sensaciones de calor o de frío en el organismo.

Centro regulador de la temperatura interna

El hipotálamo, el termostato del sistema

La temperatura corporal normal y constante es el resultado del balance entre la producción y la pérdida de calor del organismo. La gestión de este equilibrio se realiza desde el centro termorregulador situado en el hipotálamo, el "termostato" del sistema.

Sistemas de control

1.- Control termorregulador automático natural y no voluntario

El centro termorregulador del hipotálamo actúa por vía refleja y no voluntario, por medio de los mecanismos de termogénesis y termólisis a través de la piel. Si la temperatura aumenta, se activan los mecanismos termolíticos de liberación de calor. Si la temperatura disminuye, se activan los mecanismos de termogénesis para la producción y conservación del calor.

El sistema que regula la temperatura está compuesto por dos factores:

a) Los receptores térmicos.

Sensores superficiales cutáneos. El calor y el frío captados o percibidos por receptores cutáneos, los nociceptores, transmiten los impulsos al hipotálamo, que actúa activando los mecanismos de producción o de liberación de calor. La mayoría de los sensores y receptores, tanto de frío como de calor, se encuentran en la piel.

Además de los sensores de la piel hay también *sensores corporales profundos*. Se encuentran principalmente en la médula espinal, en las vísceras abdominales y en o alrededor de las grandes venas. Estos receptores profundos actúan de forma diferente a los receptores cutáneos porque están expuestos a la temperatura corporal central en lugar de a la temperatura periférica. Detectan el frío cuando penetra en el interior del cuerpo.

b) El centro que regula la producción y pérdida de calor.

El hipotálamo es el centro regulador actuando como termostato para mantener el equilibrio térmico de 37°C de temperatura interna, con base en los estímulos que recibe de los receptores térmicos del sistema.

El factor desencadenante. Aparte de la temperatura de la piel, el factor más determinante de la respuesta a los cambios térmicos del medio ambiente externo o interno es la temperatura con que la sangre alcanza las inmediaciones del hipotálamo. Cuando las neuronas del hipotálamo anterior (sensibles al calor) se excitan por aumento de la temperatura de la zona, se ponen en marcha una serie de mecanismos encaminados a producir termólisis, inhibiéndose el hipotálamo posterior (conservador de la temperatura), lo que origina la inhibición de los mecanismos de producción de calor. Y viceversa cuando la temperatura en la zona posterior disminuye se ponen en marcha los mecanismos de generación y conservación del calor.

2.- Control termorregulador inducido, voluntario y no automático

El ser humano puede alterar negativamente el equilibrio térmico natural con sus hábitos inadecuados en la alimentación, ejercicio y costumbres, pero también, si es consciente, puede potenciar a voluntad algunos mecanismos de termorregulación.

Debido al efecto invernadero interno, el sistema termorregulador natural del sistema tiene dificultades, principalmente por la deficiencia de circulación cutánea al concentrarse la energía, la sangre y el calor en el interior.

Este hecho colabora al aumento del calentamiento interno, que está en origen de gran parte de las alteraciones del bienestar.

Por otra parte, en general, no hay consciencia de la importancia de mantener el equilibrio térmico y no se da mucha importancia a problemas circulatorios como tienen las personas que se dicen "frioleras". Dado que interior y exterior son opuestos complementarios, al exceso de frío en el exterior, corresponde un exceso de calor en el interior. Tampoco se da mucha importancia a tener los pies fríos. Arriba y abajo son igualmente opuestos complementarios a semejanza de los platillos de una balanza. Si tenemos frío en los pies, tendremos exceso de calor en la cabeza. De la misma manera, en general, no se es consciente de la importancia de una sudoración normal. Muchas personas hasta presumen de que no sudan nunca. Este hecho puede ocasionar graves problemas al organismo y es una de los síntomas de un fuerte efecto invernadero interno.

Para cubrir la deficiencia de la termorregulación natural y para contrarrestar las derivaciones negativas del efecto invernadero se diseñó el Método Jinjer, también llamado a veces, Termorregulación.

Mecanismos de control

I.- Termogénesis

Literalmente significa generación de calor y comprende el conjunto de mecanismos internos y externos, involuntarios y voluntarios del sistema para generar y mantener el calor. Una vez generado el calor, se distribuye, vía sangre, a todos los órganos y células del cuerpo.

Factores que aumentan la producción de calor.

a.- El ejercicio. El ejercicio estimula el metabolismo y con él la producción de calor y el incremento de la temperatura. El aumento de 1°C en la temperatura interna genera un incremento de un 10% de la actividad metabólica. En condiciones basales, la producción total de calor genera entre 65-80 cal/h, que pueden incrementarse hasta 300-600-900 cal/h durante el ejercicio, dependiendo de su intensidad.

b.- Termogénesis química. Toda estimulación del sistema nervioso aumenta la secreción de adrenalina, noradrenalina y de la hormona tiroidea y, en cuestión de minutos aumenta la actividad metabólica, la oxidación y combustión de reservas y generación de calor. Por ejemplo, en situaciones de estrés, la producción de calor se incrementa.

Los alimentos calóricos. La mayor parte del calor producido en el organismo humano tiene su origen en los alimentos, especialmente en los calentadores. El exceso de alimento aumentaría sin cesar nuestra temperatura interna hasta destruirnos; por eso son necesarios los mecanismos de termólisis o liberación de calor para refrigerar el sistema.

c.- Termogénesis física. Estos mecanismos se ponen en marcha al descender la temperatura.

- *El escalofrío, tiritar y temblores* son los mecanismos involuntarios más importantes para la producción de calor cuando desciende la temperatura ambiente, pero cesan cuando la temperatura corporal desciende por debajo de los 30°C, donde comienzan los riesgos de hipotermia. El metabolismo muscular aumenta la producción de calor en un 50% incluso antes de iniciarse el escalofrío, pero cuando éste alcanza su intensidad máxima la producción de calor puede aumentar hasta 5 veces lo normal.
- *Piroerección* (pelos de punta). Se produce por la estimulación simpática; se contraen los músculos erectores del vello que, al erizarse, forma una capa de aire para reducir la pérdida de calor. Este mecanismo tiene más importancia en los animales que en el ser humano.

- *Vasoconstricción periférica*. Reduce la velocidad de transferencia de sangre y calor hacia la piel, concentra sangre y energía en el interior del sistema y disminuye la pérdida de calor. Como derivación, se reduce la temperatura externa en la piel.

d.- Termogénesis energética. Todo factor físico, emocional o mental que aumenta y acelera nuestra vibración molecular, genera calor. Por ejemplo, el estilo de vida estresada de hoy día, la presión de las dificultades, los estimulantes energéticos, positivos o negativos...

- *La fiebre*. En estados alterados como la fiebre, también se incrementa la producción de calor.

Todos los procesos de generación de calor aumentan el consumo de oxígeno.

Fuentes de calor externo.

Por la radiación solar, estufas, calefacciones... recibimos una termoinyección externa que se suma al calor producido por los mecanismos internos.

La exposición directa al Sol.

Un cuerpo sometido a la radiación solar directa (a las 12 de la mañana en la línea del ecuador) puede recibir hasta 1 Kw/h (algo así como el calor que produce una estufa eléctrica de 1.000 vatios) por cada metro cuadrado de superficie de piel expuesta (en un adulto de 1,80 de altura puede ser de unos 2 metros cuadrados). En esas condiciones, manteniendo un ritmo deportivo moderado, aumenta la sudoración y podemos estar eliminando unas 1.000 calorías cada hora, lo que supondrá una pérdida de líquido de alrededor de 1 litro de agua en una persona de unos 65 kilos de peso corporal.

Otros mecanismos para conservar el calor.

- *El tejido cutáneo y subcutáneo* con su componente graso constituye un aislante térmico importante para conservar el calor y prevenir su pérdida.

Conductuales

- *El vestido*. Cuando baja la temperatura externa, nos abrigamos más; así se genera una capa de aire que nos aísla del frío. Un traje convencional reduce la pérdida de calor a aproximadamente la mitad de la de un cuerpo desnudo, mientras que la ropa de tipo ártico puede reducir esta pérdida a una sexta parte. La eficacia de la ropa para mantener la temperatura corporal se pierde por completo cuando se humedece, porque la alta conductividad del agua aumenta la transmisión de calor a través de la ropa veinte veces o más. Por este motivo se aconseja cambiarse la ropa húmeda lo antes posible por el riesgo de que el frío penetre en el organismo.

- *Búsqueda de lugares abrigados*. Que estén soleados o protegidos de las corrientes de aire para disminuir la pérdida de calor.

II.- Termólisis

La termólisis es el mecanismo para la limpieza funcional del sistema (calor, tensiones...).

Es el proceso constituido por los mecanismos de liberación de calor y en los que tiene un papel fundamental la piel a través de la cual se pierde un 90% del total del calor liberado. Los mecanismos de termólisis están activos en todo momento, para mantener el equilibrio térmico en sus estrechos márgenes, pero se acentúan cuando la temperatura interna supera los valores normales.

Cuando aumenta la temperatura interna, el hipotálamo pone en marcha los mecanismos para reducir la producción de calor y activar los de pérdida. Los mecanismos de termólisis son:

- 1.- **Biológicos activos: vasodilatación y sudoración.**
- 2.- **Biológicos pasivos: principalmente respiración, y, en menor importancia, orina, heces...**
- 3.- **Físicos externos: conducción, convección y radiación.**

1.- Mecanismos biológicos activos

Son reflejos e involuntarios, pertenecen a los seres vivos de sangre caliente y están regulados por el hipotálamo.

a.- Vasodilatación. Cuando aumenta la temperatura interna, los vasos periféricos se dilatan y la sangre fluye en mayor cantidad hacia la piel para favorecer la refrigeración por liberación de calor. Una vasodilatación completa puede aumentar la transferencia de energía, sangre y calor hacia la piel hasta 8 veces la normal.

b.- Sudoración. La transpiración es una función natural e indispensable para el organismo. La sudoración es una respuesta fisiológica refleja para limitar el aumento en la temperatura interna mediante la evaporación del agua sobre la piel de acuerdo a la Ley de enfriamiento de Newton. La reacción se desencadena en el hipotálamo cuando aumenta la temperatura interna. Por este mecanismo, con ejercicio intenso, se puede perder hasta 1,5 litros/hora que, lógicamente, ha de ser repuesto para evitar la deshidratación. El agua llega a la piel por las glándulas sudoríparas y por la perspiración, la salida de agua vía transcelular. Lógicamente, la buena circulación sanguínea a nivel de la piel es un factor esencial para liberar calor por el mecanismo de sudoración.

Además de la función termorreguladora de limpieza térmica, a través del sudor también se elimina contaminación estructural en forma de desechos y toxinas del metabolismo celular.

2.- Mecanismos biológicos pasivos

a.- Respiración. La respiración es una de las funciones más esenciales para la vida. Además de la función de intercambio de oxígeno y CO₂ con el aire ambiente para oxigenar y limpiar la sangre, intercambiamos también energía electromagnética (ki), humedad (vapor de agua) y sobre todo, calor, especialmente cuando hace frío.

Inspiramos el aire a la temperatura ambiente y lo espiramos a la temperatura de 36,6°C.

Cuanto más fría es la temperatura externa, mayor es la liberación de calor por la respiración. La humedad interna se libera siempre que la humedad ambiente sea menor del 100%; y, cuanto más seco sea el aire ambiente, mayor es la liberación de humedad. En lugares húmedos por la proximidad al mar, lagos, ríos o con nieblas frecuentes, se dificulta la termorregulación por este medio.

Por la respiración perdemos unos 0,4 litros de agua al día convertidos en vapor, es decir que liberamos unas 23 kilocalorías / día. La respiración, como factor de termorregulación cobra más importancia en momentos o lugares fríos, pues la sudoración disminuye.

b.- Jadeo. Esta función es predominante de algunos animales que no sudan, como los cánidos o las aves y liberan calor por la evaporación del aire de sus pulmones y de su saliva.

c.- Eliminaciones de heces y orina. A través de estas eliminaciones también se libera una cierta cantidad de calor, aunque es de poca importancia en el proceso de termorregulación.

Factores que aumentan la pérdida de calor:

a.- Disminución de la temperatura externa. En general, cuanto más alta sea la diferencia entre la temperatura interna y la externa, más calor se perderá por diferentes mecanismos.

b.- Una buena circulación. Igualmente, cuanto mejor funcione el sistema circulatorio para llevar con naturalidad sangre y calor a piel, más calor podrá ser liberado.

c.- Incremento de la movilidad de aire. Cuanto más se renueve el aire a nuestro alrededor, mayor facilidad para perder calor por convección.

3.- Mecanismos físicos externos de termólisis

El exceso de calor interno hay que eliminarlo para que no aumente la temperatura y se alteren las funciones vitales. La mayor parte del calor se elimina por radiación, evaporación y convección. Su pérdida aumenta si hace más frío, más viento o más superficie de contacto con algún elemento frío. Pero si los factores se invierten el cuerpo puede ganar más calor, por ejemplo, al tomar el Sol. Todos estos mecanismos son instrumentos del sistema termorregulador para mantener el equilibrio térmico.

a.- Conducción

Por derivación natural de la segunda ley de Termodinámica, *el calor pasa espontáneamente de los cuerpos calientes a los cuerpos fríos hasta igualar sus temperaturas*. La base física es la transferencia de energía calorífica entre moléculas. Recordemos que el calor es en realidad la energía cinética del movimiento molecular y que la mayor parte de esa energía puede transferirse al aire, si éste está más frío que la piel.

Se llama conducción al mecanismo de transferencia térmica espontánea mediante el cual el calor fluye desde un objeto hacia otro con temperatura más baja y con el que está en contacto directo. Se produce sin flujo de materia entre ambos y es proporcional al área expuesta, al gradiente de temperatura y a la conductividad térmica, es decir, capacidad de los cuerpos para conducir el calor.

El organismo pierde poco calor hacia los objetos sólidos por conducción directa. Se puede llegar a una pérdida de calor corporal del 5% del total que libera el sistema. Pero este mecanismo adquiere gran importancia cuando se produce una inmersión en agua fría, dado que la pérdida de calor por conductividad en este medio es 32 veces superior a la del aire.

b.- Convección

Convección es la transferencia de energía térmica a través de un fluido, gas o líquido, que transporta el calor entre zonas con diferentes temperaturas. En condiciones normales, sobre el 12- 15% de las transferencias de calor totales se hacen por convección con el aire. La importancia de estas transferencias depende del buen estado de la circulación sanguínea, de la superficie expuesta, de la renovación del aire en contacto con la piel, es decir del viento y de la protección que tengamos (ropa). De ahí la importancia de las ropas ligeras en verano. La pérdida de calor es mayor si estamos inmersos en una corriente de agua que en una de aire. Y con calefacciones altas, la pérdida de calor es prácticamente insensible.

Cuando un fluido cede calor se desacelera su vibración molecular, su temperatura disminuye y su densidad aumenta. Cuando el fluido absorbe calor, sus moléculas se aceleran, su temperatura aumenta y su densidad disminuye haciéndolo más liviano. El fluido más frío tiende a bajar y ocupa el nivel más bajo de la vertical y los fluidos más calientes son desplazados al nivel más alto, creándose así los vientos en la atmósfera y en el aire en contacto con el cuerpo humano. A esto se llama corriente de convección y es el transporte de calor por medio de las corrientes ascendente y descendente del fluido.

La capa de aire que queda junto a la piel recibe calor del cuerpo, se transforma en aire caliente que se eleva dejando su lugar a aire frío nuevo. Por este mecanismo podemos padecer mucho frío incluso en verano, por ejemplo, si bajamos un puerto en bicicleta, ya que el viento roza de forma constante contra nuestra piel.

c.- Radiación térmica

Todo cuerpo emite energía en todas las direcciones en forma de ondas electromagnéticas y es más intensa cuanto más elevada es la temperatura del emisor. Se produce entre cuerpos a distancia, sin necesidad de contacto físico directo. El calor se libera a través de la piel hacia el aire u otro cuerpo u objeto siempre que éste tenga temperatura más baja. La pérdida de calor por el mecanismo de radiación significa sobre un 60 % del total.

La energía radiante emitida por un cuerpo a temperatura ambiente es escasa y corresponde a longitudes de onda largas. Al elevarse la temperatura no sólo aumenta la energía emitida o radiada sino que lo hace a longitudes de

onda más cortas; a esto se debe el cambio de color de un cuerpo cuando se calienta, con tendencia hacia el rojo y amarillo brillante. La longitud de onda predominante de un cuerpo caliente es la infrarroja.

Más de la mitad de la pérdida de calor del cuerpo a temperatura ambiente normal, por ejemplo de 22° C, es por radiación en forma de rayos infrarrojos. El cuerpo humano los emite en todas las direcciones, pero también las paredes y otros objetos irradian hacia el cuerpo. Si la temperatura corporal es mayor que la temperatura del medio que lo rodea, una mayor cantidad de calor es irradiada del cuerpo hacia el ambiente y viceversa.

Al igual que en otros mecanismos, está vinculado al buen funcionamiento de la circulación sanguínea de la piel. La temperatura de la piel es la determinante más importante de la pérdida de calor por radiación. A mejor circulación, mayor pérdida de calor por este mecanismo. También depende de la distancia. La pérdida de calor es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia.

En este proceso se incluye la radiación directa del Sol que emite longitudes de onda largas que aceleran la vibración molecular y calientan los cuerpos expuestos a su radiación.

d.- Evaporación

Es un proceso físico puro y consiste en el paso del agua del estado líquido al gaseoso, determinado por el poder evaporante de la atmósfera.

El agua necesita calor para evaporarse y lo toma del cuerpo sobre el que está. En este proceso se absorbe energía térmica de la piel. Esto implica que es la evaporación de sudor la que refresca y no su producción. Este es el medio más eficaz para disipar el calor. La piel se enfría, refresca la sangre y a través de ella refresca a todo el organismo. Para que se evapore 1 gramo de agua o sudor de la superficie de la piel, se requieren aproximadamente 580 calorías que se toman del cuerpo. Cuando un botijo cubierto de esparto se le moja bien por fuera, puede llegar a bajar la temperatura del agua de su interior hasta 10°C.

El agua llega a la superficie de la piel vía sangre por sudoración y perspiración. Las glándulas sudoríparas están distribuidas por todo el cuerpo, especialmente en la frente, palmas de manos y pies y zona axilar y púbica.

En la banda térmica de 19 a 31°C de temperatura ambiente, las pérdidas por evaporación significan un 25% de la pérdida total de calor, pero puede ser mucho mayor cuando hacemos ejercicio o hace mucho calor ambiental.

Se potencia con la sequedad del aire ambiente, con su velocidad y turbulencia y con la exposición directa a la radiación solar.

Se dificulta con el exceso de humedad del aire, por ejemplo, en días de bochorno o niebla, junto al mar o dentro de un baño turco. En un medio con una humedad relativa del 30%, las pérdidas por evaporación son de 4 kcal / m² / hora por superficie de exposición. Lógicamente, este valor disminuye cuanto mayor es la humedad relativa. En este caso el organismo pierde más agua para disipar la misma cantidad de calor. Si no repone el agua, corre riesgo de deshidratación.

Básicamente, la evaporación depende del déficit higrométrico, expresado por la ley de Dalton que dice que: "la evaporación es proporcional a la diferencia entre la tensión de vapor a la temperatura del agua de la superficie evaporante y la tensión de vapor real de la atmósfera en ese instante, e inversamente proporcional a la presión atmosférica total, que es la suma de la presión atmosférica más la tensión de vapor". Tensión de vapor es la presión parcial del vapor de agua en la partícula de aire considerada.

Con la edad hay una mayor dificultad para la sudoración, con la consiguiente dificultad para adaptarse a las situaciones de calor, hecho similar que se reproduce en algunas personas con alteración de las glándulas sudoríparas y, por supuesto, en situación de efecto invernadero interno. Por eso las personas mayores y los frioleros son grupos de riesgo ante una ola de calor.

La evaporación depende también de la salinidad del agua; cuanto más salada, con mayor dificultad se evapora. Por cada 1% que aumenta la salinidad disminuye 1% la evaporación. Es decir, cuantas más sales minerales con-

tenga el sudor, con más dificultad se evapora de la piel. Sucede de igual modo con el agua de mar en relación al agua dulce.

Cuando la temperatura del medio es mayor que la de la superficie de la piel, en lugar de perder calor, el cuerpo lo gana por radiación, convección y conducción procedente del medio. En este caso, el único medio por el cual el cuerpo puede perder calor es la evaporación.

Este mecanismo de termólisis es la base de la estrategia para liberar calor, tensión y dolor en Termomasaje, el estilo de masaje diseñado por Jinjer.

En la pérdida de calor por evaporación se incluye, además de la evaporación cutánea, la respiratoria.

En la radiación, convección y conducción la temperatura del cuerpo ha de ser mayor que la que la del medio. Cuando la temperatura del medio es mayor que la del cuerpo, el mecanismo más importante de liberación de calor es aumentar el sudor y su correspondiente evaporación. Durante el ejercicio, a una temperatura ambiente de más de 20°C, la evaporación del sudor es el principal medio físico de la termorregulación del sistema. Su mantenimiento requiere la reposición de las pérdidas de líquidos y sales minerales. De lo contrario, no sería posible mantener la producción de sudor de forma indefinida.

Observación

Hasta aquí, los mecanismos de termorregulación natural del organismo. En otros trabajos se expondrán las alteraciones del sistema termorregulador natural en situación de cambio climático y efecto invernadero internos y las soluciones que ofrece el Método Jinjer para la termorregulación inducida, voluntaria y consciente.