

estrés térmico, salud y confort laboral

APUNTES SOBRE ESTRÉS TÉRMICO, SALUD Y CONFORT LABORAL
INSTITUTO NACIONAL DE SALUD DE LOS TRABAJADORES







estrés térmico, salud y confort laboral

APUNTES SOBRE ESTRÉS TÉRMICO, SALUD Y CONFORT LABORAL

INSTITUTO NACIONAL DE SALUD DE LOS TRABAJADORES

Estrés térmico, salud y confort laboral

Primera edición, octubre 2016

Diseño y maquetación: Ary Vincench

Edición y corrección: Ileana M^a Rodríguez

Todos los derechos reservados

ISBN 978 9962 9018 3 9

Autores:

MSc Dra. Ibis Ávila Roque, especialista de primer grado en Medicina General Integral, Especialista de segundo grado en Higiene y Epidemiología. Master en Salud Ambiental. Profesora e Investigadora auxiliar del Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores.

MSc Lic. Yilbert Martínez García, Licenciado en Tecnología de la Salud, perfil de Higiene y Epidemiología. Investigador agregado.

Lic. Raúl Baques Merino, Licenciado en Física. Investigador agregado. Profesor asistente.

Ing. Arliem Rodríguez Betancourt, Ingeniera industrial.

Ing. Claudia López Doval, Ingeniera industrial. Aspirante a investigadora del Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores.

Lic. Wilmer Sáez Larrondo, Licenciado en Tecnología de la Salud. Aspirante a investigador del Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores.

Lic. Osmany González García, Licenciado en Tecnología de la Salud, perfil Higiene y Epidemiología.



PRESENTACIÓN

El presente documento se elabora por iniciativa del Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores de la República de Cuba como respuesta al interés institucional de contribuir al desarrollo y perfeccionamiento de las acciones higiénicas, sanitarias y de asistencia médica que se ejecutan en el marco de la actividad de Salud Ocupacional en el país, a tono con la actualización del Programa Nacional de Salud Ocupacional.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN **11**

15 INTERCAMBIO DE CALOR
ENTRE EL HOMBRE Y
EL MEDIO AMBIENTE
CIRCUNDANTE

AMBIENTE
TÉRMICO LABORAL **16**
Y SUS FACTORES
CONSTITUTIVOS

17 EL ESTRÉS TÉRMICO
Y LA SOBRECARGA
TÉRMICA

FUENTES CAUSALES DEL **18**
ESTRÉS TÉRMICO

21 FUENTES DE CALOR
PARA EL ORGANISMO
HUMANO

MECANISMOS PARA **24**
ELIMINAR EL CALOR
DEL CUERPO HUMANO

25 ACTIVIDADES LABORALES
DONDE PUEDE EXISTIR
EL RIESGO DE ESTRÉS
TÉRMICO POR CALOR

**RIESGO Y DAÑOS A LA
SALUD QUE GENERA EL
ESTRÉS TÉRMICO POR
CALOR 25**

**26 EVALUACIÓN DEL ESTRÉS
TÉRMICO EN AMBIENTES
LABORALES**

**MAGNITUDES E
INSTRUMENTOS DE
MEDICIÓN 27**

**31 PREVENCIÓN DEL ESTRÉS
TÉRMICO POR CALOR**

**EN LA FUENTE O
AMBIENTE DE TRABAJO 31**

**33 ORGANIZACIÓN DEL
TRABAJO**

A NIVEL INDIVIDUAL 34

**37 REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS**



INTRODUCCIÓN

Los seres humanos necesitan mantener su temperatura central entre los 36 y los 38 °C, y para esto el cuerpo es capaz de enfriarse o calentarse por sí mismo, manteniendo el equilibrio calórico, lo cual es requisito fisiológico para la salud, la seguridad y el confort laboral.

En el mundo del trabajo, la exposición a temperaturas extremas (calientes o frías) se considera un factor de riesgo laboral tradicional y se clasifica dentro de los factores de riesgo físico.

La sensación térmica del hombre se relaciona con el estado térmico general de su cuerpo y depende de la actividad física que realice (energía metabólica), así como del atuendo que utilice (aislamiento de la vestimenta) y de magnitudes ambientales como la temperatura natural del aire, temperatura natural del agua, la velocidad del aire y la temperatura de globo.

Trabajar en condiciones climáticas desfavorables de frío o de calor intenso puede generar diversas consecuencias sobre el rendimiento y la salud de los trabajadores, denominadas en su conjunto estrés térmico, por esto es necesario tener en cuenta una serie de recomendaciones higiénicas y sanitarias cuando se realizan trabajos en condiciones de bajas o altas temperaturas.

En nuestro país, el calor es uno de los contaminantes físicos ambientales más frecuentes en el mundo laboral, especialmente durante el verano, por lo que resulta de vital importancia que el personal de la Salud, desde el nivel primario, y en especial el que se dedica a la Salud Ocupacional, se mantenga actualizado acerca de las condiciones climá-

ticas donde el trabajador desarrolla su labor cotidiana, con vistas a evitar el estrés y la sobrecarga térmica en el hombre. Este es el objetivo del presente trabajo.

Debido a la complejidad del tema, deben definirse algunos elementos, medulares, a juicio de los autores.

- **Estrés térmico por calor:** Es la carga de calor que los trabajadores reciben y acumulan en su cuerpo, como resultado de la interacción entre las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y la ropa que llevan puesta. Cuando se acumula excesivo calor en el cuerpo, éste puede causar diversas alteraciones y efectos patológicos en el individuo (1).

- **Equilibrio térmico:** Es la proporción balanceada entre la ganancia y la eliminación del calor en el organismo humano, el cual depende de las condiciones ambientales presentes, la actividad física que se ejecuta y el tipo de vestuario que se utiliza (2,3).

- **Confort térmico:** Es la sensación de bienestar que experimenta el organismo humano cuando permanece en condiciones ambientales que no exigen esfuerzos extremos a los mecanismos de termorregulación propios para mantener su temperatura interna alrededor de los 37° C (2,3).

- **Disconfort térmico:** Es la sensación de incomodidad que experimenta el organismo humano cuando permanece en condiciones ambientales de calor o frío, y los mecanismos fisiológicos de termorregulación propios no permiten que se mantenga el equilibrio térmico (2,3).

- **Aclimatación:** Es la adaptación peculiar de la respuesta fisiológica del hombre ante la exposición al calor, que implica la disminución del costo fisiológico cuan-

do la exposición es continuada. Se logra en períodos breves de tiempo, entre 5 y 10 días, y sus efectos se pierden fácilmente después de un período de no exposición de una a dos semanas (3,4).



INTERCAMBIO DE CALOR ENTRE EL HOMBRE Y EL MEDIO AMBIENTE CIRCUNDANTE

El intercambio de calor entre el hombre y el medio ambiente tiene lugar por medio de varios mecanismos físicos, que se explican a continuación:

- **CONVECCIÓN:** se produce cuando el intercambio de calor ocurre entre el cuerpo humano y el aire que le rodea a través de la piel y las vías respiratorias. Depende de la temperatura y la velocidad del aire ^(5,6).

Es decir, cuando la temperatura de la piel supera la del aire, se pierde calor; y cuando la temperatura de la piel es inferior a la del aire, se gana calor. Independientemente del sentido del flujo de calor —desde el individuo al medio o viceversa—, el intercambio se ve favorecido en la medida en que aumenta la velocidad del aire.

- **RADIACIÓN:** se produce cuando el intercambio de calor ocurre entre el cuerpo humano y los objetos que le rodean, ya que todos los cuerpos, en función de su temperatura, emiten radiación infrarroja en mayor o menor cantidad. Este proceso está determinado por la temperatura radiante media de los objetos del entorno ^(5,6).

Si temperatura de la piel supera la temperatura radiante media, se pierde calor; si, por el contrario, la temperatura de la piel resulta inferior, se gana calor.

- **CONDUCCIÓN:** se produce cuando el intercambio de calor acontece entre los cuerpos en contacto, con lo que el sentido del flujo de calor depende de la temperatura de la piel y de la temperatura superficial de los objetos ^(5,6).

Este fenómeno apenas tiene importancia en el ámbito laboral, ya que, por regla general, las superficies calientes de herra-

mientas o útiles de trabajo suelen estar aisladas, o los trabajadores llevan equipos de protección individual en las manos y/o los pies, que son las partes del cuerpo que pueden estar en contacto con las mismas.

- **EVAPORACIÓN:** es el proceso que propicia que el cuerpo humano humedecido pierda calor; y durante éste el calor fluye hacia el ambiente y no a la inversa ^(4, 5, 6).

Regularmente tiene lugar a través de la evaporación del sudor. El fenómeno físico que favorece esta pérdida de calor es el cambio de estado del agua del sudor a vapor. El agua necesita calor para pasar a la fase de vapor y se lo quita a la piel.

Las variables ambientales de las que depende este proceso son la velocidad y la humedad del aire. Cuanto mayor sea la humedad del aire menor será la evaporación del sudor y menor la refrigeración de la piel, y viceversa, al tiempo que se favorece con el aumento de la velocidad del aire ⁽⁵⁾.

Ambiente térmico laboral y sus factores constitutivos

El ambiente térmico laboral responde a las condiciones microclimáticas —valores de temperatura, humedad relativa y velocidad del aire, con influencia marcada o no de la temperatura de radiación— de un espacio donde se realiza cualquier actividad laboral, ya sea de origen natural o antrópico.

Las condiciones microclimáticas se clasifican, según el parámetro humedad, como húmedas o secas, y, según los valores alcanzados en los parámetros constitutivos, como confort o bienestar térmico, límites permisibles, críticas por calor y críticas por frío.

El estrés térmico y la sobrecarga térmica

En la prevención de los riesgos ocupacionales, se ha utilizado de manera tradicional el término estrés térmico para referirse a las circunstancias que envuelven las situaciones de trabajo relacionadas con temperaturas extremas.

En el ámbito laboral el estrés térmico se puede dar en condiciones de calor y de frío, y se define como la carga térmica neta que reciben los trabajadores, resultante de la contribución combinada de las condiciones ambientales, la actividad física y las características de la ropa que llevan puesta.

Por otra parte, la sobrecarga térmica es la respuesta fisiológica del cuerpo humano al estrés térmico. No se corresponde con un ajuste fisiológico adecuado, sino que supone un costo para el mismo. Refleja las consecuencias que sufre un individuo cuando se adapta a condiciones de estrés térmico, y puede provocar diversos estados patológicos. Los parámetros que permiten determinar y controlar la sobrecarga térmica son: la temperatura corporal, la frecuencia cardiaca y la tasa de sudoración ^(5,6,7).

El mantenimiento de la temperatura normal del individuo se consigue a través de la termorregulación, la cual permite al hombre vivir y trabajar en una amplia y variada gama de condiciones ambientales. El organismo mantiene su equilibrio térmico gracias al calor que se produce en su interior y al intercambio de calor con el medio ambiente. Cuando se altera este equilibrio, se pone en marcha el sistema termorregulador que tiende a restablecer a su valor normal la temperatura de los órganos vitales.

Factores causales del estrés térmico

Los factores causales del estrés térmico son muchos, y es imprescindible reconocerlos para prevenir sus consecuencias en la salud del trabajador. Los ambientales, que influyen en el intercambio térmico del ser humano con su ambiente, son la temperatura, la humedad y la velocidad del aire, y la temperatura radiante de paredes y objetos que rodean al individuo. Los factores personales de riesgo pueden reducir la tolerancia individual al estrés térmico, y son, entre otros, la edad, la obesidad, la hidratación, el consumo de medicamentos o bebidas alcohólicas, el sexo y la aclimatación.

El riesgo a sufrir las consecuencias del estrés térmico es independiente de la edad, siempre que el individuo tenga un adecuado sistema cardiovascular, respiratorio, de sudoración, y se encuentre totalmente hidratado. Aunque se debe considerar que las personas de mayor edad son más susceptibles a padecer problemas de control de la circulación periférica o menor capacidad de mantener la hidratación y, en consecuencia, verse incrementada su vulnerabilidad al estrés térmico.

La persona con sobrepeso u obesidad presenta una serie de desventajas al enfrentarse a una situación de estrés de este tipo, debido al incremento del aislamiento térmico que sufre el cuerpo, las posibles deficiencias del sistema cardiovascular y la baja condición física. De todas formas, existen excepciones, por lo que se deben analizar de manera específica los requerimientos individuales a la hora de evaluar el riesgo de exposición.

El cuerpo pierde agua por difusión a través de la piel y por la respiración, pero principalmente la pérdida de agua durante una situa-

ción de estrés térmico se produce mediante la sudoración. La rehidratación bebiendo agua es efectiva y rápida. El problema es que mantener la hidratación adecuada no es fácil, debido entre otros factores a que la sensación de sed no es siempre proporcional a la pérdida de agua.

El uso de medicamentos o el consumo de alcohol son condiciones a tener en cuenta en el individuo ^(1,2,4,5), ya que:

- Existen medicamentos anticolinérgicos que pueden llegar a inhibir la sudoración especialmente en individuos de mayor edad.

- Algunos sedantes afectan la sensación de sed, otros fármacos intervienen en la termorregulación, incrementan el calor metabólico y reducen la distribución del calor, condicionando la circulación periférica.

- El alcohol produce vasodilatación periférica y diuresis, las cuales afectan la respuesta del cuerpo al estrés térmico. Asimismo, bajas dosis de alcohol reducen la capacidad de termorregulación, incluyendo los reflejos vasomotores y la sudoración, y aumentan la probabilidad de una bajada de tensión durante la exposición.

En cuanto al sexo, son difícilmente demostrables las diferencias entre hombres y mujeres, debido a que la respuesta al calor puede estar enmascarada por la condición física del sujeto y el nivel de aclimatación.

Y la aclimatación, que es un proceso gradual de 7 a 14 días de duración, en los que el cuerpo se va adaptando a realizar una determinada actividad física en condiciones de calor, tiene como beneficios: mejorar la efectividad y la eficiencia del sistema de distribución y pérdida de calor, optimizar el confort en la exposición al calor y dificultar la aparición de sobrecarga térmica.

Otro de los factores a considerar es la ropa o vestimenta que juega el papel de aislamiento o protección contra la pérdida de calor corporal hacia el ambiente o contra la adquisición de calor ambiental. Es decir, ella misma no proporciona calor, solo aísla. En condiciones calurosas, ésta debe ser ligera, para permitir que el trabajador pierda el exceso de calor corporal generado durante el trabajo (pérdida de calor seco, fundamentalmente por convección, y la evaporación del sudor).

A manera de resumen, en la figura 1 se esquematizan los factores causales de estrés térmico.

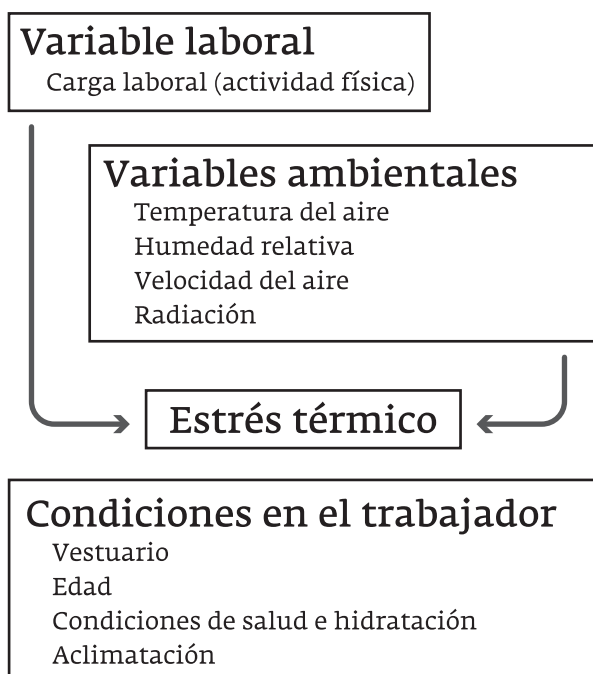


Figura 1. Factores causales del estrés térmico en ambientes laborales

Fuentes de calor para el organismo humano

El cuerpo humano puede ganar calor por sí mismo por la actividad de trabajo, y también puede absorber calor del medio ambiente. Ambas son fuentes importantes, y en algunas ocasiones la actividad de trabajo en sí misma basta para causar estrés térmico.

La cantidad de calor generada por el trabajador (denominado interno) depende de su carga de trabajo (nivel de actividad física), la cual se puede clasificar como ligera o liviana, moderada, y pesada, y se ejemplifican en la tabla 1.

La cantidad de calor ambiental (denominado externo) depende de la temperatura del aire circundante, y de la velocidad del mismo, así como de cualquier fuente de calor radiante. Algunas de estas fuentes son calefactores, calderas, incendios y la luz solar. La suma del calor producido por las fuentes radiantes puede causar sobrecalentamiento, incluso cuando la temperatura del aire no es alta.

Carga laboral	Actividades	Ejemplos
Ligera	<p>Permanecer sentado, con movimientos moderados de manos y piernas.</p> <p>Permanecer de pie realizando movimientos ligeros de manos.</p> <p>Caminar relajadamente y sin apuro.</p>	<p>Trabajos de escritorio, escribir sobre teclado.</p> <p>Conducir vehículo en tráfico lento.</p> <p>Laborar en línea de montaje.</p> <p>Supervisar sitios de trabajo.</p>
Moderada	<p>Caminar rápido.</p> <p>Sentado con movimientos fuertes de brazos y piernas.</p> <p>De pie realizando con ejercicios moderados que incluyen caminar, recoger objetos, manipular herramientas.</p>	<p>Entrega de correspondencia a pie.</p> <p>Conducir maquinaria pesada, hacer arreglos o limpieza industrial.</p> <p>Labores agrícolas o estibas moderadas.</p>
Pesada	<p>Manipular objetos de moderado tamaño o peso.</p> <p>Realizar labores con movimientos bruscos de miembros superiores, torso o miembros inferiores.</p> <p>Subir escaleras con carga.</p>	<p>Labores constructivas, poner bloques, realizar mezclas de material, palear.</p> <p>Estibar saquería u otros objetos.</p>

Tabla 1

Fuente: WorkSafeBC. *Prevención del Estrés Térmico en el Trabajo*. 2000

Mecanismos para eliminar el calor del cuerpo humano

El organismo humano puede librarse del calor, pero la cantidad que puede eliminar depende de varios factores, entre los que se encuentran la temperatura del aire circundante, la humedad, la velocidad del aire, la vestimenta, y los factores personales de riesgo mencionados. Si uno o más de estos factores dificultan que el cuerpo se pueda deshacer del calor, pueden surgir trastornos térmicos.

El organismo utiliza dos procesos principales para deshacerse del exceso de calor: el aumento del flujo sanguíneo a la piel y la sudoración.

En el primer caso, el torrente sanguíneo lleva el exceso de calor corporal a la superficie del cuerpo, entendida como la piel, por medio de un proceso de congestión periférica, y cuando el aire es más frío que la piel, el calor se transfiere al aire circundante: a esto se llama intercambio simple de calor por convección.

El segundo caso ocurre cuando la temperatura interna sobre pasa los 37 °C, y se enfría el cuerpo cuando el sudor se evapora de la piel. Un cuerpo en reposo pierde 1 l/24 h, pero en un hombre trabajando a temperatura aumentada oscila entre 1 l/h y 8 l/día. En casos extremos puede llegar hasta 4 l/h o 15-20 l/día(4,5).

Actividades laborales donde puede existir riesgo de estrés térmico por calor

El riesgo de estrés térmico por calor puede existir en innumerables actividades laborales, tanto en trabajos al aire libre —la construcción y la agricultura—, como en trabajos que se realicen en sitios cerrados o semi cerrados con diferentes características, por ejemplo:

- Cuando el calor y la humedad son muy elevados debido al proceso de trabajo o a las condiciones climáticas de la zona y la ausencia de medios para su control: fundiciones, acerías, fábricas de ladrillos, fábricas de cerámica, plantas de cemento, hornos, panaderías, lavanderías, fábricas de conservas, minas, invernaderos y otros;
- Procesos donde, sin ser el calor y la humedad ambiental elevados, se realice una actividad física intensa.
- Cuando los trabajadores utilicen vestimenta o equipos de protección individual que impidan la eliminación del calor corporal. ^(1,2,4,5,6)

Riesgos y daños a la salud que genera el estrés térmico por calor

Son variados los riesgos y daños a la salud del individuo que pueden originarse por estrés térmico por calor. La mayoría de las veces sus causas son fácilmente reconocibles y la posibilidad de que se produzcan daños es previsible. Sin embargo, en algunas ocasiones estos riesgos pueden presentarse inesperadamente y tener desenlaces rápidos e irreversibles.

En condiciones microclimáticas óptimas no se provocan variaciones del estado general y funcional del organismo humano y re-

sulta innecesario el esfuerzo de la termorregulación, ya que así se garantiza el bienestar térmico del hombre para el rendimiento en su labor.

En condiciones microclimáticas admisibles no se garantiza el bienestar térmico del hombre, no obstante, por medio de la termorregulación los sujetos pueden llegar a la adaptación física. No se llegan a provocar daños a la salud, pero esto puede influir desfavorablemente sobre el estado físico del hombre y su rendimiento.

En las circunstancias donde las condiciones ambientales no son extremas, el estrés térmico por calor puede pasar inadvertido y producir daños a los trabajadores, pues el exceso de calor corporal puede aumentar la probabilidad de accidentes de trabajo, agravar dolencias previas (enfermedades cardiovasculares, respiratorias, renales, cutáneas y diabetes, entre otras) y producir las llamadas “enfermedades relacionadas con el calor”.

En los ambientes térmicamente desfavorables a la salud, los efectos del calor excesivo sobre el hombre pueden clasificarse en tres niveles: psicológico, psicofisiológico y patológico.

En la medida en que el nivel de tensión térmica se eleva por encima de la zona de confort, aparecen alteraciones de tipo subjetiva en los sujetos (efectos psicológicos), los cuales manifiestan con cierta frecuencia diversos síntomas: ansiedad, incomodidad, irritación, disconformidad, laxitud, pérdida de la concentración, dificultades en el rendimiento, sobre todo cuando las actividades son manuales. Además, se ha observado en grupos laborales el incremento del ausentismo laboral y la pérdida de la moral de grupo ^(4,5). De forma general, estos efectos negativos se reflejan en la disminución de la eficiencia y en la

calidad del producto terminado o del servicio que se brinda.

Por otra parte, cuando la exposición al calor resulta en condiciones críticas pueden aparecer efectos psicofisiológicos, entre los que se destacan: la disminución de la capacidad de trabajo, de la eficiencia, el aumento de errores, el agotamiento físico, la ocurrencia de accidentes, la sobrecarga cardiocirculatoria y el desequilibrio hidromineral.

También pueden producirse efectos patológicos que requieren prevención primaria. En la tabla 2 se recogen las enfermedades relacionadas con el calor, las causas que las originan, los síntomas que producen, los primeros auxilios a aplicar y las principales medidas de prevención ⁽⁸⁾.

Evaluación del estrés térmico en ambientes laborales

La normativa vigente para la evaluación del estrés térmico en nuestro medio responde a los criterios expresados en la NC 869: 2011 *Ambientes térmicos calurosos. Estimación del estrés térmico en el trabajo basado en el índice WBGT (temperatura de globo y de bulbo húmedo)*⁽¹⁰⁾.

El índice WBGT combina la medida de dos parámetros derivados, temperatura de bulbo húmedo natural (tnw) y temperatura de globo (tg), y, en algunas situaciones, la medida de un parámetro básico, que es la temperatura del aire (ta). Las siguientes expresiones muestran la relación entre estos diferentes parámetros:

Interior de edificios y exterior sin carga solar:

$$WBGT = 0,7 \text{ tnw} + 0,3 \text{ tg}$$

Exterior de edificios con carga solar:

$$WBGT = 0,7 \text{ tnw} + 0,2 \text{ tg} + 0,1 \text{ ta}$$

Los valores de referencia corresponden a niveles de exposición bajo las condiciones que especifica el anexo A de la norma, a los cuales casi todos los individuos pueden estar habitualmente expuestos sin ningún efecto nocivo para la salud, siempre que no haya condiciones patológicas previas⁽¹⁰⁾. Asimismo, estos valores concuerdan con una situación determinada para un individuo normalmente vestido (índice de aislamiento térmico de la vestimenta = 0,6 clo), físicamente apto para la actividad en cuestión, y con buena salud.

Se recomienda que las medidas se realicen en el período correspondiente al de máximo estrés térmico, es decir, generalmente en el verano y en el medio del día, o cuando el equipo que genera calor está en funcionamiento.

Magnitudes e instrumentos de medición

- **Temperatura del aire (ta), expresada en grados Celsius:** es la temperatura que rodea el cuerpo humano e interviene en la determinación de los intercambios de calor por convección a nivel del sujeto. Su medición se realiza con un termómetro protegido de la radiación.

- **Temperatura de globo (tg), expresada en grados Celsius:** es la temperatura indicada por un sensor de temperatura situado en el centro de un globo, cuyas características sean: diámetro 150 mm, coeficiente medio de emisión 0,95 (globo negro mate).

- **Temperatura radiante media (r), expresada en grados Celsius:** refleja el efecto de la radiación secundaria producida por el calentamiento del sol u otras fuentes radiantes sobre los elementos constructivos de los locales de trabajo. La temperatura radiante media se mide con instrumentos que

Enfermedades relacionadas con el calor	Causas	Síntomas	Primeros auxilios	Prevención primaria
Erupción cutánea	Piel húmeda, debido al exceso de sudoración o de humedad ambiental.	Erupción roja pruriginosa en piel, que impide bajar o descansar, puede sobre infectarse.	Limpiar y secar la piel. Cambio de ropa húmeda por seca.	Higienización de la piel: limpieza, uso de jabón sólido y secado. Evitar uso de ropa ajustada.
Calambres	Pérdida excesiva de sales por el sudor, las cuales no se reponen.	Espasmos musculares en brazos, piernas y abdomen.	Descansar en lugar fresco. Rehidratación oral. No realizar ejercicio físico hasta después de una hora de la desaparición de los síntomas.	Ingesta adecuada de sal con las comidas. Durante el período de aclimatación, ingesta suplementaria de sal en las comidas.
Síncope por calor	Mantener posición inmóvil por algún tiempo en un sitio caluroso, hace que no llegue sangre al cerebro.	Desvanecimiento, visión borrosa, mareo, debilidad y pulso débil.	En lugar fresco, mantener al individuo acostado con las piernas levantadas.	Aclimatación. Evitar la inmovilidad por mucho tiempo.
Deshidratación	Pérdida excesiva de agua por la sudoración que no se repone.	Sed, boca y mucosas secas, piel acartonada. Orina oscura y escasa.	Beber pequeñas cantidades de agua cada 30 minutos.	Beber abundante agua y sales en las comidas.

<p>Agotamiento por calor</p>	<p>Condiciones de estrés térmico por calor, unido al trabajo continuado o pérdida excesiva de agua y sales sin reponer.</p>	<p>Debilidad y fatiga extrema. Pérdida de conciencia. Piel pálida, fría y sudorosa. Temperatura rectal mayor de 39 oC.</p>	<p>En lugar fresco, mantener al individuo acostado con las piernas levantadas. Quitarle o aflojar la ropa, refrescarlo y rociarle agua. Administrarle sales de rehidratación oral.</p>	<p>Aclimatación. Beber abundante agua y sales en las comidas.</p>
<p>Golpe de calor</p>	<p>En condiciones de estrés térmico unido a alguna condición propia del individuo, referidas en el texto. Puede aparecer de forma brusca y sin síntomas previos. Fallo del sistema de termoregulación interna.</p>	<p>Taquicardia, polipnea, hiper o hipotensión arterial, disminución de la sudoración, confusión mental. Piel caliente y seca. Temperatura rectal hasta 40,5 oC.</p>	<p>Alejar al individuo rápidamente del calor, enfriarlo y acudir al médico.</p>	<p>Vigilancia médica previa en exposición a condiciones de estrés térmico por calor. Aclimatación. Régimen de trabajo/descanso de acuerdo con las condiciones microclimáticas. Beber abundante agua y sales en las comidas.</p>

Tabla 2

Fuentes: *Prevención de riesgos laborales. Estrés térmico por calor. Secretaría de Industrias, Innovación, Salud Laboral y Medio Ambiente. Aragón, 2009.*

permiten que la radiación, generalmente heterogénea, procedente de las paredes de un recinto real, sea “integrada” en un valor medio. En ausencia de instrumentos que midan directamente la r , comúnmente se calcula con la siguiente fórmula:

$$r = [(t_g + 273)^4 + 2,5 * 108 * v_a 0,6 (t_g - t_a)]^{1/4} - 273$$

• **Temperatura húmeda natural (tnw):** es la temperatura de bulbo húmedo, indicada por un sensor (termómetro), cubierto con una mecha mojada, ventilado de forma natural.

• **Humedad relativa del aire, expresada en %:** es el cociente ($\times 100$) entre la presión parcial de vapor de agua en el aire y la presión de vapor de agua a saturación a la misma temperatura y a la misma presión total real. Se puede determinar directamente con un higrómetro o conociendo la temperatura seca y húmeda en la carta psicrométrica.

• **Velocidad del aire (va), expresada en m/s:** es el promedio de la velocidad del aire, es decir, del módulo del vector velocidad del flujo en el punto de medida considerado, durante un intervalo de tiempo (período de medición). El instrumento que se utiliza es el anemómetro.

Magnitudes fisiológicas individuales

Calor metabólico:

Unidades de medición:

- Kcal/h (kilocaloría por hora);
- Kcal/min (kilocaloría por minuto);
- W (vatio);
- W/m² (vatio por metro cuadrado de superficie corporal).

El consumo metabólico se puede determinar por la medida del consumo de oxígeno del trabajador, o por estimación, a partir de

tablas de referencia contenidas en la citada norma cubana ⁽¹⁰⁾ y en los criterios de intensidad y carga de trabajo físico, expresados en la Norma Cubana NC 870:2011. *Seguridad y Salud en el Trabajo. Ergonomía. Criterios de referencia e indicadores para evaluar la intensidad y la carga de trabajo físico* ⁽¹¹⁾.

Prevención del estrés térmico por calor

Las medidas preventivas contra los riesgos derivados de la exposición laboral al ambiente térmico deben aplicarse, en primer lugar, sobre la fuente, para evitar los riesgos en origen o, al menos, reducirlos. Si no fuera posible, en algunos casos resulta eficaz actuar sobre los medios de transmisión o el ambiente. Cuando no se puedan evitar o reducir los riesgos de otra manera, se debe actuar sobre el individuo, pero esta medida debe aplicarse en última instancia ^(1,3,5).

Es importante que se forme e informe a los trabajadores acerca de los riesgos a los que están o pueden verse sometidos, las consecuencias de éstos sobre su salud y el trabajo y las medidas de prevención más adecuadas. Además, es muy esencial que los trabajadores sepan detectar los síntomas precoces de la exposición excesiva y cómo actuar en caso de que éstos se presenten.

En la fuente o ambientes de trabajo

Una de las mejores maneras de aliviar el estrés por calor es reduciéndolo en el lugar de trabajo; si es posible se puede encerrar la fuente de calor, como en el caso de estufas o ciertos hornos, una chimenea de tiro natural o forzado puede ser suficiente para impedir que el exceso de calor penetre en el local de trabajo.

El principal método de control del calor en ambientes industriales es un adecuado diseño de un sistema de ventilación, que incluye usualmente el cálculo del caudal de aire, su velocidad, su temperatura, su humedad y la distribución apropiada en el espacio en cuestión. Las medidas de ventilación pueden requerir una fuente de reposición de aire frío, una fuente refrigerada mecánicamente o por evaporación, un método de enfriamiento por velocidad o cualquier combinación de los anteriores ^(4,5,6).

La ventilación por extracción puede utilizarse para eliminar el calor y la humedad excesivos, siempre que se disponga de aire de sustitución más frío. Algunas recomendaciones generales son^(4,5):

- Abrir las ventanas en ambientes calurosos de trabajo.
- Las aberturas (rejillas, campanas o ventanas) para la entrada del aire deben ubicarse de manera que el eje del chorro de aire inyectado incida directamente en ellas, es decir, estarán a barlovento. Por tanto, las aberturas para la expulsión del aire extraído se ubicarán preferiblemente en sentido contrario, es decir, a sotavento.
- Usar elementos para crear flujos de aire y garantizar la refrigeración del trabajador, como ventiladores, conductos de ventilación, campanas, rejillas, equipos de refrigeración o climatización.
- Garantizar la independencia de los flujos de entrada y salida de aire de los locales de trabajo.
- Garantizar la limpieza física, química y biológica del aire que llega a los puestos de trabajo.

Puesto que el calor radiante es una forma de energía que se trasmite sin necesidad de medio material, los métodos anteriores no son eficaces para su control. Uno de los que se utiliza

para reducir la radiación consiste en pintar o recubrir las superficies de los objetos calientes con materiales de bajo poder de emisión. También pueden emplearse pantallas que aíslen la radiación, estas pueden ser placas metálicas, mallas u otros materiales interpuestos entre la fuente de calor radiante y los trabajadores. Algunos de estos materiales pueden ser aluminio y zinc brillante u oxidado, plancha de acero pulida u oxidada, lacado negro o blanco, plancha de amianto y lacado mate.

Los trabajos estresantes deberán realizarse durante las horas frescas (por la noche o temprano en la mañana).

Organización del trabajo

Siempre que sea posible, se debe implementar el control de ingeniería para minimizar la exposición al calor. La mecanización de los procedimientos del trabajo es un buen ejemplo de ello, ya que permite aislar a los trabajadores (cabinas climatizadas), los cuales necesitarán menos tiempo para los descansos y aumentarán, por consiguiente, la productividad.

Implementar un régimen de trabajo-descanso permite al cuerpo eliminar el calor excesivo, disminuir la producción del calor interno, y proveer más circulación de sangre a la piel. Las áreas de descanso deberán tener una temperatura cercana a los 24,5 °C, y deberán estar lo más cercanas posible del lugar de trabajo. Los ciclos breves y frecuentes de trabajo-descanso son más beneficiosos para el trabajador que los períodos largos.

Otras medidas eficaces pueden ser:

- garantizar que sólo los trabajadores aclimatados al calor realicen las tareas;
- contar con trabajadores adicionales para realizar tareas extenuantes;
- evitar que los trabajadores realicen turnos dobles y horas extras;

- de ser necesario, postergar los trabajos no esenciales.

A nivel individual

- Educación sanitaria general y específica, profundizando en el entrenamiento a los trabajadores para que reconozcan y prevengan el estrés térmico por calor.

- Realización de exámenes médicos preventivos, donde se evalúe con sistematicidad la aptitud para el trabajo de todos los trabajadores, con énfasis en la capacidad física y mental para el trabajo y su estado de aclimatación al calor.

- Implementación del proceso de aclimatación individual al calor como medida de prevención primaria.

- No ingestión de bebidas alcohólicas durante rachas prolongadas de calor, ya que puede causar deshidratación adicional.

- Aseguramiento del consumo de agua y sal, tomando en cuenta que un trabajador puede producir entre dos y tres galones de transpiración. La deshidratación excesiva del cuerpo produce múltiples afecciones, por lo cual la cantidad de líquido a tomar debe ser equivalente a la cantidad de transpiración producida.

La mayoría de los trabajadores que están expuestos a condiciones calurosas toman menos líquido de lo que necesitan por falta de sed. Un trabajador no debe esperar hasta que tenga sed para saber cuándo y cuánto líquido tomar, sino que tiene que tomar entre cinco y siete onzas cada 15 o 20 minutos, para reponer el que se ha perdido.

No hay una temperatura óptima para el agua potable, pero la mayoría de las personas prefieren las bebidas frescas a las calientes o demasiado frías. Cualquiera que sea la temperatura del agua, debe ser agra-

dable y estar disponible para el trabajador.

Los obreros aclimatados al calor pierden menos sal en su transpiración que aquellos que no lo están. La dieta promedio debe contener la sal suficiente para los trabajadores que están aclimatados, aún cuando la producción de sudor sea muy alta. Pero si se necesita reponer sal, la mejor manera será añadirla a la comida, pues no se recomienda usar comprimidos de sales.

Es necesario considerar que el consumo diario de líquido debe ser suficiente para evitar la pérdida excesiva de peso durante el día o la semana de trabajo.

- Utilizar ropas y equipos de protección personal, tomando en cuenta que la ropa impide la transferencia del calor entre el cuerpo y el ambiente. Por eso, en trabajos calurosos en los que la temperatura del aire es más baja que la de la piel, la ropa disminuye la capacidad del cuerpo de eliminar el calor del aire. Cuando la temperatura del aire es más alta que la de la piel, la ropa ayuda a impedir la transferencia del calor del aire al cuerpo. Sin embargo, esto no ayuda, si la ropa afecta la evaporación de la transpiración. En climas secos, la evaporación de la transpiración casi no es un problema. En un ambiente de trabajo seco con temperaturas altas, la ropa protectora puede ayudar al trabajador. El tipo apropiado de ropa depende de las circunstancias. Algunos trabajos en ambientes calurosos requieren guantes, delantales, máscaras o trajes aislantes, ropa reflectora, o un reflector protector infrarrojo para la cara. Para condiciones de calor extremo, se puede usar ropa térmica o con acondicionador de aire.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ministerio de Empleo y Seguridad Social. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo. *Trabajar con calor*. /Internet/ 2012. Acceso 2016 Ag.5. Disponible en:

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/CARTELES%20Y%20FOLLETOS/FOLLETOS/2012/TRABAJAR%20CON%20CALOR.pdf>.

2. Fundación Iberoamericana de Seguridad y Salud Ocupacional. *Confort higrotérmico y cuidado ambiental*. / Internet/ 2011. Acceso 2016 En.22. Disponible en:

<http://www.fiso-web.org/Content/files/articulos-profesionales/CONFORT-HIGROT%C3%89RMICO-Y-CUIDADO-AMBIENTAL.pdf>.

3. Armendáriz Pérez de Ciriza p. *Calor y trabajo. Prevención de riesgos laborales debidos al estrés térmico por calor*. INSHT. /Internet/ Acceso 2016 May. 2. Disponible en:

<http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/AF2BD786-0A6D-4564-9076-BE42220B4843/225685/calorytrabajoprofesional.pdf>

4. Labordeta J.A. *Estrés térmico por calor*. / Internet/ Acceso 2016 May.2 Disponible en:

http://www.rioja.ccoo.es/comunes/recursos/17/doc58791_Estres_Termico_por_Calor.pdf.

5. Suárez Cabrera R. *Ambiente térmico laboral*. Folleto docente, INSAT: La Habana; 2008.

6. Sarduy Vega O. *Estados patológicos relacionados con la sobrecarga térmica laboral*. Folleto docente, INSAT: La Habana, 2011.

7. Monroy Martí E; Luna Mendaza P. *Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos (I)*. NTP 922, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del trabajo, 2011.

8. WorkSafeBC. *Prevención del Estrés Térmico en el Trabajo*. 2000.

9. Secretaria de Industrias, Innovación, Salud Laboral y Medio Ambiente. *Prevención de riesgos laborales. Estrés térmico por calor*. Aragón, 2009.

10. Norma cubana NC 869:2011. *Seguridad y Salud en el trabajo. Ambientes térmicos calurosos. Estimación del estrés térmico en el trabajo basado en el índice WBGT (temperatura de globo y de bulbo húmedo)*.

11. Norma Cubana NC 870:2011. *Seguridad y Salud en el Trabajo. Ergonomía. Criterios de referencia e indicadores para evaluar la intensidad y la carga de trabajo físico*.

