



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN SALUD EN EL TRABAJO PRESENTA:

M.C. Ivette Moreno Escudero

TÍTULO:

“Alteraciones Fisiológicas y a la Salud por exposición a Condiciones Térmicas
Elevadas en una Empresa Química”

Asesor de Tesis: M. en C. Germán Pichardo Villalón

Jurados: Dr. Horacio Tovalín Ahumada

M. en. C. Juan Alfredo Sánchez Vázquez

M. en C. Marlene Rodríguez Martínez

M. en A. Fabiola Binaghi Cruz

NOVIEMBRE 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Contenido

Resumen.....	3
Introducción.....	5
Planteamiento del problema.....	6
Marco Teórico.....	7
Objetivos e Hipótesis.....	27
Metodología.....	28
Resultados.....	30
Análisis y Discusión.....	38
Conclusiones.....	40
Recomendaciones.....	41
Anexos.....	42
Bibliografía.....	44

Resumen

INTRODUCCIÓN: En las industrias químicas en el área evaluada de esta empresa se genera exposición a temperaturas elevadas en los puestos de horneros principalmente, lo que supone efectos negativos a la salud.

OBJETIVO: El objetivo principal de este trabajo fue determinar si las condiciones térmicas se asocian con las alteraciones fisiológicas de los trabajadores expuestos, así mismo se decidió investigar el tiempo de exposición real, el equipo de protección con el que cuentan, que los protege o los hace más susceptibles. Como está regulado el equilibrio térmico en nuestro organismo y la respuesta fisiológica a la temperatura ambiente.

METODO: Para corroborar este planteamiento se realizó un estudio transversal comparativo entre los horneros y los trabajadores del área cercana. Se realizó la aplicación directa de una encuesta, y se midió su temperatura corporal y su frecuencia cardiaca de cada uno de ellos en su puesto de trabajo durante una jornada normal para comprobar la alteración de los parámetros normales durante la exposición. El área de la empresa estudiada genera este tipo de exposición a los horneros durante el proceso del producto.

RESULTADOS: Se comprobó que la exposición a Condiciones Térmicas Elevadas a la que están expuestos los trabajadores rebasa el límite máximo permisible (NOM -015 STPS), esta exposición es causa de las alteraciones fisiológicas manifestada a través de aumento de la temperatura corporal, la frecuencia cardiaca lo cual lleva a la pérdida de la autorregulación del organismo generando desequilibrio térmico y deshidratación.

CONCLUSIONES: La exposición a condiciones térmicas elevadas produce alteraciones fisiológicas, lo que significa un factor de riesgo para la salud de los trabajadores, que de no corregirse, ocasiona cuadros clínicos graves produciendo la muerte del trabajador.

Introducción

Trabajar expuesto a condiciones térmicas elevadas puede resultar bastante incómodo o incluso agobiante, especialmente si no corre el aire y si, además, la humedad del ambiente es bastante alta. La fatiga por calor es la carga de calor que los trabajadores reciben y acumulan en su cuerpo y que resulta de la interacción entre las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y la ropa que llevan. Es decir, la fatiga por calor es un efecto patológico que se puede producir en los trabajadores, es también la causa de los diversos efectos a la salud que se producen cuando se acumula excesivo calor en el cuerpo.

En cuanto a los riesgos que la exposición constante a condiciones térmicas elevadas genera en la salud, el exceso de calor corporal puede hacer que aumente la posibilidad de que se produzcan accidentes de trabajo, disminuye el rendimiento laboral y provoca las llamadas "enfermedades relacionadas con el calor": erupción cutánea; calambres por calor, síncope por calor; deshidratación; agotamiento por calor y, el más grave, el golpe de calor. Además de la exposición a condiciones térmicas elevadas hay otros factores que intervienen en los riesgos y daños por calor, como son el tiempo de exposición, y otros como el equipo de protección personal que utilizan los trabajadores durante su jornada de trabajo.

Planteamiento del Problema

Durante los recorridos por la planta, fue notorio sensorialmente que el área de fritas (área de estudio de la empresa) presenta mayor temperatura que las demás áreas. Los trabajadores de dicha área son quienes más acuden al servicio médico por signos de deshidratación, su equipo de protección es igual al resto de los trabajadores, sin embargo, para este grupo de trabajadores– existen factores de riesgo (exposición a condiciones térmicas elevadas) no detectados a la fecha de este trabajo y está afectando la salud de los trabajadores expuestos.

Este trabajo evaluó si la exposición de los trabajadores de esta área a condiciones térmicas elevadas es causa de alteraciones fisiológicas, elevación de la frecuencia cardíaca, y signos y síntomas de deshidratación.

La pregunta del estudio es ¿La exposición a condiciones térmicas elevadas presentes en el área de Fritas les causará alteraciones fisiológicas en los trabajadores expuestos?

Marco Teórico

Uno de los problemas a los que se enfrentan las empresas donde los trabajadores se encuentran expuestos a fuentes de calor (como operadores de calderas, centros de fundición y aquellos que laboran al aire libre y bajo el sol), es el rendimiento óptimo laboral. Provocado no sólo porque su sistema cardiovascular se ve sobrecargado por el trabajo físico, sino también, por las altas temperaturas que los trabajadores deben soportar. Sin embargo, el cuerpo humano cuenta con ciertos mecanismos que permiten disipar el calor excesivo. Uno de ellos es el sudor, pero en algunas condiciones éste no es suficiente. Por ello es importante establecer algunos conceptos teóricos que nos ayuda a comprender la relación de un ambiente laboral donde existen temperaturas elevadas y el individuo que interactúa con este y sobre todo con la actividad laboral que se desarrolla en el.

1. Respuestas fisiológicas a la temperatura ambiente

Durante toda su vida, los seres humanos mantienen la temperatura corporal dentro de unos límites de variación muy estrechos y protegidos a toda costa. Los límites máximos de tolerancia para las células vivas corresponden a unos 0 °C (formación de cristales de hielo) y unos 45 °C (coagulación térmica de proteínas intracelulares); sin embargo, los seres humanos pueden soportar temperaturas internas inferiores a 35 °C o superiores a 41 °C, aunque sólo durante períodos muy cortos de tiempo. Para mantener la temperatura interna dentro de esos límites, el ser humano ha desarrollado unas respuestas fisiológicas muy eficaces, y en algunos casos especializadas, al estrés térmico agudo. La finalidad de esas respuestas es facilitar conservación, producción o eliminación del calor corporal, requieren la coordinación firmemente controlada de varios sistemas corporales. (Cohen, 2003)

2. Equilibrio térmico del ser humano

La principal fuente de calor para el organismo es, con diferencia, la producción de calor metabólico (M). Incluso con una eficiencia mecánica máxima, entre el 75 y el 80 % de la energía implicada en el trabajo muscular se libera en forma de calor. En reposo, una tasa metabólica de 300 ml de O₂ por minuto crea una carga térmica de aproximadamente 100 W. El trabajo en estado estable con un consumo de oxígeno de 1 l/min genera aproximadamente 350 W de calor, menos cualquier energía asociada al trabajo externo (W). Incluso con una intensidad de trabajo leve o moderada, la temperatura interna del organismo aumentará aproximadamente un grado centígrado cada 15 min si no existe un medio eficaz de disipar el calor. De hecho, las personas que están en muy buena forma física pueden producir más de 1.200 W de calor durante un período de 1 a 3 horas sin sufrir trastornos por calor (Gisolfi y Wenger, 1984). El calor puede también absorberse del medio ambiente por radiación (R) y convección (C) si la temperatura de globo (una medida del calor radiante) y la temperatura del aire (bulbo seco) sobrepasan respectivamente la temperatura cutánea. Se trata de fuentes de calor pequeñas por lo común en comparación con M , en realidad, se convierten en fuentes de pérdida de calor cuando se invierte el gradiente térmico de la piel al aire. El último proceso de termólisis, el de evaporación (E), suele ser también el más importante, puesto que el calor latente de la evaporación del sudor es bastante elevado, aproximadamente 680 W-h/l de sudor evaporado. En ambientes fríos o térmicamente neutros, la termogénesis se equilibra con la termólisis, no se almacena calor y la temperatura corporal se equilibra; es decir:

$$M - W \pm R \pm C - E = 0$$

Ahora bien, cuando la exposición al calor es más intensa:

$$M - W \pm R \pm C > E$$

y se almacena calor. En particular, los trabajos pesados (con un elevado gasto de energía que aumenta $M-W$), unas temperaturas ambientales demasiado altas (que aumentan $R + C$), una elevada humedad (que limita E) y el uso de prendas de vestir gruesas o relativamente impermeables (que crean una barrera para la evaporación del sudor), dan lugar a este tipo de escenario. Finalmente, si el esfuerzo es prolongado o la hidratación inadecuada, E puede verse superado por la capacidad limitada del organismo para secretar sudor (entre 1 y 2 l/h durante cortos períodos de tiempo).

Para describir las respuestas fisiológicas a al calor, el organismo puede dividirse en dos componentes: el “núcleo” y la “periferia” (Consolación et al., 2005). La temperatura del núcleo (T_c) representa la temperatura corporal interna o profunda y puede medirse en la boca, en el recto o, en contextos de laboratorio, en el esófago o la membrana timpánica (tímpano). La temperatura de la periferia está representada por la temperatura cutánea media (T_{sk}). La temperatura corporal media (T_b) es en todo momento un equilibrio ponderado de estas temperaturas, es decir

$$T_b = k T_c + (1 - k) T_{sk}$$

En donde el factor de ponderación k varía entre aproximadamente 0,67 y 0,90. Cuando el organismo se enfrenta a condiciones que se alejan de la neutralidad térmica (estrés calor), intenta controlar T_c mediante ajustes fisiológicos, y T_c constituye la principal fuente de retro información para que el cerebro coordine dicho control. Aunque la temperatura cutánea local y media es una importante fuente de información sensorial, T_{sk} varía mucho con la temperatura ambiente, con un valor medio de 33 °C. En condiciones de termo neutralidad y alcanzando 36 o 37 °C en condiciones de trabajo pesado en ambientes calurosos. La sensibilidad táctil aparece entre los 15 y los 20 °C, mientras que la temperatura crítica para la destreza manual se sitúa entre los 12 y los 16 °C. Los umbrales superior e inferior del dolor para los valores de T_{sk} son aproximadamente de 43 °C y 10 °C, respectivamente. Los estudios de mapeo de alta precisión han localizado el lugar de mayor regulación térmica en la zona del cerebro conocida como centros supra y preópticos del hipotálamo anterior. En esta región existen células nerviosas que responden tanto al calentamiento (neuronas sensibles al calor). Es una zona que domina el control de la temperatura corporal al recibir información sensorial aferente y enviar señales a la piel, los músculos y otros órganos

implicados en la regulación térmica a través del sistema nervioso autónomo. Otras zonas del sistema nervioso central (hipotálamo posterior, formación reticular, puente, bulbo raquídeo y médula espinal) forman las conexiones ascendentes y descendentes con los centros supra y preópticos del hipotálamo anterior y realizan una serie de funciones facilitadoras. El sistema de control del organismo es similar al control termostático de una vivienda con funciones tanto de calefacción como de refrigeración. Cuando la temperatura corporal sobrepasa una cierta temperatura teórica “de referencia”, se activan las respuestas de los efectores asociadas a la termólisis (sudoración, aumento del flujo sanguíneo periférico). Pero, al contrario que los sistemas de calefacción y refrigeración de las viviendas, el sistema de regulación térmica del ser humano no funciona como un sencillo sistema de encendido y apagado, sino que tiene también funciones de control gradual y control de la velocidad del cambio. Debe tenerse en cuenta que la “temperatura de referencia” existe sólo en teoría, pero es útil para comprender estos conceptos. No obstante, todavía queda mucho trabajo para comprender plenamente los mecanismos asociados a la temperatura termorreguladora de referencia. (Consolación et al., 2005)

3. Regulación térmica en ambientes calurosos

Como ya se ha dicho antes, el ser humano desprende calor al medio ambiente principalmente mediante una combinación de procesos secos (radiación y convección) y evaporación. Para facilitar este intercambio, se activan y regulan los dos principales sistemas efectores vaso dilatación periférica y sudoración. Aunque la vaso dilatación periférica suele producir pequeños aumentos en la pérdida de calor seco (radiactivo y convectivo), su principal función es transferir calor del interior del cuerpo a la periferia (transferencia interna de calor), mientras que la evaporación de sudor constituye un medio extremadamente eficaz para enfriar la sangre antes de que regrese a los tejidos corporales profundos (transferencia externa de calor).

Los efectos del estrés afectan la eficiencia, provocando reacciones psicológicas como la poca capacidad para desarrollar funciones mentales y para rendir en trabajos físicos, aumentando la percepción de incomodidad e insatisfacción, la irritabilidad, disminución del estado de alerta y de concentración, aumento de las decisiones erróneas, sueño y fatiga. Por todo esto, es importante la valoración de las condiciones térmicas elevadas a las que están expuestos los trabajadores.

4. Condición térmica elevada

Es la situación ambiental capaz de transmitir calor hacia el cuerpo humano o restringir este hacia el medio en tal magnitud que pueda romper el equilibrio térmico del trabajador, tendiendo a incrementar su temperatura corporal central.

5. Antecedentes fisiológicos

El organismo puede entenderse como un sistema energético con unos parámetros internos, que en el caso de la temperatura, deben mantenerlos en unos límites muy estrechos. La temperatura media normal en el interior del organismo es de 37°C. La temperatura media normal de la piel, es de orden de 35°C. El organismo dispone de mecanismos de autorregulación térmica (homeostasis térmica), con el fin de controlar el intercambio de calor con el ambiente. (Goldstein et al., 2003)

La temperatura corporal interna estable requiere la conservación del equilibrio entre la producción de calor y su pérdida, la cual está regulada por el hipotálamo al desencadenar cambios en el tono muscular, tono vascular y función de las glándulas sudoríparas. La producción y evaporación del sudor son mecanismos importantes de pérdida de calor. La transferencia de calor de la piel a gases o líquidos circundantes (convección) o entre sólidos en contacto directo (conducción) también ocurre, pero su eficacia disminuye al aumentar la temperatura ambiente. La transferencia pasiva de calor mediante rayos infrarrojos de un objeto caliente a uno más frío (radiación) representa 65% de la pérdida de calor corporal en condiciones normales. La pérdida de calor por radiación también disminuye al aumentar la temperatura hasta 37.2°C y, en este punto, se revierte la transferencia de calor. A temperatura normal, la evaporación

significa 20% de la pérdida de calor corporal. Sin embargo, a temperaturas excesivas se convierte en el medio más importante para la disipación de calor, esto también se limita al aumentar la humedad y es ineficaz cuando ésta llega a 100%.

Cuando el calor cedido por el organismo al medio ambiente, es inferior al calor recibido o producido por el metabolismo total (metabolismo basal + metabolismo de trabajo), el organismo tiende a aumentar su temperatura, y para evitar esta hipertermia (aumento de la temperatura del cuerpo), pone en marcha otros mecanismos entre los cuales podemos citar:

1. Vaso dilatación sanguínea: aumento del intercambio de calor.
2. Activación (apertura) de las glándulas sudoríparas: aumento del intercambio de calor por cambio de estado del sudor de líquido a vapor. (existen del orden de 2.500.000 glándulas que pueden permitir la pérdida de 1.5 litros / hora).
3. Aumento de la circulación sanguínea periférica. Puede llegar a 2.6 litros/min/m².
4. Cambio electrolítico de sudor: la pérdida de ClNa puede llegar a 15gr/litro.

6. Alteraciones a la salud que más se destacan en la exposición al calor (Cohen, 2005)

Ante la exposición excesiva a ambientes calientes se generan cinco trastornos médicos debidos al calor (en orden de intensidad decreciente):

- ° Fiebre térmica (Golpe por calor)
- ° Agotamiento por calor
- ° Calambres
- ° Síncope
- ° Trastornos cutáneos

Entre los muchos tipos de trabajadores con riesgo, se encuentran los fundidores, trabajadores del acero, *operadores de hornos de fundición*, sopladores de vidrio, granjeros, rancheros, pescadores y trabajadores de la construcción.

Fiebre térmica

Es una urgencia médica que pone en peligro la vida, debido a una falla en la regulación térmica que se manifiesta por disfunción cerebral con alteración del estado mental, hiperpirexia, alteración de los signos vitales y la piel casi siempre está caliente y seca, la fiebre térmica es inminente al llegar la temperatura central (rectal) a los 41.1°C. Se manifiesta de dos maneras: la clásica y por ejercicio. La forma clásica ocurre bajo condiciones de cada extremo entre personas con alteraciones en la capacidad de disipación de calor (ancianos lactantes y pacientes con enfermedades crónicas o debilitadas). La fiebre térmica por ejercicio se debe a ejercicio extenuante en ambientes calientes, con frecuencia en pacientes no aclimatados. La morbilidad y mortalidad son el resultado de daño cerebral, cardiovascular, hepático o renal. Dentro de las manifestaciones clínicas podemos citar que: la insuficiencia de la regulación térmica se caracteriza por mareos, debilidad, náuseas, vómitos, confusión, delirio y trastornos visuales, también pueden presentarse convulsiones, colapso o inconsciencia, la piel está caliente y al principio cubierta con sudor, más tarde se seca. La presión arterial puede estar un poco elevada, pero disminuye hasta la hipotensión. Al igual que con la fatiga por calor, puede presentarse hiperventilación con alcalosis respiratoria y acidosis metabólica compensadora. También puede presentarse una hemorragia anormal, insuficiencia renal o arritmias cardíacas.

Agotamiento por calor

Ocurre en personas que efectúan trabajo extenuante expuestas al calor durante el tiempo prolongado, con una ingesta de agua y sal inadecuada, puede haber agotamiento por calor, deshidratación y pérdida de sodio o bien pérdida isotónica de líquidos con cambios cardiovasculares concomitantes. Los síntomas y signos comprenden sed intensa, debilidad, náuseas, vértigos, cefalea, confusión mental, temperatura central que rebasa los 38°C pulso rápido y piel húmeda, también puede haber síntomas de síncope y calambres por calor. La progresión hacia la fiebre térmica se sospecha si se eleva la temperatura o disminuye la sudación.

Calambres por calor

Estos resultan de la pérdida de sodio en la sudación que sólo se reemplaza con agua, por lo general, se caracterizan por contracciones musculares lentas y dolorosas, así como espasmos intensos que duran de 1 a 3 minutos y que afectan a los músculos empleados en trabajos intensos. La piel se encuentra húmeda y fría y los músculos afectados se palpan duros y con protuberancias petrosas similares a bolas de billar, la temperatura puede ser normal o un poco elevada.

Síncope por calor

En este trastorno, la pérdida brusca de la conciencia es el resultado de la vaso dilatación cutánea junto con hipotensión arterial consecutiva sistémica y cerebral. En general estos episodios se presentan después de un trabajo intenso y duran dos horas por lo menos, la piel se palpa fría y sudorosa y el pulso es débil, la presión sistólica es menor a 100mmHg.

Trastornos cutáneos

Los trastornos producidos debidos al calor son: Miliaria (exantema por calor): se debe a la retención de sudor debido a la obstrucción de los conductos de las glándulas sudoríparas. Hay tres tipos que se enlistan en orden creciente de gravedad: miliaria cristalina, miliaria rubra y miliaria profunda. Como la obstrucción de los conductos se hace más profunda en la piel, la gravedad aumenta y la presentación varía, por ejemplo: vesículas, eritema, descamación, máculas. Eritema ab igne (de fuego): se caracteriza por la aparición de nódulos hiperqueratósicos, después del contacto directo con calor insuficiente para causar una quemadura. Intertrigo: es el resultado de una sudación excesiva que se observa con frecuencia en personas obesas, la piel en los pliegues cutáneos presenta eritema y se macera. Urticaria por calor (urticaria colinérgica): puede ser localizada o generalizada y se caracteriza por pápulas con eritema circulante.

7. Fundamento de los índices térmicos (Manual de Higiene Industrial)

Existen diversos métodos para el fundamento de los índices térmicos, sin embargo, la NOM 015 se basa en TGBH y en el IST

Índices para la Evaluación del Calor

Todos los índices tratan de establecer los límites en los cuales el intercambio entre el organismo y el medio ambiente externo, no suponga peligro o riesgo para las personas. Los índices más utilizados son:

- Índice de Temperatura efectiva (T.E.)
- Índice de la temperatura efectiva corregida (T.E.c.)
- Índice W.B.G.T. (Wet Globe Thermometer) NOM 015
- Índice de Stress térmico (I S T)

Índice de temperatura efectiva

En este índice se hace intervenir la temperatura seca, la temperatura húmeda y la velocidad del aire. Se llama temperatura efectiva de una atmósfera determinada a la que señala un termómetro seco inmerso en un ambiente equivalente esto es, que produzca la misma sensación de frío o calor, y que cumpla todas las condiciones de tener el aire en reposo, saturado de humedad y de temperatura igual a la de las paredes y suelo.

Índice de la temperatura efectiva corregida

Dado que el índice de temperatura efectiva, no hace intervenir el intercambio de calor por radiación, resulta sólo apropiado en donde las temperaturas de las superficies de los cuerpos del medio ambiente son similares a la del cuerpo humano.

Índice W.B.G.T.

El índice W.B.G.T. de la A.C.G.I.H. (TLVs) consiste en la ponderación fraccionada de las temperaturas húmedas, de globo y a veces temperaturas secas. Las principales fórmulas que los definen son:

1. En exteriores (con exposición solar)

$$\text{W.B.G.T.} = 0.7 T_h + 0.2 T_g + 0.1 T_a$$

2. En interiores o exteriores sin exposición solar (a la sombra)

$$\text{W.B.G.T.} = 0.7 T_h + 0.3 T_g$$

En donde:

W.B.G.T. = temperatura de globo y bulbo húmedo según fórmula °C

T_h = temperatura natural de bulbo húmedo °C

T_a = temperatura de bulbo seco °C

T_g = temperatura del termómetro de globo °C

De la relación:

La carga térmica soportada en W.B.G.T.

La carga máxima que puede soportarse para el trabajo

Tendremos el Stress térmico (según W.B.G.T)

Tabla 1. Valores de las temperaturas W.B.G.T. admisibles			
Régimen de trabajo-descanso	Carga de trabajo		
	Ligero	Moderado	Pesada
Trabajo continuo	30.0	26.7	25.0
75% trabajo			
25% descanso (cada hora)	30.6	28.0	25.9
50% trabajo			
50% descanso (cada hora)	31.4	29.4	27.9
25% trabajo			
75% descanso (cada hora)	32.2	31.1	30

Tabla 2. Valores umbrales W.B.G.T. en °C		
Carga de trabajo	Baja velocidad del aire	Alta velocidad de aire
	(hasta 90m/minuto)	(por encima de 90m/minuto)
Ligera	30	32
(200 Kcal/hora o inferior)		
Moderado		
(201 Kcal/hora a 300 Kcal/hora)	28	30.5
Pesado		
(Por encima de 300Kcal/hora)	26	29

Índice de tensión térmica

El índice de stress térmico, equivale a un balance energético que se establece por la relación entre la cantidad de energía en forma de calor, que se necesita eliminar en unas condiciones ambientales dadas y la energía máxima que es posible eliminar (a través de la evaporación del sudor)en esas condiciones.

Es evidente que, si se necesita eliminar más energía, se da una situación de acumulación y por tanto, perjudicial para el organismo. La fórmula de aplicación es:

$$(IST) = \frac{E_{req}}{E_{max}} \times 100$$

Siendo:

Evaporación requerida = M + R + C

M= metabolismo total en Kcal/hora

R= energía radiante (balance) en kcal/hora

C= energía intercambiada por convección en kcal/hora

Una vez realizado el cálculo del IST, tenemos una tabla que nos muestra la relación del valor del IST y la consecuencia higiénica y fisiológica que se presenta en los trabajadores expuestos:

Tabla 3. Significación de los valores del índice de stress térmico (IST)	
Valor del IST	Implicaciones higiénicas y fisiológicas de la exposición diaria Durante 8 horas.
-20	Suave stress Frio. Es condición frecuente en áreas donde los hombres se recuperan de la exposición al calor.
-10	
0	Situación neutra. Ausencia de stress.
10	Stress térmico suave a moderado. SI el trabajo exige funciones intelectuales
20	Destreza o especial atención puede esperarse una reducción entre moderada y
30	Sustancial en la calidad o rendimiento del trabajo. En trabajos físicamente pesados puede esperarse un ligero descenso del rendimiento respecto a condiciones térmicamente neutras.
40	Stress térmico muy severo. Solamente un pequeño porcentaje de la población
50	Está cualificado para estos físicamente adecuados. Son necesarios períodos de
60	Descanso para hombres no aclimatados previamente. Debe esperarse una reducción en el rendimiento del trabajo físico. Es deseable la selección médica del personal eliminado para estos trabajos a aquellos que tengan problemas cardiovasculares respiratorios o dermatitis crónicas. Condiciones inadecuadas cuando el esfuerzo mental es exigido por el trabajo es apreciable.
80	Stress térmico muy severo. Solamente un pequeño porcentaje de la población
90	Está cualificado para estos trabajos. El personal será seleccionado previo reconocimiento médico por ensayos realizados en las condiciones de trabajo después de la aclimatación. Son necesarias medidas especiales de suministro de agua y sal. Debe reducirse la dureza del trabajo físico.
100	Es el máximo stress tolerable diariamente por hombres jóvenes físicamente adecuados y previamente aclimatados.

8. Normatividad

Uno de los fundamentos legales que respaldan el análisis de las Condiciones Térmicas Elevadas en los centros de trabajo es la Norma Oficial Mexicana 015-STPS-2001. Esta norma publicada el 4 de mayo del 2001 tiene como objetivo: Establecer las condiciones de seguridad e higiene, los niveles y tiempos máximos permisibles de exposición a condiciones térmicas extremas, que por sus características, tipo de actividades, nivel, tiempo y frecuencia de exposición, sean capaces de alterar la salud de los trabajadores. Esta Norma aplica en todos los centros de trabajo del territorio nacional en los que exista exposición de los trabajadores a condiciones térmicas, provocadas por fuentes que generen que la temperatura corporal de los trabajadores sea inferior a 36 °C o superior a 38 °C.

Para esto establece el reconocimiento, evaluación y control de las condiciones térmicas elevadas (TGBH, IST), límites máximos permisibles, método de evaluación, concordancia con Normas Internacionales y la vigilancia a la salud del POE entre otros puntos.

Todos los índices tienen como finalidad establecer una relación cuantitativa entre los parámetros de una condición ambiental, con relación a una situación referencial límite, para unas condiciones dadas. Todos los índices pretenden hacer intervenir las variables más significativas que intervienen en los procesos que pretende evaluar.

Parámetros que determinan el balance térmico según la NOM 015STPS -2001

La cantidad de calor eliminado por evaporación puede calcularse por la formula:

$$E= K2 Vm (Pp - Pa) W$$

E= calor intercambiado por unidad de tiempo

K2= coeficiente que depende del sistema de unidades empleado

V= velocidad del aire

M= coeficiente que varía de 0.37 a 0.63 según autores

Pp y Pa= presión de vapor de agua a la temperatura de la piel y del aire respectivamente

W= superficie de la piel humedecida por el sudor

El calor perdido por radiación se estima en base a la siguiente ecuación:

$$R = Fe \delta (Tp^4 - TRM^4)$$

Fe= factor de emisividad

δ = constante de Boltzman 5.67×10^{-8} Watt/m². °k⁴

Tp= temperatura de la piel

TRM= temperatura radiante media

En general, la determinación de la cantidad de calor intercambiada por convección por el organismo humano puede obtenerse de la siguiente forma:

$$C = K1 Vn (Tp - Ta)$$

C = calor intercambiado por unidad de tiempo

K1= coeficiente cuyo valor depende del sistema de unidades empleado

V= velocidad del aire

Ta= temperatura seca del aire

Tp= temperatura de la piel

N= coeficiente cuyo valor varía entre 0.5 y 0.6 según distintos autores

Si en la ecuación simplificada del balance térmico:

$$M - E = R + C$$

Sustituimos cada uno de los términos por el valor que se ha calculado se llega a :

$$M - K_2 V_m (P_p - P_a) W = A X F_e X \delta (T_{p4} - T_{RM4}) + K_1 V_n (T_p - T_a)$$

Donde A es el área de piel que interviene en el intercambio térmico por radiación, y los otros símbolos tienen significado definido anteriormente. El análisis de las variables que intervienen en esta ecuación pone de manifiesto que éstas pueden dividirse en dos grupos:

a) Variables que definen el estado térmico del ambiente:

- velocidad del aire, V
- presión parcial del vapor de agua en el aire, Pa
- Temperatura seca, Ta
- Emisividad de los focos radiantes del local, Fe (se supone que la emisividad de la piel es fija)

b) Variables que definen el estado y posición del cuerpo:

- producción metabólica de calor, M
- Posición del cuerpo respecto a los focos radiantes, A

9. La Empresa

La Empresa inicia operaciones en México en 1949. Este mismo año convierte su operación de ventas en una operación de manufactura para producir recubrimiento para la industria cerámica, la industria del porcelanizado, colores inorgánicos.

La Empresa es una organización internacional dedicada a la fabricación de materias primas que se utilizan en una gran variedad de campos tales como recubrimientos cerámico, porcelanizado, colores para vidrio, plásticos, químicos, lubricantes, aditivos, electrónicos y farmacéuticos.

La planta industrial (México) está dividida en diferentes departamentos y áreas funcionales, las cuales son:

- a) Almacén de Materia Prima

- b) Producción (Área Fritas, Área de Compuestos y Área de Producción Lustres)

- c) Taller de Mantenimiento

- d) Almacén de Producto Terminado y Embarques

- e) Laboratorio de Control de Calidad

- f) Oficinas Administrativas.

Actualmente el total de empleados de la empresa son: 302 de los cuales 152 son empleados de confianza, y 155 sindicalizados (obreros) todos varones.

La parte del proceso de producción que se estudia para la elaboración de esta tesis es el área de **Fritas**, dedica su operación básicamente a la manufactura de recubrimientos inorgánicos para la industria cerámica, del vidrio y del porcelanizado.

10. Descripción del proceso productivo (Fritas) y riesgos del área.

	Riesgo por área
Materia-prima Silos	1 Machucado por, golpeado por, atrapado entre,
Pesado Automático	2 Machucado por, golpeado por, atrapado entre,
Mezclado a Hornos	3 Machucado por, golpeado por, atrapado entre, Lumbalgia.
<i>Horno</i>	4 Condiciones térmicas elevadas, deshidratación, Golpe de calor, fatiga, cansancio,
<i>Enfriado</i>	5 Machucado por, golpeado por, atrapado entre, Lumbalgia, quemaduras por (frita caliente)
<i>Tamizado Y Envasado</i>	6 Machucado por, golpeado por, atrapado entre, Lumbalgia.
Almacén	7 Machucado por, golpeado por, atrapado entre,
Embarque	8 Golpeado por, atrapado entre, cortado por,

11. Descripción del diagrama de flujo

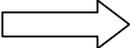
Frita: compuesto amorfo principalmente de Boro y silicio (boro silicato), es el formador de vidrio, dentro de sus propiedades químicas es inestable debido al choque térmico.

Las principales materiales son : nitrato de amonio, carbonato de calcio, oxido de níquel, oxido de cobre, oxido de hierro, nitrito de sodio, litargirio, silica, bórax, aluminas, feldespato. Estas se depositan en los silos.

Se pesa la formula a elaborar basada en porcentajes, siempre se considera una formula máster.

Se mezclan los materiales en la Rinbon Blender hasta que sea homogénea, el tiempo depende del peso de la mezcla. Tiempo promedio: 30 – 60 minutos.

La mezcla se alimenta por medio de un elevador de canjilones a un gusano de alimentación de un horno (el alimentador es un proceso continuo), la velocidad la da la característica de la mezcla.

Alimentación por hora  rendimiento por hora.

Ya la mezcla en el horno comienza la reacción química para formar el compuesto (Frita), la duración promedio es de una hora a una temperatura de 1500° C

Del horno pasa la frita al proceso de enfriado o choque térmico a través de una cisterna ó fosa, y al caer a la toma su forma característica (piedra).

La frita tiene dos formas de secado a) a través de la Rolan Quench sale seca y así se envasa, b) Water Quench: la frita pasa a un proceso de secado rotatorio, posteriormente es envasado

Una vez seca es envasada en sacos de una tonelada o de 50 kilos.

Se almacena temporalmente en el área de embarques.

12. Actividades realizadas en el área de fritas

Las actividades que realizan los trabajadores son:

1. Pesar los materiales
2. Vaciarlos en la tolva
3. Llevar la tolva hacia la rampa
4. Alimentar el gusano del horno (hornero)
5. Vigilar el proceso durante la reacción química. (hornero)
6. Cuando el producto baja a la cisterna lo vigilan (tiempo)
7. La tolva se vacía a ciclónicos
8. Envasan el producto terminado.

13. Riesgos y daños a la salud en el área de estudio

Debido al proceso que se realiza en esta área los riesgos y daños a los que están expuestos los trabajadores son:

Golpeado por, machucado por, heridas cortantes , atrapado entre , caída del mismo nivel, caída de distinto nivel, lumbalgia, deshidratación, golpe de calor, agotamiento por calor, calambres, síncope, trastornos cutáneos.

Objetivos e Hipótesis

Tabla 4. Objetivos e Hipótesis	
Objetivos	Hipótesis
General	General
Evaluar la relación entre la exposición continua a las condiciones térmicas elevadas y alteraciones fisiológicas en los trabajadores expuestos.	Se observará una relación entre la exposición a condiciones térmicas elevadas y alteraciones fisiológicas en los trabajadores expuestos.
Específicos	Específicas
Medición de temperatura corporal y frecuencia cardiaca en los trabajadores expuestos a condiciones térmicas elevadas durante su jornada de trabajo	Como consecuencia a la exposición, se verá alterada la temperatura corporal y la frecuencia cardiaca de los trabajadores
Evaluar mediante la NOM-015-STPS-2001 si la exposición a condiciones térmicas elevadas en el área de fritas rebasa el límite máximo permitido.	En base a los resultados de monitoreo ambiental realizados en el área de interés, la exposición será mayor al límite máximo permisible.
Realizar una encuesta directa a los trabajadores expuestos para obtener signos y síntomas secundarios a la exposición a condiciones térmicas elevadas.	Los signos y síntomas relacionados a la exposición a condiciones térmicas elevadas serán afirmativos en los expuestos, contrariamente al grupo no expuesto.
Evaluar si el equipo de protección personal es el adecuado.	El equipo de protección personal que utilizan los expuestos no es el ideal para su puesto de trabajo.

Metodología

1. Tipo de estudio

Se realizó un estudio de cohorte transversal comparativo en el que se incluyeron en 15 Horneros del área de fritas y 15 Ayudantes generales, para evaluar los síntomas inducidos por estrés térmico. Se determinaron los siguientes criterios de inclusión y exclusión buscando los trabajadores que pudieran aportar resultados confiables.

2. Selección para el procedimiento

Para la realización de este estudio se incluyo personal del área de fritas, los expuestos que son los horneros y el grupo control, ubicado en otros puestos pero dentro de la misma área. Se tomo al total de expuestos y al mismo número para el grupo comparación.

3. Población en estudio (30 trabajadores en total)

Criterios de Inclusión

- ° Trabajadores clínicamente sanos
- ° Edad entre 25 y 45 años
- ° Trabajadores expuestos (horneros)
- ° Trabajadores dentro de la misma área (grupo control)
- ° Antigüedad mínima de un año

Criterios de exclusión

- * Trabajadores eventuales
- * Trabajadores de nuevo ingreso

4. Variables

Variable dependiente: síntomas y signos asociados a alteraciones fisiológicas secundarias a exposición a temperaturas elevadas.

Variable independiente: condición térmica elevada

Variables de confusión o error: equipo de protección personal, edad, antigüedad.

5. Método e Instrumentos

El estudio consiste en la evaluación de 4 puntos, buscando confirmar causa-efecto de las alteraciones a la salud de los expuestos.

5.1 Monitoreo Ambiental de la temperatura elevada del área

Basado en la NOM_015 STPS 2001 en el Monitoreo ambiental de Condiciones Térmicas Elevadas en el lugar de trabajo, realizado por personal externo. Establecer los patrones de actividad y descanso conforme a la Norma Oficial Mexicana 015 de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social.

5.2 Evaluación del equipo de protección personal

Comparación física del Equipo de Protección Personal entre los Expuestos y No directamente expuestos que habitualmente utilizan y que fue determinado por la empresa.

5.3 Cuestionario de síntomas asociados a temperaturas elevadas, C.T.E.

Basado en la literatura sobre C.T.E. se elaboró una encuesta buscando que el encuestado aporte datos clínicos a través de signos y síntomas presentados por exposición directa. Para valorar la intensidad de los síntomas presentados de los expuestos se optó por clasificarla en Leve, Moderada o Severa dependiendo que cuanto afectara físicamente al trabajador, de acuerdo a su propia respuesta. (ver anexos). Este se realizará por medio de entrevista.

5.4 Medición de la temperatura corporal y frecuencia cardiaca

Se realizó la medición de la temperatura corporal con termómetro de mercurio y la frecuencia cardiaca con baumanómetro de mercurio en el puesto de trabajo y durante una jornada normal a ambos grupos. Para evaluar la respuesta fisiológica a la exposición a temperaturas elevadas.

6 Captura y Análisis

La captura de los resultados de las encuestas y medición de signos vitales a realizar en ambos grupos se realizó de forma manual.

Resultados

1. Monitoreo Ambiental del área (Fritas)

Se cuenta con el último estudio de monitoreo ambiental realizado en la empresa (2003) para la evaluación de Condiciones Térmicas Elevadas en base al índice de temperatura globo húmedo (Tgbh) en el ambiente laboral. NOM 015-STPS-2001 Cuenta con 10 puntos evaluados por unidad de verificación.

Tabla 5. Monitoreo Ambiental del área			
Punto	Identificación	Parámetro C.T.E. TGBH ° C	NOM 015-STPS 2001
1	Horno 1 planta baja	37.4	Rebasa la norma
2	Horno 2 planta baja	34.0	Rebasa la norma
3	Horno 3 planta baja	35.3	Rebasa la norma
4	Horno 4 planta baja	36.0	Rebasa la norma
5	Horno 5 planta baja	36.3	Rebasa la norma
6	Horno 1-2 planta alta	37.1	Rebasa la norma
7	Horno 2-3 planta alta	37.6	Rebasa la norma
8	Horno 3-4 planta alta	37.4	Rebasa la norma
9	Horno 4-5 planta alta	37.2	Rebasa la norma
10	Horno 6 planta alta	38.0	Rebasa la norma

Se observó que los 10 puntos evaluados rebasan el máximo permisible de 32. 2°C de acuerdo a la NOM 015 STPS 2001 en relación al tiempo de exposición y de recuperación del trabajador en 1 hr.

2. Inspección sensorial del área

Al realizar la inspección sensorial del área de trabajo en estudio (hornos) es importante mencionar que las actividades reales de los horneros distan de lo reportado en este estudio. La limpieza cerámica del horno se realiza a escasos 20-30 cm, además de que NO cuentan con el equipo de protección personal necesario para este puesto.

Los controles que se verifican a través del cristal se encuentran a una distancia de un metro, y la actividad real es de 50% de exposición y 50% de recuperación. Por lo que el régimen de trabajo-descanso NO es ligero, como tampoco es real que sólo se expongan 5 minutos, el tiempo real de exposición es de 20-30 minutos por hora.

3. Comparación física del Equipo de Protección Personal

Los trabajadores expuestos y los no expuestos cuentan con el mismo Equipo de protección personal

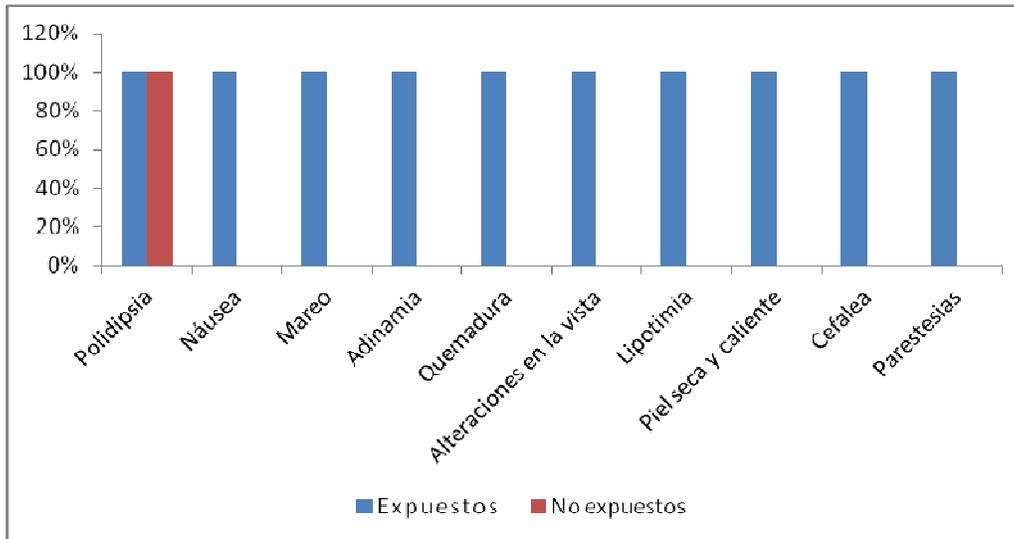
- Casco Infra
- Lentes de seguridad
- Mascarilla MCA con filtros de carbón activado
- Tapón auditivo
- Guantes de electricista
- Zapatos de Seguridad
- Uniforme de algodón

La empresa otorga el mismo equipo de protección para ambos grupos, no valorando las necesidades de los horneros en cuanto a protección y prevención de daños a la salud de estos. Es necesario analizar cual equipo de protección personal es el ideal para este puesto de trabajo.

4. Aplicación de Cuestionario

El cuestionario se aplicó en forma de encuesta directamente a los 15 Trabajadores expuestos a Condiciones Térmicas Elevadas durante su jornada de trabajo. De igual forma se aplicó a los 15 trabajadores no expuestos, pero que se encuentran la misma área. En las siguientes tablas se vaciaron los resultados obtenidos.

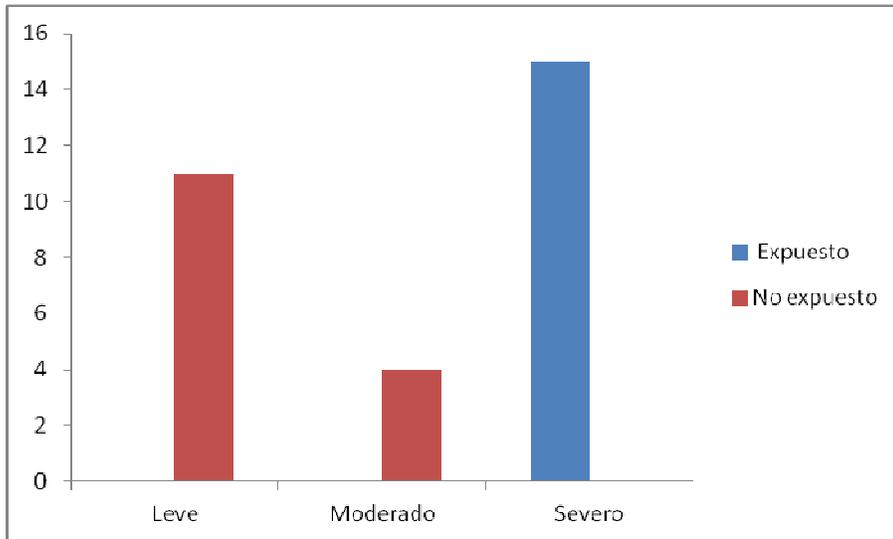
Tabla 6. Síntomas presentados en los trabajadores expuestos y no expuestos a Condiciones Térmicas Elevadas en una empresa química 2006.				
Síntoma	No. Expuestos	%	No. No expuestos	%
Polidipsia	15	100%	15	100%
Náusea	15	100%	0	0%
Mareo	15	100%	0	0%
Adinamia	15	100%	0	0%
Quemadura	15	100%	0	0%
Alteraciones en la vista	15	100%	0	0%
Lipotimia	15	100%	0	0%
Piel seca y caliente	15	100%	0	0%
Cefalea	15	100%	0	0%
Parestesias	15	100%	0	0%



Síntomas presentados en los trabajadores expuestos y no expuestos a Condiciones Térmicas Elevadas en una empresa química 2006.

Los signos y síntomas que son frecuentes en exposición prolongada a altas temperaturas fueron afirmativos en todos los trabajadores expuestos, quienes refirieron presentarlos durante su jornada de trabajo y presentar las parestesias durante la noche. Al contrario, los no expuestos, sólo afirmaron presentar polidipsia durante la misma jornada sin ningún otro síntoma agregado. Esto nos indica que los síntomas, presentes en el grupo expuesto, tienen relación directa con la exposición a altas temperaturas.

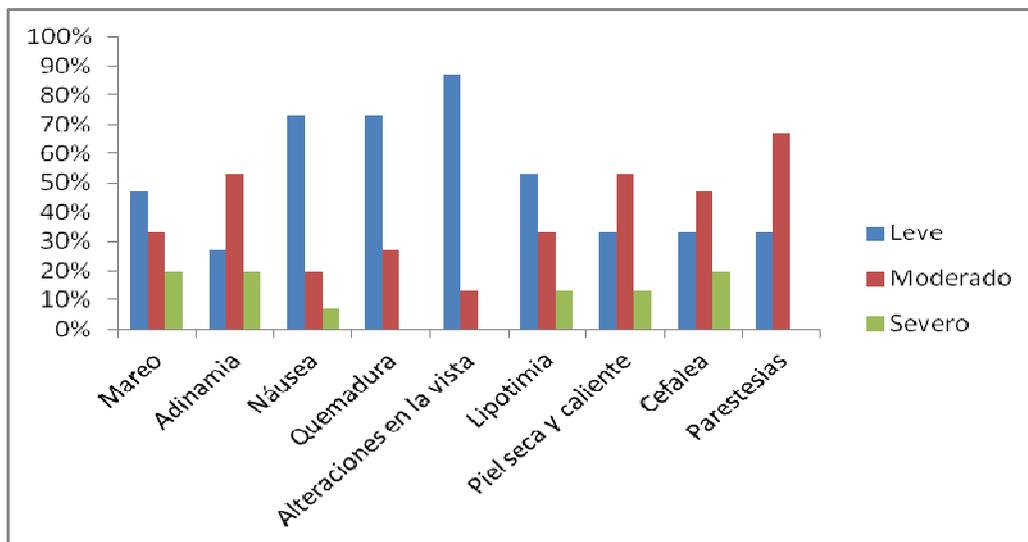
Grupo	Síntoma	Leve	Moderado	Severo
Expuesto	Polidipsia	0	0	15
No expuesto	Polidipsia	11	4	0



Intensidad de polidipsia presentada en ambos grupos expuestos a Condiciones térmicas elevadas en una empresa química 2006.

Es evidente que la exposición al calor está directamente relacionada con la intensidad de sed que refieren los expuestos, y según sus comentarios es el primero en manifestarse durante su jornada de trabajo y al no poder hidratarse rápidamente, presentan los demás síntomas. Por el contrario, en los no expuestos, la intensidad puede relacionarse a la temperatura ambiente en el sitio de trabajo.

Tabla 8 Intensidad de los síntomas presentados en los trabajadores expuestos a condiciones térmicas elevadas en una empresa química 2006.						
Síntoma	Leve	%	Moderado	%	Severo	%
Mareo	7	47%	5	33%	3	20%
Adinamia	4	27%	8	53%	3	20%
Náusea	11	73%	3	20%	1	7%
Quemadura	11	73%	4	27%	0	0%
Alteraciones en la vista	13	87%	2	13%	0	0%
Lipotimia	8	53%	5	33%	2	13%
Piel seca y caliente	5	33%	8	53%	2	13%
Cefalea	5	33%	7	47%	3	20%
Parestesias	5	33%	10	67%	0	0%



Intensidad de los síntomas presentados en los trabajadores expuestos a condiciones térmicas elevadas en una empresa química 2006.

En los trabajadores expuestos todos los signos y síntomas son afirmativos, la percepción de la intensidad es diferente en cuanto al grado de intensidad, esto es posible que se deba a factores como edad del trabajador, antigüedad en el puesto, ya que es de esperarse que quienes tienen mayor tiempo desarrollan cierta tolerancia al calor.

Uno de estos síntomas que llamó la atención es el de alteraciones en la vista, los expuestos dijeron que su campo visual se tornaba borroso por momentos, seguido de datos resequeidad en sus ojos, lo cual les dificultaba concentrarse en sus tareas. Las parestesias, como se mencionó en el cuadro anterior, dijeron presentarlas fuera de su turno, durante la noche mientras dormían, las partes del cuerpo afectadas son: piernas, brazos y manos.

Tabla 9. Medición de Temperatura Corporal y Frecuencia cardiaca en el puesto de trabajo y durante la exposición al factor de riesgo.				
	Expuestos		No expuestos	
	FC/m	T C	FC/m	T C
1	140	37.5	71	36.3
2	127	36.1	70	36.1
3	143	37.2	96	35.2
4	118	36.6	75	36.4
5	139	37.0	62	36.2
6	146	37.9	86	35.9
7	132	37.3	66	36.6
8	129	36.8	76	35.7
9	141	37.7	80	36.6
10	133	36.7	92	36.1
11	116	36.2	81	35.4
12	138	36.9	64	36.0
13	140	37.5	74	36.3
14	134	37.0	88	35.8
15	126	36.3	60	36.7
Promedio	133.47*	36.98*	76.07	36.09
D E	8.89	0.55	11.03	0.43
Prueba de Mann-Whitney, *p=0.000				

Se realizó la medición de la frecuencia cardíaca y temperatura a cada trabajador de ambos grupos en su puesto de trabajo durante una jornada normal, se encontró taquicardia (aumento de la frecuencia cardíaca normal por minuto) en todos los expuestos. Al analizar la asociación entre temperatura y la frecuencia cardíaca con la prueba U de Mann Whitney, se encontró una diferencia estadísticamente significativa, siendo los expuestos lo más los afectados. El promedio de la frecuencia cardíaca en este grupo fue de 133 latidos por minuto, con una desviación estándar de 8.89 mientras que la temperatura promedio fue de 37 grados centígrados y una desviación estándar de .58.

Se observó también que la temperatura en ningún caso rebaso los 38°C, sin embargo, de acuerdo a los resultados, es evidente que a mayor temperatura corporal es mayor frecuencia cardíaca en forma progresiva.

En el grupo no expuesto o de control, observamos que durante la medición los dos signos vitales se mantuvieron dentro de parámetros normales en el total de ellos. Con un promedio de 76 latidos por minuto y una desviación estándar de 11.03, el promedio de su temperatura corporal fue de 36.1 grados centígrados y desviación estándar de .43.

Análisis y discusión

El régimen de trabajo es de 50% de exposición 50% de recuperación por hora al día. La exposición directa, es de 15-20 minutos por hora y durante una jornada laboral.

Estos datos se obtuvieron observando las actividades que realizan durante su jornada normal, midiendo los tiempos de exposición y recuperación, así como el tiempo real de exposición directa.

En lo referente a la evaluación del Equipo de Protección Personal que habitualmente utilizan ambos grupos, es el mismo, no tiene ninguna variante. El área cuenta con 3 Trajes de rayón aluminizado y lentes de cobalto con 6 sombras, que debería usar cada hornero, desafortunadamente no existe la cantidad suficiente para cada uno de ellos, y lo más importante no se les exige el uso durante la exposición directa a los hornos. Lo cual explica un factor que los hace más susceptibles a presentar síntomas relacionados a condiciones térmicas elevadas.

En cuanto a la intensidad de los síntomas de los expuestos encontramos que : la sensación de mareo la percibieron en forma leve en el 47% de los casos, esto se presento durante la exposición directa al calor, la cual refieren duro varios segundos. Los trabajadores dijeron sentir adinamia de intensidad moderada al término su turno de trabajo en un 53%, lo cual es de esperarse como consecuencia de la actividad física. El reflejo nauseoso estuvo presente en el 73% de los encuestados, pero sólo de manera leve, ninguno de ellos presentó vómito.

Las zonas afectadas por quemaduras fueron brazos, manos y piernas también en el 73% de la población. Se explica que estas son las zonas afectadas porque durante la exposición al calor son los brazos los que están directamente expuestos al calor de los hornos, ya que tienen que manipular el producto por medio de varillas para que no se pegue a estos.

La principal alteración en la vista fue visión borrosa durante la exposición al calor en el 87%, esto ocurre al momento de estar manipulando el producto en los hornos, que es cuando la distancia de su cuerpo y el horno es menor a 1 metro de distancia.

Los síntomas de lipotimia y sensación de piel seca y caliente estuvo presente en 8 de los 15 expuestos, lo que corresponde al 53% respectivamente, estos síntomas son secundarios a los 15-20 minutos por hora que pasan frente al horno, tiempo en el cual no se hidratan correctamente. Durante la encuesta, afirmaron presentar cefalea de moderada intensidad, sin irradiaciones de tipo punzante el 53% de ellos, este síntoma se relaciona directamente con la deshidratación que presentan por exposición al calor. Las parestesias en brazos y extremidades inferiores por las noches, de moderada intensidad en 2 de cada 3 trabajadores lo cual se traduce en el 67% , síntomas secundarios a la exposición ya mencionada, incorrecta hidratación y deficiente equipo de protección personal.

Como se esperaba los trabajadores expuestos al calor presentaron mayor porcentaje de sintomatología contra los no expuestos Lo que nos permite confirmar que la sintomatología presentada en el primer grupo está directamente relacionada como causa – efecto.

Conclusiones

Al comparar los resultados obtenidos con las hipótesis establecidas al inicio de este trabajo confirmamos que todas las que se plantearon son aceptadas verdaderas. Quedó demostrado que la exposición a condiciones térmicas elevadas es causa para que el organismo altere su autorregulación, dando origen a las alteraciones fisiológicas (signos y síntomas descritos en las tablas 6 a la 9) ya descritas a detalle, presentándose como consecuencia un desequilibrio térmico, que de no ser atendido oportunamente daña la salud del trabajador poniendo en riesgo su vida.

Los trabajadores expuestos no cuentan con un equipo de protección personal ideal para el puesto que desempeñan, lo que los hace más susceptibles a verse afectados. Era de esperarse también, por la sintomatología de los horneros, que se encuentran expuestos a condiciones térmicas elevadas mayores a los límites máximos permisibles por las Normas Oficiales mexicanas. El objetivo de este trabajo, fue evaluar la relación entre la exposición continua a condiciones térmicas elevadas y las alteraciones fisiológicas en los trabajadores expuestos. Lo que sustenta en este trabajo. Concluyendo que el daño que genera la exposición a ambientes térmicos es severo, se considera un riesgo a la salud que no se está controlando de forma correcta en la empresa estudiada.

Recomendaciones

1. Realizar las modificaciones de ingeniería necesarios para disminuir en lo posible la intensidad de calor emitida por los hornos.
 - a) aumentar el espesor de las paredes de los hornos
 - b) utilizar un mejor sistema de aislamiento en la zona que rodea los hornos.
2. Proporcionar A cada hornero el equipo de protección personal ideal para su puesto de trabajo.
3. Enseñarles el uso correcto de este, cuantas veces sea necesario.
4. Proporcionarles el suficiente líquido para su correcta hidratación durante su jornada de trabajo.
5. Capacitar a los horneros sobre los riesgos que se presentan al exponerse al calor.
6. Realizar los exámenes médicos periódicos correspondientes a de forma anual o semestral.
7. Fomentar en ellos una alimentación adecuada así como la actividad física.
8. Promover y fomentar la salud de los trabajadores en la empresa.

ANEXOS

Cuestionario

Edad _____

Antigüedad en la empresa _____

Antigüedad en el puesto actual _____

Ha trabajado en el área de fritas? _____

Cuanto tiempo? _____

Hace cuanto tiempo que ya no está en fritas? _____

Por favor marque con una X si ha presentado alguna de estas molestias durante o después de su horario de trabajo

Síntoma	Leve	Moderado	Severo	No presenta
Mareo				
Debilidad				
Náuseas				
Vómito				
Mucha sed				
Ronchas				
Quemaduras				
Vista borrosa				
Sensación de caerse				
Piel seca y caliente				
Dolor de cabeza				
Calambres				
Comezón en piel				

En caso de haber presentado calambres conteste por favor

En que parte de su cuerpo tiene calambres? _____

Cuando tiene calambres son dolorosos _____

La piel se pone dura? _____

Siente como si tuviera bolas ó piedras debajo de la piel donde tiene el calambre? _____

Los calambres le dan en el trabajo o en su casa? _____

Si ha tenido alguna otra molestia anótela por favor _____

Bibliografía

1. Richard Cohen MD, MPH Joseph La du. Medicina Laboral y Ambiental. México DF. Editorial Manual Moderno. 2005
2. Golstein LS, Demhrist MW, Repacholi M, Kheifes L: Joseph La Du Medicina Laboral y Ambiental. México D.F. Editorial Moderno 2005
3. Eva Maria Garzás Cejudo Diana María García Gómez Carballo. Organización, Gestión y prevención de Riesgos Laborales en el Medio Sanitario. Editorial Formación Alcalá 2005
4. Secretaria del Trabajo y Prévicion Social S.T.P.S. NOM-015-2001 Condiciones térmicas elevadas o abatidas. Condiciones de seguridad e higiene
5. Lavenne.F Brouwers. J. Heat acclimatasation En: Enciclopedia de Medicina, Higiene y Seguridad en el trabajo. Oficina Internacional del Trabajo. 2001. Madrid.
6. Bell C.R. Temperature. En: Men at Work. Ch. 5 (85-104). (London Allen and Unwin, 1974). 119p.
7. Dukes- Dobos. F.N. Henschell, A. En: Development of permissible heat exposure limits for occupational work American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers Jounal (New York), Sep.1973 15/9(57-62).
8. Manual de Higiene Industrial 3ª edición 1996 Capitulo 12 Ambientes térmicos páginas 591 – 627 Editorial MAPFRE. Gunter Lehmann “fisiología del trabajo “. Globe Thermometer ISO 7243: “Hot environments-Estimation of the heat stress on working-man, Based on the WTGB-index (we bulb globe temperature)” ISO 7730: “Moderate thermal environments-Determiration of PMV and PPD Indices and specification of the conditiond for thermal confort “. National Institute for Occupational Safety and Health: “Occupational exposures To hot environments” Washington U.S Dept.of Health Education and Wel- Fare.