



El bombero frente al estrés térmico

Medidas preventivas

Dr. Javier Pérez Ansón
Asistencia Medica Bomberos ZGZ

XXX JORNADAS NACIONALES DE
SANITARIOS DE BOMBEROS
Granada, 28 y 29 de octubre de 2021

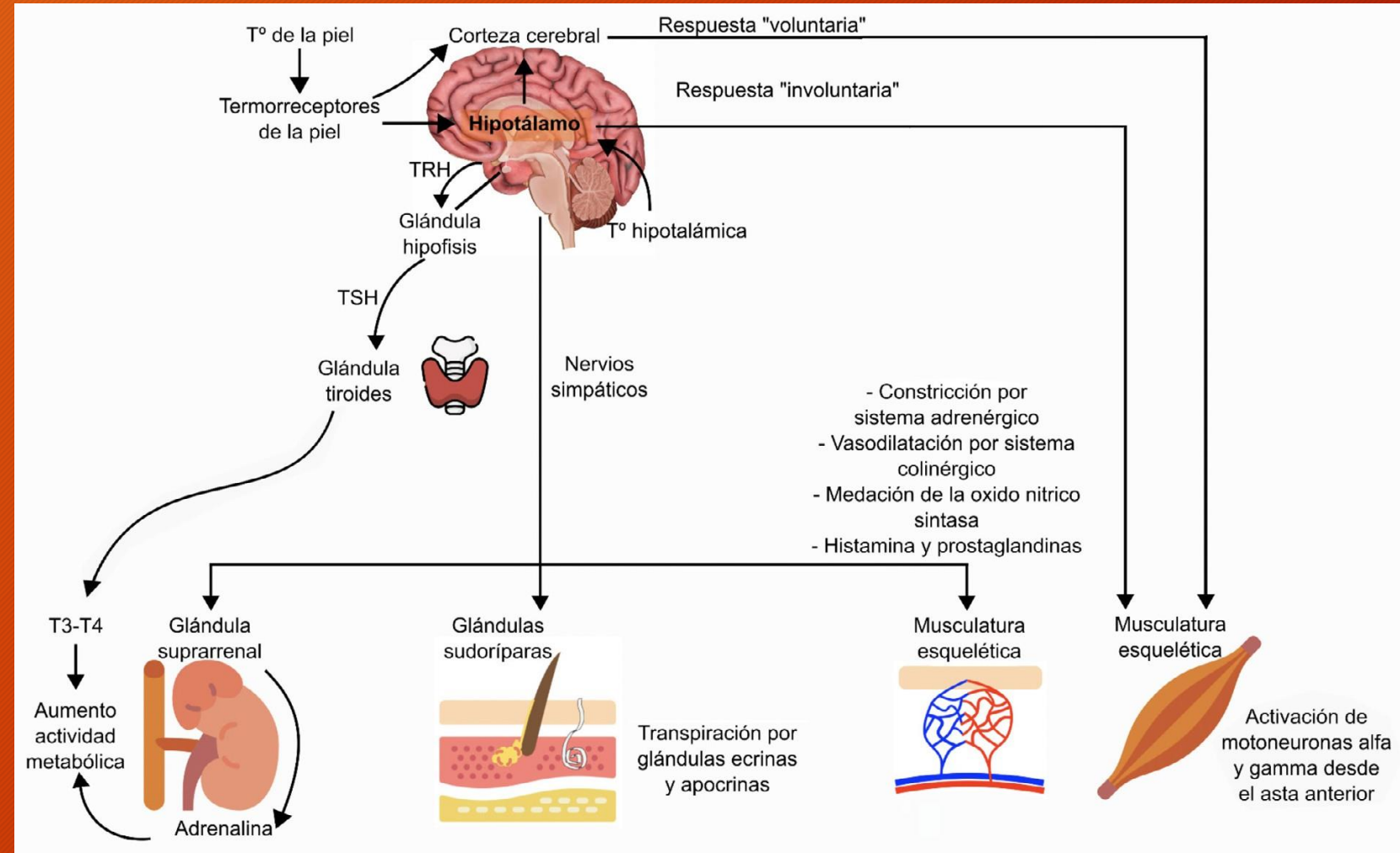
Organiza:   ASOCIACIÓN DE BOMBEROS DE ESPAÑA

Colabora:   AYUNTAMIENTO DE GRANADA

Inscripción: 

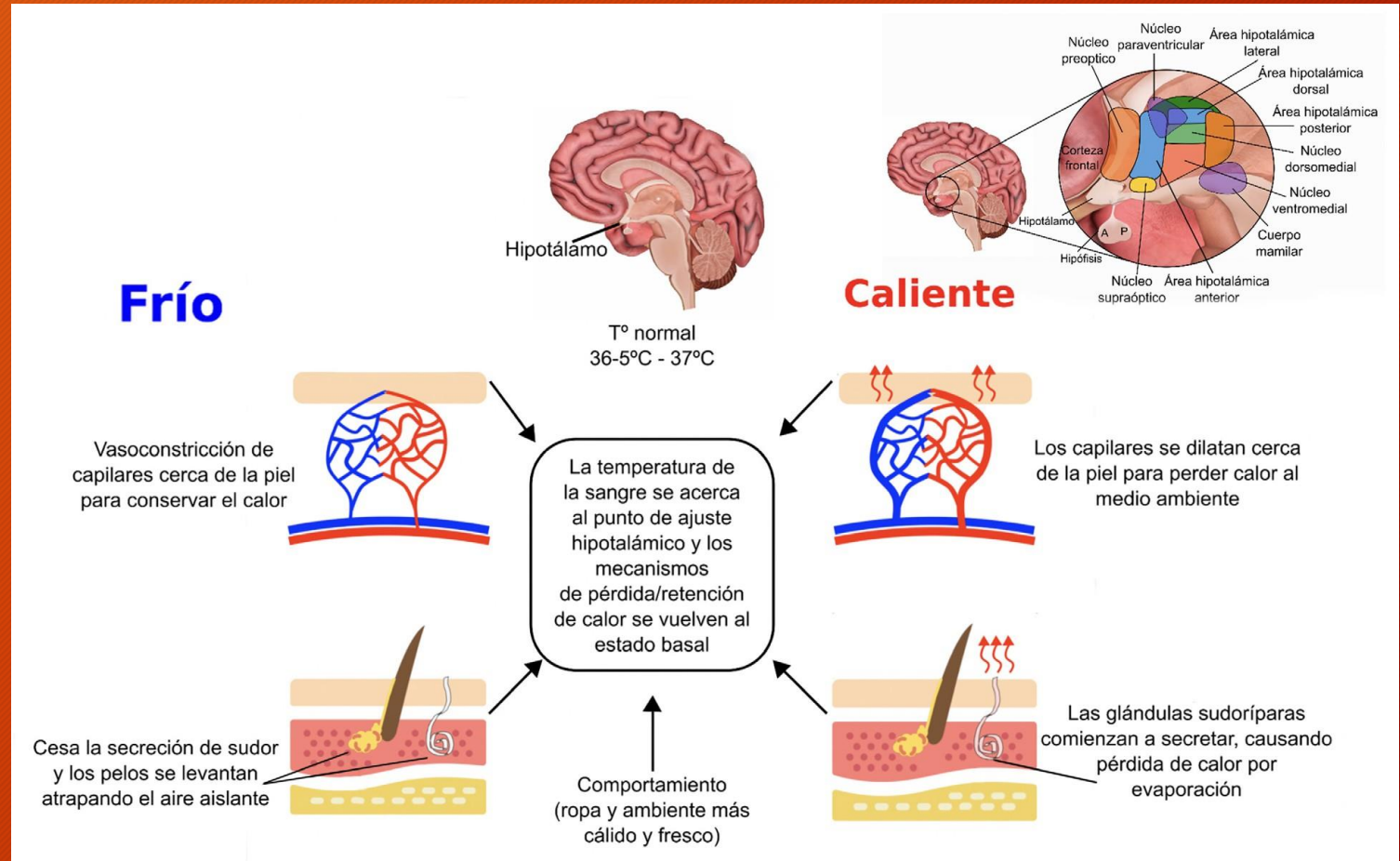
Termorregulación

- La termorregulación es un proceso natural del cuerpo que consiste en la activación de mecanismos centrales y periféricos para mantener la homeostasis corporal y las funciones vitales constantes
- Comprende mecanismos controlados por el hipotálamo, funciona a través de un sistema de retroalimentación que permite el aumento o disminución de la temperatura como respuesta a las condiciones ambientales gracias a la información que recibe de los diferentes sensores térmicos



Termorregulación

- Los receptores se encuentran localizados en la piel, en la médula espinal, en los órganos internos y especialmente, en la región posterior del hipotálamo, manteniendo como valor de referencia 37°C
- El control de la temperatura del cuerpo frente los fenómenos térmicos del ambiente es una de las funciones fundamentales homeostáticas dirigidas por el sistema nervioso.
- Los termorreceptores de la piel envían información térmica a los núcleos parabraquiales (NPB) de la médula para alcanzar el principal integrador de termorregulación, localizado en el Área Preóptica del Hipotálamo (APOH)



Mecanismos de control del calor

- **La radiación** hace referencia al movimiento de energía en forma de rayos infrarrojos entre el medio externo y el cuerpo. La magnitud de la radiación emitida por el cuerpo se rige a favor de un gradiente de concentración que se establece hacia objetos distantes más fríos presentes en el ambiente, los cuales no necesariamente están en contacto directo con la superficie corporal.
 - Se calcula que aproximadamente este mecanismo representa el 60% de la pérdida de calor corporal
- **La convección** consiste en la transferencia de calor desde el cuerpo hacia partículas libres en el ambiente como las de aire o agua. Estas partículas ganan energía calórica al interactuar con la superficie corporal y, posteriormente, cuando se separan son reemplazadas por otras partículas frías que, a su vez, ganan energía; de esa forma el ciclo se repite, generando pérdida de calor.
 - Este mecanismo es responsable de hasta el 12% de la pérdida de calor
- **La conducción** corresponde a la pérdida de calor corporal que se da cuando objetos entran en contacto directo con la superficie del cuerpo. Este proceso genera que la temperatura del objeto y la del cuerpo se equilibren, y una vez esto sucede, evita que el sujeto continúe perdiendo energía calórica.
 - Por este mecanismo, se puede llegar a una pérdida de calor corporal del 3%. Sin embargo, si el objeto que entra en contacto directo es agua fría, la pérdida de calor por esta reacción es, al menos, 100 veces mayor que por el aire frío

Mecanismos de control del calor

- **La evaporación**

- Aumenta la pérdida de calor de la superficie del cuerpo y es una estrategia termorreguladora crítica en temperaturas ambiente que exceden la temperatura central.
- El sudor enfría la piel y de forma secundaria los órganos internos.
- El mantenimiento de la sudoración como mecanismo compensador requiere el aporte de líquidos e iones fundamentalmente cloro y sodio.
- Para que se evapore 1 g de sudor de la superficie de la piel se requiere aproximadamente 0.58 kcal, las cuales se obtienen de la piel, con lo que ésta se enfría y, consecuentemente, el organismo
- En este mecanismo, es determinante la humedad ambiental, dado que la presencia y elevación de ésta, evita la evaporación del sudor y, por tanto, el descenso de temperatura
- La evaporación del sudor permite que el calor se transfiera al medio ambiente como vapor de agua a través de las vías respiratorias y la superficie de la piel.
- El principal factor limitante en la capacidad de un ser humano para mantener la temperatura del cuerpo frente a un desafío térmico es la disponibilidad de agua para la producción de sudor

TABLA DE VALORES DE SENSACIÓN TÉRMICA POR CALOR (HEAT INDEX)

		TEMPERATURA DEL AIRE EN GRADOS CELSIUS (C)																	
		27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
HUMEDAD RELATIVA (%)	45	27	28	29	30	32	33	35	37	39	41	43	46	49	51	54	57	61	64
	50	27	28	30	31	33	34	36	38	41	43	46	49	52	55	58	62		
	55	28	29	30	32	34	36	38	40	43	46	48	52	55	59	62			
	60	28	29	31	33	35	37	40	42	45	48	51	55	59	63				
	65	28	30	32	34	36	39	41	44	48	51	55	59	63					
	70	29	31	33	35	38	40	43	47	50	54	58	63						
	75	29	31	34	36	39	42	46	49	53	58	62							
	80	30	32	35	38	41	44	48	52	57	61								
	85	30	33	36	39	43	47	51	55	60	65								
	90	31	34	37	41	45	49	54	58	64									
	95	31	35	38	42	47	51	57	62										
	100	32	36	40	44	49	54	60											

Precaución	27 a 32	Posible fatiga por exposición prolongada o actividad física.
Precaución extrema	33 a 40	Insolación, golpe de calor, calambres. Posibles por exposición prolongada o actividad física.
Peligro	41 a 53	Insolación, golpe de calor, calambres. Muy posibles por exposición prolongada o actividad física.
Peligro extremo	54 ó más	Golpe de calor, insolación inminente.

Permanecer bajo el sol puede incrementar los valores del índice de calor en 8 C.

Cuando la temperatura es menor que 32 C (temperatura de la piel), el viento disminuye la sensación térmica. Si es mayor de 32 C, la aumenta.

Calor y lesión

- El estrés por calor es una de las tres principales causas de lesiones durante el control de un incendio forestal y causa mayor incidencia de lesiones al combatir incendios estructurales
- Mientras que la ropa de protección personal (EPI) proporciona una protección considerable, el actual EPI estructural es pesado, de múltiples capas y contiene una barrera contra la humedad que atrapa el aire, creando un microclima entre la piel y la ropa.
- En consecuencia, durante el esfuerzo físico y la exposición a un ambiente caliente, los bomberos pierden su capacidad para disipar el calor corporal a través del sudor que es la forma natural de la termorregulación.
- Estos factores aumentan la vulnerabilidad de los bomberos a la tensión térmica.



Carga térmica soportada

- Willi et al. (2016) analizaron el ambiente térmico al que se exponen los bomberos de estructura durante la realización de simulaciones de entrenamiento, mediante sensores de flujo de calor y temperatura colocados en el casco de los bomberos.
- Para caracterizar la exposición dividieron las condiciones ambientales en 4 clases de exposición
 - Clase I flujo de calor $\leq 1000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ y temperatura $\leq 100 \text{ }^\circ\text{C}$
 - Clase II $1000 < \text{flujo de calor} \leq 2000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ y temperatura $\leq 160 \text{ }^\circ\text{C}$
 - Clase III $2000 < \text{flujo de calor} \leq 10000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ y temperatura $\leq 260 \text{ }^\circ\text{C}$
 - Clase IV flujo de calor $> 10000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ y temperatura $> 260 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Estos autores reportaron flujos de calor radiante entre 3000 y $6000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ con temperaturas entre 150 y $200 \text{ }^\circ\text{C}$ considerados niveles de exposición severos, mientras que en las exposiciones moderadas el flujo de calor fue menor a $1000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ con temperaturas en torno a $50 \text{ }^\circ\text{C}$.
- (Krasny et al. 1988; Rossi 2003) analizaron las exposiciones térmicas de los bomberos de estructura con temperaturas que van desde $100 \text{ }^\circ\text{C}$ hasta $300 \text{ }^\circ\text{C}$ y máximo Flujos de calor entre $5 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ y $12 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$. Puntualmente se sobrepasaron exposiciones por encima de los $20 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ con un pico máximo de $42 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ en el estudio de Rossi.

Traje de intervención

- **Los trajes de intervención**, compuesto por chaquetón y cubre pantalón, están diseñados para proteger al bombero de la agresión del ambiente térmico en que se desarrolla la extinción de incendios, incluyendo la exposición al calor radiante, al calor de convección debido a los gases calientes y al de conducción por contacto con superficies calientes
- **UNE-EN 469:2020** Ropa de protección para bomberos. Requisitos de prestaciones para la ropa de protección en la lucha contra incendios. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en octubre de 2020)



- Ropa de protección contra incendios:
XF2 el rendimiento en la prueba de calor: Llama
Xr2 el rendimiento en la prueba de calor: radiación
Y2 el rendimiento en la prueba impermeabilidad
Z2 la resistencia contra el vapor de agua



Traje de intervención

- **Cascos de protección para bomberos:**
- hay tres normas aplicables a los distintos ámbitos:
 - **EN 443:** - Cascos para la lucha contra el fuego en los edificios y otras estructuras. Protegen de los riesgos derivados de la lucha contra incendios.
 - **EN 16471:** – Cascos de protección para bomberos forestales.
 - **EN 16473:** – Cascos de protección para rescate técnico.
- **Verdugo:** Certificada conforme a la normativa de capuces UNE EN 13911, es una prenda ergonómica con apertura en la zona de los ojos y nariz diseñada para la protección de cabeza frente a las altas temperaturas en un incendio.
- **Guantes de intervención:** certificado según la norma UNE-EN 420, UNE-EN 407, UNE-EN 388, UNE-EN 659. Cuenta asimismo con una resistencia a la abrasión, al corte, al rasgado y a la perforación.
- **Botas:** en la norma UNE EN 15090 se recogen características como protección de impactos y torceduras con aislante térmico y gran absorción de energía con suela de goma antiestática, resistente al fuego y antideslizante.



- Los trajes de intervención están diseñados para proteger al bombero de la agresión del ambiente térmico en que se desarrolla la extinción de incendios, incluyendo la exposición al calor radiante, al calor de convección debido a los gases calientes y al de conducción por contacto con superficies calientes.
- El bombero, sin embargo, puede presentar alteraciones derivadas del calor o presentar quemaduras por cada uno de estos tres modos de transmisión del calor o una combinación de los mismos, aunque lleve correctamente dispuestos sus equipos de protección y se mantenga a una distancia apropiada del fuego
- La razón estriba en que el vestuario de protección tiene límites físicos definidos en su capacidad para proteger al usuario, los cuales son medibles, aunque durante la intervención el bombero no puede reconocer estos límites críticos hasta que ya ha experimentado la lesión por quemaduras o los síntomas derivados de una mala termorregulación



Mecanismo lesional

- A pesar de estas excelentes prestaciones exigidas a los trajes de intervención de los bomberos, las estadísticas anuales publicadas en USA sobre quemaduras en bomberos no han descendido, lo cual puede ser debido a que la carga de fuego, intensidad y rapidez de desarrollo en los incendios de interiores, es ahora mayor debido a los modernos materiales utilizados en el mobiliario y elementos de construcción.
- Otro factor que coloca al bombero más cerca del foco térmico es el uso preceptivo de trajes protectores de avanzada tecnología y llevando ERA se aproximan al fuego y permanecen más tiempo en este ambiente térmico hostil.
- Esta mayor capacidad y eficacia en la lucha contra el fuego representa un peligro potencial para el bombero, al crearle falsas expectativas de seguridad, y posiblemente se sobrepasen los valores límite de protección que ofrecen las prendas



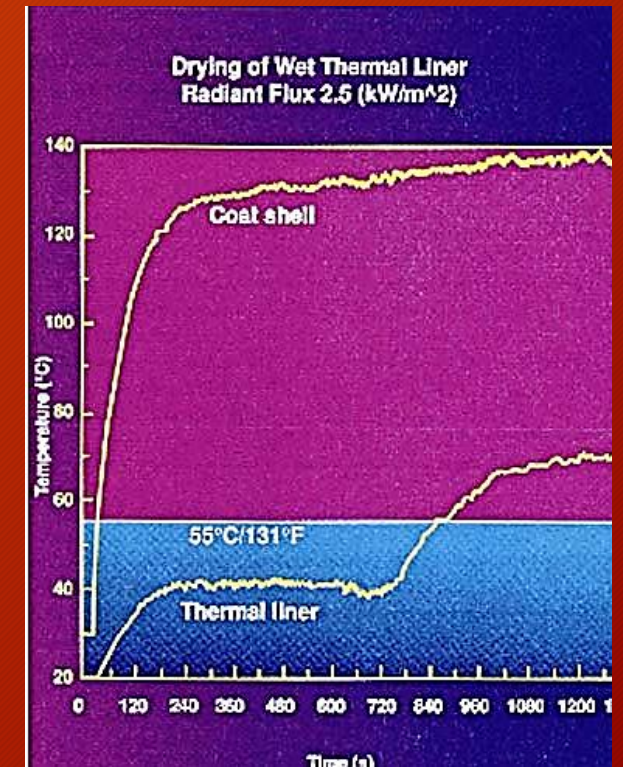
Mecanismo lesional

- Es frecuente que ocurran lesiones por quemaduras, mientras que el traje de protección no presenta daños térmicos en su capa externa.
- Asimismo, los golpes de calor también se reportan durante las intervenciones de los bomberos y han sido identificados como uno de los primordiales riesgos para la su seguridad
- Con solo ligeros cambios en el ambiente térmico, la humedad, que estaba protegiendo al bombero, le puede producir severas quemaduras.
- El problema reside en que el bombero no puede percibir estos cambios entre la humedad y el ambiente térmico, hasta que nota el dolor y se ha producido la lesión cutánea.
- La fuente de humedad interna es el sudor, cuya cantidad puede oscilar entre 1200 g/h y 1800 g/h, en función de la actividad desarrollada y el calor en el entorno de trabajo.
- Una vez la sudoración se ha iniciado, el bombero es susceptible de sufrir lesiones por quemaduras relativas a la humedad.
- La dificultad en la evaporación del sudor que absorbe el material interior del traje de intervención hace que la termorregulación se vea afectada



Mecanismo lesional

- **Por compresión estando el traje húmedo.** El material del traje presenta una mayor ratio de transferencia del calor estando húmedo y comprimido, puesto que el aire entre capas y fibras es menor, por lo cual el valor de la transferencia térmica por conducción puede ser hasta 20 veces mayor.
 - Cuando se halla expuesto el bombero a altos niveles de calor radiante con la prenda mojada ocurren serias quemaduras por esta causa.
 - Otra posible situación peligrosa se presenta al gatear o arrodillarse sobre el suelo
- **Al secarse la prenda húmeda.** El traje protector húmedo durante la intervención frente al fuego, presenta evaporación con pérdida de calor que usualmente beneficia por su efecto refrigerante, pero al encontrarse el bombero demasiado cercano al fuego, la temperatura del tejido aumenta rápidamente y sin darse cuenta ha recibido serias lesiones
- **Quemaduras con el traje seco.** El material de la capa externa de los trajes de protección se degrada a temperaturas más altas de 250 °C, Si se compara con la temperatura de 72 °C en que la piel se destruye, no es raro suponer que se puedan producir quemaduras sin que la capa externa del traje seco presente deterioros.



Mecanismo lesional

Lesiones por quemadura
Tipo de lesión
Inmediata destrucción de la piel
Quemaduras de tercer grado
Quemaduras de segundo grado
Quemaduras de primer grado
Dolor e incomodidad

Temperaturas de la piel versus sensaciones, apariencia y lesión				
Temperatura de la piel	Sensación	Color de la piel	Proceso	Lesión
72 °C	Insensibilidad	Blanca	Coagulación de las proteínas	Irreversible
68 °C 62 °C		Moteada roja y blanca	Piel térmicamente inactiva	Possible reversibilidad
60 °C		Dolor máximo		Rojo fuerte
52 °C	Dolor serio			
48 °C	Dolor	Rojizo	Metabolismo normal	Ninguna
44 °C	Frontera del dolor			
40 °C	Calor	Ruboroso	Metabolismo normal	Ninguna

Mecanismo lesional

- En términos de flujo térmico, la piel no protegida recibirá una quemadura de segundo grado tan solo después de 30 segundos de exposición a $0,45 \text{ watts/cm}^{-2}$.
- Los estudios han mostrado que las temperaturas de las llamas en incendios en contenedores de basura pueden alcanzar casi 1300° F ($704,4^\circ \text{ C}$), con un flujo térmico en exceso sobre 4 watts/cm^{-2} , y con temperaturas del aire que llegan a 750° F ($398,9^\circ \text{ C}$).
- El concepto de tiempo de alarma, desde la sensación de dolor hasta producirse la quemadura de segundo grado.
- Cuando se nota el dolor, debe asumirse que se ha producido la quemadura y su severidad será función de la carga de fuego, la energía absorbida por la piel y el tiempo restante de exposición.
- Cuando se nota dolor, la permanencia en el lugar incrementará la gravedad de la lesión y aumentará el área afectada.
- Si el bombero es capaz de abandonar la zona peligrosa, el calor retenido en el traje protector, incrementará la lesión hasta que se retire el traje y mientras mantenga la temperatura en la piel igual o mayor de 44° C .



La enfermedad térmica

- La patología por calor habitualmente suele presentarse por un desequilibrio entre el aumento de la producción de calor, como ocurre en la hipertermia maligna o en el golpe de calor por ejercicio, y por disminución de su pérdida, como ocurre en el golpe de calor pasivo

Factores que intervienen en la regulación de la temperatura corporal

PRODUCCIÓN DE CALOR

Contracción muscular (ejercicio físico, escalofríos)
Reacciones metabólicas
Ingesta de alimentos
Acción de hormonas (tiroxina, adrenalina, cortisol)
Lipólisis de grasa parda

PÉRDIDA DE CALOR

Radiación
Convección
Conducción
Evaporación de sudor



La enfermedad térmica



Calambres por calor

- Estos calambres son espasmos dolorosos de la musculatura esquelética, secundarios a la depleción sódica, debida a las pérdidas por sudación.
- Se presentan de manera usual en trabajadores o atletas que sudan profusamente, en un entorno de temperaturas elevadas
- El tratamiento se basa en el reposo de la musculatura afectada, junto con la administración de bebidas isotónicas por vía oral cada 45 min. Si el paciente no responde a esta solución, el paso siguiente es la utilización de solución salina por vía intravenosa.

Síncope por calor

- Es una reacción sistémica secundaria a la exposición prolongada al calor por pérdida de agua y sales. La pérdida de agua es causa de sed intensa y debilidad, que se acompaña de cefaleas, vértigo, hipotensión y taquicardia. No debe olvidarse que uno de los mecanismos para perder calor es la vasodilatación periférica, que tiene como consecuencia una redistribución de la sangre en la piel.



Agotamiento por calor

- Si hay altas temperaturas ambientales, las personas expuestas a ellas pueden experimentar una depleción de volumen, que se traduce clínicamente en el denominado agotamiento por calor.
- Su origen hay que buscarlo en una ingesta insuficiente de agua y electrolitos. Cuando el tratamiento no es correcto, cabe la posibilidad de que el síndrome progrese a golpe de calor.
- Sus síntomas más característicos son malestar general, mareo, debilidad, náuseas y vómitos.
- La presencia de un paciente deshidratado, con taquicardia e hiperventilación es típica al realizar un examen físico del individuo.
- La temperatura usualmente está dentro de los límites normales, sin que el sistema nervioso central esté afectado.



Golpe de calor

- El golpe de calor también recibe el nombre de insolación y se caracteriza por ser una emergencia médica.
 - Se define como el aumento de la temperatura corporal por encima a 40°C , al fracasar el sistema de termoregulación, presentando disfunción del sistema nervioso central y una alteración en el funcionamiento de diferentes órganos
 - Es una forma de hipertermia que induce respuesta inflamatoria sistémica, la que conlleva una disfunción orgánica múltiple, donde la encefalopatía es la manifestación predominante.
 - El golpe de calor, en su forma clásica o pasiva, se presenta en condiciones de alta temperatura y humedad ambiental; las víctimas usualmente son ancianos que viven en hogares con una ventilación deficiente; no hay sudación en el 85% de los pacientes
 - El golpe de calor en su forma activa o asociada al ejercicio ocurre en jóvenes sanos que han realizado ejercicio extenuante en ambientes muy calurosos; caracterizado por una aparición mucho más brusca

Síntomas

- Alta temperatura corporal. Una temperatura corporal central mayor 40° C
- Dolor de cabeza
- Estado o comportamiento mental alterado. Confusión, agitación, dificultad para hablar, irritabilidad, delirio, convulsiones.
- Piel enrojecida. Su piel puede enrojecerse a medida que aumenta la temperatura corporal.
- Alteración de la sudoración. su piel se sentirá caliente y seca al tacto. Sin embargo, en el golpe de calor provocado por el ejercicio intenso, su piel puede sentirse seca o ligeramente húmeda.
- Náuseas y vómitos.
- Respiración rápida. Su respiración puede volverse rápida y superficial.
- Frecuencia cardíaca acelerada. Su pulso puede aumentar significativamente porque el estrés por calor impone una enorme carga a su corazón para ayudar a enfriar su cuerpo.

Tratamiento del golpe de calor

- Los fármacos antipiréticos son poco o nada efectivos en caso de golpe de calor.
- En general se recomiendan medidas físicas como colocar al paciente en lugar fresco y sombreado, aligerarlo de ropa, humedecer la piel, o refrescarla de forma indirecta mediante el uso de pulverizaciones o ventiladores.
- En el medio hospitalario pueden realizarse inmersiones en agua fría o lavados gástricos o peritoneales para disminuir la temperatura interna del organismo.
- Otras medidas incluyen la rehidratación mediante la aplicación de suero intravenoso, y la vigilancia y estabilización de los niveles de electrolitos en sangre, principalmente sodio, potasio y cloro.

Medidas preventivas frente al calor

- Hay una serie de procedimientos de prevención que existen en el servicio de bomberos para disminuir la incidencia de estrés por calor.
- como la rotación de los equipos intervinientes.
- la reposición de líquidos.
- la educación acerca de los signos de alarma en la enfermedad por el calor.
- la refrigeración pasiva (por ejemplo, la apertura del EPI o sentarse en un área sombreada).
- Aunque estas prácticas actuales ayudan a aliviar el estrés térmico, la protección contra incendios Standard Association Nacional de Rehabilitación (NFPA 1584) afirma que los métodos de refrigeración activas deben incluirse en los procedimientos operativos estándar

Rotación de los equipos de trabajo

Rotación de los equipos intervinientes

- Se entiende por carga térmica a la suma de la carga térmica ambiental y el calor generado en los procesos metabólicos.

LIMITES PERMISIBLES PARA LA CARGA TERMICA
Valores dados en °C grados - TGBH

Régimen de trabajo y descanso	Tipo de Trabajo		
	Liviano (menos de 230 W)	Moderado (230-400W)	Pesado (mas de 400W)
Trabajo continuo	30,0	26,7	25,0
75% trabajo y 25% descanso cada hora	30,6	28,0	25,9
50% trabajo y 50% descanso cada hora	31,4	29,4	27,9
25% trabajo y 75% descanso cada hora	32,2	31,1	30,0



Recuperación de la temperatura

Enfriamiento pasivo.

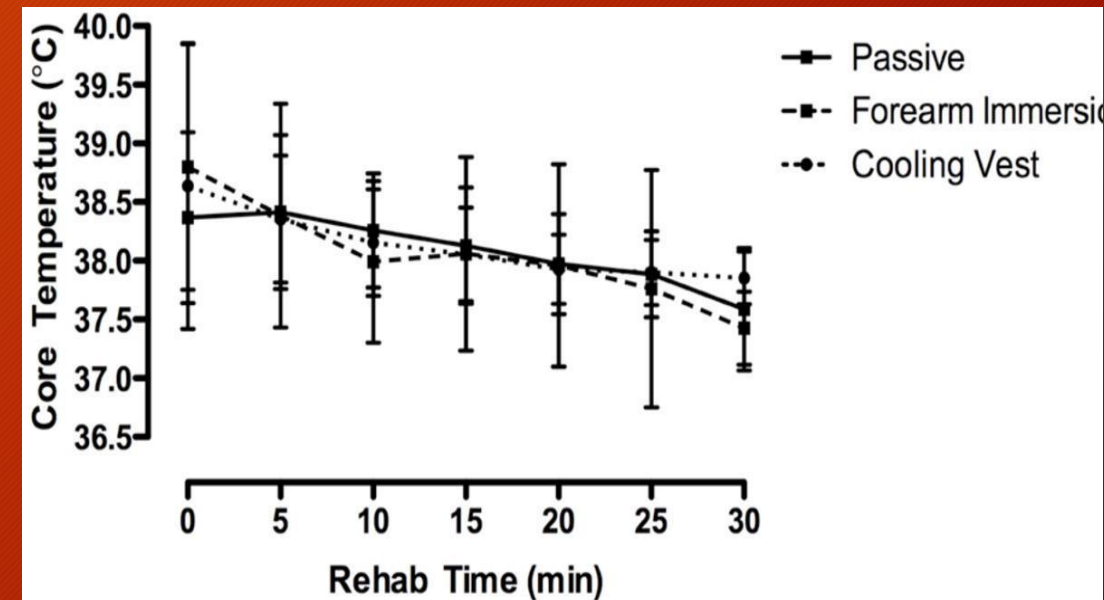
- Proceso de usar enfriamiento evaporativo natural (sudoración), para reducir la temperatura corporal central elevada
 - quitarse el equipo de protección personal,
 - buscar a un ambiente fresco y ventilado
- Es un proceso lento, aproximadamente $0.5^{\circ}\text{C} / 30'$
- Precisa de una buena hidratación para favorecer la sudoración



Recuperación de la temperatura

Enfriamiento activo.

- Proceso de usar métodos o dispositivos externos (por ejemplo, inmersión de manos y antebrazos, ventiladores de nebulización, chalecos de hielo) para reducir la temperatura corporal.



Rehidratación

la reposición de líquidos

- En función de la proporción de líquidos perdidos se pueden producir las siguientes alteraciones:
- Pérdida del 2%: descenso de la capacidad termorreguladora.
- Pérdida del 3%: disminución de la resistencia al ejercicio, calambres, mareos, aumento del riesgo de sufrir lipotimias e incremento de la temperatura corporal hasta 38 grados.
- Pérdida del 4-6%: disminución de la fuerza muscular, contracturas, cefaleas y aumento de la temperatura corporal hasta 39 grados.
- Pérdida del 7-8%: contracturas graves, agotamiento, parestesias, posible fallo orgánico, golpe de calor
- Pérdida mayor de un 10%: comporta un serio riesgo vital.



Rehidratación

- Debido a que el líquido que se pierde del medio interno se elimina en forma de sudor, su composición es clave para determinar las cantidades de solutos que hay que reponer. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el rango de electrolitos en el sudor es muy amplio y varía en función del grado de aclimatación.
 - La concentración del ión sodio en el sudor oscila entre 10 y 70 mEq/L,
 - La del ión potasio entre 3 y 15 mEq/L,
 - la del ión calcio entre 0,3 y 2 mEq/L y
 - la del ión cloruro entre 5 y 60 mEq/L¹¹.
- La ingesta de agua sola en un organismo deshidratado por las pérdidas sudorales (como ocurre después de hacer ejercicio intenso y/o durante el transcurso del mismo), tiene como consecuencia una rápida caída de la osmolalidad plasmática y de la concentración de sodio lo que, a su vez, reduce el impulso de beber y estimula la diuresis, con consecuencias potencialmente graves como la hiponatremia.
- Por ello, la rehidratación posterior al esfuerzo físico no se consigue de forma adecuada con agua sola



Rehidratación

- La hiponatremia asociada a beber agua sola en ejercicios de larga duración ha sido causa de graves patologías (desorientación, confusión e incluso convulsión).
- Durante este tipo de esfuerzos, el consumo de grandes cantidades de agua pura puede ocasionar un desplazamiento de Na^+ del medio extracelular hacia el intestino, ocasionando una aceleración en la reducción del Na^+ plasmático. De hecho se han producido muertes por encefalopatía hiponatrémica relacionadas con un elevado consumo de agua (como en el maratón de Boston de 2002).
- El ión sodio es, por tanto, el único electrolito que añadido a las bebidas consumidas durante el ejercicio proporciona beneficios fisiológicos.
- Una concentración de Na^+ de 20 a 50 mmol/L (460-1150 mg/L) estimula la llegada máxima de agua y carbohidratos al intestino delgado y ayuda a mantener el volumen de líquido extracelular.



Rehidratación

- Las pérdidas del ión potasio son mucho menores (4-8 mmol/L), lo que, asociado a la hiperpotasemia observada en los esfuerzos físicos intensos, hace que su reposición no sea tan necesaria como la del ión sodio, al menos durante el tiempo que dura la ejecución del esfuerzo, aunque sí es conveniente que se incluya en las bebidas utilizadas para reponer las pérdidas una vez finalizada la actividad física, ya que el potasio favorece la retención de agua en el espacio intracelular, por lo ayuda a alcanzar la rehidratación adecuada
- Los hidratos de carbono son otros factores vinculados con el propio esfuerzo. En este sentido, se sabe que la concentración de glucógeno en el hígado y los músculos utilizados durante la actividad marca la capacidad de mantener un esfuerzo.
- En este sentido, está demostrado que el aporte de carbohidratos en las bebidas de rehidratación durante el esfuerzo mejora el rendimiento, sobre todo en los e larga duración.



Rehidratación

Rehidratación en el esfuerzo

- El objetivo es conseguir que se ingiera la cantidad de líquido suficiente que permita mantener el balance hidroelectrolítico y el volumen plasmático adecuados durante el ejercicio.
- A partir de los 30 minutos del inicio del esfuerzo empieza a ser necesario compensar la pérdida de líquidos, y después de una hora esto se hace imprescindible.
- Se recomienda beber entre 6 y 8 mililitros de líquido por kilogramo de peso y hora de ejercicio (aproximadamente 400 a 500 ml/h o 150-200 ml cada 20 minutos).
- La temperatura ideal de los líquidos debe oscilar entre 15-21 grados.

BEBIDAS ISOTÓNICAS							
MARCA	ISOSTAR	UP GRADE	POWERADE	AQUARIUS	GATORADE	NUTRI SPORT	SANTIVERI
Precio (euros/litro)	2,38	1,20	2,10	1,26	2,06	3,22	5,75
Etiquetado	Incorrecto	Correcto	Correcto	Correcto	Incorrecto	Incorrecto	Correcto
Azúcar							
Fructosa (%)	0,4	0,5	1,1	1,3	1,2	2,8	7,1
Glucosa (%)	0,4	0,5	1,1	1,3	1,6	1,5	0,3
Sacarosa (%)	4,3	4,7	4,3	3,5	2,2	No contiene	0,3
Maltosa (%)	1,0	No contiene	No contiene	No contiene	0,6	0,5	No contiene
Total azúcares (carbohidratos sencillos)(%)	6,1	5,7	6,5	6,1	5,06	4,8	7,7
Minerales							
Sodio (mg/100 ml)	70,8	23,9	52,5	23,2	51,1	37,2	37,7
Potasio (mg/100 ml)	18,4	7,5	5,6	2,1	15,8	30,1	32,2
Magnesio (mg/100 ml) (%CDR)	12,7 (4,2%)	2,1 (0,7%)	2,1 (0,7%)	0,3 (0,1%)	5,3 (1,8 %)	3,4 (1,1)	6,8 (2,3 %)
Calcio (mg/100 ml) (%CDR)	31,2 (3,9 %)	7,2 (0,9 %)	3,2 (0,4 %)	2,2 (0,3 %)	0,7 (0,1 %)	10,8 (1,4 %)	12,4 (1,6 %)
Cloruros (mg/100 ml)	43,8	30,3	6,4	25,7	46,8	25,2	106,5
Fosfatos (mg/100 ml)	41,0	17,6	No contiene	5,6	25,0	65	12,3

Bibliografía consultada

- Picón-Jaimes YA, Orozco-Chinome JE, Molina-Franky J, Franky-Rojas MP. Control central de la temperatura corporal y sus alteraciones: fiebre, hipertermia e hipotermia. MedUNAB. 2020;23(1):118-130. doi:10.29375/01237047.3714
- N. Palacios, L Franco P. Manonelles; Consenso sobre bebidas para el deportista. composición y pautas de reposición de líquidos, Arch Med Deporte volumen xxv - n.º 126 – 2008
- C. Ramírez, J.M. Alonso, M. Del Valle Consenso sobre utilización de la vía parenteral en el deporte. El tratamiento de los trastornos por calor. Arch Med Deporte 2013;30(2)
- A. B. Carballo, J.A. Rodríguez, J.G Villa; El ambiente térmico durante la extinción de incendios forestales: papel del traje de protección y riesgo de quemaduras; Universidad de León - 2017
- P. Langridge, Mantenerse fresco bajo el estrés térmico - principales recomendaciones para la prevención y tratamiento de las enfermedades relacionadas con el calor. Oficial de la CFA Country Fire Authority Condado de Victoria, Australia – 2013
- R.Torra, <https://www.interempresas.net/Proteccion-laboral/Articulos/219722-La-UNE-EN-469-no-basta.html>
- Normativa UNE EN actualizada por gentileza de Asepal
- NFPA 1971 ‘Protective ensemble for structural Fire’.
- UNE EN 469: 2006 ‘Vestuario de protección para bomberos estructurales’.
- NT FIRE 052.- Complete Suit Test in hazardous conditions.