

# Variables meteorológicas y salud





---

# Variables meteorológicas y salud





Tirada: 1.000 ejemplares

Edición: Abril 2006

Depósito Legal: M-14457-2006

Imprime: Longares I.R., S.A.

# Índice

1.	PRESENTACIÓN .....	7
2.	INTRODUCCIÓN .....	11
3.	TEMPERATURA Y SALUD .....	15
3.1.	Fisiología de la termorregulación .....	17
3.2.	Relación entre temperatura y mortalidad .....	18
4.	EFFECTOS DEL CALOR EXTREMO SOBRE LA SALUD ....	19
4.1.	Definición .....	21
4.2.	Efectos .....	22
4.2.1.	Directos .....	22
4.2.2.	Indirectos .....	27
4.3.	Factores de riesgo y grupos vulnerables .....	29
4.4.	Medidas preventivas ante el calor intenso .....	33
4.4.1.	Medidas individuales .....	33
4.4.2.	Medidas comunitarias .....	34
5.	EFFECTOS DEL FRÍO EXTREMO SOBRE LA SALUD .....	37
5.1.	Definición .....	39
5.2.	Efectos .....	39
5.2.1.	Directos .....	40
5.2.2.	Indirectos .....	46
5.3.	Factores de riesgo y grupos vulnerables .....	48
5.4.	Medidas preventivas ante el frío intenso .....	49
5.4.1.	Medidas individuales .....	49
5.4.2.	Medidas comunitarias .....	52
6.	OTRAS VARIABLES METEOROLÓGICAS .....	55
6.1.	Presión atmosférica .....	57
6.2.	Humedad .....	59
6.3.	Precipitaciones .....	62
6.4.	Viento .....	63
6.5.	Tormentas .....	66
6.6.	Ionización atmosférica .....	68


7.	VARIABLES METEOROLÓGICAS Y CONTAMINACIÓN ..	69
8.	VARIABLES METEOROLÓGICAS, POLEN Y ESPORAS .....	73
9.	VARIABLES METEOROLÓGICAS, ACCIDENTES Y CATÁSTROFES .....	77
9.1.	Morbi-mortalidad por caída de rayos .....	79
9.2.	Accidentes debidos a la niebla .....	85
9.3.	Prevención de accidentes de tráfico debidos a climatología adversa .....	87
9.4.	Fenómenos catastróficos debidos a variables meteorológicas: inundaciones .....	90
10.	VARIABLES METEOROLÓGICAS Y SALUD MENTAL .....	97
11.	EPÍLOGO: CAMBIO CLIMÁTICO Y SALUD .....	101
12.	BIBLIOGRAFÍA .....	105
13.	COLECCIÓN DE DOCUMENTOS TÉCNICOS DE SALUD PÚBLICA .....	113



---

**Autor:**

Enrique Cámara Díez  
Servicio de Sanidad Ambiental







---

# Presentación



1.

## ■ **Presentación**

El frío y el calor, el viento y la humedad, la lluvia, la nieve, las tormentas, constituyen fenómenos esenciales del medio físico en que se desenvuelve la vida y son compañeros inseparables del ser humano. Ya Hipócrates, 400 años antes de Cristo, describió la forma en que los vientos fríos y los cálidos afectaban a las personas y sugirió la posible conexión entre las epidemias y las condiciones meteorológicas.

En la actualidad, innumerables estudios científicos han certificado de forma taxativa la enorme influencia que los fenómenos atmosféricos tienen sobre la salud humana. No es sólo que una ola de frío provoque episodios de hipotermia o de congelación; o que una ola de calor ocasione muertes por golpes de calor y deshidratación. Lo que los estudios llevados a cabo ponen de manifiesto es el aumento de morbilidad y de mortalidad que se deriva de dichos fenómenos como consecuencia, en gran número de casos, de agravamiento de enfermedades crónicas en personas vulnerables, sobre todo ancianos.

El indudable cambio climático al que asistimos, acelerado en las últimas décadas por el aumento exponencial de gases de efecto invernadero en la atmósfera, tendrá a lo largo del siglo recién comenzado un impacto colosal sobre la salud de las personas, tanto de forma directa, al aumentar en frecuencia y duración los fenómenos extremos, como indirectamente al afectar al hábitat y las condiciones socioeconómicas de millones de seres humanos.

Este documento surge a raíz de la inquietud suscitada en la sociedad por los episodios de extremos térmicos de los últimos años, particularmente tras la intensa ola de calor del verano de 2003. Sin embargo, además del calor, pretende ofrecer una visión asequible del conocimiento disponible sobre la influencia de las principales variables meteorológicas sobre la salud, al mismo tiempo que ofrece claves de prevención tanto a nivel individual como colectivo.

Confío en que su publicación facilite información útil a profesionales y público en general y contribuya en alguna medida a mitigar los efectos de la meteorología adversa sobre la salud.

**Agustín Rivero Cuadrado**

*Director General de Salud Pública y Alimentación*





---

# Introducción

## ■ **Introducción**

La intensa ola de calor del verano de 2003 afectó a Europa occidental de una forma dramática en términos de salud. España no fue una excepción. Un primer estudio epidemiológico realizado antes de concluir el año cifraba en aproximadamente 6.500 fallecimientos el exceso de mortalidad sobre lo esperado en el período junio-agosto<sup>1</sup>. A finales de junio de 2004, sin embargo, los datos sobre mortalidad proporcionados por el INE (tabla 1) señalaban que el total de fallecimientos durante los meses de junio, julio y agosto de 2003 ascendía a 97.609, casi 13.000 más que en el mismo período del año anterior. Solo en agosto hubo 34.632 muertes, un 27% más que en 2002, algo difícilmente explicable como resultado de la variación interanual. Por el contrario, a la vista de estos datos parece evidente la enorme importancia que los fenómenos meteorológicos extremos pueden tener sobre la salud de las personas, como ha sido reiteradamente puesto de manifiesto por numerosos estudios realizados a partir del último tercio del siglo XX.

La variable más estudiada por ser, sin duda, la más importante en cuanto a efectos en morbimortalidad, ha sido la temperatura. No obstante, lo que actúa en un momento determinado sobre el organismo de una persona, no es sólo una temperatura, sino una determinada situación de la atmósfera de la que forman parte otras variables, meteorológicas, como la humedad, la fuerza del viento, la presión barométrica, etc., y no meteorológicas, pero muy relacionadas con ellas, como la contaminación química o el contenido polínico del ambiente. Todos estos factores son los que actuando conjuntamente sobre individuos con mayor o menor grado de vulnerabilidad o susceptibilidad a los mismos producen en ellos determinados efectos sobre su salud, tanto positivos como negativos. A pesar del artificio que siempre supone parcelar cualquier realidad que se manifiesta como un todo, el análisis y estudio de cada uno de sus componentes resulta imprescindible para una mejor comprensión de los fenómenos y su importancia relativa.

**Tabla 1. Fallecimientos en España (todas las causas, todas las edades, ambos sexos) en los veranos de 2002 y 2003. Fuente: INE**

Meses	Año 2002	Año 2003	Diferencia	Variación %
Junio	28.771	31.766	2995	+ 10,41
Julio	28.690	31.211	2521	+ 8,79
Agosto	27.185	34.632	7447	+ 27,39
Total	84.646	97.609	12.963	+ 15,31



---

# Temperatura y Salud

## ■ Temperatura y Salud

### 3.1. Fisiología de la termorregulación

La temperatura interna normal del cuerpo en reposo oscila entre los 36-37,5 °C mientras que la de la piel, en contacto con el exterior, es aproximadamente 0,5 °C menor.

La capacidad del organismo de mantener la temperatura corporal dentro de unos márgenes tan estrechos, a pesar de las amplias variaciones de la temperatura ambiental, es posible gracias a un sofisticado sistema regido por el centro termorregulador del hipotálamo que permite equilibrar los mecanismos de producción y pérdida de calor y mantener de esa forma constante la temperatura. Básicamente, los ajustes se producen de la siguiente forma:

Cuando la temperatura ambiental es elevada se ponen en marcha diversos mecanismos que permiten al cuerpo perder calor:

- ◆ Aumento de la frecuencia cardíaca y dilatación de los vasos sanguíneos periféricos, lo que conlleva un incremento del flujo sanguíneo de la piel y la consiguiente pérdida de calor al exterior por irradiación.
- ◆ Sudoración. Al evaporarse el sudor se produce un enfriamiento corporal. Por cada gramo de agua evaporada desde la superficie corporal se pierden 0,6 calorías.
- ◆ Hiperventilación. Al incrementarse la frecuencia respiratoria aumenta la cantidad de calor que expulsamos con el aire en cada espiración.

Por el contrario, en caso de descenso de la temperatura exterior el sistema de termorregulación intenta mantener la temperatura corporal constante a través de:

- ◆ Aumento de la producción de calor mediante un aumento del metabolismo. La fibrilación muscular, responsable del temblor (tiritona) no es sino un mecanismo reflejo mediante el que se desprenden grandes cantidades de calor en los músculos.
- ◆ Reducción de las pérdidas de calor mediante una vasoconstricción cutánea, lo cual disminuye la cantidad de calor que transporta la sangre desde el interior a la superficie del cuerpo.

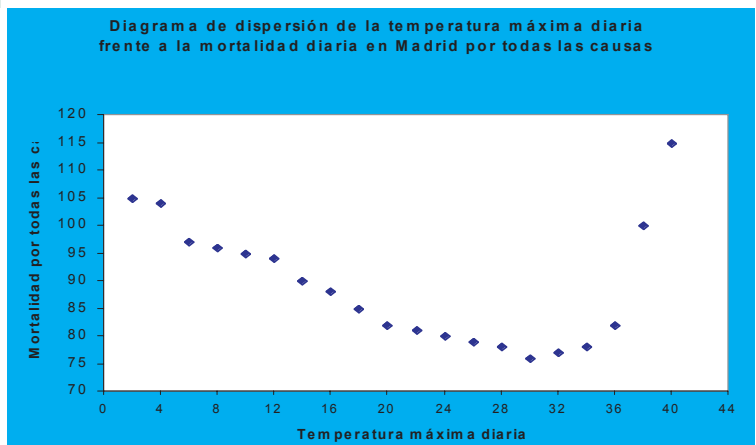
Hay un rango de temperaturas, diferente según la geografía, en que el sistema de termorregulación se encuentra en un estado de mínima actividad y los individuos experimentan sensación de bienestar o confort térmico. A medida que la temperatura

ambiente se aleja de esa zona de bienestar, por uno u otro lado, el sistema termorregulador aumenta su actividad y los ajustes que deben producirse a través de los mecanismos descritos se experimentan como sensación de malestar térmico. Puede llegar un momento en que si las temperaturas alcanzan valores extremos los mecanismos de termorregulación queden desbordados, con el consiguiente riesgo para la salud que ello supone. Para cada individuo, en función de su edad, de su estado de salud previo y de otras muchas variables de diverso tipo que aumentan o disminuyen su fragilidad, la temperatura a partir de la cual se produce el fracaso de los mecanismos de adaptación puede variar.


### 3.2. Relación entre temperatura y mortalidad

La relación entre temperatura ambiental y mortalidad -la variable más estudiada en la relación salud-temperatura- adopta una forma característica de V, con las tasas de mortalidad más bajas en días en que las temperaturas máximas se sitúan alrededor de un determinado punto que es diferente de unas zonas a otras dependiendo del clima propio de cada lugar. En la Comunidad de Madrid la mortalidad diaria más baja se produce con una temperatura máxima de 30,8 °C y mínima de 15,4 °C. A medida que la temperatura asciende o desciende desde dicho punto la mortalidad se incrementa, primero muy suavemente y a partir de un determinado umbral (36,5 °C para el calor y alrededor de 6 °C para el frío) de forma acentuada<sup>2,3</sup> (figura 1).

Figura 1



Fuente: Alberdi JC, Díaz J, Montero JC. Daily mortality in Madrid Community 1986-1992: relationship with meteorological variables. *European Journal of Epidemiology*, 1998.



---

# **Efectos del calor extremo (ola de calor) sobre la salud**

■ **Efectos del calor extremo  
(ola de calor)  
sobre la salud**

## 4.1. Definición

Es evidente que no puede utilizarse la misma definición de calor extremo en Estocolmo que en Sevilla ni en Pontevedra que en Murcia. Además de las diferentes condiciones y características de las viviendas, hay un fenómeno de aclimatación de las poblaciones a la temperatura en la que habitualmente se desarrolla su vida en virtud del cual los efectos nocivos para la salud que pueden darse con una determinada temperatura en una zona se notan con menor intensidad en otra.

Para la Comunidad de Madrid, en base a los estudios llevados a cabo por diversos investigadores, podría hablarse de calor extremo a partir de una temperatura máxima de 36,5 °C y una mínima de 20 °C<sup>2,3</sup>. Se escoge este punto de corte para la máxima por corresponder a la temperatura a partir de la cual se ha comprobado un brusco incremento de la mortalidad. Por cada grado que la temperatura supera este umbral se produce un incremento de la mortalidad diaria del 12,5% en población general, que llega a ser del 28,4% en mujeres mayores de 75 años<sup>3,4</sup>. Además de la intensidad, reflejada en la temperatura máxima, es muy importante tener en cuenta igualmente el número de días que se mantienen esas altas temperaturas, si bien un único día con una temperatura superior a 36,5 °C ya tiene efecto significativo sobre la mortalidad. Ambas variables, intensidad y duración, guardan relación directa con los efectos en salud en términos de morbilidad y mortalidad.

En la Comunidad de Madrid, en verano, además de las altas temperaturas otras condiciones de la atmósfera actúan conjuntamente con éstas para producir el exceso de morbimortalidad observado:

- ◆ **Baja humedad:** los días de mayor calor en Madrid coinciden con los de una humedad relativa más baja, con porcentajes medios de humedad relativa mensual en torno al 49% en junio, 41% en julio y 42% en agosto. La causa hay que buscarla en el hecho de que las olas de calor en nuestra región se deben generalmente a la advección de vientos del sureste procedentes del Sahara, secos y ardientes.
- ◆ **Aumento significativo del ozono troposférico.** Las altas temperaturas y la fuerte insolación, favorecen la formación del ozono a partir de contaminantes primarios como el NO<sub>2</sub> y los compuestos orgánicos volátiles (COV).

## 4.2. Efectos

### 4.2.1. Directos

#### *Dermatitis por calor*

Causadas por el sudor excesivo, muy comunes en todas las edades pero más en los niños. Es frecuente en recién nacidos y menores de un año, que por lo demás están sanos. Se produce por la obstrucción de los conductos de las glándulas sudoríparas. Aparecen granos del tamaño de una cabeza de alfiler que suelen ser rojos o blanquecinos, localizados en zonas de la piel donde son más abundantes las glándulas sudoríparas, es decir, la frente, cara, cuello, pecho o espalda.

Para evitar la excesiva sudoración que favorece la aparición de la dermatitis, conviene no abrigar demasiado al niño, y tanto en los niños como en los adultos utilizar ropa limpia, ligera, amplia, que absorba la humedad (algodón) y mantener una adecuada higiene. Hay que evitar obstruir aún más los conductos de las glándulas sudoríparas con preparados como el talco, cremas muy espesas, etc. El mejor tratamiento es asegurar condiciones de frescor y poca humedad en las partes afectadas. Pueden darse antihistamínicos para aliviar el prurito y clorhexidina para lavar y desinfectar la zona.

A veces, el sudor debido a las altas temperaturas y la falta de higiene crean un caldo de cultivo en el que se ve favorecido el desarrollo de determinados microorganismos, como estafilococos u hongos, que producen infecciones secundarias en zonas propicias como el surco inframamario o las ingles y que precisan del tratamiento específico correspondiente.

#### *Edema de extremidades*

Como resultado de la vasodilatación que produce el calor, se acumula líquido en las extremidades inferiores sobre todo. Se produce en personas con alteraciones vasculares debidas a hipertensión, diabetes, varices, etc.

Los diuréticos favorecen la eliminación del líquido acumulado, pero en caso de temperaturas muy altas pueden contribuir a la deshidratación. Por ello es preferible adoptar medidas conservadoras tales como elevar las piernas mientras se descansa en un lugar fresco. También el ejercicio físico regular moderado, como la marcha, puede favorecer el retorno venoso.

## *Quemaduras*

Por exposición prolongada a los rayos ultravioleta del sol. En los casos más habituales se aprecia un eritema (enrojecimiento) en la parte expuesta que puede llegar a ser muy doloroso, aunque no reviste gravedad; en general sólo se precisa de reposo, aplicación de agua fría bien en forma de ducha, baño o mediante compresas y alguna crema refrescante e hidratante. Puede tomarse Paracetamol o Aspirina para el dolor. En casos más severos puede haber hinchazón y formación de ampollas. Si se forman ampollas y se rompen cabe el peligro de infección por lo que debe aplicarse una pomada antibiótica. En los niños muy pequeños puede estar indicada la consulta médica ante una quemadura solar, sobre todo si la superficie afectada es extensa.

## *Prevención*

- ◆ Tener en cuenta que el máximo de radiación ultravioleta se da entre las 10 de la mañana y las primeras horas de la tarde.
- ◆ Cubrir las áreas expuestas.
- ◆ Utilizar sombrero de ala ancha.
- ◆ Aplicar crema de protección solar con un factor de protección mínimo del 15.
- ◆ Proteger los ojos con gafas de sol.

Conviene no olvidar que si bien la luz solar, en cantidades moderadas, es beneficiosa para el organismo (por ejemplo, para la síntesis de vitamina D cuya falta origina raquitismo), el exceso de sol durante toda una vida daña la piel y aumenta el riesgo de padecer cáncer.

## *Insolación*

Cuando la cabeza se expone prolongadamente a la acción de los rayos ultravioleta del sol se produce cefalalgia, que puede llegar a ser intensa y que es el síntoma habitual. En casos graves puede haber además intolerancia a la luz y al sonido, somnolencia e incluso delirio en casos extremos. Ante una insolación con los síntomas más habituales debe colocarse a la per-

sona afectada en una habitación fresca y oscura, darle un analgésico como el paracetamol y/o colocarle una bolsa con hielo en la cabeza.

### ***Calambres por calor***

La pérdida de sales y de agua que conlleva la sudoración intensa parece ser la causa de las contracturas musculares dolorosas que afectan a personas que realizan una actividad física intensa en ambientes calurosos (deportistas, fogoneros, metalúrgicos, etc.). Los músculos más afectados suelen ser los más ejercitados, como los de brazos, piernas y abdomen; en este último caso el cuadro puede llegar a simular un abdomen agudo.

Pueden prevenirse mediante una ingesta de agua y sal adecuada antes del ejercicio. El tratamiento consiste en descansar en un ambiente fresco y beber líquidos que contengan cloruro sódico y potásico (preparación de limonada alcalina o suero oral).

### ***Síncope por calor***

La vasodilatación periférica que se produce como respuesta al calor intenso junto a la pérdida de líquido por el sudor supone que la sangre retorne con mayor dificultad al corazón al quedar "estancada" en las venas. La consecuencia es una caída de la tensión arterial que hace que llegue menor cantidad de sangre al cerebro y por lo tanto menos oxígeno y glucosa. La persona experimenta mareo, sensación de debilidad y puede llegar a desvanecerse con pérdida de conocimiento. Es la clásica lipotimia por calor, más frecuente en personas que permanecen mucho tiempo de pie bajo un calor intenso (situación que se da con frecuencia en eventos multitudinarios veraniegos), sobre todo si existen factores favorecedores como hipotensión previa o hipoglucemia por falta de alimento. El tratamiento consiste en colocar a la persona en posición horizontal, a ser posible en un sitio fresco o sombreado, facilitándole la entrada de aire (desabrochar prendas ajustadas, corbata, etc.) y elevar sus piernas para facilitar el retorno de la sangre al corazón. Este tratamiento postural consigue hacer llegar la sangre rápidamente al cerebro y en consecuencia soluciona el problema. Es aconsejable la ingestión de líquido y sal para restituir las pérdidas.

### ***Agotamiento por calor***

Puede considerarse como un escalón intermedio entre el síncope por calor y el golpe de calor. De hecho, la distinción entre el agotamiento grave por calor y el golpe de calor no siempre es clara, ya que representan distintos estadios de un mismo proceso. La diferencia esencial estriba en el hecho de que en el agotamiento el sistema de termorregulación sigue funcionando, por lo cual la temperatura interna puede ser normal o, en todo caso, estar discretamente elevada, mientras que lo característico del golpe de calor es una hipertermia superior a los 40 °C por el fracaso de dicho sistema.

En el agotamiento los síntomas se deben a una insuficiencia de las respuestas cardiovasculares de adaptación al calor y a la reducción de agua y sales secundaria a la sudoración.

#### ***Síntomas***

- ◆ Sensación de lasitud, debilidad y mareo que no mejora con los cambios posturales mientras dure la exposición al calor.
- ◆ Extremidades pálidas, frías y húmedas, a pesar del calor.
- ◆ Frecuencia respiratoria alta y tensión arterial disminuida.
- ◆ Sudoración profusa.
- ◆ Puede haber dolor de cabeza, náuseas y vómitos.
- ◆ Temperatura corporal normal o ligeramente elevada.

La recuperación suele ser rápida tras interrumpir la exposición al calor y la rehidratación con líquidos que aporten además las sales perdidas con el sudor.

### ***Golpe de calor***

Es una grave situación que puede desembocar en la muerte y que se debe a un fracaso multiorgánico desencadenado por una elevación incontrolada de la temperatura corporal debido al colapso de los mecanismos termorreguladores ante una sobrecarga térmica.

## Síntomas

Es frecuente, pero no necesario, que en las 24-48 horas previas haya síntomas de agotamiento por calor (mareo, debilidad, náuseas).

Tres son los signos que conforman la tríada característica:

- ◆ Temperatura rectal habitualmente superior a 40,5 °C.
- ◆ Piel seca y caliente, *con falta de sudoración*.
- ◆ Deterioro del nivel de conciencia, desde somnolencia a coma, aunque a veces predomina un cuadro confusional o de agitación psicomotora.

Además, las posibles complicaciones incluyen síntomas derivados del fracaso de múltiples órganos y sistemas:

- ◆ convulsiones
- ◆ insuficiencia renal
- ◆ insuficiencia hepática
- ◆ distress respiratorio
- ◆ shock hipovolémico o cardiogénico
- ◆ pancreatitis
- ◆ hemorragias

La mortalidad del golpe de calor es sumamente variable (8-80%). La duración y la intensidad de la hipertermia son los principales determinantes pronósticos. Los supervivientes de un golpe de calor pueden presentar secuelas de tipo neurológico, como déficit intelectual, además de alteraciones de la función renal, hepática, etc.

## Tratamiento

El golpe de calor es una urgencia vital cuyo tratamiento debe hacerse en un hospital.

La rápida disminución de la temperatura corporal es la medida terapéutica más importante y debe comenzarse cuanto antes, incluso antes del traslado al hospital.

La persona debe ser colocada a la sombra, desvestida y enfriada con los medios disponibles: compresas con agua helada, ducha con agua fría. Se la puede envolver con una sábana

húmeda y poner un potente ventilador enfrente. Igualmente puede resultar eficaz un masaje corporal vigoroso.

Puesto que un tratamiento óptimo no impide que el golpe de calor tenga una elevada morbimortalidad, la mejor estrategia es su prevención mediante campañas educativas dirigidas a los colectivos en riesgo.

#### **4.2.2. Indirectos**

Durante los episodios de calor extremo, se produce un exceso de mortalidad que afecta especialmente a colectivos vulnerables y que no se corresponde con la mortalidad específica clasificada como debida a golpe de calor. (Según datos oficiales durante la ola de calor del verano de 2003 sólo hubo 59 muertes registradas como debidas a golpe de calor).

La mayor parte de la mortalidad y de los ingresos hospitalarios que se producen durante los episodios de calor intenso no se deben a "golpe de calor" sino a agravamiento y descompensación de patologías crónicas en fases avanzadas (fundamentalmente cardiocirculatorias y respiratorias).

### **Mecanismos de descompensación**

#### ***Enfermedades circulatorias***

La deshidratación a que puede conducir una temperatura muy elevada ocasiona hemoconcentración, con aumento de la viscosidad de la sangre y aumento del número de glóbulos rojos y de plaquetas; se ha visto igualmente que en las olas de calor están elevados los niveles de colesterol y de fibrinógeno. Todo ello favorece la formación de trombos tanto en la circulación cerebral (sobre todo si se añade una caída de la tensión arterial por la vasodilatación periférica) como coronaria. Además, la presencia de arterioesclerosis acentuada, común en gran número de ancianos, y la taquicardia que se produce como respuesta al calor, suponen un aumento de trabajo para el corazón que junto a los factores antes mencionados explican los episodios de angina de pecho o infarto de miocardio<sup>5,6</sup>.

#### ***Enfermedades respiratorias***

El calor produce un aumento del metabolismo celular y en

consecuencia de las demandas de oxígeno. En un paciente con insuficiencia respiratoria crónica esa mayor demanda de oxígeno no puede ser atendida. La deshidratación producida por la pérdida de líquidos a causa de la hiperventilación y la sudoración intensa ocasiona un espesamiento del moco bronquial que dificulta aún más una adecuada ventilación pulmonar.

El efecto del calor sobre la mortalidad es inmediato, concentrándose en las 48 horas posteriores, aunque el efecto sobre la mortalidad respiratoria persiste durante más tiempo (hasta 15 días después)<sup>7</sup>. Para otros grupos de causas de mortalidad (mortalidad por todas las causas, tumores y enfermedades del aparato circulatorio) se aprecia una menor mortalidad a partir de la primera semana tras la exposición ya que el exceso de fallecimientos en los primeros días hace que sea menor el número de susceptibles. Recibe el nombre de "efecto cosecha" el hecho de que el calor se cobre defunciones principalmente entre el grupo de pacientes terminales que hubieran fallecido de todas maneras días o semanas más tarde.

Por otra parte, hay muchas evidencias de que las olas de calor al inicio del verano tienen mayores efectos sobre la mortalidad que olas de calor más tardías lo cual se explica por una disminución del número de susceptibles tras la primera ola, por un lado; y a un fenómeno de aclimatación al calor que suele tardar de 10 a 14 días en producirse, por otro<sup>7</sup>.

### ***Otras enfermedades cuya incidencia o gravedad aumenta con el calor:***

Durante los meses más cálidos del año se produce un aumento considerable de aquellas enfermedades que se transmiten por el agua y los alimentos, ocasionando gastroenteritis con diarreas, vómitos, etc. Además de casos individuales esporádicos, las toxiinfecciones alimentarias ocasionan con relativa frecuencia brotes importantes que afectan a colectivos numerosos y que se deben en la mayor parte de los casos a las diversas especies de Salmonella.

## Factores de riesgo ambiental

- ◆ Vivir en una gran ciudad. La propia actividad humana (tráfico, industrias, etc.) y la retención de calor en los grandes conglomerados urbanísticos, generan "islotos de calor" que se concentran de manera especial en el centro de la ciudad y en aquellas zonas donde existen menos espacios refrescantes como parques o jardines.
- ◆ Vivir en los pisos superiores de los edificios, más expuestos al sol, en casas sin aire acondicionado.
- ◆ Concentraciones altas de ozono troposférico que actúa sinérgicamente con las altas temperaturas.

## Factores individuales

- ◆ Enfermedades crónicas: insuficiencia cardíaca, respiratoria, renal, diabetes, hipertiroidismo, Parkinson, demencia y otras enfermedades mentales graves.
- ◆ Deshidratación.
- ◆ Obesidad.
- ◆ Estados de etilismo agudo o crónico. El alcohol deprime el Sistema Nervioso Central y al incrementar la diuresis puede agravar la deshidratación.
- ◆ Proceso febril o gastroenteritis intercurrente con diarrea o vómitos importantes.
- ◆ Pacientes encamados y recién operados.
- ◆ Toma de determinado tipo de medicamentos, fundamentalmente: diuréticos y laxantes (favorecen la deshidratación), betabloqueantes (disminuyen la contractilidad del corazón y la frecuencia cardíaca), neurolépticos (dificultan la pérdida de calor al alterar la termorregulación a nivel central), antidepresivos, anticolinérgicos, antiparkinsonianos, antihistamínicos (disminuyen la capacidad de sudoración), tranquilizantes (al disminuir el nivel de alerta).
- ◆ Edad.
  - ◇ *Niños*, sobre todo los muy pequeños. Tienen más cantidad de agua corporal por unidad de peso que los adultos. Expuestos a altas temperaturas corren grave riesgo de deshidratación.

## 4.3. Factores de riesgo y grupos especialmente vulnerables ante situaciones de calor intenso<sup>8</sup>

◇ *Ancianos.*

Es el grupo de riesgo en el que se concentra la mayor mortalidad durante las olas de calor. En la del verano de 2003, alrededor del 96% del exceso de mortalidad que se produjo en la Comunidad de Madrid se dio en personas mayores de 65 años.<sup>9</sup>

Son muchas las circunstancias que confluyen para hacer de ellos el grupo de riesgo por excelencia:

- Sus sistemas de termorregulación están alterados: tienen menor capacidad de sudoración y su reserva cardíaca, elemento clave frente al calor, está disminuida. La menor sensación de sed, por alteración del centro que la regula, conlleva también mayor peligro de deshidratación.
- Tienen una percepción alterada: no se dan cuenta de que se están poniendo mal y no actúan para evitar la exposición.
- Muchos padecen enfermedades crónicas y discapacidades y están en tratamiento con fármacos.
- Muchos están ingresados en hospitales o viven en residencias sin aire acondicionado.
- Una proporción creciente están demenciados, sobre todo a partir de los 80 años.
- Cada vez es mayor el número de ancianos que viven solos, muchos de ellos discapacitados.
- Es un colectivo con menor nivel cultural y adquisitivo que la media de población.

◆ Clase social.

Clases bajas, mendigos.

Tanto los factores individuales y de grupo como los relativos a las condiciones de la vivienda pueden estar indicando que el verdadero factor (aparte de la contribución biológica de la edad), con un mayor riesgo de mortalidad asociada a temperaturas extremas, tiene que ver con la clase social<sup>7</sup>.

◆ Falta de aclimatación.

- ◆ Actividad física. Incluso personas aparentemente sanas pueden fallecer a causa del calor al realizar una actividad física, sobre todo si es intensa, en horas de gran calor.

**Tabla 2. Resumen esquemático de los principales factores de riesgo durante una ola de calor. Fuente: Plan Canicule. Ministère de la Santé et de la Protection Sociale.**

ENFERMEDADES DE BASE			
Alzheimer y otras demencias	Insuficiencia cardíaca	Diabetes	Encamados y recién operados
Parkinson	Insuficiencia renal	Infección grave	Hipertensión no controlada
Enfermedad psiquiátrica grave	Insuficiencia respiratoria	Vómitos y diarreas importantes	Lesión extensa de la piel (quemaduras, escaras)
Obesidad	Deshidratación	Alteraciones del sistema nervioso autónomo	Mucoviscidosis
Problemas de alimentación	Hipertiroidismo	Patología vascular periférica	Drepanocitosis

FACTORES AMBIENTALES		
Vivir en una gran ciudad	Orientación al sur	Trabajo que requiere vestimenta cálida o impermeable
Ausencia de aire acondicionado	Ausencia de arbolado alrededor de la casa	No tener acceso a un sitio fresco durante el día
Pisos superiores de un edificio	Trabajo al sol	Falta de hogar

FACTORES PERSONALES		
Personas mayores	Desconocimiento de las medidas de prevención	Etilismo agudo o crónico
Niños, sobre todo lactantes < 12 meses	Antecedentes previos de problemas con el calor	Drogas: cocaína, heroína, LSD
Dependencia o invalidez	Situación de indigencia o precariedad	Medicamentos*: diuréticos, laxantes, neurolepticos, betabloqueantes, etc.

\* Tabla 3. Medicamentos susceptibles de agravar la sintomatología por calor

Medicamentos que pueden alterar el equilibrio hidroelectrolítico	Diuréticos, en particular los diuréticos de asa (furosemida)		
Medicamentos que pueden alterar la función renal	AINES (incluidos los salicilatos > 500mg/d, los AINES clásicos y los inhibidores selectivos de la COX-2) IEC Antagonistas de los receptores de angiotensina II Sulfamidas Indinavir		
Medicamentos con un perfil cefálico que puede resultar afectado en caso de deshidratación	Salas de litio Antiarrítmicos Digoxina Antiepilépticos Biguanidas y sulfamidas hipoglucemiantes Estatinas y fibratos		
Medicamentos que pueden dificultar la pérdida de calor	A nivel central	Neurofármacos Agonistas serotoninérgicos	
	A nivel periférico	Medicamentos anticolinérgicos	-antidepresivos tricíclicos -antihistamínicos de primera generación -determinados antiparkinsonianos -determinados antiespasmodicos, en particular los de la vía urinaria -neurofármacos -disopirramida -pizotifeno
	Por modificación del metabolismo basal	Vasokonstrictores Medicamentos que disminuyen el gasto cardíaco Hormon as tiroideas	-agonistas y aminas simpaticomiméticas -determinados antimigrañosos (derivados del convezuelo del centeno) -beta-bloqueantes -diuréticos
<b>MEDICAMENTOS HIPERTERMICOS (en condiciones normales de temperatura o en caso de ola de calor)</b>			
Neurofármacos Agonistas serotoninérgicos			
<b>OTROS</b>			
Medicamentos que pueden disminuir la presión arterial	Todos los antihipertensivos Todos los antianginosos		
Medicamentos que pueden alterar los mecanismos de vigilancia			

#### 4.4.1. Medidas individuales

##### Protegerse del calor

- ◆ Evitar en la medida de lo posible salir a la calle durante las horas de mayor calor, en general las horas centrales del día.
- ◆ Evitar las actividades físicas (trabajo físico, deporte, jardinería, etc.) durante dichas horas y limitarlas durante el resto de la jornada en función de la temperatura.
- ◆ Si es preciso salir o se trabaja en el exterior, buscar las zonas sombreadas, utilizar gorra o sombrero para proteger la cabeza, vestidos ligeros (algodón) y amplios, de color claro y gafas de sol. Utilizar crema protectora en las partes descubiertas. Procurar llevar una botella de agua a mano.
- ◆ Cerrar las contraventanas y echar las cortinas de las fachadas expuestas al sol.
- ◆ Mantener las ventanas cerradas mientras la temperatura exterior sea superior a la interior. Abrirlas por la noche para que corra el aire.

##### Refrescarse

- ◆ Permanecer en el interior del domicilio en las habitaciones más frescas.
- ◆ En caso de no disponer de ninguna habitación fresca, procurar pasar al menos dos horas al día en lugares climatizados próximos al domicilio: galería comercial, cine, museo, etc. Los ventiladores pueden proporcionar cierto alivio, pero cuando la temperatura es superior a 35 °C no evitan la posible aparición de síntomas debidos al calor.
- ◆ Ducharse, bañarse o refrescarse con agua varias veces a lo largo del día. También puede humedecerse la ropa.

##### Beber y comer

- ◆ Beber lo más posible, incluso sin sed: agua, zumos de frutas, té frío... Evitar las bebidas muy azucaradas y excesivamente frías.

\*\* Recogidas del Plan Canicule del Ministerio de Sanidad francés y del Centers for Disease Control (CDC)

- ◆ No consumir alcohol.
- ◆ Comer con moderación, procurando evitar las ingestas excesivas. Es muy recomendable tomar abundantes frutas y verduras (excepto en caso de diarrea).

### Otras medidas

- ◆ Solicitar consejo al médico o al farmacéutico sobre todo si se está tomando medicación de forma rutinaria (algunos medicamentos pueden provocar reacciones adversas con el calor) o en caso de notar síntomas no habituales.
- ◆ Pedir ayuda a un familiar o a un vecino en caso de sentir indisposición por el calor.
- ◆ Estar pendiente de las personas que en el vecindario son ancianas, viven solas, padecen enfermedades crónicas, son frágiles o dependientes o pertenecen a cualquiera de los otros grupos de riesgo ante el calor intenso.
- ◆ Nunca debe dejarse a nadie encerrado en un coche aparcado expuesto a altas temperaturas, sobre todo niños pequeños y ancianos.

#### 4.4.2. Medidas comunitarias

- ◆ Disponer de sistemas de alerta precisos y ágiles que permitan:
  - Predecir con varios días de antelación la llegada de temperaturas extremas.
  - Informar en tiempo real de aumentos de las urgencias y de la mortalidad.
- ◆ Disponer de un censo de las personas y grupos más frágiles y vulnerables.
- ◆ Disponer de los recursos presupuestarios y profesionales (asistentes sociales, personal de urgencias, enfermería, etc.) necesarios para garantizar la vigilancia de las personas censadas mediante llamadas y visitas a domicilio y atender el exceso de morbilidad que pueda producirse.
- ◆ Poner a disposición de las personas con viviendas sin aire acondicionado y de los indigentes espacios públicos refrigerados y facilitarles el acceso.

- ◆ A través de los medios de comunicación, sobre todo radio y televisión, proporcionar a los ciudadanos información permanente sobre medidas que deben adoptarse a nivel individual y los recursos comunitarios existentes a los que pueden dirigirse, incluido un teléfono de atención permanente.
- ◆ En los centros de salud el personal sanitario debería informar a los pacientes ancianos y enfermos crónicos (cardiópatas, bronquíticos crónicos) de las medidas que deben adoptar para protegerse del calor y dar información específica en el caso de toma de medicación que pueda alterar los mecanismos de termorregulación. Se puede facilitar esta información también mediante folletos y pósters distribuidos por el centro.
- ◆ Extender el servicio de teleasistencia al total de los ancianos que viven solos.
- ◆ Subvencionar la instalación y el funcionamiento de aire acondicionado en viviendas de personas especialmente vulnerables y en residencias de ancianos y hospitales.
- ◆ A largo plazo, una planificación del espacio urbano que tenga en cuenta esta problemática y limite la formación de islotes de calor mediante una disminución de la concentración de edificios y la creación de grandes espacios arbolados y ajardinados<sup>8</sup>.





---

## **Efectos del frío extremo sobre la salud**

## ■ Efectos del frío extremo sobre la salud

Hay muchas evidencias de que las tasas de mortalidad se incrementan durante los períodos de tiempo frío. En general, la mortalidad total es aproximadamente un 15% mayor en un día medio de invierno que en uno de verano. Sin embargo, los incrementos en la mortalidad durante las olas de frío son menos acusados que los incrementos durante las olas de calor<sup>10,11</sup>.

Para la Comunidad de Madrid, a medida que la temperatura máxima diaria desciende de los 30,8 °C -punto de mínima mortalidad- la mortalidad aumenta, al principio muy suavemente; después, a partir de los 18° aproximadamente, de forma más pronunciada; a partir de los 6° se produce un incremento brusco del número de defunciones diarias<sup>2,9</sup>. Por tanto, siguiendo análogo criterio al utilizado para definir calor extremo en la Comunidad de Madrid, una temperatura máxima de 6 °C sería el umbral que definiría una ola de frío. Al igual que en el caso del calor, la morbimortalidad guarda relación directa no sólo con la intensidad sino también con la duración de la ola de frío.

Otras características climatológicas de los inviernos en la Comunidad de Madrid que contribuyen al exceso de morbimortalidad actuando sinérgicamente con las bajas temperaturas de esta época son:

- ◆ Altas presiones: en Madrid las temperaturas más bajas durante el invierno suelen producirse en situación anticiclónica, con viento escaso o en calma.
- ◆ Alta humedad, con porcentajes medios de humedad relativa mensual en torno al 78% en diciembre, 76% en enero y 71% en febrero.
- ◆ Impacto de los contaminantes primarios, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, partículas. La emisión de estos contaminantes está aumentada, a expensas sobre todo de los sistemas de calefacción. La situación anticiclónica en la que se producen las temperaturas más bajas, con poco viento, favorece al mismo tiempo el estancamiento y persistencia de los mismos.

El frío extremo puede provocar efectos deletéreos para la salud de muy diversas formas:

- ◆ Provocando cuadros de hipotermia y congelaciones.

## 5.1. Definición

## 5.2. Efectos

- ◆ Agravando enfermedades crónicas, sobre todo cardíacas y respiratorias, al aumentar las demandas necesarias para luchar contra el frío.
- ◆ Facilitando los accidentes: de tráfico y por caídas a causa del hielo formado. También aumenta el riesgo de incendio y de intoxicación por monóxido de carbono a partir de estufas de gas, braseros, etc.

### 5.2.1. Directos

#### a) Hipotermia

La exposición durante un determinado tiempo a un frío intenso puede dar lugar a una pérdida de calor que no pueda ser compensada por los mecanismos normales de producción y conservación del mismo. La hipotermia y la congelación son las manifestaciones, sistémica y local respectivamente, de dicha exposición. Dada la etiología común no son raros los casos en que se comprueba en un mismo individuo la asociación de hipotermia y congelación; sin embargo, lo habitual es que en la hipotermia no haya tiempo de que se produzcan lesiones por congelación.

Definición: Se define la **hipotermia** como el descenso de la temperatura corporal, medida en el recto, por debajo de los 35 °C. Lo normal es que la hipotermia se produzca con temperaturas muy bajas pero puede aparecer con temperaturas algo menos frías (4-5 °C) si el cuerpo está empapado por la lluvia o por una sudoración intensa.

En 1995 el National Institute of Aging (USA) estimaba en alrededor de 28.000 los casos anuales de hipotermia en aquel país. En Gran Bretaña (2001) se estima que el 3,6% de los ancianos admitidos en el hospital en los meses de invierno presentan una temperatura rectal inferior a 35 °C.

#### SEVERIDAD DE LA HIPOTERMIA

Se reconocen tres grados de severidad de la hipotermia:

- ◆ Hipotermia leve: con temperatura rectal entre 35 y 32 °C.
- ◆ Hipotermia moderada: con temperatura entre 32 y 28 °C

- ◆ Hipotermia severa: si la temperatura rectal está por debajo de los 28 °C.

### ***Hipotermia leve***

En la hipotermia leve el organismo intenta compensar la pérdida de temperatura a través del temblor. La piel fría refleja la intensa vasoconstricción periférica que ayuda a mantener la temperatura central evitando el paso de la sangre por la superficie del cuerpo. Es frecuente observar acrocianosis en las extremidades.

En el S.N.C. las manifestaciones iniciales incluyen alteraciones del estado de la conciencia (apatía, confusión mental, incoordinación, disartria). La persona afectada se muestra incapaz de pensar con claridad y de moverse, lo cual resulta sumamente peligroso. La confusión y el estupor aparecen a temperaturas entre 32 y 35 °C.

A nivel cardiovascular existe un incremento inicial de la frecuencia cardíaca y de la presión arterial; posteriormente se produce bradicardia e hipotensión.

En la esfera respiratoria, acompañando al incremento inicial del metabolismo, existe taquipnea por estimulación del centro respiratorio. Se observa un aumento de las secreciones bronquiales que junto a la disminución del reflejo tusígeno favorece el desarrollo de una neumopatía aspirativa si se acompaña de una alteración del estado de la conciencia.

A nivel renal se observa aumento de la diuresis.

En el aparato digestivo, por debajo de 34 °C disminuye la motilidad intestinal.

### ***Hipotermia moderada***

En el S.N.C. progresa el deterioro de conciencia produciéndose además alteraciones de la visión, audición y alucinaciones.

Los efectos cardiovasculares incluyen una disminución gradual de la frecuencia cardíaca con caída del gasto cardíaco. La presión arterial, que en la hipotermia leve se encontraba elevada, desciende. El efecto hemodinámico más importante de la hipotermia se produce sobre la irritabilidad miocárdica y la con-

ducción, siendo sus manifestaciones más habituales la bradicardia y la presencia de arritmias supraventriculares. Estos efectos aparecen, en general, con temperaturas inferiores a 30 °C.

A nivel respiratorio existe depresión del centro respiratorio con bradipnea.

A nivel muscular con temperaturas internas menores a 30 °C la producción de calor endógeno disminuye marcadamente desapareciendo el temblor y presentándose rigidez muscular.

En la esfera digestiva puede observarse íleo con distensión abdominal.

### ***Hipotermia severa***

En esta etapa se acentúa el deterioro neurológico en la mayoría de los sujetos con temperaturas menores de 27 °C. Se encuentran en coma, con pupilas midriáticas y disminución de la respuesta al reflejo fotomotor, que puede encontrarse prácticamente abolido. Estas alteraciones combinadas con pulso imperceptible puede hacer pensar que la persona víctima de hipotermia ha fallecido.

Por debajo de los 28 °C el deterioro de la función cardiovascular se manifiesta por arritmias ventriculares (taquicardia y fibrilación ventricular) y con temperaturas de 20 °C se observa asistolia.

La hipotensión con temperaturas por debajo de 27-25 °C es severa por lo cual no se puede medir con el método tradicional, siendo necesario para su registro el uso de métodos invasivos.

A nivel respiratorio, con temperaturas inferiores a 24 °C se deprime aún más la función respiratoria y puede llegarse a la apnea.

### **Tratamiento**

La hipotermia leve puede tratarse fuera del hospital. La hipotermia moderada y severa precisan tratamiento hospitalario.

### ***Medidas generales***

Trasladar al afectado a un sitio cálido, al abrigo del frío, la humedad y el viento.

Sustituir la ropa mojada y fría por ropa seca. Cubrir cabeza, manos, pies, boca y nariz para evitar pérdidas de calor por todas esas partes. El recalentamiento ocurrirá de forma progresiva en la hipotermia leve si el paciente se encuentra abrigado en un ambiente confortable y se acortará si tira. Pueden colocarse bolsas de agua caliente en axilas, ingles y cuello para acelerarlo.

Las duchas calientes pueden dar una sensación placentera, pero presentan serios inconvenientes:

- ◆ Suprimen los escalofríos y, por lo tanto, la producción interna de calor.
- ◆ No recalientan, ya que las pocas calorías que aportan se pierden con la evaporación
- ◆ Debido a la vasodilatación periférica que se produce predisponen a la hipotensión y al síncope.

De la misma forma, la única ventaja que aportan los baños de agua caliente sobre el abrigo y las bolsas de agua caliente, es la rapidez en recuperar la temperatura. Por contra presentan los siguientes inconvenientes:

- ◆ Los afectados de hipotermia no toleran temperaturas por encima de los 30 °C debido a la falsa sensación de quemadura.
- ◆ Pueden producir arritmias cardíacas debido al retorno de sangre fría procedente de las extremidades.

La persona con hipotermia debe permanecer en reposo. La movilización activa después de un tiempo prolongado de inmovilidad provoca el bombeo de sangre fría desde la periferia al corazón con riesgo de arritmias graves, como se ha dicho. Por la misma razón, si debe procederse a su traslado debe efectuarse con la persona en decúbito supino, con la cabeza lateralizada y evitando movimientos bruscos.

Suministrar al afectado una adecuada hidratación y, si lo tolera, una nutrición suficiente. Las bebidas calientes con alto contenido en azúcar ofrecen hidratación, nutrición y soporte psicológico. Lo ideal son los preparados para deportistas que contienen sales y azúcar. No debe ingerirse alcohol. Siempre hay que tener en cuenta que no se debe dar de beber (ni comer) a una persona inconsciente.

Una persona con hipotermia severa puede estar inconsciente y dar la impresión de no tener pulso o respiración. Aunque parezca estar muerta debe intentarse la reanimación cardiopulmonar y ésta debe proseguirse mientras se procede al recalentamiento pues en algunos casos las víctimas de hipotermia aparentemente muertas consiguen recuperarse.

## b) Congelación

**Definición:** es el daño a la piel y los tejidos internos causado por el frío extremo.

La congelación puede afectar cualquier parte del cuerpo, pero las manos, los pies, la nariz, las orejas y las mejillas son las más vulnerables. La recuperación puede ser completa si sólo la piel y los tejidos subyacentes han sufrido daño; no obstante, si los vasos sanguíneos han sido afectados, el daño puede ser permanente. Los casos más graves pueden hacer necesaria la amputación.

### *Clasificación*

#### *Congelación superficial:*

- ◆ *Grado I:* es la congelación parcial de la piel, presentando eritema (enrojecimiento de la piel), edema e hiperemia, sin existir ampolla o necrosis. Ocasionalmente después de cinco a diez días hay descamación cutánea. Los síntomas más frecuentes son los "pinchazos" y ardor transitorios, aunque es posible el dolor pulsátil y agudo. La curación rápida en tres o cuatro días no deja secuelas.
- ◆ *Grado II superficial:* es la congelación del espesor total de la piel, apareciendo eritema, edema importante, vesículas con líquido claro y ampollas que se descaman y forman una escara negruzca. Existe pérdida de sensibilidad y alteraciones vasomotoras. Pueden existir secuelas, aunque lo más frecuente es la curación en diez a quince días.

#### *Congelaciones profundas:*

- ◆ *Grado II profundo:* estas congelaciones se caracterizan por afectar todo el espesor de la piel y del tejido subcutáneo. Aparecen ampollas violáceas hemorrágicas con necrosis

cutánea progresiva de coloración azul-grisácea. Como sintomatología destacable hay una ausencia de sensibilidad (el tejido afectado se siente "como corcho"). Más tarde, aparece dolor, lancinante o pulsátil, que puede ser agudísimo. Se produce necrosis con curación al cabo de 21 días, pero las secuelas son frecuentes.

- ◆ *Grado III:* es la congelación más grave, afectando la piel en todo su espesor, tejido subcutáneo, músculo, tendones y hueso. Existe poco edema al principio, de aspecto moteado o color rojo intenso o cianótico. Por último, sequedad, ennegrecimiento y momificación. La curación es muy larga y las secuelas inevitables.

## *Tratamiento*

### *Primeros auxilios*

1. Proteger a la víctima del frío y trasladarla a un lugar cálido. Quitarle cualquier prenda ajustada y la ropa húmeda. Proteger de traumatismos la parte congelada ya que el trauma sobre el tejido congelado (incluso caminar sobre los pies congelados) aumenta el riesgo de graves lesiones al recalentar.
2. Si se dispone de ayuda médica inmediata, es mejor envolver las áreas afectadas en compresas estériles (sin olvidar separar los dedos de las manos y de los pies afectados) y llevar a la víctima hasta un centro de atención de emergencia para que reciba cuidados especializados.
3. Si no se dispone de ayuda médica inmediata, sumergir las áreas afectadas en agua tibia (NO CALIENTE) o poner paños húmedos sobre las áreas afectadas de orejas, nariz o mejillas durante 20 a 30 minutos. La temperatura recomendada para el agua es de 38-40 °C. En caso necesario puede utilizarse el calor corporal para recalentar la parte afectada, por ejemplo el calor de la axila puede utilizarse para recalentar unos dedos congelados. Durante el calentamiento puede presentarse ardor, hinchazón y cambios de color. El calentamiento se completa cuando la piel está suave y retorna la sensibilidad.
4. Mover las áreas descongeladas lo menos posible.

5. La recongelación de las áreas descongeladas puede causar daños más severos que la lesión inicial. En caso de que no se pueda garantizar que no habrá recongelación, es aconsejable demorar el proceso de recalentamiento hasta que se logre el traslado a un lugar caliente y seguro.
6. Dar bebidas calientes a la víctima para ayudarla a recuperar los líquidos perdidos así como alimentos ricos en hidratos de carbono.
7. Evacuar cuanto antes a un centro médico para tratamiento definitivo y manejo de las complicaciones.

***No debe hacerse nunca:***

- ◆ Descongelar un área si no puede mantenerse descongelada. La recongelación puede provocar daños aún mayores a los tejidos.
- ◆ Realizar acciones que supongan dañar las zonas afectadas: frías con nieve, masajes, o usar calor directo (calefacción, fogatas, secadores de pelo) directamente sobre el área congelada, ya que se pueden quemar los tejidos que ya estén dañados.
- ◆ Reventar las ampollas de la piel congelada.
- ◆ Fumar o beber bebidas alcohólicas durante la recuperación, ya que interfieren con la circulación sanguínea.

### **5.2.2. Indirectos**

Al igual que el exceso de morbimortalidad durante los episodios de calor intenso en la época veraniega se debe sobre todo al agravamiento y descompensación de patologías crónicas en pacientes especialmente vulnerables, y sólo unos pocos casos son debidos a golpe de calor, cuando llegan los fríos extremos en la época invernal, tan sólo una muy pequeña parte del exceso de morbimortalidad que se produce se debe a cuadros de hipotermia y/o congelación. El frío pone en marcha una serie de cambios en el funcionamiento del cuerpo que suponen un mayor riesgo de padecer diversas patologías; además, modifica los hábitos sociales y al propiciar las aglomeraciones en sitios cerrados contribuye a la difusión de determinadas patologías infecciosas (neumonía, gripe, varicela) que son más frecuentes en la época invernal.

La sobremortalidad invernal (así como la sobremorbilidad, objetivada por el aumento del nº de urgencias y de ingresos hospitalarios) es debida principalmente al aumento de la morbimortalidad cardio-cerebrovascular y respiratoria.

## Mecanismos<sup>7,12,13,14</sup>

### *Cardio-cerebrovascular*

- ◆ Vasoconstricción refleja de las coronarias por activación de los receptores del frío de las mucosas del tracto respiratorio.
- ◆ Aumento de la viscosidad de la sangre por un aumento del número de plaquetas y de su agregabilidad y del fibrinógeno (también en las olas de calor).
- ◆ Incremento de la presión arterial por la vasoconstricción.
- ◆ Aumento del colesterol sanguíneo (también en las olas de calor).

### *Respiratoria*

- ◆ Un ambiente frío puede debilitar el sistema inmunológico (Shephard and Shek, 1998).
- ◆ Aumento de la incidencia de patología infecciosa durante los meses fríos, fundamentalmente neumonía y gripe. Respirar aire frío lleva a broncoconstricción que facilita la susceptibilidad a los agentes infecciosos.
- ◆ Descompensación de los enfermos de EPOC, casi siempre mediada o facilitada por una infección bacteriana o vírica.

La mayor parte de la mortalidad asociada al frío se produce durante la semana siguiente al cambio de temperatura. El efecto es casi inmediato en el caso de la mortalidad cardiovascular aunque hay un posterior efecto retardado unos 10 días después; la mortalidad respiratoria se retrasa unos 9 días pero se prolonga durante más tiempo (hasta 1 mes después).

A diferencia de lo que ocurre en las olas de calor, el efecto de la temperatura es constante durante el período invernal, no se da un fenómeno de aclimatación al frío como ocurre en verano con las altas temperaturas.

5.3. Factores de riesgo y grupos especialmente vulnerables ante situaciones de frío intenso<sup>17</sup>

**Otras enfermedades cuya incidencia o gravedad aumenta con el frío:**

Es bien conocido el aumento de patología infecciosa vírica: resfriado común, gripe y otras viriasis respiratorias.

Igualmente el frío, sobre todo si se acompaña de un alto grado de humedad, aumenta la sintomatología de los pacientes reumáticos, fundamentalmente el dolor de las articulaciones afectadas.

Otras menos conocidas: Eczema atópico, Parálisis de Bell<sup>15,16</sup>.

**Ambientales**

Además de las bajas temperaturas, la velocidad del viento, la duración de la exposición y la humedad de los tejidos desempeñan un papel fundamental.

**Personales**

- ◆ Edades extremas (ancianos, lactantes). Los mecanismos defensivos ante el frío (vasoconstricción, tiritona) se encuentran debilitados en muchas personas mayores lo cual tiene que ver, entre otras razones, con una percepción disminuida de los cambios de temperatura que impide la adecuada respuesta adaptativa.
- ◆ Desnutrición.
- ◆ Consumo de fármacos (vasodilatadores, depresores del sistema nervioso central, relajantes musculares).
- ◆ Intoxicación etílica.
- ◆ Enfermedades neurológicas.
- ◆ Trastornos psíquicos.
- ◆ Hipotiroidismo.
- ◆ Agotamiento físico.
- ◆ Estatus socioeconómico bajo (pobres, personas sin hogar...) que implica ropa de abrigo deficiente, vivienda insalubre, mal aislada, sin calefacción, etc. Hay estudios que indican que la mayoría de los ancianos con hipoter-

mía proceden de su domicilio, no de la calle. En Gran Bretaña, la magnitud del exceso de mortalidad en invierno es dos veces más elevada en los hombres de la clase social V (la más baja) que en los hombres de la clase social I.

Cabe mencionar como un grupo de riesgo especial, además, el grupo de alpinistas, montañeros, cazadores y similares.

### **En el caso concreto de la lesión local por frío (congelación), hay una serie de factores de riesgo adicionales:**

Dado que en el caso de la congelación la lesión se produce en las partes periféricas del cuerpo, todas aquellas circunstancias que dificultan la llegada de la sangre a dichas zonas aumentan el riesgo. Entre ellas:

- ◆ Enfermedades que cursan con vasculopatía periférica: arterioesclerosis, diabetes, enfermedad de Raynaud, acrocianosis.
- ◆ Toma de medicamentos que disminuyan el flujo de sangre hacia la piel como los betabloqueantes.
- ◆ Tabaquismo.
- ◆ Enfermedades que cursan con neuropatía periférica: diabetes, Guillén-Barré, colagenosis, traumatismos con lesión de nervios periféricos, etc.
- ◆ La aclimatación al frío es protectora contra la lesión tisular, en tanto que sufrir una vez congelación duplica el riesgo de experimentar una segunda lesión por frío<sup>18</sup>.

#### **5.4.1. Medidas individuales**

##### **En el hogar**

Conviene tener un termómetro en el interior de la casa (lo ideal es tener uno que marque temperatura interior y exterior) para ajustar las medidas que se tomen a la temperatura existente. Atención especial merece el control de la temperatura en la habitación donde duerman los bebés y los ancianos que son dos grupos especialmente vulnerables al frío.

#### **5.4. Medidas preventivas ante el frío intenso**

Procurar un buen aislamiento térmico de la vivienda evitando las corrientes de aire y las pérdidas de calor por las puertas y ventanas. Utilizar el sistema de calefacción de que se disponga con objeto de mantener una temperatura mínima de 19 °C. Cerrar las habitaciones que no se utilicen.

Procurar no estar sentado o quieto durante mucho tiempo. La actividad genera calor: moverse, hacer trabajos domésticos, etc., ayudan a combatir el frío.

Tener precaución con las estufas de leña y de gas para evitar riesgos de incendio o intoxicación por monóxido de carbono. Asegurarse de que funcionan bien antes de ponerlas en funcionamiento y de que las salidas de aire no están obstruidas.

## **Ropa**

Estará en función de la temperatura que se consiga en el interior de la vivienda. No debe pretenderse estar con vestimenta veraniega. Una temperatura de 20-22 grados es suficiente. Si no se dispone de un buen sistema de calefacción será necesario abrigarse más, con prendas que eviten al máximo la pérdida de calor (ropa interior de termolactyl, jerseys y calcetines de lana, guantes, etc., teniendo en cuenta que varias capas de ropa fina protegen más del frío que una sola más gruesa, ya que se forman cámaras de aire aislante entre las capas. Para personas que viven en casas en mal estado de conservación o infraviviendas, frías y húmedas, y con escasos recursos económicos, puede llegar a ser necesario extremar la utilización de prendas de abrigo, incluso al acostarse. Conviene recordar en este sentido que por la cabeza y los pies se pierde una gran cantidad de calor, por tanto, para personas que viven en esta situación de necesidad, llevar gorro y calcetines de lana, aun en el interior de la vivienda, puede resultar muy útil. También puede ayudar una bolsa de agua caliente para calentar las sábanas.

## **Alimentación**

Los alimentos proporcionan calor a nuestro cuerpo. El frío hace que aumenten las necesidades calóricas y por tanto el consumo de alimentos.

Conviene hacer comidas calientes que aporten la energía necesaria (legumbres, sopa de pasta, etc.) y proporcionen además calor "psicológico" sin renunciar a una alimentación variada

que incluya el resto de alimentos (verduras, fruta, carne, huevos, pescado, cereales, leche, etc.). A lo largo del día y antes de acostarse una taza de alguna bebida caliente (caldo, cacao, té, leche) ayuda a mantener la temperatura corporal y es muy reconfortante. El alcohol, al producir vasodilatación, hace que el cuerpo pierda calor y debe evitarse cuando se está expuesto al frío.

## **Fuera de casa**

Limitar al máximo las actividades exteriores, especialmente si se pertenece a algún grupo de riesgo.

Si es preciso salir al exterior, sobre todo si hay mucho viento:

Permanecer en el exterior el mínimo tiempo posible.

Utilizar una prenda de abrigo resistente al viento y la humedad preferiblemente, y por debajo de ella, varias capas de ropa no apretada. Prestar especial atención a la cabeza (gorro de lana, pasamontañas, sombrero), cuello (bufanda), pies (calzado resistente al agua, calcetines de algodón y lana) y manos (guantes o manoplas).

Evitar el agotamiento físico: el frío supone ya de por sí una sobrecarga para el corazón. En caso de tener que realizar un trabajo físico bajo el frío, debe hacerse con precaución, suavemente, procurando no agotarse, especialmente si se sufre alguna dolencia de tipo cardiorrespiratorio o hipertensión.

Procurar permanecer seco: la ropa mojada enfría el cuerpo rápidamente.

La tiritona continuada es una excelente señal de que no debe continuarse en el exterior.

Extremar la precaución en caso de hielo en las calles. Un elevado porcentaje de lesiones relacionadas con el frío tiene que ver con caídas al resbalar sobre placas de hielo. Utilizar calzado antideslizante si es posible.

## **Viajes en coche**

Si resulta indispensable viajar durante una ola de frío conviene seguir los siguientes consejos:

Informarse de la predicción meteorológica y del estado de las carreteras.

Revisar el estado del vehículo antes de iniciar el viaje (neumáticos, frenos, luces, anticongelante, etc.) y llevar el depósito lleno.

Evitar las carreteras heladas o con nieve. Llevar siempre cadenas.

Llevar un teléfono móvil, alimentos, agua, mantas, ropa de repuesto y la medicación habitual que se esté tomando.

### **En caso de quedar bloqueado**

Permanecer dentro del coche es a menudo la opción más segura hasta que se resuelve el bloqueo o llegan los auxilios.

Cubrirse con todas las ropas de abrigo disponibles

Permanecer despierto. Se es menos vulnerable a los efectos del frío.

Poner el motor en marcha y la calefacción del coche durante 10 minutos cada hora mientras se baja la ventanilla unos milímetros para dejar que entre aire. Asegurarse de que (si hay nieve) el tubo de escape no está bloqueado, así se disminuirá el riesgo de intoxicación por CO.

Mientras se permanece en el interior del vehículo mover brazos, manos y piernas para mejorar la circulación sanguínea y generar calor.

### **5.4.2. Medidas comunitarias**

La disponibilidad de una adecuada calefacción en el domicilio reduce la incidencia de hipotermia. Recuérdese que en la mayoría de casos los casos de hipotermia se dan en un ambiente cerrado, como el domicilio. La calefacción, al igual que la calidad de las ropas de abrigo y un adecuado estado nutricional guarda relación directa con el nivel socioeconómico y por tanto en muchos casos resulta insuficiente para garantizar una temperatura agradable en el hogar. Por ello son necesarias medidas sociales de atención dirigida fundamentalmente a ancianos frágiles y a personas sin hogar durante los meses de invierno.

Las medidas preventivas comunitarias ante las olas de frío en lo fundamental no se diferencian prácticamente en nada de las que deberían ponerse en marcha ante las olas de calor. En ambos casos se trata de temperaturas extremas que exigen actuaciones muy similares:

- ◆ Disponer de sistemas de alerta precisos y ágiles que permitan:
  - Predecir con varios días de antelación la llegada de una ola de frío.
  - Informar en tiempo real de aumentos de las urgencias y de la mortalidad.
- ◆ Disponer de un censo de las personas y grupos más frágiles y vulnerables.
- ◆ Disponer de los recursos presupuestarios y profesionales (asistentes sociales, personal de urgencias, enfermería, etc.) necesarios para garantizar la vigilancia de las personas censadas mediante llamadas y visitas a domicilio y atender el exceso de morbilidad que pueda producirse.
- ◆ Habilitar espacios públicos cálidos y albergues a los indigentes y facilitar su acceso a los mismos.
- ◆ A través de los medios de comunicación, sobre todo radio y televisión, poner a disposición de todos los ciudadanos información permanente sobre medidas que deben adoptarse a nivel individual y los recursos comunitarios existentes a los que pueden dirigirse, incluido un teléfono de atención permanente.
- ◆ Extender el servicio de teleasistencia al total de los ancianos que viven solos.
- ◆ Subvencionar el aislamiento térmico de las viviendas de las personas mayores y otros grupos especialmente vulnerables sin recursos económicos. Subvencionar igualmente la instalación y funcionamiento de un sistema de calefacción adecuado.
- ◆ En los centros de salud el personal sanitario debería informar a los pacientes ancianos y enfermos crónicos (cardiópatas, bronquíticos crónicos) de las medidas que deben adoptar para protegerse del frío. Se puede facilitar esta información, además, mediante folletos y pósters distribuidos por el centro.
- ◆ La ampliación de la cobertura de la vacunación antigripal y frente a neumococo entre los mayores de 65 años es, sin duda, una medida fundamental para disminuir el exceso de morbimortalidad durante los meses fríos.

## **Medidas preventivas en las actividades de montaña o similares**

Ir adecuadamente equipado: vestimenta apropiada dispuesta preferentemente en varias capas que proteja del viento y resistente al agua. Actualmente las prendas deportivas existentes cubren en general estas necesidades, si bien la calidad es muy variable. Utilización de guantes o manoplas, bufanda, gorro de lana que proteja las orejas o pasamontañas, media o calcetín de lana encima de otro de algodón, botas de montaña impermeables a la humedad, gafas de ventisca. Es fundamental llevar un teléfono móvil para pedir auxilio en caso de necesidad.

Evitar todo aquello que pueda dificultar la circulación sanguínea, como ropas o botas excesivamente ajustadas.

Igualmente, evitar el consumo de tabaco y alcohol mientras se está expuesto al frío.

Consumir alimentos ricos en hidratos de carbono y grasa (chocolate, galletas, frutos secos, embutidos, etc.).

Incrementar la actividad física para mantener el cuerpo caliente pero sin llegar al agotamiento. Descansar lo preciso en lugar lo más abrigado posible: prever con antelación la llegada a un refugio.



---

## **Otras variables meteorológicas**

## ■ Otras variables meteorológicas

## 6.1. Presión atmosférica

### Conceptos básicos

El aire es un gas que pesa. La presión atmosférica no es sino el peso del aire por unidad de superficie. Dicha presión no sólo se ejerce de arriba abajo sino en todas direcciones.

Antiguamente se medía en milímetros de Hg. En la actualidad se prefiere el milibar o el hectopascal, siendo 1 milibar equivalente a 1 hectopascal.

A nivel del mar la presión atmosférica es de 760 mm de Hg = 1.013 milibares. A medida que aumenta la altura disminuye la presión atmosférica, aproximadamente 1 mb por cada 9 metros o 110 mb por cada 1.000 metros.

### *Repercusiones de la presión atmosférica sobre la salud*

En los últimos años se han realizado una serie de estudios para valorar la influencia que la presión atmosférica podría ejercer sobre una serie de enfermedades, sobre todo circulatorias y respiratorias.

Hay que tener en cuenta que la presión en ciudades o regiones que se encuentran a mayor altitud siempre es menor que la de aquéllas situadas a nivel del mar. Por ejemplo, en la ciudad francesa de Lille, situada a 44 m de altura sobre el nivel del mar, a lo largo de 10 años (1985-1994) la presión atmosférica máxima registrada fue de 1.044 milibares, la mínima 991 milibares y la media en torno a los 1.017, mientras que en la Comunidad de Madrid, a más de 650 metros sobre el nivel del mar, desde enero de 1990 a diciembre de 1992 la presión atmosférica máxima registrada fue de 959,5 milibares y la mínima de 918,6, con una media de 943,5.

### *Hemorragia intracerebral*<sup>19, 20, 21, 22</sup>

Hay estudios en los que se asocia la hemorragia intracerebral por ruptura de aneurismas con presiones atmosféricas altas. En otros el énfasis se pone en los cambios bruscos de presión atmosférica, sobre todo en el período frío del año (octubre a marzo).

### *Cardiopatía coronaria*<sup>23, 24</sup>

Un estudio prospectivo en el que durante 10 años se siguió a 257.000 hombres entre 25 y 64 años detectó una relación en

forma de V entre la presión atmosférica y la tasa de episodios coronarios, con la mínima tasa cuando la presión atmosférica era de 1.016 milibares, aproximadamente el punto de separación entre las altas y bajas presiones. Este estudio se llevó a cabo en la ciudad francesa de Lille donde a lo largo de los 10 años que duró la presión atmosférica máxima registrada fue de 1.044 milibares, la mínima 991 milibares y la media en torno a los 1.017.

En concreto, un aumento de 10 milibares por encima de 1.016 se asociaba a un 11% de incremento en la tasa de episodios coronarios totales, un 18% en las muertes coronarias, un 7% en la incidencia de infarto y un 30% en la tasa de recidivas. Con una disminución de 10 milibares por debajo de los 1.016 estos incrementos eran del 12%, 13%, 8% y 30%, respectivamente.

Otros estudios han relacionado el infarto de miocardio con las bajas presiones. En concreto, el estudio de Sarna S y cols<sup>24</sup>, en Helsinki, mostraba las mayores tasas diarias de infarto de miocardio con presiones atmosféricas por debajo de 1.000 milibares. En este estudio, las condiciones meteorológicas más desfavorables en cuanto a incidencia de infarto de miocardio combinaban temperaturas relativamente bajas, alta humedad y baja presión atmosférica, situación común en Helsinki a finales del otoño y principios del invierno.

### ***Neumotórax espontáneo***<sup>25, 26</sup>

Se ha postulado que los neumotórax espontáneos se desarrollan a causa de la ruptura de bullas subpleurales y que los cambios de presión atmosférica pueden contribuir a ello. En un estudio llevado a cabo en Valencia para verificar dicha hipótesis tal asociación no pudo comprobarse. En cambio, en el análisis retrospectivo de 5 años de ingresos por neumotórax espontáneo Scott GC y cols observaron que hasta el 72% de los casos habían estado expuestos al menos a 1 cambio inusual de presión atmosférica en los 4 días previos al inicio de los síntomas.

En la Comunidad de Madrid se ha objetivado una asociación entre las altas presiones en invierno y la mortalidad de causa circulatoria y respiratoria. La presencia continuada de una zona de altas presiones (anticiclón) durante el invierno coincide con las temperaturas más bajas. Por otra parte, la estabilidad atmosférica característica de las altas presiones, con ausencia de viento, impide la dispersión de los contaminantes, aumentados por el

efecto de las calefacciones. Ambos factores, temperaturas bajas y elevada concentración de contaminantes, están asociados a un aumento de la mortalidad. Por tanto, podrían ser los mecanismos a través de los cuales la presión atmosférica actuara sobre la mortalidad<sup>27</sup>.

El aire contiene una cierta cantidad de vapor de agua y es a ese vapor al que nos referimos al hablar de humedad. Existen diversas maneras de expresar la humedad del aire pero el parámetro más difundido es la **humedad relativa**, que expresa el grado de saturación de humedad que tiene el aire. Normalmente el aire está parcialmente saturado de humedad. Puede considerarse un ambiente húmedo a partir del 60% y seco por debajo del 40% de humedad relativa. Cuando la humedad relativa es del 100% el aire está completamente saturado de humedad.

### Humedad y calor

La humedad tiene un importante impacto en la mortalidad ya que influye en la capacidad que tiene el cuerpo de enfriarse a través de la evaporación del sudor<sup>10</sup>. En situaciones de calor intenso en las que el cuerpo necesita de ese mecanismo para liberar calor al exterior la presencia de una alta humedad ambiental lo impide o dificulta en gran medida. Con la humedad el sudor tarda más en evaporarse por lo que para mantener la misma tasa de evaporación es preciso sudar más, originándose una incomodidad muy superior a la que se tendría con la misma temperatura en un ambiente más seco. Se ha comprobado que el grado de bienestar mental se ve influido por la humedad relativa, de forma que a mayor grado de humedad menor puntuación en los tests que miden dicha variable.

Por debajo del 20% de humedad relativa la sequedad de las mucosas del tracto respiratorio y de la piel origina molestias y supone también un factor de riesgo frente a eventuales infecciones víricas o bacterianas.

El llamado "Heat Index" o "temperatura aparente" es uno de los varios índices con los que se ha intentado expresar la temperatura realmente percibida cuando la temperatura del aire se combina con un determinado grado de humedad.

## 6.2. Humedad

**Tabla 4. HEAT INDEX**

**TEMPERATURA APARENTE (GRADOS CENTÍGRADOS)**

	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
42°	48	50	52	55	57	59	62	64	66	68	71	73	75	77	80	82
41°	46	48	51	53	55	57	59	61	64	66	68	70	72	74	76	79
40°	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75
39°	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	66	68	70	72
38°	42	44	45	47	49	51	53	55	56	58	60	62	64	66	67	69
37°	40	42	44	45	47	49	51	52	54	56	58	59	61	63	65	66
36°	39	40	42	44	45	47	49	50	52	54	55	57	59	60	62	63
35°	37	39	40	42	44	45	47	48	50	51	53	54	56	58	59	61
34°	36	37	39	40	42	43	45	46	48	49	51	52	54	55	57	58
33°	34	36	37	39	40	41	43	44	46	47	48	50	51	53	54	55
32°	33	34	36	37	38	40	41	42	44	45	46	48	49	50	52	53
31°	32	33	34	35	37	38	39	40	42	43	44	45	47	48	49	50
30°	30	32	33	34	35	36	37	39	40	41	42	43	45	46	47	48
29°	29	30	31	32	33	35	36	37	38	39	40	41	42	43	45	46
28°	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
27°	27	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
26°	26	26	27	28	29	30	31	32	33	34	34	35	36	37	38	39
25°	25	25	26	27	27	28	29	30	31	32	33	34	34	35	36	37
24°	24	24	24	25	26	27	28	28	29	30	31	32	33	33	34	35
23°	23	23	23	24	25	25	26	27	28	28	29	30	31	32	32	33
22°	22	22	22	22	23	24	25	25	26	27	27	28	29	30	30	31

Hasta 29 °C	No hay sensación de incomodidad
De 30 a 34 °C	Ligera sensación de incomodidad
De 35 a 39 °C	Fuerte sensación de incomodidad . Precaución: limitar las actividades físicas más intensas
De 40 a 45 °C	Sensación de gran malestar . Peligro: evitar esfuerzos
De 46 a 53 °C	Grave peligro : parar toda actividad física
Más de 54 °C	Peligro de muerte: golpe de calor inminente

### Humedad y frío

La combinación de frío y humedad puede ser el desencadenante de crisis asmáticas, empeorar la sintomatología de los bronquíticos crónicos y en general aumentar los procesos infecciosos que afectan tanto a vías respiratorias como al propio parénquima pulmonar (neumonías). También hay estudios que indican que es la combinación de frío y humedad en un contexto de bajas presiones la que favorece una mayor incidencia de infarto de miocardio<sup>13, 24</sup>.

Igualmente se produce un agravamiento claro de la sintomatología reumática (dolor, rigidez, hinchazón) en enfermedades como la artrosis, fibromialgia y artritis reumatoide.

Los efectos de la baja humedad pueden ser especialmente

relevantes en invierno. La sequedad de nasofaringe y tráquea las hace especialmente sensibles a las infecciones virales típicas de esta época del año.

**Tabla 5. Humedad relativa media (%) en la Comunidad de Madrid. Período 1971-2000. Fuente: INM**

MES	ESTACIONES						
	Retiro	Cuatro Vientos	Barajas	T. Ardoz	Getafe	Puerto Navacerrada	Media de todas las estaciones
Enero	71	75	75	77	76	82	76
Febrero	65	69	68	71	69	83	71
Marzo	54	58	59	61	58	78	61
Abril	55	58	58	59	57	81	61
Mayo	54	55	56	58	53	76	59
Junio	46	47	47	47	44	66	49,5
Julio	39	40	40	38	36	54	41
Agosto	41	41	41	39	38	54	42
Septiembre	50	51	51	49	48	65	52
Octubre	64	65	64	64	63	81	67
Noviembre	70	73	73	74	73	83	74
Diciembre	74	78	77	80	79	83	78,5
AÑO	57	59	59	60	58	74	61

En la Comunidad de Madrid, como puede observarse en la tabla 5, que recoge la humedad relativa media registrada en diferentes puntos del territorio durante el período 1971-2000 (serie disponible en página web del INM a febrero de 2006), los meses más húmedos son, por este orden: diciembre, enero, noviembre y febrero con humedad media relativa global de 78,5, 76, 74 y 71% respectivamente. Y los más secos, también por este orden: julio, agosto, junio y septiembre, con humedad relativa del 41, 42, 49,5 y 52%.

Los estudios que se han realizado han puesto de manifiesto, para la Comunidad de Madrid, una relación no lineal entre mortalidad y humedad relativa, correspondiendo la menor mortalidad a una humedad relativa del 70% a las siete de la mañana<sup>2</sup>. En verano, una disminución en la humedad relativa se acompa-

ña de un incremento en la mortalidad. Las olas de calor que se dan en esta Comunidad coinciden con una humedad relativa muy baja ya que se deben, por lo común, a aire muy cálido y seco procedente del Norte de África. A modo de comparación, la ola de calor que afectó a Chicago en julio de 1995 combinó temperaturas extremas con alto grado de humedad durante toda una semana (el heat index o temperatura aparente llegó a ser de 48,3 °C) y produjo un exceso de mortalidad estimado en unas 830 personas.

### 6.3. Precipitaciones

Las precipitaciones, en forma de lluvia o nieve se asocian también con cambios en la mortalidad según se desprende de los estudios que sobre esta variable meteorológica se han llevado a cabo, sobre todo en Norteamérica<sup>10</sup>.

Las lluvias veraniegas parecen tener un impacto limitado en la mortalidad. Se ha podido observar un descenso significativo de la misma el día después de la lluvia en cinco ciudades de Estados Unidos donde se ha estudiado (Nueva York, Filadelfia, Chicago, Atlanta, Detroit), lo cual no debe extrañar, ya que la lluvia tiene un efecto refrescante que alivia el excesivo calor del verano. En ciertos casos, sin embargo, la lluvia puede inducir aumentos en la mortalidad. Por ejemplo, Mack (1985) halló que la mortalidad por accidentes de tráfico aumentó tanto durante los episodios de lluvia muy ligera como en los de lluvias muy intensas. Gran parte de la investigación sobre la repercusión de las precipitaciones sobre la mortalidad se ha concentrado en el estudio de los efectos en salud de los temporales de nieve. Robot y Padgett (1976) hallaron que el frío y la nieve estaban estadísticamente asociados a la mortalidad por accidente cerebrovascular y ataques cardíacos, hallazgo que ha sido corroborado por otros autores. En 1978, en Rhode Island, se produjo un incremento llamativo del número de ingresos y de la mortalidad por infarto de miocardio tres a cinco días después de una gran nevada (Faich y Rose, 1979)<sup>29</sup>. Los autores atribuyeron estos incrementos al estrés físico y mental que supuso el temporal de nieve (retirar la nieve, empujar los coches, poner las cadenas, etc.).

Es interesante resaltar que son los varones los que están más expuestos al riesgo como consecuencia de la mayor actividad

física vigorosa que asumen en respuesta a las consecuencias del temporal<sup>30</sup>. En un estudio sobre los efectos de la acumulación de nieve en varias ciudades norteamericanas Kalstein (1986) determinó los valores umbral de nieve acumulada a partir de los cuales se incrementaban las tasas de mortalidad. En Nueva York, se apreciaba un aumento significativo el día después de que se acumularan dos o más pulgadas de nieve (aproximadamente 5 cm). En Detroit, donde la nieve es más común, el acúmulo de nieve debía exceder las 6 pulgadas (15 cm) antes de que empezaran a observarse incrementos en la mortalidad. En Chicago, sin embargo, no se observó una asociación significativa, entre acumulación de nieve y mortalidad.

Otros autores (Anderson y Richard en Toronto 1979, Baker y Blocker en Minneapolis 1982), también hallaron un incremento en la mortalidad por enfermedad coronaria los días después de una gran nevada.

El desigual calentamiento de la superficie terrestre y las diferencias de presión que se originan dan lugar a una serie de movimientos compensatorios que se conoce como viento. Puede definirse, por tanto, como el movimiento del aire causado por diferencias de presión. Sus principales características son la dirección (el lugar de procedencia) y la velocidad. La dirección depende de la distribución y evolución de los centros de presiones: se desplaza desde los centros de alta presión (anticiclones) hacia los de baja presión (depresiones). Su fuerza será tanto mayor cuanto mayor sea el gradiente de presiones. Los vientos con una velocidad de hasta 1 metro/sg no son percibidos; a velocidades de entre 1-4 metros/sg se perciben ligeramente. Por encima de 8 metros/sg se sienten de manera ostensible.

El viento tiene un efecto refrescante que es inversamente proporcional a la temperatura del aire.

A temperaturas ambientales por debajo de la de la piel (36-37 °C) el movimiento del aire causa enfriamiento al aumentar la pérdida de calor corporal de dos formas:

## 6.4. Viento

a) Por convección (transmisión de calor por medio de corrientes verticales ascendentes), removiendo la capa de aire caliente que normalmente rodea el cuerpo.

b) Favoreciendo la rápida evaporación del sudor.

Cuanto mayor es la velocidad del viento con mayor rapidez se produce la pérdida de calor por ambos mecanismos.

Por el contrario, cuando la temperatura del aire es superior a la de la piel el viento puede aumentar la sensación de calor.

El término *wind chill* factor se utiliza para describir el efecto combinado de las bajas temperaturas y el viento. Un día de invierno con un fuerte viento puede parecer mucho más frío que otro con viento suave o viento en calma aunque la temperatura ambiente sea idéntica. La razón estriba en la mayor pérdida corporal de calor por efecto del viento, mayor cuanto mayor sea la fuerza o velocidad del mismo. Como puede apreciarse en la tabla 6, la percepción de una temperatura ambiental de 5 °C con un viento a 5 km/h es aproximadamente la misma, 4 °C, pero si la velocidad del viento es de 30 km/h la temperatura que el cuerpo percibe es de 0 °C.

Tabla 6. Cálculo del *wind chill* factor

T air	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
<b>Wind</b>												
<b>5</b>	4	-2	-7	-13	-19	-24	-30	-36	-41	-47	-53	-58
<b>10</b>	3	-3	-9	-15	-21	-27	-33	-39	-45	-51	-57	-63
<b>15</b>	2	-4	-11	-17	-23	-29	-35	-41	-48	-54	-60	-66
<b>20</b>	1	-5	-12	-18	-24	-30	-37	-43	-49	-56	-62	-68
<b>25</b>	1	-6	-12	-19	-25	-32	-38	-44	-51	-57	-64	-70
<b>30</b>	0	-6	-13	-20	-26	-33	-39	-46	-52	-59	-65	-72
<b>35</b>	0	-7	-14	-20	-27	-33	-40	-47	-53	-60	-66	-73
<b>40</b>	-1	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-48	-54	-61	-68	-74
<b>45</b>	-1	-8	-15	-21	-28	-35	-42	-48	-55	-62	-69	-75
<b>50</b>	-1	-8	-15	-22	-29	-35	-42	-49	-56	-63	-69	-76
<b>55</b>	-2	-8	-15	-22	-29	-36	-43	-50	-57	-63	-70	-77
<b>60</b>	-2	-9	-16	-23	-30	-36	-43	-50	-57	-64	-71	-78
<b>65</b>	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-79
<b>70</b>	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-80
<b>75</b>	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-59	-66	-73	-80
<b>80</b>	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-60	-67	-74	-81

T air: T del aire = Temperatura del aire en °C. Wind: Viento = Velocidad observada del viento a una altura de 10 m, en km/h.

No son muchos los estudios acerca de los efectos del viento sobre la salud.

En Inglaterra, Gill y cols.<sup>31</sup> hallaron una asociación entre el *wind chill factor* y los ingresos hospitalarios por determinado tipo de accidentes cerebrovasculares como la hemorragia subaracnoidea o el infarto cerebral tromboembólico.

En los Países Bajos, Kunst y cols.<sup>32</sup> hallaron que el *wind chill factor* estaba más relacionado con la mortalidad en general y especialmente con la mortalidad cardíaca que las bajas temperaturas consideradas de forma aislada.

En la Comunidad de Madrid el estudio "Influencia de variables atmosféricas sobre la mortalidad por enfermedades respiratorias y cardiovasculares en los mayores de 65 años"<sup>33</sup> al utilizar la variable velocidad máxima diaria del viento obtiene las siguientes conclusiones:

- ◆ Con temperaturas frías existe una relación inversa entre la velocidad máxima diaria del viento y la mortalidad por causas orgánicas y circulatorias pero dicha relación sólo es estadísticamente significativa en el caso de las mujeres. La explicación, a juicio de los autores, es que en Madrid las temperaturas más bajas suelen producirse en situación anticiclónica, que es cuando el viento está normalmente en calma, y como es sabido hay una asociación inversa fuerte entre temperatura y mortalidad.
- ◆ En cambio, no encuentran una explicación razonable para explicar la relación directa que se observa en el estudio entre la velocidad máxima diaria del viento y la mortalidad en las mujeres (en los hombres la asociación no es estadísticamente significativa) cuando el tiempo es caluroso.

Los vientos fríos del norte tienen un efecto estimulador del sistema simpático, con trastornos cardiocirculatorios, aumento de la diuresis y alteraciones en la dinámica respiratoria. Clásicamente se asocian también a un aumento de la sensibilidad al dolor en los pacientes reumáticos, sobre todo cuando se asocian a humedad alta, aunque faltan evidencias sólidas que respalden una relación causa-efecto.

Los vientos del sur, por el contrario, estimulan el parasimpático y parecen ejercer su influencia en la esfera psíquica. Se han asociado tradicionalmente con trastornos emocionales, irritabili-

dad, síntomas depresivos, incremento de los suicidios, etc. Ejemplos de este tipo de vientos son el Siroco, un viento seco extremadamente cálido que sopla desde el desierto del Sahara; y el Föhn, típico de los Alpes, cálido, seco, que se produce a finales del otoño y principios del invierno cuando un aire caliente y húmedo proveniente del Mediterráneo choca con la barrera montañosa, se descarga de humedad y baja por la otra ladera a gran velocidad (efecto Föhn), fuertemente ionizado positivamente. Este tipo de viento, propio de regiones montañosas, recibe diferentes nombres según las zonas donde se origina: Chinook en las Montañas Rocosas, Puelche en los Andes, Austru en Rumania, Barredor del cielo en Mallorca.

## 6.5. Tormentas

Una tormenta es una perturbación violenta de la atmósfera acompañada de aparato eléctrico, viento fuerte y generalmente precipitaciones en forma de lluvia, nieve o granizo. (La precipitación no es condición *sine qua non* para la caracterización del fenómeno ni, por otra parte, todas las precipitaciones de carácter intenso corresponden a fenómenos tormentosos). Se producen en relación con nubes densas de desarrollo vertical y aspecto montañoso llamadas cumulonimbos. Se distinguen dos tipos principales de tormentas:

- a) las de calor, originadas por movimientos ascendentes de aire cálido y húmedo, típicas de los períodos estivales.
- b) las de frente frío, producidas generalmente durante el invierno a causa de la penetración en forma de cuña de una lengua de aire frío por debajo del aire caliente al cual hace ascender con rapidez provocando la formación de cumulonimbos.

El rayo es una descarga eléctrica de gran intensidad producida entre dos nubes o entre una nube y la tierra como resultado de la acumulación de cargas positivas y negativas en los cumulonimbos. Cuando dicha acumulación de cargas de signo opuesto llega a ser suficientemente intensa, la gran diferencia de potencial que se produce hace saltar la chispa. El relámpago es el resplandor vivísimo producido por la descarga eléctrica. La circulación de esta corriente eléctrica, de una intensidad del orden de los 50.000 amperios, origina en su recorrido una estre-

cha columna de aire sobrecalentada a unos 20.000 °C. La ruptura brusca de la masa de aire interpuesta provoca ondas sonoras en forma de estruendo, el trueno.

El granizo se forma cuando las gotas de agua que se encuentran en el interior de los cumulonimbos son arrastradas por fuertes corrientes de aire ascendente y alcanzan alturas en las que la temperatura es mucho menor convirtiéndose en cristales de hielo que caen por su peso cuando alcanzan un tamaño lo suficientemente grande. Empujados ahora por corrientes de aire descendentes se precipitan a tierra con gran violencia. Su diámetro habitual es de medio cm o menos pero pueden ser de un tamaño mucho mayor (5 cm) y ocasionar grandes destrozos en estructuras, huertas, etc.

### **Efectos de las tormentas sobre la salud**

Un estudio llevado a cabo en Shangai<sup>34</sup> analiza la relación existente entre la mortalidad semanal intrahospitalaria y las tormentas y encuentra que la mortalidad es mayor en los días con tormentas que en los días sin ellas. Dicho efecto es significativo para los pacientes ingresados en los servicios de Cardiovascular, Neurología y Aparato Respiratorio.

Sin embargo, la mayor parte de los estudios que han analizado los efectos en salud de las tormentas se han centrado en la relación entre éstas y los ataques de asma por un lado y la morbimortalidad ocasionada por el efecto directo de la caída de un rayo sobre las personas.

### **Tormentas y ataques de asma**

Numerosos estudios<sup>35, 36 37, 38, 39, 40</sup> han puesto de manifiesto la importante relación existente entre brotes de asma (que a veces han llegado a ser muy intensos en cuanto al número de casos) y los fenómenos tormentosos. Los mecanismos que explicarían dicha relación según los diversos autores, serían fundamentalmente los aumentos en las concentraciones de polen y esporas fúngicas que traen consigo las tormentas. A favor de esta hipótesis está el hecho de que los afectados suelen presentar inflamación de la vía aérea, con eosinofilia en el esputo y altos niveles de IgE frente a gramíneas. Por otra parte, la bajada brusca de temperatura, la humedad y la lluvia que caracterizan a las tormentas e incluso el propio aparato eléctrico parecen jugar también un papel importante en el desencadenamiento de las crisis.

## 6.6. Ionización atmosférica


La formación de iones en la atmósfera comienza cuando una fuente de gran energía (rayos cósmicos, radiación solar ultravioleta) actúa sobre una molécula gaseosa y consigue arrancarle un electrón. El electrón desplazado se une a una molécula adyacente transformándola en un ión negativo, mientras que la molécula original queda transformada en ión positivo. El oxígeno del aire está presente casi por completo en forma de ión negativo por su gran afinidad por los electrones. El nitrógeno y sobre todo el CO<sub>2</sub> se encuentran en forma de iones positivos.

En determinadas circunstancias, como por ejemplo antes de una tormenta, o cuando soplan determinados vientos como el Siroco (caliente, procedente del Mediterráneo) o el Mistral o la Tramontana (fríos, del norte) o el Föhn (cálido, seco, cargado de electricidad, de componente sur, típico de los Alpes y otras zonas de montaña) se aprecia un predominio de iones positivos. También en el interior de recintos con aire acondicionado, moquetas, pantallas de televisión...

En cambio, en tiempo lluvioso, junto al mar, o en las proximidades de cascadas, surtidores de agua, etc., predominan los iones negativos.

La abundancia de iones positivos se ha asociado entre otros con síntomas de cefalea, congestión nasal, ronquera, dolor de garganta, disminución del movimiento ciliar de la tráquea y aumento de la presión arterial.

Por el contrario, el predominio de iones negativos produce una sensación de bienestar, efecto sedante, disminución de la presión arterial, aceleración de la cicatrización de heridas, activación de los cilios vibrátiles del árbol respiratorio y mejoramiento de la ventilación pulmonar<sup>41, 42</sup>. Esta es la base de la utilización de los ionizadores de aire para mejorar el rendimiento laboral y en el tratamiento de determinados trastornos (asma, ansiedad, cicatrización de heridas, hipertensión, etc.).



---

# **Variables meteorológicas y contaminación atmosférica**

■ **Variables  
meteorológicas  
y contaminación  
atmosférica**

Desde 1930 una serie de episodios de contaminación aguda en diferentes partes del mundo demostraron los riesgos para la salud, con aumento de la morbilidad, cuando se dan determinadas condiciones atmosféricas en lugares con altas concentraciones de contaminación atmosférica.

Una combinación de niebla intensa, situación anticiclónica y altas concentraciones de contaminantes en los meses fríos del año fueron los factores comunes en los episodios del Valle de Mosa (Bélgica, diciembre 1930), Donora (Pensilvania, EE.UU., octubre 1948), Londres (diciembre, 1952), Nueva York (noviembre, 1953). Todos ellos son casos típicos de lo que se ha denominado wintersmog.

Las principales causas que determinaron el importante aumento de la morbilidad en los casos mencionados fueron de origen cardiorrespiratorio y los contaminantes implicados fueron fundamentalmente el  $\text{SO}_2$  y las partículas en suspensión, componentes principales de la contaminación tipo invierno, aunque éstos simplemente sirven como indicadores de mezclas de contaminantes mucho más complejas.

En los últimos años, numerosos estudios<sup>43, 44, 45, 46, 47</sup> han puesto de manifiesto que incluso con concentraciones de contaminantes por debajo de límites considerados seguros se producen efectos nocivos para la salud.

Las concentraciones de los contaminantes atmosféricos dependen de su producción y también, de manera determinante, de su dispersión. En invierno, la suma de calefacciones, tráfico rodado, industrias, etc. provoca un aumento de la producción de  $\text{SO}_2$  y partículas. En situación de inestabilidad atmosférica el viento y la lluvia contribuyen a limpiar la atmósfera y a reducir su concentración. Sin embargo, en situación anticiclónica, es decir, con estancamiento de la atmósfera, al aumento de emisión de estos contaminantes primarios hay que añadir la persistencia de los mismos en el ambiente y por consiguiente el aumento de su concentración, con el consiguiente incremento de efectos perjudiciales para la salud.

En verano, con muchas horas de sol y temperaturas altas, el tipo de contaminación que predomina se denomina summersmog y se refiere a la contaminación procedente de las reacciones de los hidrocarburos y los óxidos de nitrógeno, estimuladas por la luz solar intensa. El ozono es considerado como el ele-

mento esencial de este tipo de contaminación, con efectos irritativos e inflamatorios sobre el tracto respiratorio<sup>48, 49, 50</sup>. Se trata de un contaminante que suele alcanzar valores mayores en zonas alejadas de los focos emisores, es decir, en zonas semiurbanas y rurales. Las condiciones atmosféricas que están presentes en las olas de calor favorecen extraordinariamente la formación de ozono troposférico a partir de sus precursores. Durante el verano de 2003 los días de superación de la temperatura umbral en Madrid (36,5 °C) coincidieron exactamente<sup>4</sup> con los días en los que se produjo la superación del umbral de aviso a la población por altas concentraciones de ozono, establecido en 180 microgramos/m<sup>3</sup>.

De manera indirecta, el aumento de temperatura propio del verano y más aún si se da una situación de ola de calor puede asociarse con un incremento de las emisiones de contaminantes por el consumo mayor de energía debido a los sistemas de acondicionamiento de aire y refrigeración de alimentos y otros productos. Por otra parte, en el origen de las olas de calor que se dan en España se encuentra frecuentemente la irrupción de aire de componente Sur-Sureste procedente del Sahara que puede traer abundante polvo en suspensión (partículas). Canarias y el Sur de la Península son las regiones más afectadas por este fenómeno.



---

## **Variables meteorológicas, polen y esporas**

■ **Variables  
meteorológicas,  
polen y esporas**

A pesar de que las concentraciones de polen y esporas dependen en gran medida de las especies cultivadas y silvestres existentes, las variaciones en dichas concentraciones, y por lo tanto la incidencia de fenómenos alérgicos en la población susceptible, dependen en gran medida de los factores meteorológicos (McMichael AJ & Githeko AK 2001).

Tanto el volumen de producción como la dispersión, el transporte y la deposición de polen y esporas están influenciados por las lluvias, heladas, vientos, temperatura y humedad. Si el aire está en calma los granos de polen se depositan con rapidez por efecto de la gravedad, mientras que para su permanencia en la atmósfera debe haber turbulencias: el polen y las esporas que se hallan en suspensión cerca del suelo pueden elevarse mediante remolinos de aire y entrar en contacto con las mucosas. Ya se vio en relación con las tormentas cómo éstas están frecuentemente relacionadas con brotes de asma y otras enfermedades alérgicas. La lluvia, por su parte es un eficaz instrumento de limpieza de la atmósfera al arrastrar hasta el suelo las partículas biológicas que flotan en las capas altas de la atmósfera. Es bien sabido desde antiguo que los pacientes con síntomas de alergia al polen mejoran en los días lluviosos y empeoran cuando sopla fuerte el viento.

En la Comunidad de Madrid, si bien la polinización puede darse desde finales de enero a octubre, dependiendo del tipo de planta o árbol, durante los meses de mayo y junio se produce la polinización de las gramíneas que es, con mucho, la que mayor repercusión tiene entre las personas alérgicas de nuestra Comunidad. Las peculiares condiciones de la atmósfera en primavera, con predominio de bajas presiones y abundancia de vientos y tiempo revuelto en general, levantan el polen depositado en el suelo y lo ponen en contacto con la mucosa del ojo y del tracto respiratorio desencadenando cuadros de rinoconjuntivitis (fiebre del heno) o crisis asmáticas.





---

## **Variables meteorológicas, accidentes y catástrofes**

■ **Variables meteorológicas,  
accidentes y  
catástrofes**

## 9.1. Morbi- mortalidad por caída de rayos

Diariamente en el mundo se producen unas 44.000 tormentas y se generan más de 8 millones de rayos según el sistema de detección mundial de meteorología. Como anécdota, en España, el 7 de agosto de 1992 cayeron 32.000 rayos según el Servicio de Teledetección de rayos del Instituto Nacional de Meteorología.

La caída de un rayo a tierra es una de las amenazas más serias derivadas de una tormenta. Se produce cuando la diferencia de potencial entre la nube y la tierra supera la capacidad aislante del aire. El peligro puede no ser aparente: se dan casos de caída de rayos a más de 20 km de distancia del lugar en que descarga la tormenta.

En Estados Unidos, desde 1980 hasta 1995 se produjeron un total de 1.318 muertes atribuibles a la caída de rayos, es decir, una media de 82 muertes al año. De los 1.318 fallecimientos, el 85% eran hombres y el 68% tenían edades comprendidas entre 15 y 44 años.

Aproximadamente el 30% de las personas alcanzadas por un rayo mueren, y el 74% de los supervivientes quedan con discapacidades permanentes.

Más del 70% de los fallecimientos se dan entre junio y agosto y el 92% entre mayo y septiembre. Sólo muy ocasionalmente se produce alguno en invierno. El 63% ocurren en la primera hora tras la caída del rayo; y el 73% entre el mediodía y la tarde. La probabilidad de ser alcanzado por un rayo es mucho mayor en el medio rural que en el urbano. Los altos edificios con estructura metálica protegen las zonas adyacentes y derivan a tierra la descarga eléctrica, al igual que los pararrayos. En el campo, los árboles, en particular los muy altos y aislados atraen especialmente a los rayos.

De las personas fallecidas, el 52% se dedicaban a actividades recreativas al aire libre (en el medio urbano los campos de golf fueron áreas de gran riesgo) en el momento de ser alcanzadas por el rayo y el 25% estaban trabajando. Entre los trabajadores más afectados por los rayos están los de la construcción y los agricultores (un número apreciable mientras conducían un tractor). El mayor número de hombres dedicados a este tipo de actividad laboral probablemente explica la diferencia en mortalidad entre hombres y mujeres. También la mayor participación de estos en actividades recreativas al aire libre.

En España, desde 1941 hasta 1979 hubo alrededor de 2.000 muertos por rayo (1,6 muertos por millón de habitantes y año). Desde entonces estas cifras han disminuido sustancialmente, lo que seguramente tiene mucho que ver con el cambio de una sociedad rural a otra fundamentalmente urbana, con todas sus implicaciones. En el período 1990-2000 se produjeron 73 víctimas mortales por caída de rayos. En el año 2000 y 2001 se produjeron 7 y 4 fallecimientos por esta causa, todas en varones<sup>51</sup>.

La afectación neurológica y cardiopulmonar son las más peligrosas y responsables de los casos fatales. Puede producirse asistolia, fibrilación ventricular o parada respiratoria por afectación directa del sistema nervioso central (centro respiratorio). También puede haber derrame pericárdico masivo o insuficiencia cardíaca severa.

Otras posibles lesiones incluyen quemaduras en las zonas por donde entra y sale el rayo y en las zonas de contacto con partes metálicas como joyas, pérdida de visión y audición, fracturas óseas, etc. Puede haber, además, confusión y pérdida de memoria<sup>52, 53, 54</sup>.

## MEDIDAS DE PREVENCIÓN ANTE LAS TORMENTAS

### En el campo

- ◆ Si se van a realizar actividades al aire libre, conviene prestar atención a los partes meteorológicos durante la temporada en que son más frecuentes las tormentas (generalmente de mayo a septiembre) y no partir hacia media o alta montaña con riesgo claro de tormenta.
- ◆ Observar si el cielo se oscurece, si pueden verse relámpagos, si el viento arrecia o si se escuchan truenos. En tal caso conviene dirigirse inmediatamente a un lugar seguro.
- ◆ En verano tratar de acabar de ascender a una cumbre o terminar una salida o etapa antes de las cuatro de la tarde; a partir de estas horas es cuando se forma el mayor número de tormentas.
- ◆ Desistir de hacer cumbre o terminar una ruta en el caso de que veamos formarse un cumulonimbo en clara progresión hacia tormenta en la dirección en la que nos dirigimos.

- ◆ En caso de sentir un cosquilleo en la piel, que se eriza el cabello y que los objetos metálicos o que terminan en punta metálica emiten un extraño zumbido parecido al de una colmena y se producen chispas o destellos la tormenta está próxima. Todos estos fenómenos se producen por el desplazamiento de las cargas eléctricas que generan las tormentas y significa que el aire en el que nos encontramos se ha vuelto conductor hasta el punto de que en ocasiones entre dos excursionistas cercanos entre sí y sin tocarse puede producirse una molesta descarga.
- ◆ En caso de notar alguno de estos fenómenos en medio de una tormenta el peligro es inminente porque significan que está a punto de caer un rayo. **Retirarse de todo lugar alto:** cumbre, cima, loma..., y refugiarse en zonas bajas no propensas a inundarse o recibir avenidas de agua.
- ◆ **NUNCA echar a correr durante una tormenta y menos con la ropa mojada**, esto es muy peligroso. Se crea una turbulencia en el aire y una zona de convección que puede atraer el rayo.
- ◆ **Deshacerse de todo material metálico** (piolets, bastones, mochilas con armazón, palas, azadones, rastrillos, palos de golf, paraguas, herramientas...) y depositarlo a más de 30 metros de distancia. Los rayos aprovechan su buena conducción. **Apagar walkie-talkies y teléfonos móviles**, cuyas radiaciones electromagnéticas pueden atraer los rayos.
- ◆ **NUNCA refugiarse debajo de un árbol o una roca o elementos prominentes solitarios.** Un árbol solitario por su humedad y verticalidad aumenta la intensidad del campo eléctrico. En cambio un bosque, aunque sea pequeño, puede ser un buen refugio. Cobijarse debajo de los árboles de menor altura.
- ◆ **Alejarse de objetos metálicos** como vallas metálicas, alambradas, tuberías, líneas telefónicas e instalaciones eléctricas, railes de ferrocarril, bicicletas, maquinaria, etc.  
La proximidad de grandes objetos metálicos es peligrosa incluso cuando no se esté en contacto con ellos, ya que la onda de choque producida por el rayo calienta sobremanera el aire lo que puede producir lesiones en los pulmones.

- ◆ En el caso de trabajo sobre tractores (agricultores), maquinaria de construcción, etc., abandonarlos mientras dure la tormenta. Tampoco debe trabajarse sobre andamios u otras estructuras metálicas.
- ◆ **Alejarse de terrenos abiertos y despejados**, como praderas, cultivos y campos de golf. En estas zonas una persona sobresale bastante del terreno y puede convertirse en un pararrayos. Es preferible quedarse debajo de un grupo de árboles, a ser posible de menor altura que otros de la zona.
- ◆ **Aislarse del suelo y del contacto con charcos o zonas mojadas**. Salir inmediatamente y alejarse de ríos, piscinas, lagos, el mar y otras masas de agua.
- ◆ **Alejarse y NO refugiarse en pequeños edificios aislados** como graneros, chozas, cobertizos...; las tiendas de campaña tampoco son seguras.
- ◆ **NO refugiarse en la boca de una cueva ni al abrigo de un saliente rocoso**, el rayo puede echar chispas a través de estas aberturas, algunas son incluso canales naturales de drenaje para sus descargas. Solo ofrecen seguridad las cuevas profundas y anchas, mínimo un metro a cada lado.
- ◆ **La posición de seguridad más recomendada es de cuclillas**, lo más agachado posible, con las manos en las rodillas, tocando el suelo sólo con el calzado. Esta posición nos aislará en buena medida al no sobresalir sobre el terreno. No debemos echarnos en horizontal sobre el suelo.
- ◆ Si notamos cosquilleo en el cuerpo, se nos eriza el cabello, o vemos brillar y echar chispas un objeto de metal **HAY QUE adoptar la posición de seguridad de inmediato** porque la descarga de un rayo es inminente.
- ◆ **Si se va en grupo es aconsejable dispersarse unos metros** y adoptar la posición y demás precauciones de seguridad. En caso de ir con niños, para evitar el pánico o el extravío, mantener contacto visual y verbal con ellos. Si un rayo afecta a una persona las demás en contacto pueden verse afectadas por la descarga, por esto mismo también es recomendable alejarse de rebaños y grupos de mamíferos.

- ◆ **El mejor sitio para refugiarse a la intemperie durante una tormenta es un vehículo cerrado**, un coche no descapotable, furgoneta, camión...

Dentro debemos apagar el motor, bajar la antena de la radio y desconectarla, cerrar las ventanillas y las entradas de aire. En caso de caída de un rayo el vehículo se cargará sólo por el exterior mientras que el interior quedará intacto, fenómeno conocido como "Jaula de Faraday". Debe evitarse tocar las partes metálicas del vehículo. En caso de ir conduciendo y verse sorprendido por una tormenta conviene disminuir la velocidad y no detenerse en zonas por donde pueda discurrir gran cantidad de agua.

- ◆ **Es totalmente falsa la creencia popular de que un rayo no cae dos veces sobre un mismo lugar.**

### En la vivienda, refugio o cabaña

- ◆ **No asomarse al balcón o ventanas abiertas** para observar la tormenta.
- ◆ **Cerrar puertas y ventanas para evitar corrientes de aire** pues éstas atraen los rayos.
- ◆ **Alejarse de la chimenea y NO hacer fuego en ella** o apagarlo si está encendido. De las chimeneas asciende aire caliente cargado de iones, lo que aumenta la conductividad del aire abriendo un camino para las descargas eléctricas actuando como un pararrayos.
- ◆ En caso de hallarnos en un piso o vivienda, hay que **desconectar los electrodomésticos, los aparatos eléctricos y las tomas de antena de televisión**, ya que el rayo puede entrar por las conducciones de electricidad y TV causando daños o la destrucción de estos objetos. Conviene permanecer alejados de las tuberías del agua y del gas y del teléfono o el ordenador. Todos estos objetos pueden conducir la electricidad y provocar electrocución. Dejar las luces encendidas, sin embargo, no aumenta el riesgo.
- ◆ Hay que postponer los baños, las duchas y el lavado de la vajilla o usar agua corriente para cualquier otro propósito hasta que la tormenta haya pasado porque a través del agua existe también riesgo de electrocución.

- ◆ Una buena manera de aislarse es sentarse en una silla que no sea de metal apoyando los pies en la mesa u otra silla que tampoco sean metálicas. Lo mejor es tumbarse en una cama o litera, más aún si son de madera.

### **Primeros auxilios en el caso de que una persona sea alcanzada por un rayo**

- ◆ La descarga eléctrica no permanece en la persona afectada por lo que puede atenderse con toda seguridad y debe hacerse inmediatamente.
- ◆ Si la persona está inconsciente, comprobar si hay pulso y respiración.
- ◆ Si tiene pulso pero no respiración, empezar la respiración boca a boca.
- ◆ Si no tiene pulso, comenzar las maniobras de resucitación cardiopulmonar.
- ◆ Las personas que sufren parada cardiorrespiratoria por un rayo tienen mayor probabilidad de salir de la misma que la que se debe a otras causas, por lo que es de la máxima importancia comenzar la reanimación cuanto antes.
- ◆ Comprobar si hay otras lesiones, tales como fracturas. En caso de sospecha de fractura vertebral evitar todo movimiento.
- ◆ Las quemaduras deben buscarse especialmente en dedos de manos y pies y en zonas próximas a hebillas, joyas, medallas, etc. Lo habitual es que haya dos áreas que presenten quemadura, correspondientes a las de entrada y salida de la corriente eléctrica.
- ◆ Mantener caliente a la víctima hasta la llegada de los equipos de urgencia.
- ◆ Si una persona alcanzada por un rayo se muestra tan solo aturdida y no parece presentar heridas de importancia, aun así debe recibir asistencia médica para valorar el impacto real del rayo sobre su organismo.

La niebla es una variable atmosférica que se presenta como una nube de espesor y densidad variable cuya base está en contacto con la superficie terrestre, y que generalmente produce una disminución de la visibilidad horizontal. Este fenómeno produce situaciones de riesgo que en ocasiones pueden transformarse en auténticas catástrofes relacionadas, en general, con los medios de transporte, tanto terrestres, como aéreos y marítimos. Además de una disminución de la visibilidad la niebla provoca accidentes al afectar la percepción sobre la velocidad y las distancias.

La visibilidad está en función de la mayor o menor densidad de la niebla, lo cual depende de la mayor o menor concentración de las diminutas gotas de agua que la forman.

Cuando la visibilidad alcanza una distancia menor de **25** metros la niebla es densa en extremo.

De **25 a 50** metros. Niebla muy densa, permite visibilidad mínima.

De **50 a 100** metros. Niebla espesa, permite visibilidad mínima.

De **100 a 500** metros. Niebla, permite muy poca visibilidad.

De **500 a 1.000** metros. Niebla, permite poca visibilidad.

De **1.000 a 4.000** metros. Neblina o calima, permite visibilidad escasa.

De **4.000 a 10.000** metros. Atmósfera diáfana, permite visibilidad moderada.

De **10.000 a 20.000** metros. Atmósfera diáfana, permite buena visibilidad.

De **20.000 a 50.000** metros. Atmósfera diáfana, permite muy buena visibilidad.

Distancia de **50.000** metros o más. Atmósfera diáfana, permite visibilidad excelente.

En España, el aeropuerto de Los Rodeos (Tenerife), fue escenario el 27 de marzo de 1977 del accidente aéreo con mayor número de víctimas mortales que se registra, 583 personas. La intensa niebla fue un factor fundamental en la colisión de dos aviones en el momento del despegue de uno de ellos. En 1983, de nuevo una espesa niebla provocó la colisión de dos aviones

## 9.2. Accidentes debidos a la niebla

en el aeropuerto de Barajas con el resultado de 93 víctimas mortales.

Cuando la niebla es intensa y se circula por autovías a una velocidad indebida el riesgo de colisión múltiple, con decenas de vehículos implicados, está muy aumentado. No se dispone de datos sobre la morbilidad por accidentes a causa de la niebla en España. En Estados Unidos aproximadamente 700 personas fallecen cada año en accidentes de tráfico provocados por este fenómeno meteorológico.

En la siguiente tabla se recogen algunos de los accidentes múltiples ocurridos a nivel internacional desde 1990 a 2003 a causa de la niebla.

**Tabla 7. Fuente: Environment Canada.  
Meteorological Service of Canada 2003**

Fecha	Lugar	Vehículos	Heridos	Muertos
1/Noviembre/90	A-16 Breda, Netherlands	100	27	8
11/Septiembre/90	I-75 Calhoun, Tennessee	99	44	12
14/Noviembre/98	Selma, California	74	51	2
3/Septiembre/99	401 Windsor, Ontario	145	150	8
2/Enero/00	Bavaria, Germany	100	25	2
12/Febrero/00	Yamaska River, Quebec	15	7	0
3/Enero/02	Caliente, California	77	15	1
5/Febrero/02	Selma, California	50	36	3
14/Marzo/02	Chattanooga, Tennessee	125	39	4
28/Marzo/02	Oxford, England	100	?	2
26/Septiembre/02	Chambly, Quebec	49	17	1
28/Septiembre/02	Winnipeg, Manitoba	11	?	1
30/Septiembre/02	Seewalchen, Austria	100	12	8
3/Noviembre/02	Long Beach, California	194	40	?
17/Marzo/03	Barrie, Ontario	200	24	1
23/Mayo/03	Finzel, Maryland	73	90	2

Además de la niebla, gran parte de las variables meteorológicas, además de su repercusión en la salud por su efecto sobre los sistemas de homeostasis del organismo, son responsables de

una significativa morbimortalidad por su influencia en la aparición de accidentes de todo tipo (caída de árboles, cornisas, u otros objetos por los fuertes vientos; temporales en el mar con los consiguientes naufragios, aludes, etc.). Pero sin duda son los accidentes de tráfico los que mayor siniestrabilidad deparan cuando las condiciones meteorológicas son adversas. En Estados Unidos se estima que aproximadamente 6.000 personas fallecen anualmente en accidentes de circulación producidos por el mal tiempo: lluvia, hielo, nieve, niebla. Otro medio millón resultan heridos. Una proporción semejante o superior puede hallarse en el resto del mundo occidental<sup>55</sup>.

Hay toda una serie de factores asociados a los accidentes por factores meteorológicos adversos que no dependen de los usuarios de las carreteras y vías públicas y que son responsabilidad de las diversas administraciones con competencias en la materia: estado de las carreteras, puntos negros, falta de señalizaciones, ausencia de información en tiempo real, etc. El aumento de número de vehículos que circulan por determinadas vías en determinados días y horas constituye, sin duda, otro factor importante que en condiciones meteorológicas adversas implica un marcado riesgo de accidente.

Por lo que se refiere al factor humano, si bien siempre hay que adoptar las medidas de precaución necesarias para evitar accidentes, especialmente las referidas a velocidad, adelantamientos, alcohol, sueño, etc., es fundamental tomar conciencia de que en circunstancias meteorológicas adversas se hace preciso extremar dichas medidas y de que la conducción debe adecuarse a tales circunstancias.

Antes de salir de viaje, es conveniente consultar el estado de las carreteras, del tráfico y el pronóstico del tiempo para actuar en consecuencia. Si es factible, evitar salir en días y horas punta.

Siempre revisar el estado del vehículo: dibujo y presión de los neumáticos, estado de los frenos, escobillas, niveles, anticongelantes, etc.

### 9.3. Prevención de accidentes de tráfico debidos a climatología adversa

### **a) Niebla**

Reducir la marcha y la velocidad de forma que sea posible frenar dentro de los límites de visibilidad.

Utilizar luces de cruce y las antiniebla. No deben utilizarse las luces de carretera (largas) porque su alto haz rebota en las gotas en suspensión y disminuye la visibilidad.

Conectar la calefacción si es preciso para desempañar los cristales.

Desconectar las luces antiniebla una vez superado la zona de niebla ya que pueden deslumbrar a otros conductores.

### **b) Calor**

Mientras algunos factores meteorológicos como la lluvia, niebla o nieve (el llamado mal tiempo) ponen en estado de alerta al organismo mediante la secreción de adrenalina y apelan a la prudencia del conductor, el calor y la luz intensos (generalmente sinónimos de buen tiempo) pueden contribuir al aumento de accidentes a través de su influencia sobre diversos mecanismos hormonales:

- ◆ Los niveles de adrenalina y noradrenalina están disminuidos, lo que reduce el nivel de concentración y la capacidad de reacción ante una situación de emergencia.
- ◆ Los niveles de serotonina están aumentados lo cual facilita reacciones de impaciencia y reduce la percepción de peligro inminente.
- ◆ Los niveles altos de tiroxina y de histamina no favorecen el enjuiciamiento prudente de las situaciones de riesgo potencial.

Conviene ser consciente de todas estas circunstancias y redoblar los esfuerzos por mantenerse alerta evitando agravar el riesgo potencial que supone el calor intenso sobre el estado de vigilancia. Evitar el consumo de psicofármacos, la falta de sueño, las comidas copiosas, la ingesta de alcohol.

Por otro lado, el deslumbramiento que se produce a la salida y puesta del sol supone un riesgo importante de accidente para los conductores que circulan en la dirección del sol. Además de disminuir la velocidad, aumentar la distancia de

seguridad y evitar adelantamientos unas gafas de sol pueden resultar muy útiles en tales momentos.

### **c) Lluvia**

Hay que estar muy atento a las primeras gotas de lluvia. Cuando se unen a la suciedad del asfalto crean una película muy deslizante. Hay que reducir la velocidad, aumentar la distancia de seguridad con el vehículo precedente y procurar evitar los adelantamientos. Si el asfalto es muy deslizante, hay que actuar con mucha suavidad sobre el volante, el acelerador y el freno. Utilizar marchas altas para que el motor vaya lo menos revolucionado posible.

La lluvia produce reducción de la visibilidad. Deben encenderse las luces de cruce y subir la velocidad del limpiaparabrisas antes de adelantar o ser adelantado. Si se empañan los cristales, conectar la calefacción y dirigir el chorro de aire hacia la luna delantera.

Además de la reducción de la visibilidad, un efecto muy temido es el llamado acuaplaning (el vehículo patina sin control), producido por un desgaste acusado del dibujo de los neumáticos y/o una presión deficiente en los mismos, y mucha agua en la calzada. La probabilidad de que se produzca depende de estos tres factores y de la velocidad con la que se circule. Si se produce una situación de acuaplaning, no tocar el freno es fundamental. Debe levantarse el pie del acelerador, sujetar firmemente el volante y esperar a que las ruedas vuelvan a tocar firme.

Los frenos mojados no funcionan como en seco. Para eliminar el agua de las pastillas de freno después de haber pasado por una zona encharcada, conviene dar varios toques cortos y suaves en el freno.

### **d) Nieve y Hielo**

Procurar llevar el depósito lleno por si acaso hubiera que estar mucho tiempo parado a causa de algún bloqueo.

Es imprescindible el uso de cadenas para circular por carreteras nevadas.

Circular a velocidad reducida, evitando los adelantamientos y aumentando la distancia de seguridad.

Es aconsejable circular, si las hay, por las roderas que hayan dejado con anterioridad otros vehículos.

Arrancar en segunda y circular con marchas intermedias.

Si hay que descender una pendiente, hacerlo a velocidad muy reducida utilizando el freno lo menos posible y con una marcha corta que retenga el coche.

Si se pasa por una placa de hielo, levantar suavemente el pie del acelerador, no utilizar el freno, dirigir el volante hacia el lado adonde se va la parte trasera del coche. Si el vehículo tiene ABS, el sistema actuará de forma que la pérdida de control sea menor.

#### 9.4. Fenómenos catastróficos debidos a variables meteorológicas: inundaciones

Las inundaciones son una de las catástrofes naturales que mayor número de víctimas producen en el mundo. Se ha calculado que en el siglo XX unos 3,2 millones de personas han muerto por este motivo, lo que es más de la mitad de los fallecidos por desastres naturales en el mundo en ese periodo. En España, además de cuantiosos daños económicos y materiales las inundaciones provocaron 207 muertes en la década 1990- 2000. La catástrofe del camping de Biescas, en agosto de 1996, con 87 muertos por una inundación relámpago (se ha estimado que la intensidad de la lluvia alcanzó los 500 litros por hora durante un espacio de 10 minutos en el barranco de Arás), marcó un récord difícilmente superable; anteriormente, la actividad tormentosa intensa había deparado catástrofes como las inundaciones de Bilbao a finales de agosto de 1983 (34 personas murieron como consecuencia de las riadas y las pérdidas superaron los 60.000 millones de las antiguas pesetas sólo en la metrópoli), o la rotura de la Presa de Tous (Valencia) en octubre de 1982.

#### Causas de las inundaciones

Las grandes lluvias son la causa principal de inundaciones, pero además hay otros factores importantes:

- ◆ **Exceso de precipitación.** Los temporales de lluvias son el origen principal de las *avenidas*. Cuando el terreno no puede absorber o almacenar todo el agua que cae ésta resbala por la superficie (*escorrentía*) y sube el nivel de los

ríos. En España se registran todos los años precipitaciones superiores a 200 mm en un día, en algunas zonas, y se han registrado *lluvias muy superiores* hasta llegar a los 817 mm el 3 de noviembre de 1987 en Oliva.

- ◆ **Fusión de las nieves.** En primavera se funden las nieves acumuladas en invierno en las zonas de alta montaña y es cuando los ríos que se alimentan de estas aguas van más crecidos. Si en esa época coinciden fuertes lluvias, lo cual no es infrecuente, se producen inundaciones.
- ◆ **Rotura de presas.** Cuando se rompe una presa todo el agua almacenada en el embalse es liberada bruscamente y se forman grandes inundaciones muy peligrosas. Casos como el de la presa de Tous que se rompió en España, han sucedido en muchos países.
- ◆ **Actividades humanas.** Los efectos de las inundaciones se ven agravados por algunas actividades humanas. Así sucede cuando:
  - Al asfaltar cada vez mayores superficies se **impermeabiliza el suelo**, lo que impide que el agua se absorba por la tierra y facilita el que con gran rapidez las aguas lleguen a los cauces de los ríos a través de desagües y cunetas.
  - La tala de bosques y los cultivos que desnudan al suelo de su cobertura vegetal facilitan la *erosión*, con lo que llegan a los ríos grandes cantidades de materiales en suspensión que agravan los efectos de la inundación.
  - Las canalizaciones solucionan los problemas de inundación en algunos tramos del río pero los agravan en otros a los que el agua llega mucho más rápidamente.
  - La ocupación de los cauces por construcciones reduce la sección útil para evacuar el agua y reduce la capacidad de la llanura de inundación del río. La consecuencia es que las aguas suben a un nivel más alto y que llega mayor cantidad de agua a los siguientes tramos del río, porque no ha podido ser embalsada por la llanura de inundación, provocando mayores desbordamientos. Por otra parte el riesgo de perder la vida y de daños personales es muy alto en las personas que viven en esos lugares.

- ◆ Aunque no frecuentes en España, son causa de inundaciones en otros países las **coladas de barro** que se forman en las erupciones de los volcanes cuando se mezclan los materiales volcánicos con agua o nieve. Fueron la causa de las más de 23.000 víctimas que ocasionó la erupción del Nevado de Ruiz en Colombia el 13 de noviembre de 1985. También los **huracanes y los ciclones** hacen que el agua del mar invada las zonas costeras en algunos países tropicales originando grandes inundaciones. Y los **deslizamientos de laderas** que obstruyen los cauces de los ríos pueden remansar aguas que cuando rompen el dique que se había formado causan graves inundaciones.

### Inundaciones en España

*Las inundaciones son el desastre natural con más impacto sobre vidas y bienes en la Península Ibérica.* Según Protección Civil en España hay 1.398 puntos conflictivos en los que suele haber periódicamente importantes inundaciones (figura 2).

Figura 2. Puntos con riesgo de inundación en la España peninsular. Fuente: Protección Civil



Las grandes **áreas** en las que se concentran estos lugares de riesgo son:

1. La cuenca Norte, en la que se sitúan 300 puntos conflictivos, principalmente en el País Vasco. Bilbao, Rentería, San Sebastián y Gijón son los sectores con más riesgo en esta cuenca. La probabilidad de inundaciones es alta en estos lugares porque suele haber ocasionalmente precipitaciones muy altas (por ejemplo 500 mm de lluvia el 26 de agosto de 1983 en Larrasquitu) y los valles son estrechos y profundos, con las poblaciones situadas muy cerca de los cauces.
2. El área mediterránea en la que el riesgo es mayor es en las riberas del Júcar (173 puntos conflictivos), Murcia, Orihuela, Cartagena, El Vallés (Barcelona), Tarragona, Gerona, Málaga y varios puntos de las provincias de Almería y Granada. En este área el riesgo procede de las típicas lluvias torrenciales mediterráneas (algunos días ha llovido más de 800 mm, como en Oliva el 3 de noviembre de 1987 o en Jávea el 2 de octubre de 1957). Agrava la situación la falta de árboles y el suelo fácilmente erosionable porque facilitan el que las aguas arrastren muchos materiales lo que aumenta su volumen y su peligrosidad.

Los Pirineos orientales también reúnen muchos lugares peligrosos (172 puntos conflictivos). Las inundaciones están provocadas por lluvias de tipo mediterráneo, también, pero en esta zona hay una buena cobertura vegetal que protege de la erosión al suelo lo que disminuye los daños, aunque, a veces los aumenta como sucedió en *Biescas*.

Las víctimas que provocan las inundaciones en nuestro país, a diferencia de otros, se producen en el 95% de los casos en arroyos y torrentes, no en ríos grandes y medios. Es difícil prever cuándo se producirá una riada, pero muy fácil augurar dónde ocurrirá. En España existen no menos de 25.000 edificaciones de distinto tipo construidas sobre antiguos cauces de ríos o su área inmediata de influencia.

A finales de verano y principio del otoño algunas zonas de la Península Ibérica ven su cielo cubierto de chubascos y tormentas de extraordinaria violencia y de poca duración. Se trata de la gota fría, resultado de la suma de tres factores habituales en esta época del año, especialmente en la zona mediterránea: mar caliente, atmósfera inestable en la superficie y aire frío en la altura.

### Cómo se genera la gota fría

- ◆ *El mar se encuentra a temperaturas altas.* El Mediterráneo, por ejemplo, puede alcanzar al final del verano treinta grados en zonas cercanas a la costa.
- ◆ Se desprende mucho *vapor de agua*, como el agua caliente de un baño o una ducha.
- ◆ Si en estas condiciones climáticas llega una borrasca o un *frente frío* y hay una bolsa de aire frío en altura, se produce una situación de inestabilidad.
- ◆ El vapor de agua, que el mar libera en grandes cantidades, asciende arrastrado por la inestabilidad y se *condensa* al encontrarse con la zona fría, formándose una nube.
- ◆ Esta *nube puede ir agrandándose a gran velocidad* porque el vapor ascendente encuentra mucha facilidad para subir al encontrarse con zonas más frías, y con este frío va condensándose cada vez más agua.

Así, en muy pocas horas se pueden formar grandes nubes tormentosas que aunque no tengan una gran extensión horizontal pueden medir más de diez kilómetros de altura. Estos cumulonimbos descargan una fuerte lluvia, normalmente acompañada de un gran aparato eléctrico y de granizo.

### Daños y la importancia del suelo

Los daños que pueden ocasionar este tipo de lluvias torrenciales no dependen únicamente de su intensidad, sino también del estado del suelo.

En **laderas con mucha pendiente** y desprovistas de vegetación, el agua corre muy rápidamente y arrastra con fuerza el suelo, provocando una gran erosión. Si, además, las laderas terminan en un valle encajonado, puede formarse una gran riada que empuje con fuerza todo lo que encuentra. En la zona mediterránea española es frecuente que los cauces de los ríos permanezcan secos muchos meses al año y sean ocupados por cultivos o edificaciones. Esto motiva que en las grandes crecidas los daños sean mayores: por un lado, porque se destruye lo que estaba ahí construido; por otro, porque se impide la libre salida del agua y se hace mayor la crecida.

En cambio, en **laderas suaves** y cubiertas de vegetación, el agua que cae es frenada por las plantas y absorbida con más facilidad por el suelo, con lo que baja por la ladera menos agua y a menor velocidad. La erosión resulta así mucho menor. De ahí la importancia de mantener los bosques y la cubierta vegetal del terreno para prevenir los daños que los fenómenos climatológicos violentos producen.

### Consejos para minimizar los daños de la gota fría

- ◆ Conviene revisar el tejado y bajantes de agua, así como la cuneta o acequia próxima a la vivienda, evitando toda acumulación de escombros, hojas, tierra, etc.
- ◆ Hay que estar provisto de una linterna con pilas de repuesto, una radio de pilas, un pequeño botiquín de primeros auxilios y los medicamentos que se usen habitualmente, sin olvidar alimentos y ropa de abrigo.
- ◆ Se han de retirar del exterior de la casa muebles y objetos que puedan ser arrastrados por las aguas y colocar todos los productos tóxicos (herbicidas, insecticidas, etc.) fuera del alcance del agua.
- ◆ Es importante sintonizar las emisoras de radio locales para estar informado y seguir las normas sanitarias de higiene (sobre limpieza, alimentación...) dictadas por las autoridades.
- ◆ Si se observa alguna posibilidad de inundación repentina en la zona, hay que acudir inmediatamente a un lugar más seguro, no esperar instrucciones y notificar a las autoridades el peligro.
- ◆ Se deben localizar los puntos más altos de la zona en la que nos encontremos, para subirnos a ellos en caso de riada.
- ◆ Se desconectarán los aparatos o equipos eléctricos, pero sólo los tocaremos si no estamos mojados o pisando agua.
- ◆ Pasado el peligro y antes de volver definitivamente a la vivienda, hay que efectuar una inspección por si existiera riesgo de derrumbamiento o hubieran aparecido grietas, deformaciones en los muros, etc.

### Qué hacer si nos sorprende en la carretera

- ◆ Hay que atender las informaciones de las emisoras de radio locales o informarse de la situación meteorológica en las zonas a las que vamos a desplazarnos.
- ◆ Evitaremos viajar de noche, y si nos vemos obligados a hacerlo, conduciremos con prudencia comprobando el funcionamiento de los frenos periódicamente.
- ◆ No debemos cruzar en automóvil, aunque conozcamos perfectamente el trazado, las carreteras inundadas o puentes ocultos por las aguas.
- ◆ Si debemos conducir por una zona inundada, lo haremos muy lentamente y en primera marcha, para evitar que el motor se moje y llegue a pararse. Tendremos en cuenta que los frenos funcionan mal con las ruedas todavía empapadas después de atravesar un terreno inundado.
- ◆ Cuando el agua alcanza el eje del vehículo o llega más arriba de las rodillas, hay que salir de él y dirigirse a zonas más altas. Si se encuentran dificultades para abrir las puertas, hay que evacuarlo por las ventanillas sin pérdida de tiempo.
- ◆ Prestaremos atención a corrimientos de tierra, socavones, cables de conducción eléctrica y, en general, a todos los objetos caídos.
- ◆ Si el motor se ha parado y no es posible volver a arrancarlo, hay que encender las luces de emergencia (doble intermitente) y empujar el coche hacia la cuneta, si las condiciones lo permiten, para tratar de sacar el vehículo todo lo posible de la calzada. Las ráfagas de luz larga pueden servir también para pedir auxilio de noche. No olvide el código Morse de socorro: tres ráfagas cortas, tres largas y tres cortas (SOS). Puede que alguien entienda lo que estos destellos significan.



---

# **Variables meteorológicas y salud mental**

■ **Variables  
meteorológicas  
y salud mental**

Probablemente sea en este campo donde los cambios meteorológicos conllevan un mayor número de repercusiones. Pero no es posible indicar unos patrones fijos de estímulo-respuesta, de modo que en el individuo meteorosensible, con rasgos neuróticos o psicóticos, cualquier tipo de cambio meteorológico puede acentuar o disminuir las manifestaciones de su personalidad de base<sup>56</sup>.

Las personalidades depresivas son especialmente sensibles a las condiciones atmosféricas. Se han descrito dos trastornos esencialmente vinculados al cambio de estación: las depresiones invernales y las estivales. La depresión invernal se caracteriza por episodios recurrentes de aparición en otoño-invierno y remisión en primavera.

Es relativamente frecuente en latitudes altas en las que las horas de luz son muy escasas durante el invierno. Los síntomas no son típicos: predomina el cansancio, la fatiga, el aumento de apetito con ganancia de peso y la hipersomnía. En la depresión estival, también recurrente, los síntomas recuerdan los de las depresiones endógenas: disminución de apetito, pérdida de peso, insomnio y ansiedad<sup>57</sup>.

A partir de los estudios realizados sobre la influencia de las condiciones atmosféricas sobre las tendencias suicidas parece deducirse que entre el 30-50% de todos los casos de suicidio podrían verse afectados por ellas. Prácticamente en todos los estudios el máximo de suicidios durante el año se da en la época primaveral y el mes de julio. Hay otro pico al comienzo del invierno (depresión estival-depresión invernal). La presencia de días nubosos, sin sol, es una constante que se repite en numerosos trabajos. En el estudio de M.J. González<sup>58</sup> el 32% de todos los suicidios se producían entre mayo y julio. Un estudio de Persinger<sup>59</sup> relaciona los vientos especialmente calientes, ionizados, con la ideación agresiva y los impulsos suicidas. Los frentes calientes parece que conllevan una depleción de los depósitos de adrenalina y noradrenalina. Ahora bien, los niveles de estas catecolaminas en pacientes depresivos con meteorosensibilidad muestran que son más propensos al suicidio cuando dichos niveles, siendo bajos, no lo son demasiado, es decir, cuando son todavía lo suficientemente altos como para permitirles cierto grado de iniciativa.

En el campo de la psicología, el insomnio y con él la somnolencia, la falta de concentración, el aprendizaje más difícil, el agotamiento mental, los fallos de memoria, la irritabilidad se asocian a menudo a cambios atmosféricos. Especialmente relevante en este sentido es el efecto de aplanamiento intelectual provocado por las olas de calor.



---

# **Epílogo: Cambio climático y salud**

■ **Epílogo:**  
**Cambio climático y salud**

La Agencia Europea de Medio Ambiente hizo público en agosto de 2004 un exhaustivo informe ("Impacts of Europe's Changing Climate"), que se añade a los elaborados previamente sobre el mismo tema por organismos como la OMS y otros organismos internacionales. En el mismo se aportan numerosas pruebas de que el cambio climático es un hecho y de que sus efectos, siendo ya muy importantes, lo serán aún mucho más a lo largo del presente siglo, afectando a todos los ecosistemas con elevados costes económicos, sociales y en términos de salud.

Si bien los cambios climáticos se han sucedido en el planeta a lo largo de los siglos, lo que resulta dramáticamente nuevo es la rapidez y la intensidad del actual. Se estima que la concentración de CO<sub>2</sub>, principal gas de efecto invernadero, se encuentra en su punto más alto desde hace al menos medio millón de años (quizá incluso desde hace 20 millones de años), y es un 34% más alto que antes de la Revolución Industrial, a finales del siglo XVIII.

El informe indica que la temperatura se ha incrementado en 0,95 °C en Europa en los últimos 100 años, por encima de la media mundial (0,7 °C). Este fenómeno de calentamiento ha sido mayor en la Península Ibérica y el Noroeste de Rusia, que seguirán con esta tendencia durante los próximos años, junto con otros países del sur de Europa, como Italia y Grecia. Para 2080, en España el aumento de la temperatura anual promedio será de aproximadamente 4 grados.

La década de los años noventa fue la más calurosa de las registradas en Europa, y los tres años con temperaturas más altas -1998, 2002 y 2003- se han dado en los últimos seis. La ola de calor del verano de 2003 produjo un exceso de mortalidad de más de 20.000 personas, sobre todo entre los ancianos. Las olas de calor serán más intensas, más frecuentes y más duraderas en Europa, y particularmente en nuestro país, en las próximas décadas, y por tanto se prevé que el número de fallecimientos por efecto directo o indirecto de las altas temperaturas se incrementará. Por el contrario, los inviernos fríos serán cada vez menos frecuentes con lo que el exceso de mortalidad debida al frío se reducirá previsiblemente. Cuál será el impacto neto sobre la mortalidad anual es algo que todavía no se puede adelantar con los datos actualmente disponibles. Las estimaciones de impacto en salud tendrán que tener en cuenta la posibilidad de que la

población sea capaz de aclimatarse a la elevación de las temperaturas. Sin esta aclimatación, tanto fisiológica, como de comportamiento, y sin una adecuación de las infraestructuras, los impactos en salud de las olas de calor futuras podrían ser muy intensos.

El cambio climático será, además, responsable de un incremento de los fenómenos catastróficos, como inundaciones torrenciales y sequías. Las inundaciones que asolaron 11 países de Europa Central en 2002 provocaron 80 muertes, afectaron directamente a más de 600.000 personas y supusieron pérdidas económicas por más de 12.000 millones de euros. En España, además de inundaciones más frecuentes, las sequías se extenderán y se harán más intensas, afectando las cosechas y provocando un mayor número de incendios forestales. Aumentarán también las fuertes lluvias y las granizadas.

Otra posible repercusión negativa del cambio climático sobre la salud, especialmente en el Sur de Europa, puede ser la reaparición de enfermedades infecciosas, en particular las transmitidas por vectores, consideradas en la actualidad propias de clima tropical o subtropical y que, como la malaria, fueron erradicadas de nuestras latitudes hace décadas. Igualmente es previsible un aumento de aquellas enfermedades de tipo infeccioso transmitidas por alimentos (como las salmonelosis), cuya frecuencia es máxima en los meses más cálidos.

El informe de la Agencia Europea de Medio Ambiente señala que hay nuevas y crecientes pruebas de que la mayor parte del calentamiento global en los últimos 50 años es atribuible a la actividad humana por un aumento incontrolado de la emisión de gases que contribuyen al efecto invernadero, fundamentalmente CO<sub>2</sub>, como consecuencia de la quema de combustibles fósiles. También a los cambios en la utilización de la Tierra.

La Agencia Europea de Medio Ambiente considera imprescindible reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, pero dado el carácter de inevitabilidad de los cambios previstos, hace hincapié de manera especial en la necesidad de adoptar estrategias de adaptación tanto a escala europea, como nacional y local. Este fenómeno afectará notablemente a nuestras sociedades y entornos naturales durante los próximos decenios, tal vez siglos.



---

## **Bibliografía**

## ■ Bibliografía

## Bibliografía

1. Boletín Sociedad Española de Epidemiología nº 30. Septiembre- Diciembre 2003. Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Centro Nacional de Epidemiología.
2. Alberdi JC, Díaz J, Montero JC. Daily mortality in Madrid Community 1986-1992: relationship with meteorological variables. *European Journal of Epidemiology* 14: 571-78, 1998.
3. Díaz J, Jordán A, García R. Heat waves in Madrid 1986-1997: effects on the health of the elderly. *Int Arch Occup Environ Health* (2002) 75: 163-170.
4. Díaz J, García R, Linares C. Caracterización y análisis de extremos térmicos en España: la ola de calor del 2003.
5. Keatinge WR, Coleshaw SR. Increased platelet and red cell counts, blood viscosity and plasma cholesterol levels during heat stress, and mortality from coronary and cerebral thrombosis. *Am J Med* 1986 Nov 81 (5): 795-800.
6. Donaldson GC, Keatinge WR. Cardiovascular responses to heat stress and their adverse consequences in healthy and vulnerable human populations. *Int J Hypertermia* 2003 May-June; 19 (3): 225-35.
7. Ballester F. Meteorología y Salud. Relación entre la temperatura ambiental y la mortalidad. *Rev Esp Salud Pub* 1996; 70:251-259.
8. WHO (2004). Heat-waves, risks and responses. The impact of heat on human health.
9. Díaz J (2004). Temperaturas extremas: impacto en salud.
10. Kalstein L. Climate effects on human health, 1987.
11. Gorjana ML, Flanders WD. Effects of temperature and snowfall on mortality in Pennsylvania. *Am J Epidemiology* 1999 Jun15; 149(12): 1152-60.
12. Lloyd EL. The role of cold in ischaemic heart disease: a review. *Public Health* 1991 May; 105 (3): 205-15.

13. Kunst AE, Looman GWN. Outdoor air temperature and mortality in The Netherlands: a time-series analysis. *Am J Epidemiology*, 1993; 137: 331-41.
14. Nayha S. Cold and the risk of cardiovascular disease: a review. *Int J Circumpolar Health* 2002. Nov,61 (4) 373-80.
15. Vocks E, Busch R. Influence of weather and climate on subjective symptom intensity in atopic eczema. *Int J Biometeorology* 2001) 45: 27-33.
16. Prim MP, Madero R Marcos S. Effect of atmospheric factors on the incidence of Bell's palsy. *Eur Arch Otorhinolaryng* 2002 Jan; 259 (1): 53-5.
17. Aylin P, Morris S. Temperature, housing, deprivation and their relationship to excess winter mortality in Great Britain 1986-1996. Department of Epidemiology and Public Health, Imperial College School of Medicine, London.
18. Gil Romea I, Moreno Mirallas MJ. Lesiones por frío. *Arch Cir Gen Dig*, 2000 Sep 5.
19. Jehle D, Moscati R. The incidente of spontaneous subarachnoid hemorrhage with change in barometric pressure. *Am J Emerg Med* 1994 Jan; 12 (1): 90-1.
20. Landers AT, Narotam PK. The effect of changes in barometric pressure on the risk of rupture of intracranial aneurysms. *Br J Neurosurgery* 1997 Jun; 11(3): 191-5.
21. Palao Sanchez A, Gracia Fleta F. Ischaemic cerebrovascular accident and climatologic factors. *Arch Neurobiol*, 1989 May-June; 52 (3): 161-5.
22. Buxton N, Liu C. Relationship of aneurismal subarachnoid hemorrhage to changes in atmospheric pressure: results of a prospective study. *J Neurosurgery* 2001 Sep; 95 (3): 391-2.
23. Sandrine Danet, Florence Richard. Unhealthy effects of atmospheric temperature and pressure on the occurrence of myocardial infarction and coronary deaths. *Circulation* 1999; 100: e1-e7.
24. Sarna S, Romo M. Myocardial infarction and weather. *Ann Clin Res* 1977, August 9 (4): 222-32.
25. Suárez VareI MM, Martínez Selva MI. Spontaneous pneumotorax related with climatic characteristics in the Valencia area (Spain). *Eur J Epidemiol* 2000 Febr; 16 (2): 193-8.

26. Scott GC, Berger R. The role of atmospheric pressure variation in the development of spontaneous pneumothoraces. *Am Rev Respir Dis* 1989 Sep 140 (3):862.
27. González S, Díaz J. Relationship between atmospheric pressure and mortality in the Madrid Autonomous Region: a time-series study. *Int J Biometeorology* (2001); 45: 34-40.
28. Reinikainen LM, Jaakkola JJK. Significance of humidity and temperature on skin and upper airway symptoms. *Indoor air* 2003 Dec; 13 (4): 344-52.
29. Faich G, Rose R. Blizzard morbidity and mortality: Rhode Island 1978. *Am J Public Health*. 1970 Oct; 69 (10): 1050-52.
- 30 Glass RI, Zack MM. Increase in deaths from ischaemic heart disease after blizzards. *Lancet* 1979 Mar 3, 1 (8114): 485-7.
- 31 Gill JS, Davies P. Wind-chill and the seasonal variation of cerebrovascular disease. *J Clin Epidemiology* 1988, 41(3): 225-30.
32. Kunst AE, Groenhouf F. The association between two wind-chill indices and daily mortality variation in The Netherlands. *Am J Public Health* 1994 Nov; 84 (11):1738-42.
33. Montero Rubio JC, Mirón Pérez IJ. Influencia de variables atmosféricas sobre la mortalidad por enfermedades respiratorias y cardiovasculares en los mayores de 65 años. *Gac Sanit* 1997; 11: 164-170.
34. Deng QF, Zhou CC. A preliminary study on the relation between thunderstorms and mortality of in-patients. *J Public Health Med* 2003 Sep; 25(3): 246-8.
35. Packe GE, Ayres JG. Asthma outbreak during a thunderstorm. *Lancet* 1985 July 27; 2(8448): 199-204.
36. Wardman AE, Stefani D. Thunderstorm-associated asthma or shortness of breath epidemic: a Canadian case report. *Can Respir J* 2002 July- Aug; 9 (4): 267-70.
37. Venables KM, Allit U. Thunderstorm-related asthma. The epidemic of 24/25 June 1994. *Clin Exp Allergy* 1997 July 27 (7): 725-36.
38. Wark PA, Simpson J. Airway inflammation in thunderstorm asthma. *Clin Exp Allergy* 2002 Dec; 32 (12): 1750-6.

39. Marks GB, Colquhoun JR. Thunderstorm outflows preceding epidemics of asthma during spring and summer. *Thorax* 2001; 56: 468-71.
40. Dales RE, Cakmak S. The role of fungal spores in thunderstorm asthma. *Chest* 2003 March; 123 (3): 745-50.
41. Gad Sulman F. Health, weather and climate. (Perspectives in Medicine, 1976).
42. Medical Climatology. Editado por Sidney Licht, 1964.
43. Ballester F. Contaminación atmosférica, salud y cambio climático. (2004).
44. Katsouyanni K. The APHEA Project: Short term effects of air pollution on health: a European approach using epidemiological time-series data. *European Respiratory Journal* 1995, 8, 1030-1038.
45. APHEIS. Air Pollution and health: a European Information System (2002). Health Impact Assessment of Air Pollution in 26 European cities.
46. MECAM: Estudio español sobre la relación entre la contaminación atmosférica y la mortalidad. *Revista Española de Salud Pública* 1999; 73: 165-314.
47. MECAS: Estudio Multicéntrico sobre los efectos de la contaminación atmosférica en España (2000-2002).
48. Sartor F, Demuth C. Mortality in the elderly and ambient ozone concentration during the hot summer, 1994, in Belgium. *Environ Res.* 1997 Feb; 72 (2): 109-17.
49. Koken PJ, Piver NT. Temperature, air pollution and hospitalization for cardiovascular diseases among elderly in Denver. *Environ Health Perspect* 2003 Aug 111 (10): 1312-17.
50. Katsouyanni K. Evidence for interaction between air pollution and high temperature in the causation of excess mortality. *Arch Environ Health* 1993 Jul-Aug; 48 (4): 235-42.
51. INE. Defunciones según causa de muerte, años 2000 - 2001.
52. Lightning-associated deaths- United States 1980-1995. *MMWR. Morb Mortal Wkly Report* 1998 May 22, 47(19).

53. Duclos PJ, Sanderson LM. An epidemiological description of lightning-related deaths in the United States. *Int J Epidemiol* 1990; 19: 673-9.

54. Lifschultz BD, Donoghue ER. Deaths caused by lightning. *J Forensic Sci* 1993; 38: 353-8.

55. National Center for Atmospheric Research (2003).

56. Faust V. Suicide and the weather. Risk of suicide in mental disorders and possibilities for prevention. *Fortschr Med* 1976 Mar 4; 94 (7): 370-78.

57. Farreras-Rozman. 14ª Edición. Battestini Pons R.

58. Gómez González MJ, Alonso García C. Influencia de la bioclimatología en los suicidios. *Atención Primaria*, Sábado 15 Marzo 1997, Volumen 19, nº 4, pag 177-182.

59. Persinger MA. Mental processes and disorders: a neurobehavioral perspective in human biometeorology. *Experientia Canada* 1987; Jan 15.43/1, 39-48.

60. Donoghue ER, Graham MA. Criteria for the diagnosis of heat-related deaths. *Am J Forensic Med Pathol.* 1997 Mar; 18 (1): 11-4.

61. Díaz J, García R. Effects of extremely hot days on people older than 65 years in Seville (Spain) from 1986 to 1997. *International Journal Biometeorology*. Volume 46, 3, August 2002, 145-149.

62. Lage Ferron MB, Díaz Jiménez J. Effects of environmental factors on the number of emergency admissions to the Hospital Complex Juan Canalejo in La Coruña: creation of a prediction model.

63. Ohlson CG, Bodin L. Winter weather conditions and myocardial infarctions. *Scand J Soc Med.* 1991 Mar; 19 (1): 20-5.

64. McGregor GR, Walters S. Daily hospital respiratory admissions and winter air mass types, Birmingham, UK. *Int J Biometeorol* (1999) 43:21-30.

65. McGregor GR. The meteorological sensitivity of ischaemic heart disease mortality events in Birmingham, UK. *Int J Biometerol* (2001) 45: 133-142.

66. Kysely J, Kriz B. High summer temperatures and mortality in the Czech Republic 1982-2000. *Epidemiol Mikrobiol Imunol*. 2003 Aug;52(3): 105-116.

67. Nafstad P, Skrondal. Mortality and temperature in Oslo, Norway, 1990-1995. *Eur J Epidemiol*. 2001; 17(7): 621-7.

68. Weisskopf MG, Anderson HA. Heat wave morbidity and mortality, Milwaukee, Wis, 1999 vs 1995: an improved response? *Am J Public Health* 2002 May; 92 (5):830-3.

69. Ballester F, Corella D. Mortality as a function of temperature. A study in Valencia, Spain, 1991-1993. *International Journal of Epidemiology* 1997, Vol 26, 3, 551-561.

70. Curriero FC, Heiner KS. Temperature and mortality in 11 cities of the eastern United States. *Am J Epidemiology* 2002 Jan 1; 155 (1): 80-7.

71. Braga AL, Zanobetti A. The effect of weather on respiratory and cardiovascular deaths in 12 U.S. cities. *Environ Health Perspect*. 2002 Sep; 110(9): 859-863.

72. O' Neill MS, Zanobetti A. Modifiers of the temperature and mortality association in seven US cities. *Am J Epidemiology*. 2003 Jun 15; 157(12): 1074-82.

73. Whitman S, Good G. Mortality in Chicago attributed to the July 1995 heat wave. *Am J Public Health* 1997 Sep; 87 (9): 1515-18.

74. Ballester F, Tenías JM. Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud: una introducción. *Rev Esp Salud Pública* 1999; 73: 109-21.

75. Shanks NJ, Papworth G. Environmental factors and heat stroke. *Occup Med (Lon)*. 2001 Feb; 51 (1): 45-9.

76. Montes Santiago J, Rey García G. Variaciones estacionales en la morbimortalidad por tromboembolismo pulmonar en Galicia. *An. Med. Interna (Madrid)* vol.20, nº 20. Madrid, Sept. 2003.

77. Keatinge WR, Donaldson GC. Heat related mortality in warm and cold regions of Europe: observational study. *BMJ* 2000; 321: 670-3.

78. Knox EG. Meteorological associations of cerebrovascular disease mortality in England and Wales. *J Epidemiol Community Health* 1981 Sep; 35(3): 220-3.



---

**Colección de documentos  
técnicos de  
salud pública**

■ **Colección de documentos  
técnicos de salud pública**

Número	Título
1.	Guía para el diagnóstico y manejo del Asma.
2.	Sida y Escuela.
3.	La salud bucodental en la población infantil en la Comunidad de Madrid.
4.	El discurso de las personas ex fumadoras en torno al consumo de tabaco.
5.	Alcohol y Salud.
6.	Actualizaciones sobre Tabaco y Salud.
7.	Protocolo de actuación en brotes causados por la ingesta de alimentos.
8.	Mortalidad por cáncer en la Comunidad de Madrid, 1986-1989. Análisis geográfico.
9.	La cultura del alcohol entre los jóvenes de la Comunidad de Madrid.
10.	Estudio de actitudes, opiniones y comportamientos sexuales de los jóvenes de la Comunidad de Madrid.
11.	Discurso del personal sanitario de la Comunidad.
12.	Protocolo de actuación ante una meningitis de cualquier etiología.
13.	Residuos de plaguicidas organoclorados en alimentos de origen animal consumidos en la Comunidad de Madrid.
14.	Manual de Inmunizaciones.
15.	Recomendaciones para el control de emergencias epidemiológicas en centros escolares.
16.	La cultura del tabaco entre los jóvenes de la Comunidad de Madrid.
17.	Actitudes ante el Asma. Los asmáticos y profesionales opinan.

Colección de  
documentos  
técnicos de  
salud pública

18. Encuesta de nutrición en la Comunidad de Madrid.
19. La cultura del alcohol de los adultos en la Comunidad de Madrid.
20. Encuesta de prevalencia de asma de la Comunidad de Madrid.
21. Protocolo de actuación ante la fiebre tifoidea.
22. Maltrato infantil: Prevención, diagnóstico e intervención desde el ámbito sanitario.
23. Factores determinantes de los hábitos y preferencias alimenticias en la población adulta de la Comunidad de Madrid.
24. Guía para realizar un análisis de riesgos en la industria.
25. Guía para la realización de Auditorías medioambientales en las empresas.
26. Guía de actuación frente a la zoonosis en la Comunidad de Madrid.
27. La influencia de los adultos en los comportamientos de los adolescentes de 14 a 16 años escolarizados en la Comunidad de Madrid.
28. Encuesta tuberculina. Comunidad de Madrid. Curso 1993-1994.
29. II Encuesta de serovigilancia de la Comunidad de Madrid.
30. Epidemiología de las enfermedades cardiovasculares en la Comunidad de Madrid.
31. Manual de buenas prácticas higiénico-sanitarias en comedores colectivos.
32. Informe sobre la salud y la mujer en la Comunidad de Madrid.
33. El VIH en las relaciones heterosexuales de alto riesgo.
34. La actividad física en la población adulta de Madrid.
35. Los accidentes infantiles en la Comunidad de Madrid.
36. Factores que determinan el comportamiento alimentario de la población escolar en la Comunidad de Madrid.
37. La diabetes del adulto en la Comunidad de Madrid.

38. Diagnóstico microbiológico de tuberculosis en laboratorios de primer orden.
39. La salud bucodental en la población anciana institucionalizada de la Comunidad de Madrid.
40. Fauna tóxica en la Comunidad de Madrid.
41. La menopausia en la Comunidad de Madrid. Aspectos sociosanitarios.
42. Dietas mágicas.
43. Guía de aplicación del sistema A.R.I.C.P.C. en establecimientos de producción y almacenamiento de carnes frescas.
44. Guía para la prevención y control de infecciones que causan meningitis.
45. Las representaciones sociales sobre la salud de los jóvenes madrileños.
46. Programa regional de prevención y control de la tuberculosis en la Comunidad de Madrid.
47. Las representaciones sociales sobre la salud de la población activa masculina de la Comunidad de Madrid.
48. Las representaciones sociales sobre la salud de los niños de 6 a 12 años de la Comunidad de Madrid.
49. Manual de buenas prácticas para el control de vectores y plagas.
50. Las representaciones sociales sobre la salud de los mayores madrileños.
51. Actitudes y creencias frente al cáncer de mama de las mujeres de 50 a 65 años de la Comunidad de Madrid.
52. La infestación por piojos.
53. Manual de mantenimiento para abastecimientos de agua de consumo público.
54. Ideas actuales sobre el papel del desayuno en la alimentación.
55. La Tuberculosis: Un problema de Salud Pública. Material docente de apoyo para profesionales sanitarios.
56. Guía de autocontrol en obradores de pastelería.

57. La mortalidad de la infancia en Madrid. Cambios demográfico-sanitarios en los siglos XIX y XX.
58. Guía para la prevención de la Legionelosis en algunas instalaciones de riesgo.
59. Anuario 1999. Sociedad Madrileña de Microbiología Clínica.
60. Actualizaciones sobre el tratamiento del tabaquismo.
61. La enfermedad celíaca
62. Programas de Salud Pública 2000.
63. Memoria 1999. Programas de Salud Pública.
64. Programa Regional de Prevención y Control de la Tuberculosis en la Comunidad de Madrid. Período 2000-2003.
65. Memoria 1.996-1.999 del Programa de Prevención y Control de la Tuberculosis en la Comunidad de Madrid.
66. Aplicación de técnicas de análisis espacial a la mortalidad por cáncer en Madrid
67. Encuesta de prevalencia de trastornos del comportamiento alimentario en adolescentes escolarizados de la Comunidad de Madrid.
68. Guía de actuación frente a las zoonosis en la Comunidad de Madrid.
69. Manual de notificación. Sistema de enfermedades de declaración obligatoria.
70. Polen atmosférico en la Comunidad de Madrid.
71. El farmacéutico agente de salud.
72. Comportamientos sexuales y medidas de prevención entre hombres que tienen relaciones con hombres.
73. Plan de eliminación del sarampión en la Comunidad de Madrid.
74. Ciudades saludables y sostenibles. Plan de salud municipal
75. Tratamiento de la pediculosis de la cabeza.
76. Programas de Salud Pública 2002.
77. Mortalidad en Vallecas.

78. Planes y Programas de Salud Pública 2003.
79. Guía para el diseño e implantación de un sistema HACCP y sus prerrequisitos en las empresas alimentarias.
80. Guía de actuación para el abordaje del tabaquismo en atención primaria del Área 3.
81. Control sanitario del Transporte de Alimentos.
82. Perfil alimentario de las personas mayores en la Comunidad de Madrid.
83. Esporas atmosféricas en la Comunidad de Madrid.
84. Estudio del mapa alimentario de la población inmigrante residente en la Comunidad de Madrid.
85. Trastornos del comportamiento alimentario: Prevalencia de casos clínicos en mujeres adolescentes de la Comunidad de Madrid.
86. La violencia contra las mujeres considerada como problema de Salud Pública. Documento de apoyo para la atención a la salud de las mujeres víctimas.
87. Memoria 2002. Programas de Salud Pública.
88. La promoción de la salud en el medio rural: Necesidades y demandas expresadas por las mujeres.
89. Las concepciones de salud de las mujeres. Informe 2000. Sistema de Información sobre salud de carácter sociocultural
90. Valoración de las necesidades sociosanitarias de las personas mayores de la Comunidad de Madrid.
91. Inmigración, Salud y Servicios Sanitarios. La perspectiva de la población inmigrante.
92. La Violencia de pareja contra las mujeres y los Servicios de Salud. Informe del estudio cualitativo.
93. Las Concepciones de Salud de los Jóvenes Informe 2004. Volumen I: Discurso sobre la Salud y la Enfermedad.
94. Las Concepciones de Salud de los Jóvenes Informe 2004. Volumen II: Prácticas y Comportamientos relativos a los hábitos saludables.

95. Estructura de la industria alimentaria y las tendencias del consumo en la Comunidad de Madrid: Base para la realización de estudios sectoriales.
96. Situación actual del mercado lácteo en la Comunidad de Madrid: Líneas de mejora de la calidad.
97. Situación actual del mercado cárnico en la Comunidad de Madrid: Líneas de mejora de la calidad.

**Colección  
Nutrición y Salud**

Número	Título
1.	La dieta equilibrada, prudente o saludable.
2.	El desayuno saludable.
3.	Nuevos alimentos para nuevas necesidades.
4.	El agua en la alimentación (próxima publicación).
5.	La alergia a los alimentos.
6.	El pescado en la dieta.
7.	El aceite de oliva y la dieta mediterránea.
8.	Frutas y verduras, fuentes de salud.

**Colección  
Documentos de  
Sanidad Ambiental**

Número	Título
	Manual para el autocontrol y gestión de abastecimientos de agua de consumo público.
	Control del riesgo químico de sustancias y preparados peligrosos. Manual de buenas prácticas.
	Guía para la prevención de la legionelosis en instalaciones de riesgo.
	Campos electromagnéticos: I. Telefonía y Salud Pública (próxima publicación).
	Variables meteorológicas y salud.

Número	Título
1.	Dormir bien: Programa para la mejora del sueño.
2.	La memoria: Programa de estimulación y mantenimiento cognitivo.
3.	Salud mental en el anciano: Identificación y cuidados de los principales trastornos.
4.	El anciano frágil: Detección, prevención e intervención en situaciones de debilidad y deterioro de su salud.
5.	Prevención y promoción de salud en el anciano institucionalizado: La residencia como espacio de convivencia y de salud.
6.	La salud bucodental en los mayores: Prevención y cuidados para una atención integral.
7.	Guía de higiene integral en residencias de personas mayores.
8.	Derecho a una visión en los mayores: Evitar la ceguera evitable. Prevención y cuidados para una atención integral.
9.	Actividad física y ejercicio en los mayores. Hacia un envejecimiento activo.

Colección  
Promoción de la  
Salud de las  
Personas Mayores

[www.publicaciones-isp.org](http://www.publicaciones-isp.org)



## Variables meteorológicas y salud

