

COLABORACIÓN ESPECIAL**IMPACTO DE LAS TEMPERATURAS EXTREMAS EN LA SALUD PÚBLICA:
FUTURAS ACTUACIONES****Julio Díaz Jiménez (1), Cristina Linares Gil (2), Ricardo García Herrera (1).**

(1) Departamento de Física del Aire. Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid.

(2) Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Universidad Autónoma de Madrid.

RESUMEN

Las temperaturas extremadamente elevadas registradas en el centro de Europa y en el norte y este de España durante el verano de 2003 pusieron de manifiesto la importancia que sobre la salud pública en general presentan las altas temperaturas.

Los excesos de morbilidad que llevaron asociadas estas temperaturas extremas han hecho que en nuestro país se articularan y llevaran a cabo planes de alerta y prevención durante el año 2004, con el objetivo de minimizar estos efectos. Afortunadamente las temperaturas registradas, mucho menos elevadas que las de 2003, no han servido para evaluar en toda su dimensión estos planes, pero sí para detectar algunas deficiencias que se irán subsanando en el futuro.

En este artículo se analizan los principales impactos de las olas de calor, fundamentalmente, y de frío. Se contemplan los factores socioeconómicos que influyen en estos excesos de mortalidad y se plantean las medidas que deben tenerse en cuenta en los planes de prevención. Se hace hincapié en la necesidad de agilización de los registros de morbilidad en España y en las políticas necesarias para la minimización del impacto en salud de los eventos térmicos extremos.

Palabras clave: Calor. Mortalidad. Ola de calor. Sistemas de registro.

ABSTRACT**Impact of Extreme Temperatures
on Public Health**

The extremely high temperatures recorded in Central Europe and in the northern and eastern of Spain during the summer of 2003 revealed the major impact that high temperatures have on public health. The excessively high death rates and hospital admissions related to these extreme temperatures have led to alert and prevention plans having been set out in our country in 2004 for the purpose of minimizing these effects. Fortunately, the temperatures recorded in 2004, which were much lower than in 2003, have not served to evaluate these plans in their full scope but have indeed served to detect some lacks which will progressively be corrected in the future. This article analyzes the mainly major impacts mainly of heat waves and also of cold waves. The socioeconomic factors having a bearing on these excessively high death rates and the measures set out which must be taken into account in the prevention plans. Particular stress is placed on the need of expediting the recording of disease and death rates in Spain and in the policies necessary for minimizing the impact on health of the extreme temperature events.

Key words: Hot. Mortality. Heat wave.

INTRODUCCIÓN**Relación entre la temperatura
y la morbilidad de la población**

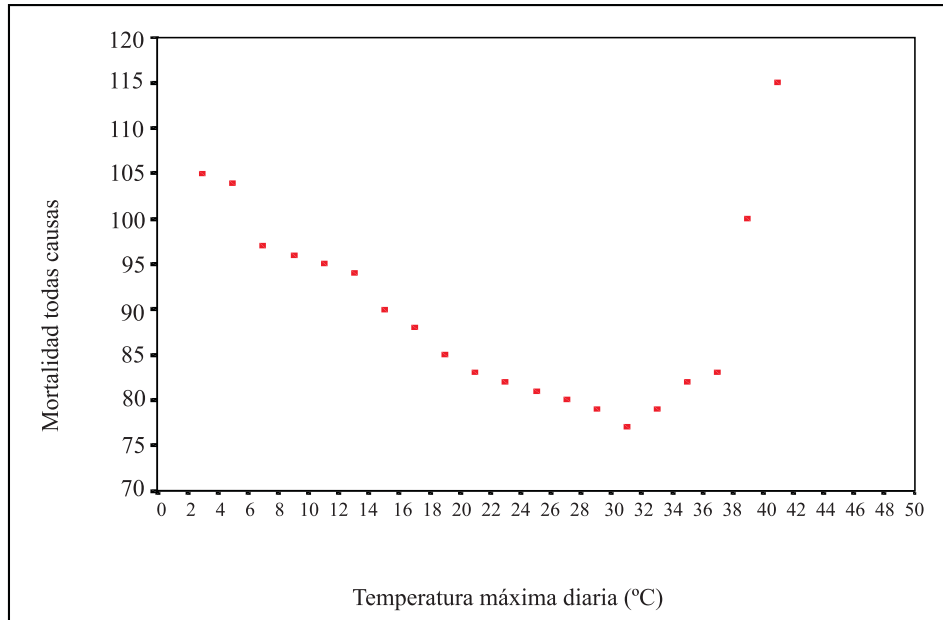
Es conocido que la morbilidad presenta una dinámica estacional caracterizada

por la aparición de un máximo invernal y un pico estival de menor amplitud, aunque a veces más intenso desde el punto de vista de sus efectos en salud que el exceso de morbilidad invernal^{1,2}. El resultado de numerosas investigaciones indica que la relación entre la temperatura y la morbilidad suele tener forma de «U» o de «V» con una temperatura de mínima incidencia que varía de unos lugares a otros³⁻⁶ y que depende, probablemente, de la adaptación de la población al rango de temperaturas a las que se encuentra expuesta⁷⁻⁸. La sobre-

Correspondencia:
Julio Díaz Jiménez
Departamento de Física del Aire.
Universidad Complutense de Madrid
28040 Madrid.
Correo electrónico: julio.diaz@uam.es

Figura 1

Diagrama de dispersión temperatura máxima diaria frente a mortalidad media diaria en Madrid de 1986 a 1992



mortalidad invernal se explica principalmente por las enfermedades respiratorias y circulatorias, mientras que son éstas últimas las más relacionadas con el aumento de mortalidad estival⁹. Los grupos de más edad son los que más contribuyen a estos excesos de morbi-mortalidad^{6,10}. En cuanto a la distribución temporal el efecto del calor ocurre a corto plazo (1-3 días), mientras que el del frío suele ocurrir entre una y dos semanas después del extremo térmico^{6,11}, lo que es coherente con los mecanismos biológicos que subyacen^{12,13}. A modo de ejemplo en la figura 1 se muestra un diagrama de dispersión correspondiente a la mortalidad media diaria por todas las causas excepto accidentes (CIE IX 1-799) registradas en la Comunidad de Madrid de 1986 a 1992 frente a la temperatura máxima diaria, con una temperatura máxima diaria de mínima mortalidad en 30,8 °C¹⁴.

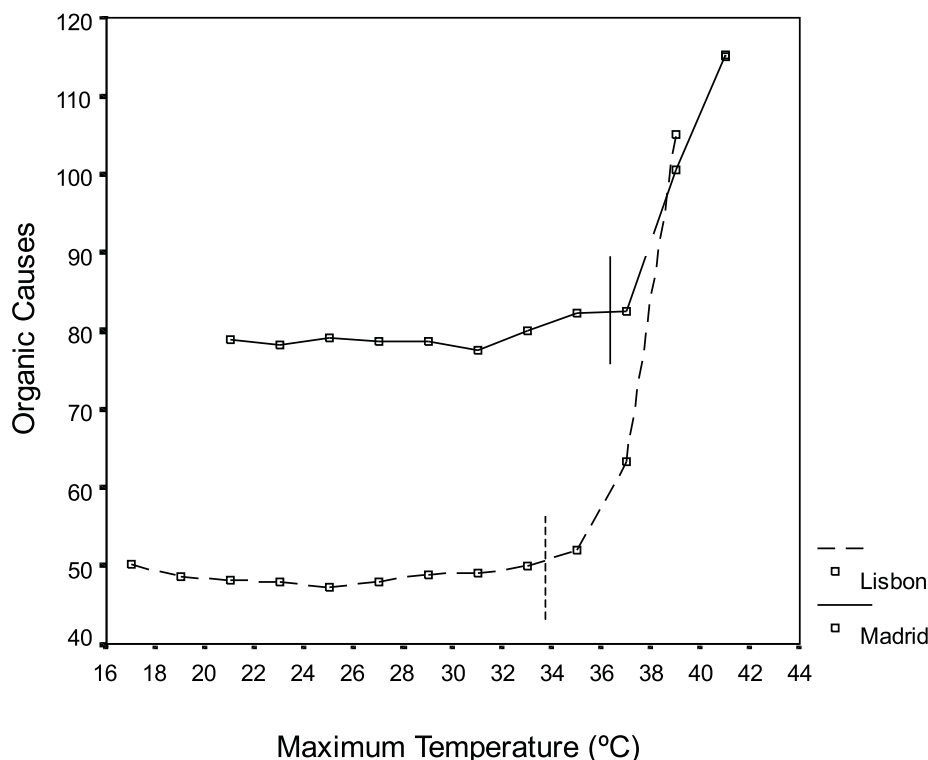
Definición de ola de calor y ola de frío

Desde el punto de vista de los efectos en salud no existe un criterio uniforme para la definición de ola de calor¹⁵ y de frío. En el caso del calor algunos autores definen los extremos mediante un umbral en función de la temperatura del aire tanto máxima como mínima o media diaria, de un día o varios. Otros autores utilizan índices (temperatura aparente, etc) que tienen en cuenta la humedad relativa del aire¹⁶⁻¹⁸ o las situaciones meteorológicas a escala sinóptica¹⁹.

Diversos trabajos realizados recientemente en la Península Ibérica muestran la existencia de una temperatura máxima diaria a partir de la cual se observa un incremento acusado de la mortalidad. Para el caso de Madrid esta temperatura máxima diaria de «disparo de la mortalidad» es de 36,5 °C²⁰; 41°C para Sevilla²¹; 33,5 °C para Lisboa⁸

Figura 2

Temperatura de disparo de la mortalidad para las ciudades de Madrid y Lisboa. Se marca la temperatura umbral del 95 % de las series de temperaturas máximas diarias en el periodo junio-septiembre



(figura 2) y 30,3 °C para Barcelona. En todos estos lugares esta temperatura coincide con el percentil 95 de las series de temperaturas máximas diarias durante el periodo de verano (junio-septiembre) desde 1991 a 2002. Puesto que un solo día con temperatura superior a este valor de disparo ya tiene efecto significativo sobre la mortalidad, se propone definir como ola de calor aquel periodo en que la temperatura máxima diaria supere el percentil 95 de las series de temperaturas máximas diarias en el periodo junio-septiembre. La duración de la ola de calor vendrá marcada por el número de días consecutivos que superen dicho umbral²².

En el caso del frío se observa un comportamiento análogo al del calor pero agravado

por el hecho de que el efecto del frío es mucho menos intenso y más a largo plazo, por lo que resulta más complicado establecer la relación causa-efecto¹¹. No obstante, existe una temperatura máxima diaria por debajo de la cual se dispara la mortalidad. Para el caso de Madrid esta temperatura máxima diaria, próxima a los 6 °C, coincide con el percentil 5 de las series de temperaturas máximas diarias durante el periodo invernal (noviembre-marzo)¹⁴. Es decir, existe una asociación entre la mortalidad y la temperatura, que se exagera en los casos de extremos térmicos, olas de frío o de calor. De hecho cuando la temperatura máxima está por encima del percentil 95 o por debajo del percentil 5 la magnitud del impacto se hace mayor.

SENSIBILIDAD AL CLIMA ACTUAL

Diferentes umbrales por capitales de provincia para las olas de calor y frío

Comprobada la asociación entre la temperatura máxima diaria y los excesos de mortalidad por frío y calor descritos anteriormente, a partir de los registros de temperaturas de las estaciones meteorológicas de cada lugar se pueden calcular las diferentes temperaturas umbrales a partir de las cuales se producen los excesos de mortalidad. En las figuras 3 y 4 se muestran estos umbrales según diferentes capitales de provincia que permiten definir las olas de calor y frío respectivamente. En el caso del calor estos valores oscilan entre los 26,2 °C de A Coruña y los 41,2 °C de temperatura máxima diaria para Córdoba y en el caso del frío entre

los 2,7 °C de máxima diaria en Ávila y los 15°C de Alicante.

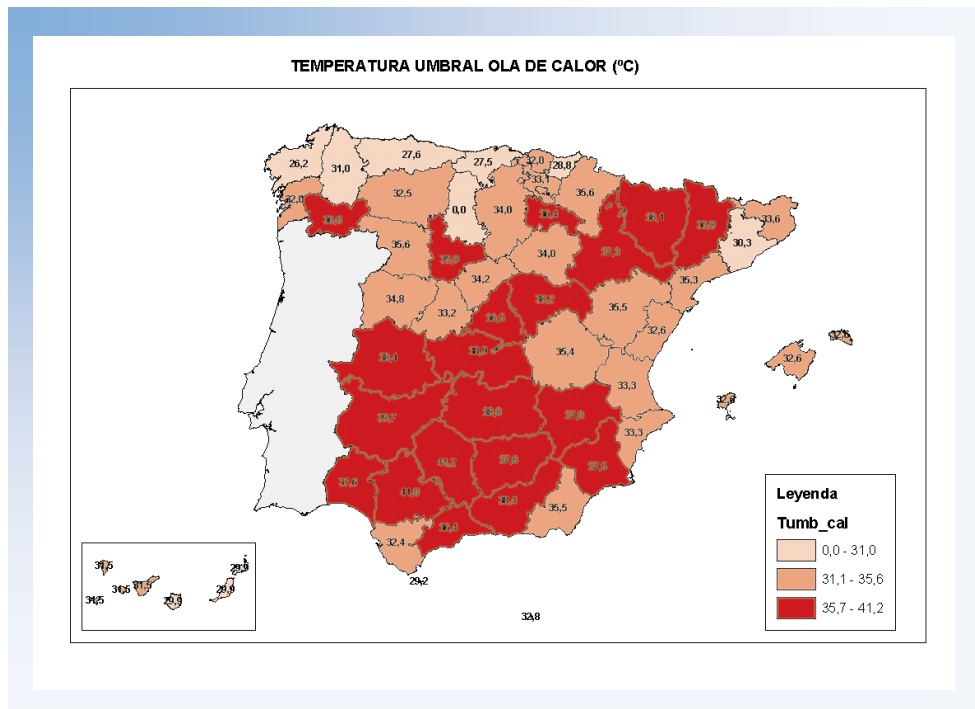
Estos diferentes umbrales fisiológicos de adaptación indican que la mínima mortalidad ocurre a temperaturas más elevadas en las regiones más templadas⁷ con un mayor impacto del calor en las latitudes frías y un menor impacto en las más templadas²³.

Definición de un índice para caracterizar la intensidad de las olas de calor y de frío

Atendiendo al criterio de que es necesario conjugar no sólo los excesos (defectos) de temperatura máxima diaria respecto a los umbrales anteriormente establecidos, si no también los días de duración, se puede definir un índice para caracterizar la intensidad

Figura 3

Temperaturas umbrales de definición de ola de calor en función del percentil 95 de las series de temperaturas máximas diarias en el periodo junio-septiembre



de las olas de calor (IOC) y de frío (IOF) como se indica a continuación²²:

Calor:

$$IOC = \sum (T_{max} - T_{umbral}) \text{ si } T_{max} > T_{umbral}$$

$$IOC = 0 \quad \text{si } T_{max} < T_{umbral}$$

Frío:

$$IOF = \sum (T_{umbral} - T_{max}) \text{ si } T_{max} < T_{umbral}$$

$$IOF = 0 \quad \text{si } T_{max} > T_{umbral}$$

En las expresiones anteriores el sumatorio se extiende al periodo de tiempo que se quiera caracterizar a través del índice.

PRINCIPALES IMPACTOS DE LOS EXTREMOS TÉRMICOS

Es claro que los extremos térmicos asociados al cambio climático van a tener un efecto directo sobre la morbi-mortalidad. En el caso de las olas de calor este impacto se va a traducir en un aumento de la morbi-mortalidad asociada con estos eventos extremos^{17,20}, ya que las previsiones apuntan hacia un aumento en intensidad y en frecuencia de aparición de las olas de calor, especialmente en los primeros meses del verano²⁴. A modo de ejemplo hay que recordar que la ola de calor del 1 al 20 de agosto

de 2003 en Francia provocó un exceso de mortalidad respecto al mismo periodo de años anteriores de 14.800 defunciones. En Italia se estimó un incremento de 4.175 defunciones en el grupo de personas mayores de 65 años entre el 15 de julio y el 15 de agosto. En Portugal, entre el 31 de julio y el 12 de agosto se estimó un exceso de mortalidad respecto al año anterior de 1.316 defunciones. En Gran Bretaña, este incremento fue de 2.045 personas entre el 4 y el 13 de agosto²⁵. En España, según datos no oficiales, se ha producido un exceso de mortalidad de más de 6.000 defunciones respecto al mismo periodo del año anterior^{15,26}.

Modelos predictivos para la mortalidad en función de la temperatura

Independientemente de los datos del verano de 2004, los estudios realizados mediante análisis de series temporales de mortalidad y su relación con la temperatura para el caso de diversas ciudades permiten cuantificar el impacto de los extremos térmicos por cada grado en el que la temperatura máxima diaria supera el umbral de cada una de ellas. Así se han realizado estudios para el caso de la mortalidad asociada a las olas de calor para las ciudades de Madrid²⁰, Sevilla²¹ y Lisboa⁸. A modo de ejemplo, en la tabla 1 se muestra el incremento de la mortalidad en personas mayores de 65 años asociada a cada grado en el que la temperatura máxima supere la temperatura umbral para Madrid

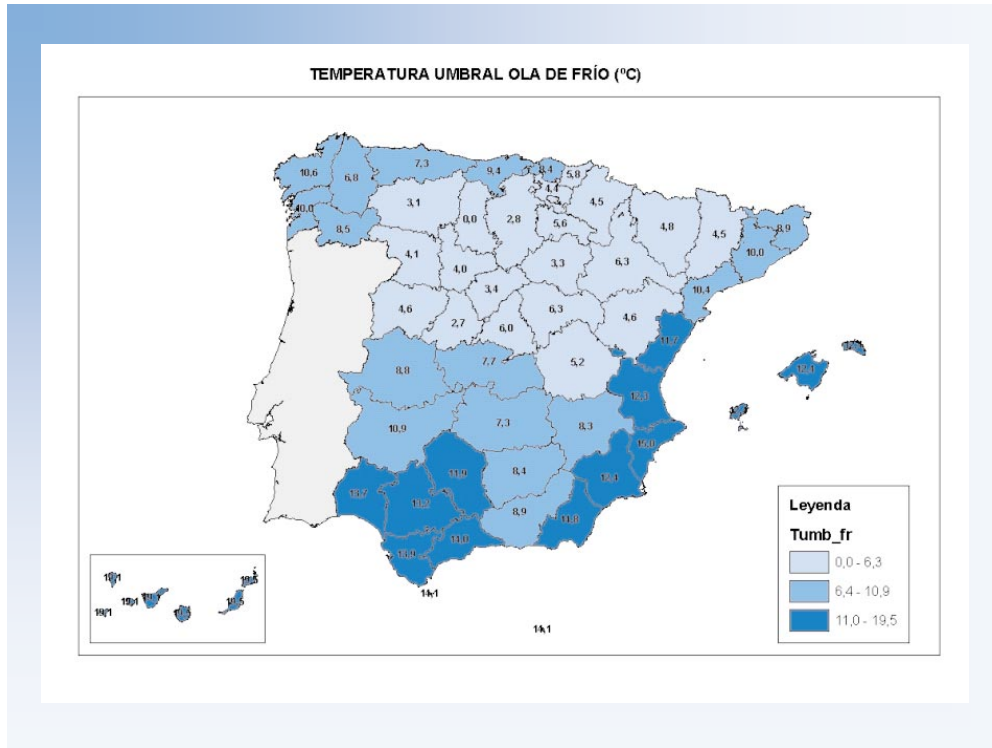
Tabla 1

Porcentaje de incremento de la mortalidad por diversas causas por cada grado en el que la temperatura máxima diaria supera los 36,5 °C

Causas de mortalidad	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
	65-74	65-74	>75 años	>75 años
Orgánicas (%)	14,7	16,2	12,6	28,4
Circulatorias (%)	9,4	11,7	6,3	34,1
Respiratorias (%)	17,2	23	26,1	17,6

Figura 4

Temperaturas umbrales de definición de ola de calor en función del percentil 5 de las series de temperaturas máximas diarias en el periodo noviembre-marzo



de 36,5 °C. Según estos modelos la ola de calor del verano de 2003 entre el 1 de julio y el 31 de agosto habría provocado un exceso de mortalidad en Madrid de 141 muertes aproximadamente (IC 95%: 81-200), de las que el 96 % se habría dado en personas mayores de 65 años. Para el caso de Sevilla el exceso de mortalidad en sujetos mayores de 65 años habría sido de 43 muertes (IC95%: 20-66).

La anterior definición del índice de intensidad de la ola de calor permite identificar las provincias de nuestro país en las que el impacto del calor sobre la mortalidad en el año 2003 fue mayor. En la figura 5, se muestran en diferentes colores los valores de este índice. En ella se observa que por regla

general fue en los lugares donde el calor es menos frecuente donde se alcanzaron los valores más altos de este índice durante el verano. El comportamiento del índice de intensidad de la ola de calor frente a la tasa de mortalidad de las provincias españolas de más de 750.000 habitantes se muestra en la figura 6²², en el que su carácter logarítmico viene a indicar que pequeños incrementos del índice tienen un gran impacto sobre la mortalidad y que debido en parte al efecto cosecha existe un umbral a partir del cual las consecuencias se estabilizan.

Aunque a nivel global los diferentes patrones de mortalidad esperada basados en los futuros escenarios de cambio climático²⁷ hablan de un incremento de la mortalidad

Figura 5

Índice de intensidad de la ola de calor (julio-agosto, 2003)
(dentro de la provincia aparece el número de días de superación de T° umbral)

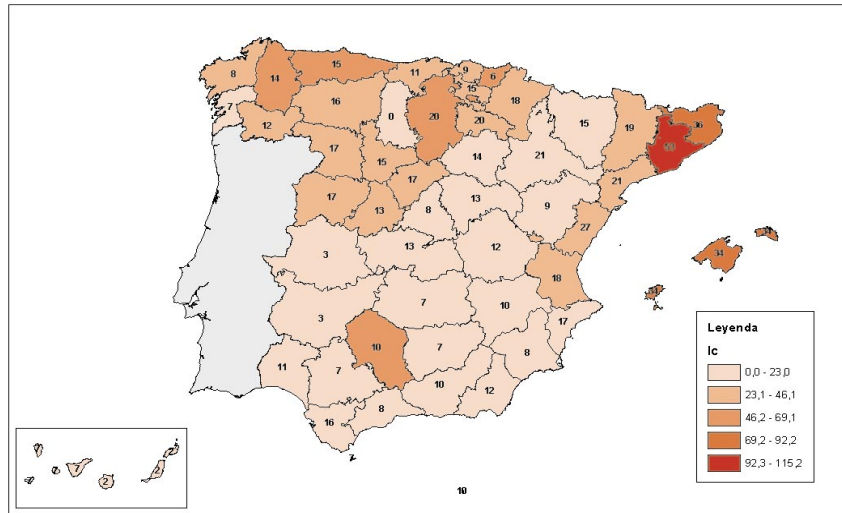


Figura 6

Comportamiento del índice de intensidad de la ola de calor durante los meses de julio-agosto de 2003 frente a la tasa de mortalidad en provincias de más de 750.000 habitantes

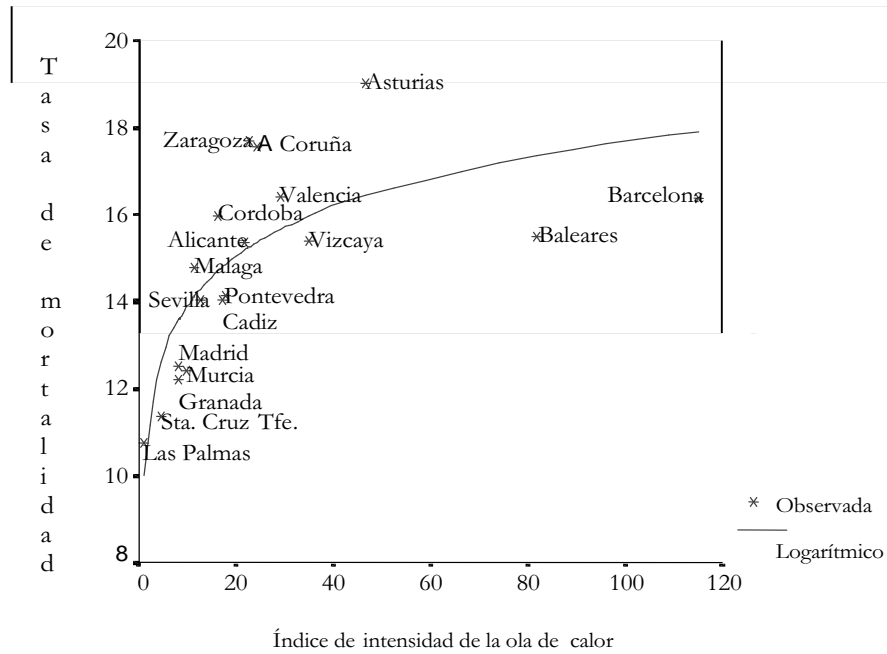


Tabla 2

Porcentaje de incremento de la mortalidad en la Ciudad de Madrid por grupos de edad y causas específicas por cada grado en que la temperatura máxima diaria no llega a 6 °C

Causas de Mortalidad	Edad de 65 a 74 años	Mayores de 75
Orgánicas (%)	5,1	2,7
Circulatorias (%)	6,1	2,8
Respiratorias (%)	9,1	9,6

relacionada con olas de calor y un descenso de la relacionada con el frío, también es cierto que estudios realizados en España²⁸ y Europa²⁹ indican que existe un impacto del frío sobre la mortalidad, superior en los lugares con inviernos más templados que en aquellos con inviernos más crudos. Esto es debido por un lado a la adaptación fisiológica a las bajas temperaturas y por otro a la infraestructura de los hogares que hace que las condiciones para luchar contra el frío sean mejores en lugares habituados a las olas de frío que en aquéllos en los que son menos frecuentes²⁹. A modo de ejemplo en la tabla 2 se muestran los efectos que tienen sobre la mortalidad en la ciudad de Madrid, en el grupo de sujetos mayores de 65 años, los días en los que la máxima diaria está por debajo del umbral anteriormente definido²⁸.

Modelos de evolución de la tasa de mortalidad en el horizonte de los años 2020 y 2050

Un estudio recientemente realizado para la ciudad de Lisboa³⁰, aunque con una incertidumbre importante evalúa el posible incremento de la tasa bruta de mortalidad para los años 2020 y 2050. Para ello utiliza las predicciones de dos modelos climáticos regionales así como diferentes hipótesis sobre aclimatación y evolución de la población. Según este trabajo el incremento de la tasa de mortalidad relacionada con el calor habría sido de entre 5,4 y 6 por cada 100.000

habitantes en el periodo 1980-1998. Entre 5,8 y 15, 1 para el horizonte de 2020 y de 7,3 a 35,6 para el 2050.

ZONAS MÁS VULNERABLES

Las zonas más vulnerables a los extremos térmicos esperados deberán identificarse basándose en diferentes parámetros. Por un lado, se deberán considerar los lugares en los que según los diferentes escenarios se espera una mayor incidencia de los extremos térmicos, tanto en frecuencia como en intensidad. Se sabe además que el mayor impacto se produce en las personas de los grupos de edad más avanzada¹⁵, por tanto, será en los lugares con mayor porcentaje de población de más de 65 años donde el efecto será más importante. Normalmente esta proporción es menor en las grandes ciudades. A modo de ejemplo, indicar que en la provincia de Soria el 26,9 % de la población es mayor de 65 años, mientras que en Madrid este porcentaje sólo alcanza el 14,2%. Por último, habrá que tener en cuenta la adaptación al calor y los diferentes patrones socioeconómicos e infraestructuras disponibles en cada lugar⁸.

PRINCIPALES OPCIONES ADAPTATIVAS

Los factores que pueden influir en el impacto de los extremos térmicos sobre la población y, por tanto, en su adaptación a los

eventos extremos son numerosos. En primer lugar son de gran importancia los factores meteorológicos a escala local a la hora de predecir la ocurrencia de un determinado extremo térmico. Así por ejemplo, las situaciones sinópticas que produjeron la ola de calor en Madrid y Lisboa durante el verano de 2003 fueron diferentes en uno y otro lugar⁸.

Puesto que parece que el grupo más afectado ante los extremos térmicos es el de personas mayores de 65 años habrá que articular las medidas de adaptación en función de la población de cada lugar. Además, influyen factores asociados al desarrollo económico y cultural que pueden condicionar el impacto de los extremos térmicos. Por ejemplo, y pese al aumento de emisiones de gases de efecto invernadero asociados, ha quedado clara la influencia de los sistemas de calefacción en la mitigación de las olas de frío³¹ o de los aparatos de aire acondicionado en el caso de las olas de calor⁷.

Aunque la población envejecida es sin lugar a dudas la más afectada existen otros grupos, como las personas con diversas patologías de base, que pueden ver agravadas sus dolencias. La experiencia de 2003 nos ha enseñado que personas aparentemente sanas han fallecido a causa del calor al realizar prácticas tales como practicar deporte al aire libre en horas de altas temperaturas. A lo anterior habría que añadir la necesidad de informar a la población sobre las medidas básicas a seguir ante extremos térmicos y la correcta formación y adecuación de los servicios sanitarios ante posibles aumentos de las patologías relacionadas con las olas de calor y de frío. Se trata de articular sistemas de alerta in situ ante posibles extremos térmicos. Cada ciudad necesita desarrollar un sistema diferente basado en sus condiciones meteorológicas concretas, en su pirámide de población, su infraestructura, del entramado social y de sus recursos hospitalarios.

Al contrario de lo que ocurre en las ciudades de Norte América, las ciudades europeas

no están aún preparadas para las olas de calor. En algunas el plan de alerta consiste en información meteorológica y no incluye más que información pasiva a la población en general y a las agencias locales de salud pública. Únicamente Lisboa y Roma han implementado un verdadero sistema de alerta en el caso de olas de calor^{15,25}. Estos sistemas se basan en que la predicción meteorológica tiene una alta fiabilidad en 24-48 horas antes del extremo térmico y existe tiempo suficiente para una movilización de toda la red organizada previamente. Así por ejemplo, en el caso de Philadelphia esta actividad se basa en el anuncio de la situación de alerta a través de los medios, la puesta en marcha de una «línea caliente», la implicación de los vecinos y las visitas de los servicios sociales, así como las medidas dirigidas a reforzar los servicios médicos de urgencias y facilitar a los ancianos el acceso a lugares con aire acondicionado. Estos sistemas han demostrado ser eficaces a corto plazo y pueden ser una medida adecuada de adaptación de la población a largo plazo³². En esta línea aparece como una importante opción adaptativa la adecuada planificación urbana para mitigar los efectos de isla térmica y la existencia de construcciones bioclimáticas que aseguren el confort de sus habitantes con el mínimo consumo energético.

REPERCUSIONES SOBRE OTROS SECTORES

Las opciones adaptativas mencionadas anteriormente implican de forma clara a varios sectores. En primer lugar la información meteorológica ha de ser lo suficientemente fiable a escala local para que los planes de intervención sean efectivos tanto en la detección de olas de calor y frío como en la determinación de su intensidad y duración.

El sector seguros, sobre todo el relacionado con la sanidad y decesos, se va a ver afectado por un aumento en el número de ingre-

sos hospitalarios y en los costes asociados al aumento de la mortalidad.

La demanda energética, clave en los sistemas de acondicionamiento, va a venir marcada por un incremento en las necesidades de la población y de los centros asistenciales.

Pese al coste económico imputable a los planes de actuación descritos, en el sentido estricto de coste-beneficio y siguiendo el ejemplo del Plan de Philadelphia, éstos son altamente rentables, ya que a unos costes de 250.000 dólares anuales se le imputan unos beneficios en mortalidad evitada de 117 millones de dólares por año³³.

PRINCIPALES INCERTIDUMBRES Y DESCONOCIMIENTOS

Quizá sea este sector de efectos en salud, en particular el relacionado con los extremos térmicos, uno de los que presentan mayores incertidumbres. En primer lugar están las relacionadas con los propios modelos climáticos. A esto hay que añadir el carácter marcadamente local que tiene el comportamiento de las temperaturas extremas en la península, como ha quedado de manifiesto en estudios realizados recientemente³⁴. Otro de los factores clave es la determinación de los posibles escenarios demográficos y, sobre todo, de la evolución de la pirámide de población en el grupo de personas mayores de 65 años, grupo diana de los efectos de las olas de calor y frío²⁶. Por otro lado, los posibles impactos se ven modulados por la adaptación al clima que a su vez depende de factores sociales, económicos, tecnológicos, culturales, políticos y biofísicos cuya evolución se desconoce. La puesta en marcha de planes de prevención como los descritos anteriormente, los recursos implicados y, en suma, su efectividad, van a ser decisivos en las repercusiones directas sobre la salud de la población.

El sector salud muestra además un inconveniente añadido, motivado fundamentalmente por la escasez de datos en lo relativo a los efectos de los extremos térmicos en morbi-mortalidad. Los sistemas de registro actuales no permiten actuaciones en tiempo real y deben transcurrir varios meses (incluso años) hasta que los datos están disponibles para los investigadores. Sin un sistema de registro e información ágil y fiable cualquier investigación se hace especialmente complicada y cualquier modelo dosis-respuesta elaborado a partir de esta información vendrá sesgado por este hecho.

La lectura de este apartado no debe servir para que los actores implicados se escuden en las incertidumbres a la hora de la adopción de medidas dirigidas a minimizar los efectos de los extremos térmicos. La lógica incertidumbre en los futuros escenarios climáticos y sus efectos en salud no cuestiona que estos efectos vayan a producirse. Sirva el ejemplo de los efectos de la temperatura sobre el exceso de mortalidad registrada en Europa durante el verano 2003.

DETECCIÓN DEL CAMBIO

Es esencial disponer de modelos de evolución de la morbi-mortalidad basados en series temporales lo suficientemente extensas en el tiempo que permitan detectar precozmente los posibles cambios en sus patrones de comportamiento. No se pueden detectar evoluciones anómalas de una serie temporal si no se conoce el comportamiento esperado y, lo que es más importante, si no se comparan los datos esperados con los datos reales. Es preciso insistir en la necesidad de agilizar y aumentar la fiabilidad de los registros de morbi-mortalidad no sólo como indicador de sus posibles extremos sino también como base de cualquier posterior investigación. Así estos registros podrían utilizarse incluso para detectar si la intervención realizada ante una previsión de ola de calor-frío ha sido eficaz.

IMPLICACIONES PARA LAS POLÍTICAS

Aunque a lo largo de este trabajo se ha insistido en el carácter local de los planes de prevención y actuación, éstos han de obedecer a políticas generales que sirvan de marco para el desarrollo de estas actividades.

Siguiendo el posicionamiento de la OMS frente al cambio climático³⁵ se considera necesario el desarrollo de las siguientes medidas de intervención a medio plazo:

1. Facilitar la organización de foros interdisciplinarios entre políticos y técnicos para identificar las necesidades y los mecanismos de actuación.
2. Facilitar el desarrollo de equipos multidisciplinares que hagan llegar a la población los potenciales riesgos sobre la salud relacionados con los extremos térmicos y la puesta en marcha de medidas para mitigar sus efectos.
3. Facilitar el desarrollo de mecanismos que permitan la pronta evaluación de los planes de intervención con el objeto de su mejora y aumento de eficacia.

En nuestro país serían precisos a corto plazo planes de actuación en salud pública basados en sistemas de alerta temprana, que permitan la identificación de las situaciones de riesgo antes de que se produzcan. En este sentido es básica la información meteorológica. Se trata de predecir los excesos de morbi-mortalidad en un plazo que haga posible articular una respuesta rápida. Los registros de morbi-mortalidad, como primer elemento en una cadena de actuaciones, han de ser ágiles y fiables. No se puede implementar ningún plan de alerta basado en incrementos reales de morbi-mortalidad si sólo se tiene acceso a los datos, semanas e incluso meses después de que se hayan producido. Por otro lado, la puesta en marcha de actuaciones en gestión hospitalaria que permita la adecua-

ción de los servicios sanitarios cuando la situación lo requiera se muestra como otro elemento imprescindible en la políticas de actuación. Por último, es imprescindible una coordinación total con los servicios sociales que haga posible la articulación de los planes de actuación descritos anteriormente, fundamentalmente los destinados a los estratos sociales menos favorecidos.

PRINCIPALES NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN

Las principales necesidades de investigación deberán dirigirse fundamentalmente a eliminar en lo posible las incertidumbres anteriormente descritas. Así será necesario al menos en cada provincia el análisis de las condiciones atmosféricas a la menor escala meteorológica posible que permita establecer con la suficiente antelación la producción, intensidad y duración de un evento térmico extremo. Se debería profundizar en el estudio de los mecanismos de adaptación fisiológica y el papel que juegan las variables socioeconómicas en los procesos adaptativos. Los estudios de evolución temporal, según distintos periodos de tiempo, del comportamiento de la morbi-mortalidad en los últimos años en función de los extremos térmicos se perfilan como adecuados para inferir este tipo de tendencias.

Por otro lado, es esencial la investigación a escala local del comportamiento de la morbi-mortalidad asociada a las temperaturas extremas, con especial atención a la incidencia de estos extremos en los ingresos hospitalarios según causas específicas y grupos de edad, que permita discernir, si es posible, el comportamiento de cada grupo de población frente a la temperatura. Por último, se debería evaluar la efectividad y funcionamiento de los planes de actuación ante extremos térmicos en aquellos lugares donde se hayan instaurado y utilizar estas experiencias en los de nueva implementación. Todas estas iniciativas deberían estar encuadradas en

un marco Europeo de tal forma que sus objetivos, calidad y efectividad, puedan ser comparados con unas referencias comunes para todos los países del mismo entorno.

BIBLIOGRAFÍA

1. Mackenbach JP, Kunst AE, Looman CWN. Seasonal variation in mortality in The Netherlands. *J Epidemiol Community Health* 1992;46:261-5.
2. Alderson MR. Season and mortality. *Health Trends* 1985; 17:87-96.
3. Kunst AE, Looman CWN, Mackenbach JP. Outdoor air temperature and mortality in The Netherlands: a time series analysis. *Am J Epidemiol* 1993; 137:331-41.
4. Sáez M, Sunyer J, Castellsagué J, Murillo C, Antó JM. Relationship between weather temperature and mortality: a time series analysis approach in Barcelona. *Int J Epidemiol* 1995; 24:576-82.
5. Ballester F, Corella D, Pérez-Hoyos S, Sáez M, Hervás A. Mortality as a function of temperature. A Study in Valencia, Spain 1991-1993. *Int J Epidemiol* 1997; 26:551-61
6. Alberdi JC, Díaz J, Montero JC, Mirón IJ. Daily mortality in Madrid community 1986-1992: Relationship with meteorological variables. *Eur J Epidemiol* 1998; 14:571-8.
7. Curreiro FC, Heiner KS, Samet JM, Zeger SL, Strug L, Patz JA. Temperature and mortality in 11 cities of the Eastern of the United States. *Am J Epidemiol* 2002;155:80-7.
8. García-Herrera R, Díaz J, Trigo RM, Hernández E, Dessai S. Extreme summer temperatures in Iberia: health impacts and associated synoptic conditions. *Annales Geophysicae* (en prensa).
9. Alberdi JC, Díaz J. Modelización de la mortalidad diaria en la Comunidad de Madrid 1986-1991. *Gac Sanit* 1997;11:9-15.
10. Ballester F, Michelozzi P, Iñiguez C. Weather, climate and public health. *J Epidemiol Community Health* 2003; 57:759-60.
11. Braga AL, Zanobetti A, Schwartz J. The time course of weather-related deaths. *Epidemiology* 2001;12:662-7.
12. Huynen MM, Martens P, Scram D et al. The impact of heat waves and cold spells on mortality rates in Dutch population. *Environ. Health Perspect.* 2001; 109: 463-70.
13. Havenit G. Interaction of clothing and thermoregulation (review). *Exog Dermatology* 2002; 1:221-68.
14. Díaz J, López C. Health impact of thermal extremes in Iberia: analysis and trends. *cCASH Workshop on Vulnerability to Thermal Stresses*, 5-7 may. Freiburg; 2003.
15. WHO. Heat-Waves: risks and responses. *Health and Global Environmental Change*. Geneva: WHO; 2004. Series No.2.
16. Nakai S, Itoh T, Morimoto T. Deaths from heat-stroke in Japan 1968-1994. *Int J Biometeorol* 1999; 43:124-7.
17. Smoyer KE. A comparative analysis of heat-wave associated mortality in St. Louis, Missouri – 1980 and 1995. *Int J Biometeorol* 1998;42:44-50.
18. Jendritzky G, Staiger H, Bucher K, Graetz A, Laschewski, G. The Percived Temperature. *Internet workshop on windchill*. April 3-7; 2000.
19. Kalkstein, LS. A New approach to evaluate the impact of climate on human health. *Environ Health Perspect* 1991; 96:145-50.
20. Díaz J, Jordán A, García R, López C, Alberdi JC, Hernández E, Otero A. Heat waves in Madrid 1986-1997: effects on the health of the elderly. *Int Arch Occup Environ Health* 75: 163-70.
21. Díaz J, García R, Velázquez F, López C, Hernández E, Otero A. Effects of Extremaly Hot Days on People older than 65 in Seville (Spain) from 1986 to 1997. *Int J Biometeorol.* 2002; 46:145-149.
22. Díaz J, García R, Trigo R, Linares C, Valente A, Hernández E. The impact of summer 2003 heat wave in Iberia: how should we measure it?. *Submitted Int J Biometeorol.*
23. Davids RE, Knappenberg PC, Novicoff MM, Michaels PJ. Decadal changes in heat-related human mortality in the Eastern United States. *Climate Research* 2002; 22:175-84.
24. Hulme M et al. Climate change scenarios for the United Kindom: the UKCIPO2 scientific report. Norwich: Tyndall Centre for Climate Change Research, School of Environmental Sciences, University of East Anglia; 2002.

25. Pirard P. Heat wave: a climatic deadly phenomena that can be prevented. *Enfermedades Emergentes* 2003; 5:145-6.
26. Martínez F, Simón-Soria F, López-Abente G. Valoración del impacto de la ola de calor del verano de 2003 sobre la mortalidad. *Gac Sanit* 2004; 18:250-8.
27. McGeehin MA, Mirabelli M. The potencial impacts of climate variability and change on temperature related morbidity and mortality in the United States. *Environmental Health Perspectives* 109 2001 (suppl 2): 185-9.
28. Díaz J, García R, Prieto L, López C, Linares C. Mortality impact of extreme winter temperatures. *Int J Biometeorol* 2005;49:179-183.
29. Eurowinter Group, DonaldsonGC, Keatinge WR. Cold exposure and winter mortality from ischaemic heart disease, cerebrovascular disease, respiratory disease, and all causes in warm and cold regions of Europe. *Lancet* 1997; 349: 1341-6.
30. Dessai S. Heat stress and mortality in Lisbon. Part II: an assessment of the potential impacts of climate change. *Int J Biometeorol* 2003;48:37-44.
31. Wilkinson P, Landon M, Armstrong B et al. Cold comfort: the social and environmental determinants of excess winter mortality in England, 1986-1996. London: The Policy Press; 2001.
32. Keatinge WR. Death in heat waves. *British Medical Journal* 2003; 327: 512-3.
33. Kalkstein, LS. Description of our Heat Health Watch-Warning Systems: their nature and extend required resources. cCASH Workshop on Vulnerability to Thermal Stresses, 5-7 may. Freiburg. Germany; 2002.
34. Prieto L, García R, Díaz J, Hernández E, Teso MT. Minimum extreme temperatures over Peninsular Spain. *Journal of Planetary Climate* 2004;44:59-71
35. WHO. Methods of assessing human health vulnerability and public health adpatation to climte change. Health and Global Environmental Change. Series No.1.Geneva: WHO; 2003.