

# CALOR Y MORTALIDAD CARDIOVASCULAR EN BARCELONA

José M. RASO NADAL

*Departament de Geografia Física i A.G.R. Universitat de Barcelona*

## RESUMEN

El análisis de la mortalidad diaria y las temperaturas máximas registradas en Barcelona durante ocho años pone de manifiesto la existencia de una correlación positiva, estadísticamente significativa, entre ambas variables. Los efectos nocivos del calor son particularmente patentes en los fallecidos mayores de 65 años por afecciones cardiovasculares.

**Palabras clave:** Barcelona, calor, cardiovascular, mortalidad, respiratorio, salud, temperatura, verano.

## ABSTRACT

*As results from the analysis of the daily mortality and the temperature peaks registered in Barcelona during an eight years period, we can withdraw on a statistically significant basis the existence of a positive correlation between both variables. The negative effect caused by heat amongst dead people aged over 65 years as a result of cardiovascular illness is particularly notorious.*

**Key words:** *Barcelona, cardiovascular, health, heat, mortality, respiratory, summer, temperature.*

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde Hipócrates, los profesionales de la medicina han dedicado una mayor o menor atención a estudiar los efectos de los cambios atmosféricos en la salud humana, sin que sus esfuerzos fueran compartidos por especialistas en otras ciencias hasta los últimos decenios del siglo XX. Sin embargo, sobre todo en los últimos quince años, el interés de los médicos por conocer los impactos del tiempo y el clima en la salud de las personas ha sido compartido con investigadores originalmente formados en otras disciplinas, esencialmente en meteorología y climatología. Fruto de los esfuerzos de unos y otros ha sido la publicación de un abundante número de trabajos dedicados a investigar los efectos del clima en el desarrollo de las funciones fisiológicas y, sobre todo, a evaluar la incidencia de las variaciones atmosféricas en la morbilidad y mortalidad de los habitantes de distintas áreas, mayoritariamente localizadas en las zonas extratropicales, donde son más fre-

cuentas estas variaciones e, incluso, la sucesión de tipos de tiempo de características contrastadas y, ocasionalmente, extremas.

La temperatura ha sido sin duda la variable atmosférica que ha merecido una mayor atención en los ya numerosos trabajos dedicados a analizar los efectos del clima en la salud humana (WHITE y HERTZ-PICCIOTTO, 1985; KALKSTEIN y VALIMONT, 1986; EPSTEIN, CALIX y BLANCO, 1995; MATZARAKIS y MAYER, 1997; AIKMAN, 1997; DONALDSON *et al.* 1998; EUROWINTER GROUP, 1997; ARGILES, MOURAD y MION, 1998; BENSON, KOCAGIL y SHORTLE, 2000). Unos han hecho especial hincapié en la incidencia de las temperaturas extremadamente altas, otros se han ocupado primordialmente de los impactos de las relativamente bajas y no faltan los que analizan tanto los efectos del frío como del calor.

La sensibilidad de los habitantes de las zonas templadas frente a los descensos termométricos y las temperaturas invernales en general suele ser mayor que la percibida bajo las condiciones atmosféricas que se suceden durante la estación cálida. No en vano las máximas tasas de mortalidad suelen registrarse durante los meses fríos. Sin embargo, los efectos nocivos de las temperaturas extremadamente altas sobre el organismo humano pueden provocar procesos patológicos de gravedad similar a los desencadenados por las más acusadas caídas termométricas, por más que no siempre haya sido suficientemente destacado este extremo, razón por la cual KALKSTEIN (1995) considera que la mortalidad relacionada con el calor es una de las causas de muerte más subestimadas.

Un mejor conocimiento de los impactos del clima en la salud humana será necesario en el momento de plantear el establecimiento de un sistema de alarma y protección para la población ante la inminencia de episodios atmosféricos extremos susceptibles de previsión, como el establecido en Philadelphia, Washington, Chicago y otras ciudades americanas en el último quinquenio del siglo XX. El calentamiento del planeta y los incrementos termométricos vaticinados en los informes del IPCC a lo largo del siglo que empieza, justifican el creciente interés que el estudio de los efectos de las temperaturas elevadas en el estado fisiológico y psíquico de las personas merece. El presente análisis de algunas relaciones estadísticas existentes entre el número de defunciones y las temperaturas diarias registradas en Barcelona durante los meses de verano del período 1990-97 pretende, simplemente, poner de manifiesto algunos de los riesgos que representa el calor extremo para la vida de los habitantes de una ciudad de la cuenca mediterránea, y, particularmente, su relación con el número de fallecimientos provocados por insuficiencias cardiovasculares, unos riesgos que posiblemente pueden incrementarse en los próximos años si se cumplen los pronósticos de calentamiento general del planeta aventurados en los aludidos informes del IPCC y en multitud de investigaciones realizadas en los últimos años.

## 2. LA MORTALIDAD DIARIA Y LAS OBSERVACIONES TERMOMÉTRICAS

La primera dificultad que es preciso afrontar en un estudio que implique disponer de datos termométricos diarios registrados en Barcelona es la carencia de series de observaciones adecuadas. Los datos procedentes de la red de estaciones meteorológicas automáticas con que cuenta la ciudad, instaladas en distintos puntos de sus barrios y área metropolitana no constituyen series válidas, dadas las irregularidades que presentan, con carencias de información relativas a semanas y

meses enteros. Por este motivo, se ha procedido a utilizar los datos termométricos registrados en el observatorio Fabra situado en un punto de la montaña del Tibidabo, desde donde se observa, a una altura de 412 metros sobre el nivel del mar, la ciudad que se extiende entre la misma falda de la montaña y el litoral mediterráneo. Los datos referentes a la mortalidad, facilitados por el *Institut Minicipal de Salut*, incluyen, además del número total de fallecimientos diarios, los provocados por enfermedades cardiovasculares y respiratorias, con especificación de las correspondientes a tres grupos de edades: niños menores de 15 años, adultos de 15 a 65 y ancianos mayores de 65 años. A lo largo del período objeto de estudio, 1990-1997, no se han producido acontecimientos extraordinarios susceptibles de alterar de manera significativa las causas de muerte. Los progresos de la medicina capaces de retrasar muertes inevitables en tiempos pretéritos, aunque constantes, no puede considerarse que hayan sido excepcionales. Tampoco han acaecido situaciones catastróficas o epidemias portadoras de un incremento significativo del número de óbitos. Por otro lado, durante el período indicado, la situación demográfica de Barcelona ha permanecido relativamente estable, salvo, en todo caso, un ligero envejecimiento. En definitiva, durante los ocho años comprendidos en el aludido período, no parece que la mortalidad diaria registrada en Barcelona haya sufrido efectos debidos a fenómenos excepcionales, circunstancia que permite simplificar el análisis de las relaciones estadísticas entre el número de fallecimientos y las temperaturas diarias registradas durante los meses más cálidos del año, junio, julio y agosto.

### 3. RELACIÓN ENTRE LA TEMPERATURA Y LA MORTALIDAD REGISTRADA EN VERANO

Aunque las mayores tasas de mortalidad en Barcelona se registren durante los meses fríos y la correlación estadística entre la mortalidad acaecida en la ciudad y las temperaturas diarias ponga de manifiesto que el impacto de los días fríos sobre la salud humana resulta ostensiblemente más acusado que el relacionado con el calor, el número diario de defunciones registrado en la ciudad no es ajeno, y así ha sido constatado (RASO, 1999), a los máximos ascensos termométricos alcanzados durante los meses más cálidos del año. Los coeficientes de correlación entre, de un lado, el número de defunciones diarias por enfermedades cardiovasculares, por afecciones respiratorias, además de las debidas a otras causas y el total de óbitos diarios y, de otro, las temperaturas medias de cada uno de los 736 días analizados, las correspondientes a aquellas fechas en que las máximas se mantuvieron por debajo de los 28°C y las obtenidas aquellas otras en que los termómetros alcanzaron o superaron este umbral, que se indican en la Tabla 1, permiten establecer nuevas precisiones. Unos p-valores próximos a 0,0000 evidencian la significación de los coeficientes relativos a la totalidad de los días analizados y destacan que la sensibilidad de los enfermos cardiovasculares frente al calor es mayor que la de los pacientes respiratorios. La salud no parece totalmente libre de los efectos del calor incluso los días cuyas máximas termométricas se mantienen por debajo de lo 28°C, por cuanto sólo el p-valor relativo a las muertes por afecciones respiratorias es superior a 0,05. De todas maneras, los coeficientes obtenidos para las otras causas de muerte, así como para la totalidad de los fallecidos, aunque claramente significativos, sugieren un menor impacto para la salud humana. Finalmente, hay que subrayar la mayor agresividad de las temperaturas cuando los termómetros alcanzan o sobrepasan los 28°C, salvo en el caso de la mortalidad debida a enfermedades respiratorias, cuyo p-valor se sitúa por encima de 0,05. Esto no significa que los pacientes

afectados por enfermedades de este tipo sean indemnes a los efectos del calor. Precisamente a este respecto ya ha sido observada la acción exacerbante del calor sobre los efectos de los contaminantes atmosféricos a enfermos pulmonares ingresados en los servicios de urgencia de los cuatro mayores hospitales de Barcelona durante catorce años (SUNYER *et al.*, 1991).

Tabla 1: COEFICIENTES DE CORRELACIÓN (R) Y P-VALORES (P) CALCULADOS A PARTIR DEL NÚMERO DE DEFUNCIONES DEBIDAS A FALLOS CARDIOVASCULARES, RESPIRATORIOS, OTRAS CAUSAS O TOTAL Y LAS TEMPERATURAS MEDIAS DIARIAS (PERÍODO 1990-1997)

Causas de defunción	Totalidad días de verano		Días con temperaturas máximas <28°C		Días con temperaturas máximas ≥ 28°C	
	r	p	r	p	r	p
Cardiovasculares	0,2528	0,0000	0,0999	0,0390	0,3238	0,0000
Respiratorias	0,0946	0,0100	0,0525	0,2794	0,1029	0,0708
Otras causas	0,1968	0,0000	0,1123	0,0202	0,2388	0,0000
Total	0,3059	0,0000	0,1537	0,0014	0,3786	0,0000

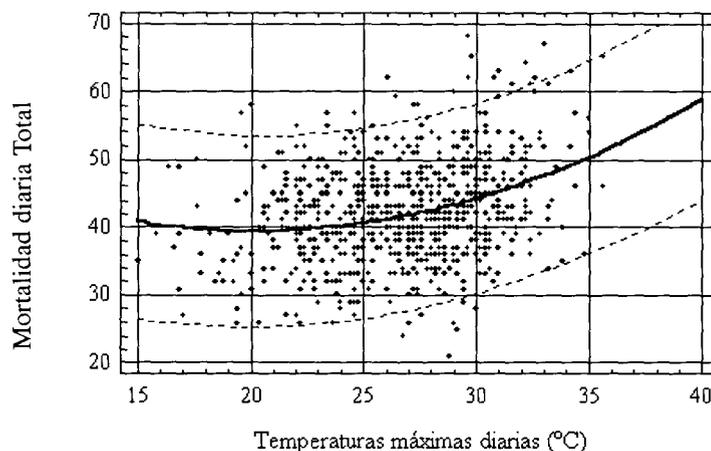


Fig. 1: Relación entre la mortalidad y las temperaturas máximas diarias registradas los meses de junio, julio y agosto en Barcelona. Ajuste polinómico de segundo orden y límites de previsión. (Período 1990-97)

El incremento de la mortalidad con las temperaturas máximas diarias es particularmente ostensible aquellos días que éstas se acercan o superan los 30°C, en cuyo caso el número de fallecimientos no ha descendido de 30 en el período analizado y ha alcanzado valores, en conjunto, visiblemente superiores a los registrados los días con menores ascensos termométricos, como así lo evidencia el ajuste polinómico de la figura 1, la cual muestra, además, que, cuando las temperaturas máximas no alcanzan los 25 o, mejor aún, los 20°C, las tasas diarias de mortalidad son aprecia-

blemente más modestas.

Los promedios de fallecidos obtenidos para distintos umbrales termométricos que se indican en la Tabla 2 acotan una apreciable intensificación de la mortalidad diaria con temperaturas máximas en torno o a partir de los 30°C anteriormente señalados. En efecto, los valores medios hallados con relación a los 427 en que las temperaturas máximas no alcanzaron los 28°C son inferiores a los obtenidos para la totalidad de los 736 días analizados, sobre todo los correspondientes al total de óbitos acaecidos y a los provocados por fallos cardiovasculares. El contraste, como cabe prever, resulta mucho más notorio respecto a las medias aritméticas de las muertes habidas en días con temperaturas máximas superiores a 28, 30 y 32°C, hasta el punto que las calculadas para la totalidad de los fallecimientos acaecidos estos días sobrepasan a los ocurridos con temperaturas máximas de inferior cuantía en un 8, un 12 y un 19 por ciento respectivamente, porcentajes que se cifran en el 12, el 17 y el 19 por ciento si se circunscriben a los óbitos achacables a enfermedades cardiovasculares, y se limitan al 8, el 13 y el 15 por ciento si se contabilizan únicamente las defunciones de etiología respiratoria o al 6, el 9 y el 13 si se contrastan las provocadas por otras causas no especificadas.

Tabla 2: PROMEDIO DE FALLECIMIENTOS DIARIOS CON DISTINTOS UMBRALES DE TEMPERATURAS MÁXIMAS

Causas de defunción	Días con temperaturas máximas:				Total días analizados
	<28°C	>28°C	>30°C	>32°C	
Cardiovasculares	14,67	16,39	17,15	18,88	15,39
Respiratorias	2,97	3,22	3,35	3,43	3,08
Otras causas	23,4	24,65	25,37	26,31	23,83
Total	40,89	44,26	45,88	48,61	42,30

En definitiva, el impacto del calor sobre las tasas de mortalidad registradas en Barcelona resulta patente, máxime en cuanto se refiere a fallecimientos debidos a deficiencias cardiovasculares, las cuales provocan más de un tercio de las muertes ocurridas en la ciudad durante los meses de verano.

#### 4. IMPACTO DEL CALOR EN RELACIÓN CON LA EDAD DE LOS FALLECIDOS

Como es obvio, la capacidad de defensa frente a los agentes que inciden en la salud es generalmente óptima durante la juventud y se debilita progresivamente a lo largo de la madurez, de manera que quienes alcanzan edades avanzadas sufren un deterioro de los recursos orgánicos y psíquicos necesarios para contrarrestar los impactos de los elementos y factores agresivos capaces de atentar contra su vida. Aunque los ancianos sean objetiva y subjetivamente más sensibles al frío que al calor y, en general, suelen manifestar su preferencia por los ambientes cálidos y las temperaturas altas, las primeras y, en muchos casos, únicas víctimas de los máximos ascensos termométricos son precisamente las personas de más avanzada edad. La mayor vulnerabilidad de

estas personas ha sido constatada en multitud de trabajos (GUEST *et al.*, 1999; MARTENS, 1998; SMOYER, 1998) y los coeficientes de correlación entre el número de fallecimientos y las temperaturas medias diarias calculados para distintos grupos de edad que muestra la Tabla 3 ponen de manifiesto que los efectos del calor sobre la salud de los habitantes de Barcelona afectan esencialmente a los de edad superior a 65 años. Así, de los tres coeficientes relativos a la totalidad de los días analizados, únicamente es significativo el correspondiente a mayores de 65 años, en tanto que los p-valores hallados para adultos de 15 a 64 años y menores de 15 años están lejos de sugerir la existencia de un impacto significativo del calor en las personas pertenecientes a ambos grupos. La incidencia del calor en las tasas de mortalidad de los mayores de 65 años incluso resulta estadísticamente significativas si se circunscribe a los días de verano con temperaturas máximas inferiores a 28°C, como así sugiere el valor *p* mencionado en el aludido cuadro, en tanto que los señalados para los otros dos grupos de edad precisamente son indicativos de total independencia entre mortalidad y temperatura. Como no podía ser menos, el impacto del calor durante los días con temperaturas extremas superiores a 28°C no sólo es ostensiblemente más notorio en la salud de las personas mayores de 65 años, sino que también resulta significativo en las que, sin alcanzar esta edad, sobrepasan los 15 años, pero no en niños de menor edad. No puede descartarse que el

Tabla 3: COEFICIENTES DE CORRELACIÓN (*r*) Y P-VALORES (*p*) CALCULADOS A PARTIR DEL NÚMERO DE DEFUNCIONES CORRESPONDIENTES A DISTINTOS GRUPOS DE EDAD Y LAS TEMPERATURAS MEDIAS DIARIAS (1990-1997)

Defunciones según grupos de edad	Totalidad días de verano		Días con temperaturas máximas <28°C		Días con temperaturas máximas ≥ 28°C	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Menores de 15 años	-0,0229	0,5356	0,0062	0,8988	0,0185	0,7457
Adultos de 15 a 64 años	0,0520	0,1518	0,0075	0,8768	0,1676	0,0031
Mayores de 65 años	0,3267	0,0000	0,1726	0,0003	0,3506	0,0000

calor afecte negativamente a recién nacidos y niños en sus primeros años de vida. Su comprobación requeriría analizar nuevos datos y la realización de otro estudio.

## 5. RELACIÓN DEL CALOR CON LA MORTALIDAD CARDIOVASCULAR

La mortalidad achacable a patologías cardiovasculares acaecida en Barcelona durante los meses de verano del período 1990-97 representa una proporción equivalente al 36,4 por ciento de la registrada en total. El contraste del número de fallecimientos por enfermedades de este tipo requiere una especial atención, no sólo por su propio impacto relativo, sino también debido a que su relación estadística con las temperaturas resulta particularmente significativa. El impacto de los tipos de tiempo caracterizados por valores termométricos extremos ha sido destacado en numerosos trabajos, las conclusiones de buen número de los cuales han sido destacadas por MARTENS (1998).

No es necesario insistir en la existencia de una ostensible correlación positiva entre las temperaturas de los días de verano y la mortalidad por deficiencias cardiovasculares que ya ha sido destacada anteriormente. Interesa, en cambio, valorar el desigual impacto del calor en las víctimas de

estas afecciones pertenecientes a los tres grupos de edad considerados. Los coeficientes calculados a este fin (Tabla 4) evidencian una apreciable semejanza con los obtenidos respecto a la totalidad de las causas de muerte. En efecto, los p-valores hallados para el grupo de muertos por fallos cardiovasculares menores de 15 años no sugieren la existencia de dependencia alguna de las temperaturas, mientras que posiblemente algunos de los fallecimientos por estas causas entre personas de edades comprendidas entre 15 y 64 años en días con temperaturas máximas superiores a 28°C hayan sido desencadenados por el calor, pero no parece probable que esto ocurriera los días en que el termómetro se mantuvo por debajo de este umbral en el período analizado. Por el con-

Tabla 4: COEFICIENTES DE CORRELACIÓN (*r*) Y P-VALORES (*p*) CALCULADOS A PARTIR DEL NÚMERO DE DEFUNCIONES POR FALLOS CARDIOVASCULARES CORRESPONDIENTES A DISTINTOS GRUPOS DE EDAD Y LAS TEMPERATURAS MEDIAS DIARIAS (PERÍODO 1990-1997)

Defunciones cardiovasculares según grupos de edad	Totalidad días de verano		Días con temperaturas máximas <28°C		Días con temperaturas máximas ≥ 28°C	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Menores de 15 años	-0,0358	0,3314	-0,0165	0,7333	-0,0947	0,0964
Adultos de 15 a 64 años	0,0177	0,6315	-0,0212	0,6618	0,1518	0,0075
Mayores de 65 años	0,2625	0,0000	0,1113	0,0215	0,3031	0,0000

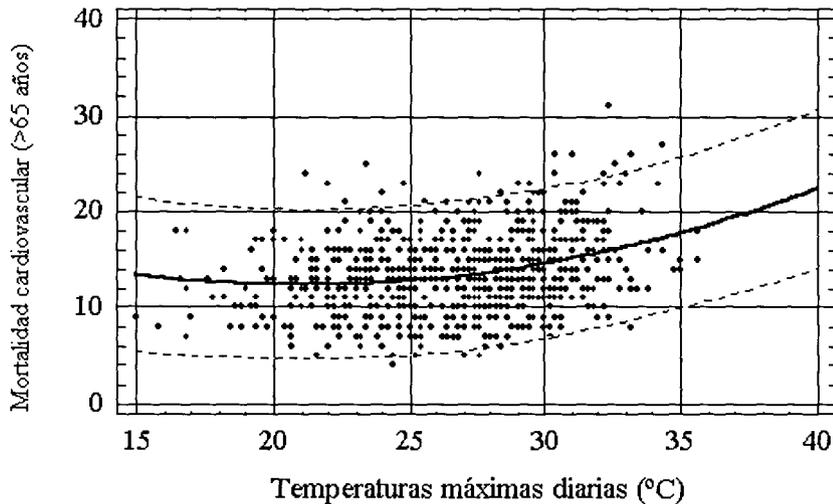


Fig. 2: Relación entre la mortalidad provocada por afecciones cardiovasculares en personas mayores de 65 años y las temperaturas máximas diarias registradas los meses de junio, julio y agosto en Barcelona. Ajuste polinómico de segundo orden y límites de previsión. (Período 1990-97)

trario, los valores de la tabla aludida permiten suponer que, probablemente, un apreciable número de óbitos entre personas mayores de 65 años achacables a fallos cardiovasculares fueron, de alguna manera, desencadenados por el calor, incluso, aunque en menor medida, en días con temperaturas máximas inferiores a 28°C.

El efecto pernicioso del calor en procesos patológicos de origen cardiovascular entre las personas mayores de 65 años mantiene una estrecha correlación con las temperaturas diarias. Esta correlación parece intensificarse con máximos termométricos superiores a 28°C, tal como se deduce del gráfico representado en la figura 2, el cual refleja cómo las tasas de mortalidad a consecuencia de los aludidos procesos, en general, alcanzan valores apreciablemente más elevados los días en que las temperaturas máximas se sitúan por encima de los 30°C, mientras que las menores tasas de mortalidad acaecen los días de verano con temperaturas de inferior cuantía.

Un mejor conocimiento de los efectos del clima en la salud humana y, particularmente, del calor es necesario si se desea minimizar sus consecuencias. Pero, si se aceptan los vaticinios más pesimistas de los especialistas que colaboran con el IPCC, se trata de una tarea urgente. Es cierto que algunos de los fallecimientos desencadenados por el calor, sobre todo entre los debidos a fallos cardíacos, no sean más que la anticipación de procesos patológicos que, bajo condiciones atmosféricas óptimas, no tardarían en producirse, como así subrayó KALKSTEIN (1993), pero también es sabido que no pocos pacientes, tras superar episodios agudos de extrema gravedad, han aplazado durante años el fin de sus vidas. Es por ello que deba emprenderse ya el establecimiento de un sistema de alarma capaz de formular previsiones de fenómenos atmosféricos extremos, como son las olas de calor susceptibles de agravar o desencadenar enfermedades de irremediable desenlace, previsiones de las que puedan beneficiarse especialmente las personas con determinados antecedentes patológicos, convenientemente asesorados por los especialistas médicos. La preocupación por avanzar en la preparación y lucha contra los riesgos para la salud humana de las variaciones atmosféricas y el cambio climático es amplia entre determinados especialistas médicos y estudiosos del clima (BENSON, KOCAGIL y SHORTLE, 2000; HAINES, EPSTEIN y McMICHAEL, 1993; SHINDELL y RASO, 1997; McMICHAEL *et al.*, 1996; KOVATS *et al.*, 2000; BALBUS y WILSON, 2000; LANGFORD y BENTHAM, 1995). Las previsiones de episodios atmosféricos dañinos para la salud requerirá la realización de estudios sinópticos en la línea de los propuestos por KALKSTEIN (1991), MCGREGOR, WALTERS y WORDLEY (1999) y GUEST, *et al.* (1999).

La tarea de emprender el establecimiento de sistemas de protección a la salud humana frente a fenómenos atmosféricos más o menos previsibles debe realizarse con serenidad, evitando abundar en los presagios más pesimistas. Es posible un incremento del calentamiento del planeta y una mayor frecuencia de las olas de calor, pero también es cierto que, en primer lugar, es posible una adaptación de la población al cambio climático, de manera semejante a como se han habituado a climas distintos los habitantes de regiones de clima dispar (KEATINGE *et al.*, 2000), mientras que, por otro lado, hay que añadir los efectos beneficiosos de unas previsiones meteorológicas posibles, así como de la formación y preparación material de las personas de mayor riesgo, determinados enfermos crónicos y ancianos en general.

## 6. CONCLUSIÓN

La existencia de correlación estadística positiva entre las temperaturas diarias y la mortalidad registrada en Barcelona durante los meses más cálidos del año en Barcelona refleja la incidencia del calor en la salud de sus habitantes, hasta el punto de provocar o agravar procesos patológicos con final irreversible, sobre todo en personas que acaban por fallecer como víctimas de afecciones cardiovasculares. La posibilidad de que se cumplan los vaticinios que auguran un fuerte incremento de las temperaturas durante el siglo que acaba de comenzar requiere el establecimiento de un sistema eficaz de previsión de episodios atmosféricos que puedan comportar riesgos para la salud.

## 7. REFERENCIAS

- AIKMAN, H. (1997): "The association between arthritis and the weather". *International Journal of Biometeorology*, 40, pp 192-199.
- ARGILES, A., MOURAD, G. y MION, C. (1998): "Seasonal Changes in Blood Pressure in Patients with End-Stage Renal Disease Treated with Hemodialysis". *The New England Journal of Medicine*, 339 (19), pp 1364-1370.
- BALBUS, J. M. y WILSON, M. L. (2000): "*Human health and global climate change*". Arlington, The Pew Center on Global Climate Change. 43 pp.
- BENSON, K., KOCAGIL, P. y SHORTLE, J. (2000): "Climate change and health in Mid-Atlantic Region". *Climate Research*, 14, pp 245-253.
- DONALDSON, G. C., *et al.* (1998): "Cold related mortalities and protection against cold in Yakutsk, eastern Siberia: observation and interview study". *British Medical Journal*, 317 (7164), pp 978-982.
- EPSTEIN, P. R., CALIX, O. y BLANCO, J. (1995): "Climate and disease in Colombia". *The Lancet*, 346, pp 1243-1244.
- EUROWINTER GROUP (1997): "Cold exposure and winter mortality from ischemic heart disease, cerebrovascular disease, respiratory disease, and all causes in warm and cold regions of Europe". *The Lancet*, 349, pp 1341-1346.
- GUEST, C. S., *et al.* (1999): "Climate and mortality in Australia: retrospective study. 1979-1990, and predicted impacts in five major cities in 2030". *Climate Research*, 13, pp 1-15.
- HAINES, A., EPSTEIN, P. R. y McMICHAEL, A. J. (1993): "Global health watch: monitoring impacts of environmental change". *The Lancet*, 342, pp 1464-1469.
- KALKSTEIN, L. S. (1991): "A New Approach to Evaluate the Impact of Climate on Human Mortality". *Environmental Health Perspectives* 96, pp 145-150.
- KALKSTEIN, L. S. (1993): "Health and climate change. Direct impacts in cities". *The Lancet* 342, pp 1397-1399
- KALKSTEIN, L. S. (1995): "Lessons from a very hot summer". *The Lancet*, 346, pp 857-859.
- KALKSTEIN, L. S. y VALIMONT, K. M. (1986): "An evaluation of Summer Discomfort in the United States Using a Relative Climatological Index". *Bulletin of the American Meteorological*

*Society*, 67, pp 842-848.

KEATINGE, W. R., *et al.* (2000): "Heat related mortality in warm and cold regions of Europe: observational study". *British Medical Journal*, 321, pp 670-673.

KOVATS, R. S., *et al.* (2000): "*Climate Change and Human Health: Impact and adaptation*". Geneva, Roma, World Health Organization. European Centre for Environment and Health, 48 pp.

LANGFORD, I. H. y BENTHAM (1995): "The potential effects of climate change on winter mortality in England and Wales". *International Journal of Biometeorology*, 38 (3), pp 141-147.

MARTENS, P. (1998): "*Health and Climate Change*". London, Earthscan. 176 pp.

MARTENS, W. J. M. (1998): "Climate change, thermal, stress and mortality changes". *Social Science & Medicine*, 46, pp 331-344.

MATZARAKIS, A. y MAYER, H. (1997): "Heat stress in Greece". *International Journal of Biometeorology*, 41, pp 34-39.

McGREGOR, G. R., WALTERS, S. y WORDLEY, J. (1999): "Daily hospital respiratory admissions and winter air mass types, Birmingham, UK". *International Journal of Biometeorology*, 43 (21-30).

McMICHAEL, A. J., *et al.*, (Eds). (1996): "*Climate Change and Human Health*". Ginebra, World Health Organisation. 297 pp.

RASO, J. M. (1999): "Temperaturas extremas y mortalidad en Barcelona". En RASO, J. M. y MARTÍN VIDE, J (Eds.): "*La climatología española en los albores del siglo XXI*", Barcelona, Oikos-Tau, pp 459-468.

SHINDELL, S. y RASO, J. (1997): "*Global climate change and human health*". New York, American Council on Science and Health. 21 pp.

SMOYER, K. E. (1998): "A Comparative Analysis of Heat Waves and Associated Mortality in St. Louis, Missouri -1980 and 1995". *International Journal of Biometeorology*, 42, pp 44-50.

SUNYER, J., *et al.* (1991): "Effects of Urban Air Pollution on Emergency Room Admissions for Chronic Obstructive Pulmonary Disease". *American Journal of Epidemiology*, 134 (3).

WHITE, M. R. y HERTZ-PICCIOTTO, I. (1985): "Human health: analysis of climate related to health". En WHITE, M. R. (Ed.) "*Characterization of Information Requirements for Studies of CO2 Effects: Water Resources, Agriculture, Fisheries, Forest and Human Health*". Washington, Department of Energy, pp. 172-205.