

Influencia de variables atmosféricas sobre la mortalidad por enfermedades respiratorias y cardiovasculares en los mayores de 65 años de la Comunidad de Madrid

J.C. Montero Rubio / I.J. Mirón Pérez / J. Díaz Jiménez / J.C. Alberdi Odriozola
Centro Universitario de Salud Pública de Madrid. Madrid.

Correspondencia y separatas a: Dr. D. Julio Díaz Jiménez. Centro Universitario de Salud Pública.
C/ General Oraa, 39. 28006 Madrid.

Recibido: 12 de marzo de 1996
Aceptado: 3 de septiembre de 1996

(The influence of environmental variables on mortality due to respiratory and cardiovascular diseases among the elderly in the Madrid region, Spain)

Resumen

Objetivo. Investigar la influencia de las variables ambientales sobre la mortalidad diaria en mayores de 65 años por enfermedades respiratorias y cardiovasculares en la C.M. de 1986 a 1991.

Metodología. Se correlacionan variables ambientales y mortalidad distinguiendo entre los efectos del frío y del calor, controlando la posible coincidencia de modelos entre temperatura y mortalidad mediante modelos Box-Jenkins. La mortalidad filtrada se correlaciona con las temperaturas medias diarias con 0-15 desfases.

Resultados. El mínimo de mortalidad diaria se produce con una temperatura media de 23,9° C. Existe correlación ($p < 0,001$) entre la temperatura fría y todas las causas de mortalidad en los 15 retrasos analizados. Con temperatura cálida, aparece correlación ($p < 0,01$) con enfermedades cardiovasculares y, dentro de éstas, con accidentes cerebrovasculares (ACVA) en mujeres, para 0-3 retrasos.

Conclusiones. Las temperaturas frías incrementan la mortalidad para todas las causas y retrasos analizados. El calor produce efectos inmediatos sobre la mortalidad por ACVA en las mujeres.

Palabras clave: Mortalidad. Temperaturas. Modelos estocásticos. Retardos. Ancianos.

Summary

Objective. To investigate the influence of environmental variables on daily mortality, due to respiratory and cardiovascular diseases, in the C.M. from 1986 to 1991.

Methodology. The environmental and mortality variables are correlated between cold and heat effects, checking the possible coincidence of models between temperature and mortality by Box-Jenkins models. The filtered mortality is correlated to the daily average temperatures, for 0-15 lags.

Results. The minimum daily mortality is produced in an average temperature of 23.9°. There exists a correlation ($p < 0.001$) between cold temperature and all the mortality causes in the 15 analyzed lags. A correlation ($p < 0.01$) to vascular diseases appears with hot temperature and, among them, with cerebrovascular accidents (ACVA) in women for 0-3 lags.

Conclusions. Cold temperatures increase the mortality for all the analyzed lags and causes. The heat produces immediate effects on the mortality by ACVA in women.

Key words: Mortality. Temperatures. Stochastic models. Lags. Elderly.

Introducción

La mortalidad ha sido clásicamente considerada un indicador de salud de la población y de sus condiciones de vida. Diversos trabajos realizados en los últimos años en varios países señalan un comportamiento estacional de la mortalidad, caracterizado fundamentalmente por la aparición de un

pico invernal y, en lugares donde las características climáticas lo permiten, por un pico estival de menor amplitud¹⁻³. Cuando se analizan las causas de mortalidad que más contribuyen a dicha periodicidad en la Comunidad de Madrid, se encuentra que la sobremortalidad invernal es explicada principalmente por las enfermedades respiratorias y cardiovasculares, mientras que estas últimas explican la sobremortalidad esti-

val. Los grupos de más edad son los que más contribuyen a la estacionalidad, e incluso en algunos casos se llega a caracterizar el sexo de la población más afectada⁴.

El estudio de los factores ambientales que pueden influir en el exceso de mortalidad ha evidenciado, en otros ámbitos geográficos, una asociación entre la temperatura y la sobremortalidad, así como entre ésta y otras variables atmosféricas (humedad relativa, velocidad del viento e índices de «wind-chill»)^{5,6}. También se ha determinado el efecto retardado del frío y del calor sobre la mortalidad, observándose un comportamiento distinto según la causa analizada⁷.

Por ello, el propósito de este trabajo es identificar qué variables atmosféricas influyen sobre la mortalidad por enfermedades respiratorias y cardiovasculares, considerando por separado las consecuencias del frío y del calor, así como detectar si esta asociación se produce tras un determinado período de tiempo.

Metodología

Los datos sobre mortalidad están constituidos por las muertes diarias de residentes e inscritos en la Comunidad de Madrid entre enero de 1986 y diciembre de 1991 notificadas al Registro de Mortalidad de la Consejería de Hacienda de la C.M. Del mismo registro se extrajeron los datos relativos al sexo, grupos de edad y causas específicas de mortalidad según los códigos de la Clasificación Internacional de Enfermedades, 9ª revisión (CIE-9). Los grupos de causas seleccionados fueron: todas las causas (1-999), orgánicas (todas excepto accidentes) (1-799), enfermedades del aparato circulatorio (390-459), accidentes cerebrovasculares (430-438) y enfermedades del aparato respiratorio (460-519). El estudio se centró en la población mayor de 65 años por ser este grupo de edad el responsable, en gran parte, del exceso de mortalidad invernal y estival⁸.

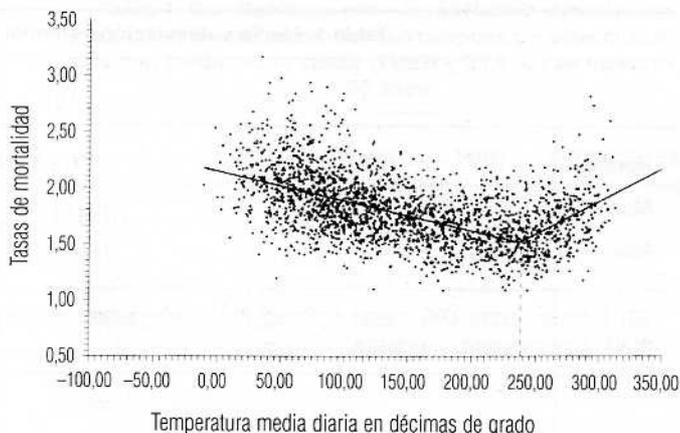
Para poder determinar las tasas de mortalidad, expresadas en muertos por 100.000 habitantes, se calculó la población diaria total, por sexo y grupos de edad mediante regresión lineal entre el Padrón Municipal de 1986 a 1 de abril y el de 1991 a 1 de marzo.

Las variables ambientales relativas a temperatura máxima y mínima diarias y velocidad máxima diaria del viento se recogieron en el Observatorio Meteorológico de Getafe, elegido porque sus valores son los que más se aproximan a la media diaria de los valores de todos los observatorios de la Comunidad de Madrid⁹. La temperatura media diaria y el incremento diario de temperatura se calcularon a partir de las temperaturas máximas y mínimas diarias. En el estudio se incluyeron tres series de variables atmosféricas: la temperatura media diaria (TMED), la velocidad

máxima diaria del viento (VMAX) y el incremento diario de temperatura o diferencia entre la temperatura máxima y mínima del día (DT). No se incluyeron la temperatura máxima y mínima del día, pues su relación con la mortalidad es igual que con la temperatura media

Se definieron la temperatura fría y la temperatura cálida a partir de la serie de temperaturas medias diarias, teniendo en cuenta la relación no lineal, en forma de V, que existe entre las tasas de mortalidad diaria por todas las causas y las temperaturas medias diarias (Fig. 1). Se ajustó una recta a cada «lado» de la función, si tomamos el vértice como referencia, buscando un valor de temperatura media tal que fuese la proyección del punto de corte de las dos rectas que, en conjunto, presentase el mejor ajuste posible. Resultó un valor de 23,9° C, presentando ambos ajustes unos coeficientes de correlación de 0,54 y 0,40 respectivamente ($p < 0,05$). Por tanto, se definieron como temperatura fría y temperatura cálida a las temperaturas medias diarias que fuese menores o mayores, respectivamente, de 23,9° C. La pendiente para la temperatura cálida (383 días) fue de 2,4 y para la temperatura fría (1808 días) de 1,4. Esta temperatura media de corte es la de mínima mortalidad por todas las causas.

Figura 1. Relación entre tasas diarias de mortalidad por todas las causas y temperaturas medias diarias en décimas de °C con dos rectas de regresión ajustadas



También se realizó el mismo procedimiento con las series de temperatura mínima diaria (TMIN) y de temperatura máxima diaria (TMAX), obteniéndose un mínimo de mortalidad a 15,6° C y 31,9° C respectivamente, y con similares ajustes a las rectas.

Para identificar las variables que influyen en la mortalidad se calcularon las correlaciones lineales entre las series de temperatura fría y cálida y las correspondientes tasas de mortalidad, de forma que se puede apreciar la relación por separado del frío y del calor con la mor-

talidad. No se incluyeron en los análisis con temperatura cálida las causas respiratorias puesto que estudios anteriores demostraron que éstas sólo se relacionan con los picos invernales de mortalidad⁴. La velocidad máxima del viento y el incremento de temperatura que se corresponden con los días de temperatura fría o cálida se introdujeron en el análisis, a fin de comprobar su comportamiento en tiempo frío y en tiempo caluroso. En los análisis con temperatura fría se incluyó como nueva variable el índice *Windchill* de Siple y Passel^{6, 10}, que representa el efecto conjunto de temperatura fría y viento.

Se realizó la modelización Box-Jenkins (ARIMA)¹¹ de la serie de temperaturas medias diarias y se aplicó el modelo obtenido a las series de tasas diarias de mortalidad, a modo de filtro a fin de controlar la parte de correlación debida al comportamiento estacional análogo de las series, ya que el análisis espectral de las mismas detectó la existencia de periodicidades anuales en todas ellas⁴, al igual que, lógicamente, se detectó en la temperatura. Se obtuvieron como resultado las correspondientes series de residuos de tasas diarias de mortalidad. Comprobando que estas nuevas series se relacionan con la serie de temperaturas medias diarias se demostró que la relación encontrada no es debida a que las series de temperatura y de mortalidad tengan un comportamiento similar a lo largo del tiempo de forma casual. La relación se estableció mediante correlaciones cruzadas, que se efectuaron considerando la temperatura fría, la temperatura cálida, así como retra-

dos de 0 a 15 días a fin de identificar los posibles efectos retardados de la temperatura sobre la mortalidad y el comportamiento diferencial de la mortalidad respecto a los días considerados como fríos y a los considerados como cálidos.

Los paquetes estadísticos utilizados fueron el GRAPHER 1.09 para obtener la gráfica de dispersión entre la temperatura y la mortalidad por todas las causas, el STATGRAFICS 7.1 para modelizar la serie de temperatura media diaria y el SPSS 6.1.2 para el cómputo de las correlaciones lineales simples y las correlaciones cruzadas.

Resultados

En las tablas 1 y 2 se presentan las medias y desviaciones estándar de las variables dependientes e independientes respectivamente fue observándose cómo para todas las causas de mortalidad la desviación estándar fue muy alta con respecto a la media. Esto hace suponer una variación no aleatoria de la mortalidad.

En caso de temperatura fría (tabla 3), la correlación resultó estadísticamente significativa ($p < 0,001$), entre las temperaturas medias diarias (TMED) y las tasas diarias de mortalidad por todas las causas analizadas. El signo negativo de los coeficientes de correlación indica que a medida que la temperatura des-

Tabla 1. Media y desviación estándar de las causas de mortalidad analizadas

	TOT	ORG	RESPI	CIRC	ACVA
Hombres	14,06 ± 3,26	13,79 ± 3,23	1,80 ± 1,10	5,30 ± 1,85	1,36 ± 0,84
Mujeres	10,12 ± 2,35	9,98 ± 2,34	0,90 ± 0,60	4,97 ± 1,54	1,40 ± 0,69
Total	11,63 ± 2,24	11,44 ± 2,23	1,24 ± 0,63	5,10 ± 1,33	1,39 ± 0,54

TOT: todas las causas; ORG: causas orgánicas; RESPI: enfermedades del aparato respiratorio; CIRC: enfermedades del aparato circulatorio; ACVA: accidentes cerebrovasculares.

Tabla 2. Media y desviación estándar de las variables independientes

	Variables atmosféricas
TMED (° C)	14,8 ± 7,6
DT (° C)	11,8 ± 4,1
VMAX (km/h)	35,66 ± 14,65

TMED: temperatura media; DT: diferencia diaria de temperatura; VMAX: velocidad máxima diaria de temperatura.

ciendió, la mortalidad aumentó. En los hombres, el incremento diario de temperatura (DT) se relacionó también de forma inversa y significativa con todas las causas de mortalidad. Respecto a la velocidad máxima diaria del viento (VMAX), la correlación resultó inversa y estadísticamente significativa ($p < 0,001$) y sólo en mujeres, con todas las causas (TOT), las causas orgánicas (ORG) y las enfermedades cardiovasculares en conjunto (CIRC). El índice *Windchill* se correlacionó de forma estadísticamente significativa ($p < 0,001$), con todas las causas de mortalidad consideradas, aunque, en términos absolutos, los coeficientes fueron meno-

Tabla 3. Correlaciones entre las variables atmosféricas y las tasas diarias de mortalidad después de seleccionar los días con temperatura fría (TMED < 23,9 °C) en mayores de 65 años

	DT	VMAX	WCH	TMED	TMED (Dp filtrar ^a)
Hombres					
TOT	-0,165**	-0,054	0,381**	-0,430**	-0,304**
ORG	-0,172**	-0,050	0,386**	-0,433**	-0,302**
CIRCU	-0,143**	-0,040	0,326**	-0,366**	-0,283**
ACVA	-0,108**	-0,023	0,226**	-0,248**	-0,223**
RESPI	-0,104**	-0,053	0,251**	-0,309**	-0,239**
Mujeres					
TOT	-0,188**	-0,081**	0,427**	-0,479**	-0,305**
ORG	-0,191**	-0,081**	0,429**	-0,482**	-0,305**
CIRCU	-0,154**	-0,073**	0,393**	-0,440**	-0,303**
ACVA	-0,081**	-0,022	0,212**	-0,230**	-0,213**
RESPI	-0,147**	-0,042	0,299**	-0,327**	-0,254**

* = $p < 0,01$; ** = $p < 0,001$.

TOT: todas las causas; ORG: causas orgánicas; CIRCU: enfermedades del aparato circulatorio; ACVA: accidentes cerebrovasculares; RESPI: enfermedades del aparato respiratorio.

DT: diferencia diaria de temperatura; VMAX: velocidad máxima del viento diaria; WCH: índice de wind chill de Siple y Passel; TMED: temperatura media diaria.

^a Coeficientes de correlación después de filtrar el modelo al que se ajusta la serie de temperaturas medias a las distintas causas de mortalidad específica.

res que los obtenidos con las temperaturas medias. En valores absolutos, los coeficientes obtenidos entre temperaturas y tasas de mortalidad fueron mayores en mujeres para todas las causas, causas orgánicas, enfermedades cardiovasculares y enfermedades del aparato respiratorio, y en hombres, para accidentes cerebrovasculares.

Cuando la temperatura era cálida (tabla 4), además de la asociación que se encontró en la temperatura media con el conjunto de causas y con las orgánicas, en las mujeres, se encuentra correlación significativa ($p < 0,001$) con la temperatura media diaria, sólo en los accidentes vasculares cerebrales con un coeficiente de correlación de 0,209. Los coeficientes positivos muestran que las temperaturas consideradas como cálidas se relacionaron con un aumento de la mortalidad por las causas señaladas como significativas. El incremento diario de temperatura, en caso de temperatura cálida, no presentó una correlación estadísticamente significativa con ninguna de las causas de mortalidad estudiadas. La velocidad máxima diaria del viento apareció correlacionada de forma significativa ($p < 0,01$), con signo positivo en los coeficientes y sólo en las mujeres, con todas las causas en conjunto, y con las causas orgánicas y circulatorias en conjunto, indicando la existencia de una relación entre el aumento de la velocidad del viento y el aumento de la mortalidad por dichas causas cuando la temperatura es cálida.

La modelización Box-Jenkins de la temperatura media diaria ajustó un modelo ARIMA (1,0,0), es decir,

autorregresivo de orden 1. Aplicando este modelo a las series de tasas diarias de mortalidad resultan series de residuos de las tasas de mortalidad (series filtradas).

Tabla 4. Correlaciones entre las variables atmosféricas y las tasas diarias de mortalidad después de seleccionar los días con temperatura cálida (TMED < 23,9 °C) en mayores de 65 años

	DT	VMAX	TMED	TMED (Dp filtrar ^a)
Hombres				
TOT	0,094	0,082	0,141*	0,132*
ORG	0,110	0,081	0,149*	0,137*
CIRCU	0,024	0,061	-0,003	0,009
ACVA	-0,024	-0,004	-0,064	-0,059
Mujeres				
TOT	0,040	0,206**	0,388**	0,324**
ORG	0,041	0,208**	0,391**	0,326**
CIRCU	0,021	0,170**	0,237**	0,213**
ACVA	0,025	0,122*	0,209**	0,200**

* = $p < 0,01$; ** = $p < 0,001$.

TOT: todas las causas; ORG: causas orgánicas; CIRCU: enfermedades del aparato circulatorio; ACVA: accidentes cerebrovasculares.

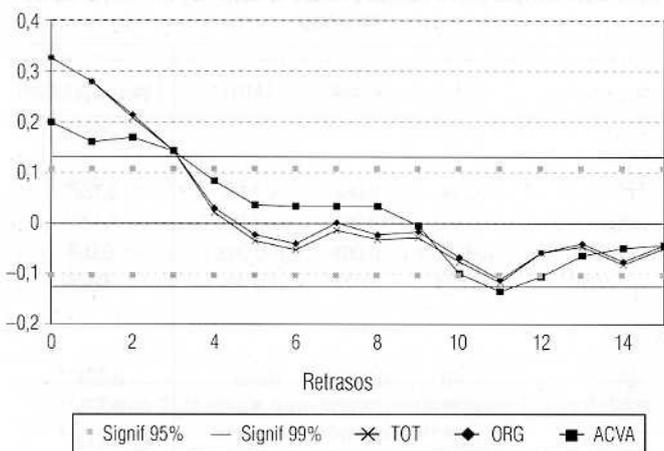
DT: diferencia diaria de temperatura; VMAX: velocidad máxima del viento diaria; TMED: temperatura media diaria.

^a Coeficientes de correlación después de filtrar el modelo al que se ajusta la serie de temperaturas medias a las distintas causas de mortalidad específica.

Las correlaciones cruzadas entre las temperaturas medias diarias y los residuos de las tasas de mortalidad, considerando de 0 a 15 retrasos en caso de temperatura fría, dieron como resultado coeficientes de correlación significativos y negativos en todos los retrasos y causas de mortalidad analizados. Los máximos coeficientes, en referencia siempre a valores absolutos, se produjeron en torno a la semana de presentarse una temperatura considerada como fría, excepto en los accidentes vasculares cerebrales, que se situaron a los 0-3 días en hombres. No existieron diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres.

Para la temperatura cálida, las correlaciones cruzadas muestran que para las enfermedades cardiovasculares sólo las mujeres presentaron coeficientes de correlación significativos, y más concretamente en los accidentes vasculares cerebrales para los retrasos de 0-3 (Fig. 2). El signo positivo de los coeficientes indica que las temperaturas cálidas se relacionaron con un aumento de la mortalidad por accidentes vasculares cerebrales en las mujeres mayores de 65 años. Se observa, además, que a los 11 días de producirse una temperatura cálida (retraso 11) la relación temperatura media-tasas de mortalidad por accidentes vasculares cerebrales en mujeres se hizo inversa, con un coeficiente de correlación de $-0,133$, estadísticamente significativo ($p < 0,01$).

Figura 2. Correlaciones cruzadas temperatura media - mortalidad por causas específicas. Mujeres mayores de 65 años. Temperatura cálida (TMED > 23,9 °C)



TOT = todas las causas; ORG = orgánicas; ACVA = accidentes cerebrovasculares.

Los coeficientes de correlación hallados en el retraso 0 fueron menores, en valor absoluto, que los encontrados antes del filtrado de las series de tasas de mortalidad (tabla 4).

Los resultados descritos anteriormente fueron prácticamente iguales cuando se seleccionaron los días de temperatura cálida y fría con las series de temperatura máxima y mínima.

Discusión

No cabe duda de que el conocimiento del comportamiento de la mortalidad respecto a las condiciones atmosféricas es una herramienta muy importante en salud pública para establecer hipótesis causales e identificar grupos de exposición, necesarios para la adopción de las pertinentes medidas preventivas¹². En el caso de las causas de mortalidad que se han estudiado en este trabajo, la observación de los datos de centralización y dispersión que se presentan en la tabla 1, indican que los fallecimientos no se producen de forma aleatoria, sino que se concentran en determinadas épocas.

Las conclusiones que se derivan de este primer análisis se ponen de manifiesto de forma más clara en la relación en forma de V que adoptan las tasas diarias de mortalidad con las temperaturas diarias (Fig. 1), muy evidente en el caso de Madrid. Una distribución parecida obtuvieron Kunst y cols. en Holanda⁷ y, de forma menos clara, Saez y cols. en Barcelona⁵, aunque los resultados en ambos lugares no son extrapolables a Madrid, dadas las diferencias climáticas existentes. Los 23,9° C de temperatura media que resultan de los dos ajustes realizados en ambas ramas de la gráfica, que representa a la temperatura media de mínima mortalidad, es superior los 16,5° C obtenidos por Kunst y cols. en Holanda. Sin embargo, en lugares más cálidos^{13,14} la mínima mortalidad se ha asociado a intervalos de temperaturas más elevadas (26-29° C en Taiwan y 26-32° C en Miami), indicando que la aclimatación, cultural o fisiológica, varía el intervalo de óptima temperatura según el clima de donde se vive¹⁵.

La asociación obtenida entre las bajas temperaturas y el aumento de las tasas de mortalidad por causa circulatoria y respiratoria, antes y después del filtrado de éstas, en individuos mayores de 65 años es consistente con las descripciones realizadas en otros trabajos que muestran la relación existente entre picos de mortalidad y picos de bajas temperaturas^{3,7,15-19}. En la Comunidad de Madrid ya se había detectado un pico invernal de mortalidad relacionado con las enfermedades cardiovasculares y respiratorias en los mayores de 65 años⁸. La obtención de correlaciones significativas en todos los retrasos en el tiempo considerados en hombres y mujeres entre la temperatura media diaria y los residuales de las tasas de mortalidad introducidas en el análisis cuando se considera temperatura fría no permite afirmar con cuántos días de retraso se producen

con más frecuencia las muertes cuando se alcanza una baja temperatura. Esto podría ser provocado porque el carácter autorregresivo de la temperatura estuviera enmascarando la verdadera relación causal entre ésta y la mortalidad, por lo que sería conveniente filtrar el modelo obtenido a la serie de temperaturas y correlacionar las dos series de residuos. Lo que sí apuntan estos resultados es que una temperatura baja está asociada a un incremento de la mortalidad, sea cual sea la causa considerada de entre las analizadas, durante, al menos, los 15 días siguientes. Los mayores coeficientes, en términos absolutos, que se obtuvieron en las mujeres al correlacionar la temperatura fría con la mortalidad pueden ser debidos a que su mayor esperanza de vida eleva el número de mujeres mayores de 65 años, más susceptibles a las variaciones de las temperaturas.

La asociación encontrada entre la variable *Wind-Chill* y la mortalidad por todas las causas analizadas extiende a estas causas los hallazgos de Gill y cols.⁶ en Inglaterra, que relacionaron la acción combinada del frío y del viento con el aumento de los ingresos hospitalarios por accidentes vasculares cerebrales, como hemorragias subaracnoideas e infarto cerebral. Sin embargo, las correlaciones menores encontradas entre la velocidad del viento y las tasas de mortalidad cuando la temperatura es fría y los mayores coeficientes de correlación con la temperatura, aunque de igual significación, que con el *Wind-Chill* hacen pensar que la correlación hallada con éste es debida al peso que en la ecuación de Siple y Passel tiene la temperatura, que sí presenta una fuerte correlación con la mortalidad.

La relación inversa obtenida entre el incremento diario de temperatura y las tasas de mortalidad por todas las causas cuando la temperatura es fría puede deberse a que los días húmedos, con menor oscilación térmica (se puede considerar a la diferencia de temperatura como un indicador indirecto de la humedad atmosférica), en Madrid se concentran en invierno²⁰, que es cuando las temperaturas son más bajas y la mortalidad aumenta. Cuando las temperaturas son cálidas, dicha relación desaparece por el carácter seco, con mayor oscilación térmica diaria, de los veranos de Madrid.

La relación, inversa en temperatura fría y directa en temperatura cálida, encontrada entre la velocidad máxima diaria del viento, con las tasas de mortalidad por todas las causas, orgánicas y cardiovasculares solamente en mujeres podría explicarse, en el caso de la temperatura fría, porque las temperaturas más bajas suelen producirse en situación anticiclónica²¹, que es cuando el viento normalmente está en calma y, como se ha detallado, la asociación inversa es fuerte entre la temperatura y la mortalidad. En cambio, no aparece una explicación razonable de la relación encontrada en mujeres entre el aumento del viento y la mayor mortalidad en tiempo caluroso.

Cuando se considera a la temperatura cálida, la rela-

ción que sólo en mujeres mayores de 65 años presentan los accidentes vasculares cerebrales con el aumento de temperaturas puede ser debida también a su mayor esperanza de vida, como se ha explicado anteriormente. En Taiwan se encontró una relación entre las altas temperaturas y la mortalidad por accidentes vasculares cerebrales y enfermedad isquémica¹³. Tras el preblanqueo de las series de mortalidad y el cálculo de correlaciones cruzadas con retrasos, se evidencia un efecto rápido del calor sobre la mortalidad por enfermedades del aparato circulatorio desde el mismo día de calor hasta tres días después en mujeres, debido a los accidentes vasculares cerebrales. Kunst y cols.⁷, sin distinguir entre sexos, encontró una relación directa entre calor y mortalidad por enfermedades cardiovasculares para los retrasos 0 y 1-2 en Holanda. La obtención de una relación inversa en el retraso 11, tras la relación directa en los primeros retrasos, sugiere el llamado efecto siega (*harvesting effect*), según el cual el calor afecta principalmente a pacientes terminales que sucumben en pocos días, quedando los de mayor capacidad de adaptación al calor e invirtiéndose la relación calor-mortalidad.

Las limitaciones que se pueden encontrar en este trabajo son fundamentalmente el hecho de tratarse de un estudio ecológico, con lo cual no pueden hacerse inferencias causales sobre los individuos, pues las observaciones se han realizado entre grupos. Además de esto, la magnitud de la sobremortalidad detectada y la evidencia en la literatura científica de que es posible reducirla^{15,23}, ponen de manifiesto la necesidad de plantear nuevos diseños con los que poder seguir profundizando en el tema, y poder inferir hipótesis causales a nivel individual. Además existe el posible sesgo derivado de la certificación de la causa de muerte en la Comunidad de Madrid. También debe tenerse en cuenta que pueden existir factores no controlados que influyen en la relación variables atmosféricas-mortalidad, como la gripe y la contaminación atmosférica. Bull sugiere que, en caso de temperatura fría, la asociación es debida al aumento de la gripe y de otras enfermedades infecciosas²². En otros estudios se da mayor peso al aumento de los niveles de contaminación atmosférica en estas épocas del año². En Holanda se encontró que disminuye la relación entre las variables cuando se controla la gripe y la contaminación, aunque se indicó que esta asociación era «altamente atribuible a los efectos directos de la exposición a temperaturas frías»⁷. Por tanto, sería conveniente tener en cuenta, en trabajos posteriores, las posibles variables implicadas.

Agradecimientos

Estudio financiado por la Consejería de Educación y Cultura de la C.M. Acción Coordinada en Ciencias de la Salud número 078.

Bibliografía

1. Mackenbach JP, Kunst AE, Looman CWN. Seasonal variation in mortality in the Netherlands. *J Epidemiol Community Health* 1992;46:261-5.
 2. Sakamoto-Momiyama M. Changes in the seasonality at human mortality: a medico-geographical study. *Soc Sci Med* 1978; 12:29-42.
 3. Alderson MR. Season and mortality. *Health Trends* 1985;17: 87-96.
 4. Alberdi JC, Díaz J. Modelización de la mortalidad diaria en la Comunidad de Madrid 1986-1991. *Gac Sanit* 1997;11:9-15.
 5. 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(3):576-82.
 6. Gill JS, Davis P, Gill SK, Beever DG. Wind-chill and the seasonal variation of cerebrovascular disease. *J Epidemiol Community Health* 1992;46:261-5.
 7. 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.
 8. Alberdi JC, Díaz J. Análisis espectral para la mortalidad diaria en la Comunidad de Madrid. Modelización Arima y regresión de Poisson. Libro de ponencias de la XIII Reunión Científica de la Sociedad Española de Epidemiología. Barcelona: Sociedad Española de Epidemiología, octubre 1995. p. 123-4.
 9. Díaz J, Alberdi JC, Mirón IJ, Montero, JC. Influencia de las variables atmosféricas sobre la mortalidad en la Comunidad de Madrid de 1986 a 1991. Libro de ponencias de la XXV Reunión Bienal de la R.S.E.F. Santiago de Compostela: Real Sociedad Española de Físicas, septiembre 1995. p. 457-8.
 10. Kunst AE, Groenhouf F, Mackenbach JP. The association between two windchill indices and daily mortality in The Netherlands. *Am J Public Health* 1994;84:1738-42.
 11. Box GEP, Jenkins GM. Time series analysis, forecasting and control. San Francisco: Holder Day; 1980.
 12. Smith JB, Tirpak DA. The potential effects of global climate change in the United States. Environmental Protection Agency, Document no. 230-05-89-057, Appendix G. Washington, D.C.; 1989.
 13. Wen-Harn P, Lung-An L, Ming-Jan T. Temperature extremes and mortality from coronary heart disease and cerebral infarction in elderly Chinese. *Lancet* 1995;345:353-5.
 14. Rogot E, Padgett SJ. Associations of coronary and stroke mortality with temperature and snowfall in selected areas of the United States 1962-1966. *Am J Med*.
 15. Douglas AS, Al-Sayer H, Rawles JM, Allan TM. Seasonality of disease in Kuwait. *Lancet* 1991;337:1393-7.
 16. Mackenbach JP, Kunst AE, Looman CWN. Seasonal variation in mortality in The Netherlands. *J Epidemiol Community Health* 1992;46:261-5.
 17. Enquesselassie F, Dobson AJ, Alexander HM, Steele PL. Seasons, temperature and coronary disease. *Int J Epidemiol* 1993; 22:632-6.
 18. Kay-Tee Khaw. Temperature and cardiovascular mortality. *Lancet* 1995;345:337-8.
 19. Marshall RJ, Scragg R, Bourke P. An analysis of the seasonal variation of coronary heart disease and respiratory disease mortality in New Zealand. *Int J Epidemiol* 1988;117:325-31.
 20. Roldán A. Notas para una climatología de Madrid. Madrid: Instituto Nacional Meteorología; 1985.
 21. Pedelaborde P. Introduction a l'étude scientifique du climat. Paris: SEDES; 1970.
 22. Bull GM. The weather and deaths from pneumonia. *Lancet* 1980;1:1405-8.
 23. McKee CM. Death in winter: Can England learn to Europe? *Eur J Epidemiol* 1989;5(2):178-82.
-