

# Cómo se analiza el impacto de las olas de calor sobre la mortalidad a partir de series de datos estadísticos

**Cristina Linares**, Área de epidemiología ambiental y cáncer. Centro Nacional de Epidemiología. Instituto de Salud Carlos III

**Julio Díaz**, Escuela Nacional de Sanidad. Instituto de Salud Carlos III

Recientemente se ha celebrado la cumbre sobre cambio climático en la ciudad de Durban (Sudáfrica). El objetivo principal perseguido en esta reunión era la prorrogación del “Protocolo de Kioto” que finaliza en 2012 y que, hasta la fecha, suponía la existencia de escenarios futuros en los que se limitarían las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial. Esta cita con el futuro del planeta, ha concluido sin compromisos claros, por lo que parece inalcanzable que al final del siglo, la temperatura media del Planeta no se eleve más de 2°C de manera global. Incrementos superiores a este límite tendrían efectos irreversibles sobre nuestro clima.

**E**n el caso de España, este aumento de la temperatura puede suponer, según diferentes simulaciones, elevaciones en los meses de verano de hasta 6°C en el interior de la Península. Estos incrementos de temperatura ya están teniendo repercusiones inmediatas sobre la salud de la población debido a diferentes factores. Por una parte, el aumento en frecuencia e intensidad de las olas de calor en los meses de verano y las elevaciones en los niveles de contaminantes atmosféricos como el ozono troposférico y las partículas en suspensión que aumentarán la morbi-mortalidad asociada a causas respiratorias y circulatorias, especialmente en grupos más vulnerables como ancianos y niños. Por otra parte, se producirá una alteración de los vectores que transmiten enfermedades tropicales como la malaria o el dengue. Además, los eventos meteorológicos extremos como ciclones y tornados serán cada vez más intensos y por tanto, más devastadores. Todo ello va ligado a un incremento de las enfermedades infecciosas transmitidas por el agua y los alimentos, ya que la intensidad de las precipitaciones se verá afectada, aconteciendo largos periodos de sequía seguidos de fuertes inundaciones, lo que afecta a la producción de las cosechas, acentuando los problemas de malnutrición en las regiones más desfavorecidas. Puesto que las políticas de mitigación de emisiones no se están implementando de manera efectiva, la única opción viable ante los problemas de salud comentados es la puesta en marcha de medidas de adaptación, articuladas mediante el funcionamiento de sistemas de prevención dirigidos a minimizar los efectos.

En los países desarrollados, existe un claro ejemplo que ha servido para tomar conciencia de la magnitud del problema del cambio climático y su repercusión sobre la salud de la población: la ola de calor que asoló Europa en el verano

de 2003. Según estudios recientes, este evento meteorológico extremo provocó un exceso de mortalidad de 70.000 personas, de las que al menos 7.000 se produjeron en España en un periodo de quince días. Aunque ya se habían realizado estudios previos en España sobre el impacto de las olas de calor sobre la mortalidad, fue realmente a partir de esta fecha cuando se aumentó la investigación en este tema.

El tipo de estudio epidemiológico utilizado para describir y cuantificar el impacto del calor sobre la salud, se denomina “ecológico” puesto que la unidad de estudio es un grupo de población (datos agregados), del cual se recogen una serie de variables de interés. Las variables utilizadas corresponden ge-

“ El tipo de estudio epidemiológico utilizado para describir y cuantificar el impacto del calor sobre la salud, se denomina “ecológico” puesto que la unidad de estudio es un grupo de población ”

neralmente a dos tipos, ambientales (series de temperatura ambiente) y variables de salud (series de mortalidad) y están referidos a un área geográfica concreta. La unidad temporal utilizada es el día. Por tanto, en primer lugar, se deben de obtener los datos de mortalidad diaria a lo largo de un periodo de tiempo suficientemente extenso para disponer de una serie temporal estable y representativa. Esta serie de mortalidad codificada oficialmente debe referirse no sólo a la mortalidad por todas las causas probables de muerte (excluyendo accidentes), si no a las patologías que, a priori, pueden considerarse más relacionadas con los efectos del calor, como son las circulatorias y las respiratorias. Puesto que el impacto del calor va a ser mayor en los grupos de mayor edad, especialmente por las patologías de base implicadas y su estado de salud deteriorado, es preciso que esta mortalidad también esté desagregada por grupos etarios. Para el caso de la ciudad de Madrid, por ejemplo, estos datos los proporciona la Consejería de Hacienda.

Una vez obtenida la variable dependiente del estudio, es necesario tener datos de las variables independientes o ambientales. En el caso que nos ocupa son las variables meteorológicas las primeras a tener en cuenta. Se debe considerar la temperatura máxima diaria, la temperatura mínima diaria, la temperatura media y analizar cuál de éstas presenta mayor asociación con la serie de mortalidad. La Agencia Estatal de meteorología (AEMET) es la encargada de proporcionar esta información según el observatorio de referencia. Si se escoge modelizar las series temporales de ambas variables mediante metodología ARIMA, se obtienen los residuos correspondientes a la parte “no explicada” por los componentes deterministas (AR) y aleatorios de la serie (MA). Su representación en un diagrama de dispersión, permite determinar la temperatura de disparo de la mortalidad, es decir, identificar a partir de qué temperatura se considera “ola de calor” por su especial impacto sobre la mortalidad estudiada. Conjuntamente hay que tener en cuenta otras variables meteorológicas que juegan un importante papel a la hora de cuantificar el efecto del calor, como son la humedad relativa del aire y la tendencia de presión. Estos datos también los suministra la AEMET.

Existen además otros factores ambientales que pueden influir en la relación entre la mortalidad diaria (especialmente si se analizan las causas respiratorias y circulatorias) y la temperatura y que es preciso considerar a la hora de cuantificar el impacto del calor. Estos factores pueden ser de origen químico, como la contaminación atmosférica, o de origen biológico como los pólenes. Por lo tanto, para un estudio más completo serían necesarias series temporales de la misma longitud que las series de mortalidad y temperatura de los valores medios diarios de contaminantes atmosféricos como partículas inferiores a diez micras, partículas inferiores a 2,5 micras, dióxido de nitrógeno y ozono troposférico. En el caso de la ciudad de Madrid, estos datos los proporciona el Ayuntamiento de Madrid a través de su Red de Control de la Contaminación Atmosférica. Por último, es preciso considerar la contaminación biótica, a través de las concentraciones medias diarias de los pólenes con mayor potencial alérgico en la zona geográfica

“ **Además de la temperatura hay que tener en cuenta otras variables meteorológicas para cuantificar el efecto del calor, como son la humedad relativa del aire y la tendencia de presión** ”

fica estudiada, por ejemplo, las concentraciones de gramíneas, cupresáceas, plátano y olivo. Estos datos son suministrados por la Red Palinocam, para el caso de la ciudad de Madrid corresponden al medidor situado en la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid.

Una vez que se disponen de todos los datos validados y depurados, es preciso la realización de modelos que cuantifiquen el riesgo en salud, es decir que nos proporcionen cuánto aumenta el riesgo de morir por grado centígrado que aumente la temperatura ambiental durante una ola de calor en una persona expuesta frente a otra no expuesta, teniendo en cuenta todas las variables ambientales consideradas. El tipo de modelización utilizada para calcular este riesgo es ARIMA con variables exógenas, para series de mortalidad con distribución normal y Modelos Aditivos Generalizados con Regresión Poisson para las distribuciones no normales. De este modo, se obtienen, las variables ambientales estadísticamente significativas que se relacionan con la mortalidad y los estimadores, que indicarán el impacto sobre la mortalidad debida al calor.

#### Para saber más...

- Portal web del Observatorio de Cambio Climático y Salud: <http://www.oscc.gob.es>.
- F Ballester, J Díaz, JM Moreno. Cambio climático y salud pública: escenarios después de la entrada en vigor del Protocolo de Kioto. Gaceta Sanitaria. 2006; 20 (sup11):160-174.
- J Díaz, C López, A Jordán, JC Alberdi, R García, E Hernández, A Otero. Heat waves in Madrid, 1986-1997: effects on the health of the elderly. International Archives Occupational and Environmental Health. 2002; 75:163-170.