

Influencia de la variabilidad del clima sobre la mortalidad por infarto agudo de miocardio en La Habana, 2001-2012

Alina Rivero, Javier Bolufé, Paulo L. Ortiz, Yunisleidy Rodríguez, María Cristina Reyes

RESUMEN

INTRODUCCIÓN La muerte por infarto agudo de miocardio se debe a muchos factores; sobre el riesgo para el individuo influyen los hábitos, el estilo de vida y el comportamiento, así como las condiciones meteorológicas, el clima y otros componentes ambientales. Los cambios en los patrones del clima hacen que resulte especialmente importante entender cómo la variabilidad climática puede influir en la mortalidad por infarto agudo de miocardio.

OBJETIVOS Describir la relación entre la variabilidad del clima y la mortalidad por infarto agudo de miocardio durante el período 2001-2012 en La Habana.

MÉTODOS Se realizó un estudio ecológico de serie temporal. El universo incluyó 23744 muertes por infarto agudo de miocardio (CIE-10: I21-I22) entre 2001 y 2012 en residentes de La Habana. La variabilidad del clima y las anomalías estacionales se describieron mediante el índice bioclimático Bultó-1 (que incluye las variables de temperatura, humedad, precipitación y presión atmosférica), conjuntamente con el análisis de series para determinar señales de variaciones del clima estacional respecto al interanual. El papel desempeñado por las variables climáticas en la mortalidad por infarto agudo de miocardio

se determinó con la utilización de análisis de factores. Las pruebas estadísticas de Mann-Kendall y Pettitt se utilizaron para análisis de tendencias con un nivel de significación del 5%.

RESULTADOS La fuerte asociación entre las condiciones de variabilidad climática, que se describen mediante el índice bioclimático Bultó-1, y los infartos agudos de miocardio explican el marcado patrón estacional de la mortalidad por infarto agudo de miocardio. La tasa de mortalidad más alta ocurrió durante la estación seca, o sea, los meses de invierno en Cuba (noviembre-abril), con valores máximos en enero, diciembre y marzo. La mortalidad más baja coincidió con la temporada de lluvias, es decir, los meses de verano (mayo-octubre). Se puede observar una tendencia decreciente en el número de muertes a partir del punto de inflexión en abril de 2009.

CONCLUSIONES La variabilidad climática se asocia inversamente con un aumento de la mortalidad por infarto agudo de miocardio como muestra el índice Bultó-1. Esta relación inversa explica el patrón estacional de mortalidad por infarto agudo de miocardio.

PALABRAS CLAVE Infarto agudo de miocardio, variabilidad del clima, índice bioclimático, Cuba

INTRODUCCIÓN

Las condiciones climáticas en el archipiélago cubano están determinadas por su posición geográfica cercana al Trópico de Cáncer, donde recibe altos niveles de radiación solar durante todo el año. El perfil largo y estrecho del país y la ubicación marítima atemperan el comportamiento de las principales variables climáticas. El clima de Cuba es tropical y estacionalmente húmedo, con características semicontinentales debido a su proximidad a América del Norte.[1] Tiene dos estaciones bien definidas: una estación de verano lluviosa (mayo-octubre), con influencia de los sistemas oceánicos y una estación seca en invierno (noviembre-abril), con mayor influencia de los sistemas de alta presión continentales y los frentes fríos.

Las variables meteorológicas (temperatura, humedad, presión atmosférica, condiciones de precipitación) y el clima (promedio de las condiciones meteorológicas a largo plazo) pueden afectar los sistemas naturales, humanos y socioeconómicos, con consecuencias para la salud humana.[2] Las características climáticas locales pueden afectar la morbilidad y la mortalidad de la población; por ejemplo, una variación estacional pronunciada puede explicar que la tasa de mortalidad por infarto agudo de miocardio (IAM) sea mayor en invierno que en verano.[3,4] La capacidad humana para la adaptación y la autorregulación a través de la homeostasis nos permite adaptarnos a diversos climas y ambientes, pero seguimos siendo vulnerables a los cambios sustanciales de las condiciones meteorológicas y climáticas extremas (más caliente o más frío, más húmedo o más seco) o a cambios bruscos de clima que pueden superar nuestra capacidad fisiológica de adaptación.[5]

La actual variabilidad climática, la inestabilidad y los cambios en los patrones de circulación atmosférica, como los eventos El

Niño y La Niña, tienen un impacto en el medio ambiente con efectos adversos sobre la salud y potenciales consecuencias para la vida en la Tierra.[6,7]

El IAM es un problema de salud de importancia mundial y una de las principales causas de morbilidad y mortalidad.[8,9] Desde hace varios años, el IAM ha sido una de las primeras causas de muerte en Cuba, con tasas de mortalidad por 100 000 habitantes que van desde 197.6 hasta 211.8 entre 2009 y 2012.[10,11] En Cuba, como en el resto del mundo, la mortalidad por IAM es mayor en las zonas urbanas, en las capitales provinciales, y en los municipios urbanos y urbano-rurales.[12,13] Todavía no está claro, sin embargo, cómo las variaciones del tiempo y el cambio del clima afectan los patrones de mortalidad por IAM, ya que otros poderosos factores determinantes hacen que sea difícil detectar pequeños cambios atribuibles a la variabilidad del clima.[1]

El ritmo estacional de la mortalidad por IAM es bien conocido.[3,4,14-21] Se producen picos prominentes en los meses más fríos del año, y picos secundarios en los meses más cálidos.[22-24]

El clima de Cuba ha cambiado en los últimos 40 años, lo que ha causado anomalías climáticas de diferente intensidad. El país ha visto un incremento de 0.9 °C en la temperatura media anual desde 1951, un aumento pronunciado de las temperaturas mínimas (de alrededor de 1.9 °C), una disminución en la amplitud térmica diaria, y un aumento de la frecuencia e intensidad de eventos extremos (sequías, lluvias torrenciales, huracanes, y meses tanto inusualmente fríos, como inusualmente cálidos).[25] Las proyecciones estiman que las condiciones climáticas serán más extremas, con temperaturas medias que aumen-

tarán hasta en 4 °C y una precipitación anual que disminuirá en >20% para el año 2050, con sequías y eventos extremos de precipitación cuya frecuencia e intensidad aumentarán. Sobre la base de las proyecciones climáticas de mediano alcance, se esperan inviernos más cálidos y húmedos, con grandes contrastes de temperatura y precipitación, y veranos más calientes con mayores contrastes de temperatura y humedad.[1] Estos cambios, de hecho, pueden crear condiciones favorables para un aumento de la mortalidad por IAM, con mayor variabilidad en los meses de invierno.[26]

En Cuba, la investigación aplicada sobre el impacto climático en la salud humana es escasa. La temperatura es una de las variables más estudiadas, pero la temperatura no actúa sola. En un momento dado, el cuerpo humano está expuesto a una serie de condiciones atmosféricas particulares, un complejo de variables meteorológicas (humedad, presión, precipitación, etc.), cuyo efecto depende de la susceptibilidad relativa de cada individuo.[26]

Puesto que La Habana tiene las tasas de mortalidad por IAM más altas de Cuba:[10,11] sería útil saber, si los hubiere, qué factores climáticos predisponentes están implicados; cuáles son los más influyentes y en qué momento del año tienen un mayor impacto. Nuestro objetivo con este estudio es describir la relación entre la variabilidad climática y la mortalidad por IAM durante el período de 2001 a 2012 en la provincia La Habana (conocida hasta 2010 como Provincia Ciudad de La Habana).

MÉTODOS

Se realizó un estudio ecológico de serie temporal [27] en un universo de 23744 muertes por IAM en personas de ambos sexos (I21-I22 en CIE-10), que tenían su residencia oficial en la provincia de La Habana durante el período que va desde enero 2001 hasta diciembre 2012. Los datos sobre las causas de muerte se obtuvieron de los certificados médicos de defunción. Las características individuales de las variables estudiadas: sexo, fecha de fallecimiento, lugar de residencia, y causa subyacente fueron tomadas de la Oficina Nacional de Registros Médicos y Estadísticas de Salud del Ministerio de Salud Pública. Los datos de población se obtuvieron de la Oficina Nacional de Estadísticas e Información.[28] El número de muertes por mes se utilizó como variable dependiente para evaluar la correlación con el índice climático Bultó-1.[2]

Área de estudio El área de estudio comprendió la actual Provincia La Habana, que se encuentra entre la latitud 22°58'N y la 23°10' N y entre la longitud 82°30' O y la 82°06' O, y cubre una superficie de 726.75 km². [29] Sus límites geográficos son el Estrecho de la Florida al norte, las provincias de Mayabeque y Artemisa al sur, la provincia de Mayabeque, al este, y la provincia de Artemisa al oeste.

En la base de datos del Centro del Clima del Instituto de Meteorología se obtuvieron los datos climáticos para las cuatro estaciones meteorológicas, que los meteorólogos consideraron representativas de la zona de estudio, aunque en realidad no todas ellas están dentro de sus fronteras: Casa Blanca, en la provincia La Habana, en representación de la costa norte; Bauta, en Artemisa, que representa el extremo oeste de la provincia La Habana; Tapaste, en Mayabeque, en representación del este y Santiago de las Vegas, en Mayabeque, en representación del sur. Las variables fueron la temperatura media máxima, la temperatura media mínima, la humedad relativa

media, la presión atmosférica, la presión de vapor de agua, la precipitación total, el número de días con precipitación, y el rango de temperatura.

Procesamiento y análisis de los datos Se utilizó el índice Bultó-1 (que describe las variaciones climáticas y las tendencias, sobre la base de la integración de las variables climáticas anteriormente señaladas) para describir la variabilidad climática en la zona de estudio.[2] Este índice define las señales de las variaciones estacionales básicas del clima, que caracterizan el clima de La Habana y su dinámica en espacio y tiempo: la estación de lluvia (cálida y húmeda) cuando los valores del índice son positivos, y la estación seca (más fresca y seca) cuando los valores son negativos. Se utilizó el análisis factorial para determinar las variables que mejor explican las características del clima y su asociación con el IAM. Se utilizaron análisis de series temporales para determinar las señales de variación estacional e interanual. Las pruebas estadísticas de Mann-Kendall y Pettitt se usaron para caracterizar las tendencias de mortalidad.

Para validar los informes del IAM como causa subyacente de muerte, se realizó una revisión exhaustiva de los datos obtenidos para buscar sobregistro, eliminar los casos duplicados, e incluir sólo los residentes en el área seleccionada. Se creó una base de datos ACCESS con información confiable y de alta calidad con los siguientes campos: sexo, fecha de fallecimiento, lugar de residencia y causa subyacente de muerte, para ello se utilizaron STATISTICA 7.0, EXCEL y WinStat 2.0.

Se realizó un análisis de series temporales para determinar las diferentes señales de variación estacional e interanual y ajustar los modelos de series temporales con varianza no constante para la simulación de los patrones de mortalidad con STATISTICA 7.0. Esta aplicación también se utilizó para hacer diagramas de caja y bigotes para evaluar la relación entre las tasas mensuales de mortalidad por IAM y la variabilidad del clima. Las tendencias de mortalidad mensual se analizaron mediante la salida gráfica del programa Winstat 2.0.

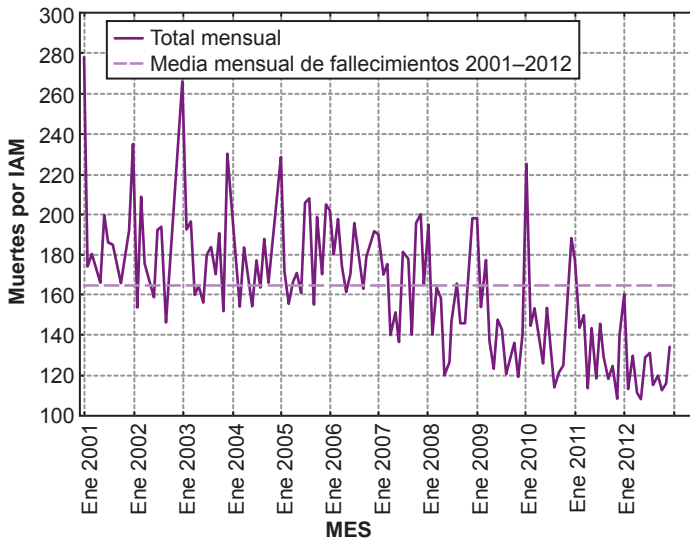
Se utilizó análisis factorial para estudiar las interrelaciones entre las variables que componen el índice Bultó-1 y la mortalidad por IAM, se estipularon valores propios >1 y se buscó que los factores seleccionados explicaran >70% de la varianza. Para analizar la tendencia anual, se utilizó el programa WinStat 2.0 para ejecutar dos pruebas no paramétricas: Mann-Kendall y Pettitt,[30] esta última para identificar posibles cambios estructurales en la serie. El nivel de significación que se utilizó en ambas pruebas fue de $p < 0.05$.

RESULTADOS

Comportamiento y tendencias del IAM En el período estudiado se reportó un total de 23 744 muertes por IAM en La Habana, para una tasa anual media de 91/100 000 habitantes. Las tasas específicas por sexo fueron de 104/100 000 en hombres y 79/100 000 en mujeres.

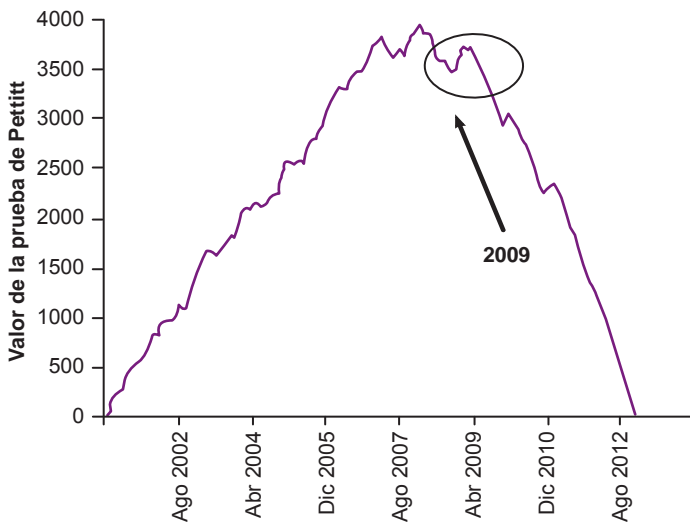
En 2007 comenzó una tendencia a la reducción de la mortalidad en los hombres, con una tasa de 109/100000 habitantes, hasta alcanzar un mínimo de 80 en 2012. Una tendencia similar, pero menos pronunciada se observó para las mujeres, aunque con tasas más bajas: en 2007 (80/100 000) y en 2012 (59/100 000).

Figura 1: Fallecimientos por IAM en La Habana, 2001-2012



IAM: infarto agudo de miocardio

Figura 2. Tendencia mensual de la mortalidad por IAM, La Habana, 2001 - 2012



La Figura 1 muestra la disminución de muertes mensuales por debajo de la media de las series a partir de 2007, más manifiesta a partir de 2009.

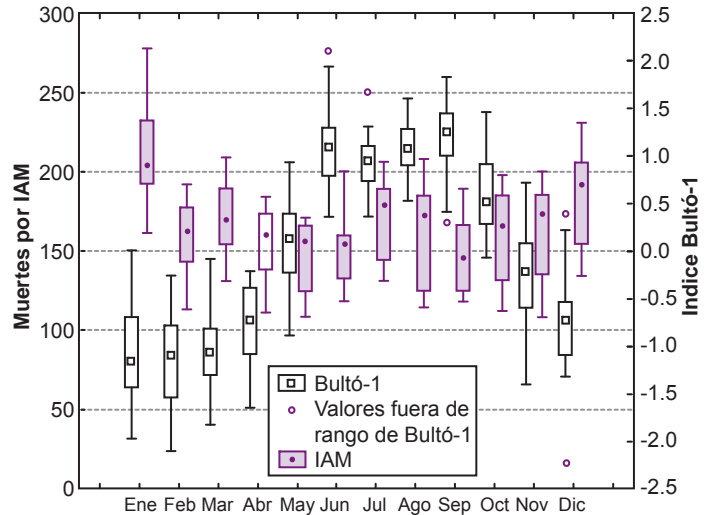
La Figura 2 muestra el comportamiento del estadígrafo Mann Kendall en sentido directo e inverso y del estadígrafo de Pettitt; ambos permiten apreciar la existencia de una tendencia decreciente estadísticamente significativa ($p \leq 0.05$) de la serie de mortalidad por IAM a partir del punto de cambio correspondiente a abril de 2009.

Patrones estacionales del IAM Los valores de mortalidad fueron más altos en la estación seca, que ocurre durante los meses del invierno cubano (noviembre-abril). Las tasas más altas fueron en los meses de enero y diciembre, con la máxima en enero, mientras la mortalidad más baja se halló en la estación lluviosa (mayo-octubre), con valores mínimos en el período de abril-mayo

(Figura 3). Como se infiere del análisis de factores, la presión y el rango de temperaturas fueron los elementos que más afectaron la relación clima-mortalidad por IAM, con valores diferentes de cero (media del proceso o del punto de equilibrio). Las variables restantes se complementaron con el factor 2 (Figura 4).

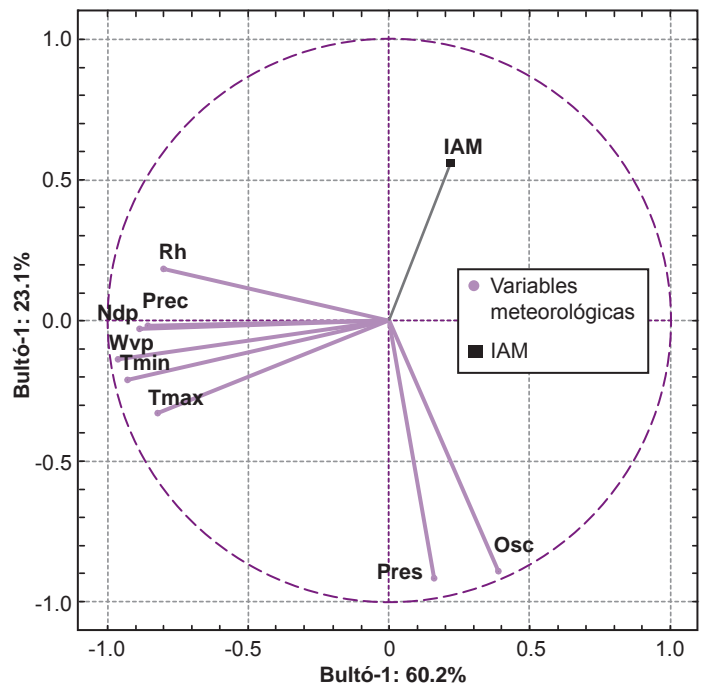
Respuesta de mortalidad por IAM ante la variabilidad del clima La respuesta de mortalidad por IAM ante la variabilidad del clima —expresada por el índice Bultó-1— se ve en la relación inversa

Figura 3. Mortalidad estacional por IAM relacionada con la variabilidad climática (índice Bultó-1), La Habana, 2001 - 2012



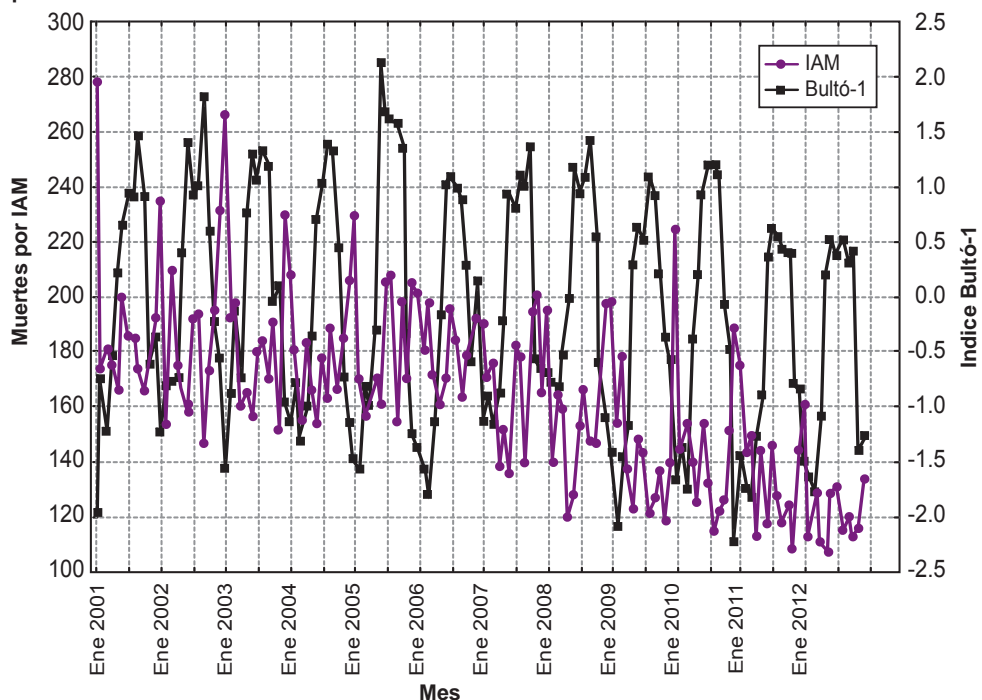
IAM: infarto agudo de miocardio

Figura 4. Mortalidad por IAM y la contribución de las variables climáticas sobre el plano factorial basada en el índice de Bultó-1



Ndp: número de días con precipitación
 RH humedad relativa
 Osc Variación de temperatura
 Tmín Temperatura mínima
 Prec. Precipitación
 Tmáx Temperatura máxima
 Pres presión
 Wvp Presión de vapor de agua

Figura 5: Respuesta de mortalidad por IAM a la variabilidad climática representada por el índice Bultó-1



entre los valores de los índices y el número total de muertes por IAM. O sea, cuando el índice alcanzaba valores por debajo de 1.5 en invierno, la mortalidad por IAM aumentaba, y cuando los valores positivos eran superiores a 1.0 en el verano, el número de muertes disminuía. Sin embargo, se reportaron menos muertes por IAM en el verano a partir de 2011, con valores del índice entre 0 y algo más de 0.5. Esta asociación inversa puede explicar el ritmo estacional observado en la mortalidad por IAM (Figura 5).

En casi todos los casos, los picos más altos de IAM ocurrieron en enero, excepto en 2007 y 2008, cuando ocurrieron en los meses de noviembre y diciembre, respectivamente. La mortalidad comenzó a aumentar en noviembre y diciembre, hasta alcanzar un pico en enero. En abril, las muertes comenzaron a disminuir gradualmente, que continuó hasta los meses de julio y agosto, cuando alcanzó picos secundarios, aunque no tan pronunciados como los de enero.

DISCUSIÓN

En general, se observó una tendencia a la estabilidad desde 2001 hasta 2006, y las tasas de mortalidad comenzaron a disminuir en 2007, influenciadas no sólo por las anomalías de la variabilidad climática (de inviernos más cálidos y menos intensos de lo habitual, hasta sentir frío, incluso mucho frío), sino también debido a una reducción de la mortalidad en fase aguda, debido a una variedad de factores, que incluyen un diagnóstico más temprano del infarto, tratamiento precoz y agresivo, un tratamiento de reperfusión adecuado y una delimitación más exacta del riesgo postinfarto, conjuntamente con un tratamiento más apropiado de la insuficiencia cardíaca y las complicaciones mecánicas postinfarto.[31,32]

En cuanto a la tendencia descendente, estadísticamente significativa, observada en el punto de inflexión en las series de mor-

talidad por IAM a partir de 2009, se podría asumir que en los últimos dos años ha estado oscilando alrededor de su media. El patrón de tendencia por año muestra un aumento a partir de 2001, hasta que apareció la tendencia a la disminución en 2007 con ligera variación en los últimos años. Esto puede estar asociado, desde una perspectiva climática, con importantes anomalías meteorológicas y climáticas, que pueden causar condiciones bioclimáticas favorables para un aumento de la morbilidad y la mortalidad de enfermedades sensibles al clima, que incluyen el IAM. Por supuesto, otros factores o mecanismos relacionados con la conducta humana y que no se abordan en este estudio pudieran tener mayor o menor importancia como causantes de mortalidad.

La influencia ejercida por el patrón de clima estacional, descrito por el índice Bultó-1, sobre el comportamiento del IAM se asoció con una mayor mortalidad en los meses de la estación seca (noviembre-abril), hasta

alcanzar un máximo en enero, que se caracteriza por condiciones climáticas más frías y secas con mayores contrastes térmicos y alta presión.[3,26] En la temporada de lluvias (mayo-octubre), se observó una mortalidad relativa máxima de junio a agosto, bajo condiciones climáticas más secas y extremadamente cálidas, con menos contraste o variabilidad y con aumento relativo de la presión atmosférica asociado con el fortalecimiento del anticiclón oceánico. En los meses de transición entre las dos estaciones (abril y noviembre), no se observaron cambios notables en la mortalidad, lo que podría estar asociado con la extensión del tiempo de verano a los períodos de transición.

El análisis de la distribución mensual de fallecimientos mostró que la mayor concentración de mortalidad anual se produjo durante la estación seca (noviembre-abril), que es el tiempo de invierno en Cuba. Otros estudios son consistentes con estos hallazgos y describen una variación estacional en el aumento de la mortalidad cardíaca asociada con los meses invernales en los Estados Unidos, Europa, y Asia.[17,33-39] El aumento en las tasas de eventos coronarios durante los períodos fríos es más pronunciado en los climas más cálidos, que en los más fríos.[36] Otros factores asociados son: una presión de oxígeno más alta, condiciones más húmedas, más frías y precipitaciones diferentes de las habituales en la temporada de lluvias, ya sea en frecuencia o en intensidad.[40]

Los elementos que componen el índice Bultó-1 ayudan a explicar la relación con las muertes por IAM. La presión juega un papel importante. La baja humedad también se destaca como un parámetro predisponente, sobre todo, la presión de vapor de agua. El aire seco es poco frecuente en Cuba; se produce solamente con la llegada de masas de aire polar seco y frío, combinadas con temperaturas máximas y mínimas extremas. Las condiciones de alta densidad de oxígeno aumentan el riesgo de IAM, lo

que afecta a los individuos de manera diferente según su edad, estado de salud, estilo de vida y otras variables ambientales.[40]

La falta de precipitación y las altas temperaturas causan cambios en la temperatura del cuerpo, la respiración, el ritmo cardiaco, y la circulación sanguínea, mientras el metabolismo y el sistema nervioso del cuerpo se adaptan. Estos cambios pueden ser severos y pueden contribuir al aumento de la mortalidad por IAM. [21,38,40] Cuando la temperatura corporal excede un umbral superior, las respuestas termolíticas efectoras (sudoración, aumento del flujo de sangre periférica) se activan y, cuando esta cae por debajo de un valor basal inferior, se inician las respuestas termogénicas (reducción del flujo sanguíneo periférico, escalofríos). Las consecuencias de estos cambios dependen de su intensidad y de la resiliencia individual. En varios años del período en estudio, algunos meses estuvieron entre los más calurosos desde 1951 y hubo déficit en el total acumulado de precipitación.[41-44]

El aumento de la mortalidad por IAM durante la primera parte del período de estudio pudiera estar asociado con anomalías significativas de los fenómenos meteorológicos y climáticos que ocurrieron en el archipiélago cubano, especialmente durante los meses de invierno, cuando se vio sometido de forma considerable a la influencia de El Niño-Oscilación del Sur, y su contraparte, La Niña. Estos causaron perturbaciones en las mediciones meteorológicas y climáticas que provocaron condiciones anormales altamente contrastantes, desde persistencia de días muy fríos y secos, sobre todo en enero, hasta veranos que eran o muy calientes y húmedos o secos, con altos valores persistentes de temperaturas extremas (pequeño rango de temperatura).[41,42]

Una alta humedad ambiental dificulta la capacidad del cuerpo para refrescarse por evaporación del sudor. En situaciones de intenso calor, cuando el cuerpo más necesita este mecanismo para liberar calor, el sudor tarda más en evaporarse, lo que requiere más sudoración. Pequeños aumentos de temperatura pueden afectar mucho a las personas. En Cuba, la temperatura media anual ha aumentado en casi 0.9 °C desde 1951, y se estima que para el 2100 habrá aumentado entre 2.7 °C y 7 °C. Estos aumentos de temperatura podrían contribuir a un aumento en la incidencia de IAM.[20,24]

Con el impacto de un frente frío (masa de aire polar) más fuerte en invierno, el intercambio radiativo disminuye, se deja de sudar, y aumenta el estrés por frío en el sistema termorregulador del cuerpo, lo contrario de lo que ocurre en verano. En inviernos con períodos extendidos de temperaturas más cálidas, las personas mantienen su adaptación al calor, y cada llegada de un frente frío se siente más intensamente.


Los grupos de población más vulnerables, los enfermos y los ancianos, tienen una capacidad limitada para responder ante la persistencia de un tiempo inclemente.[4,39,42]

El mes con mayor mortalidad por IAM, enero de 2001, fue el más frío desde 1982 y uno de los más fríos desde 1951, con temperaturas mínimas considerablemente bajas (3.8 °C).[45] Algo similar ocurrió en 2003 y 2010, cuando los sucesivos frentes fríos de enero acentuaron las condiciones invernales, con temperaturas mínimas persistentemente bajas y poca variación de temperatura.[45] Durante los meses de verano, las temperaturas medias, en general, se mantuvieron muy por encima de las normales para el período, con altas temperaturas y humedad extrema.[42,43] Los meses de calor estuvieron precedidos y seguidos por meses invernales extremadamente fríos. Durante los períodos de transición, las condiciones eran más cercanas a lo normal. Estas afirmaciones son consistentes con otros estudios que también encontraron efectos fisiológicos del clima, más allá de los impactos directos de los eventos climáticos extremos sobre la salud.[46]

Este estudio tiene varias limitaciones, incluso por no haber examinado la mortalidad en los grupos de edad con mayor riesgo de IAM, y por no haber incluido determinantes tales como comportamiento, estilo de vida, prevalencia de enfermedad cardiaca e hipertensión (así como otros factores de riesgo para la enfermedad cardiovascular por municipio). Por otra parte, la mortalidad, como variable dependiente, puede ser menos susceptible a los efectos de las condiciones climáticas que la incidencia, ya que el acceso y la calidad de los servicios de salud pueden afectar sustancialmente la supervivencia.

A pesar de ello, este estudio es importante debido a que sólo unos pocos estudios en Cuba y en el extranjero han evaluado la influencia combinada de una serie de factores climáticos sobre el IAM; casi todos los estudios realizados hasta la fecha han explorado el impacto de variables específicas, como la lluvia y la temperatura. Otra contribución de este estudio es la demostración de que el índice Bultó-1 es aplicable a los estudios de variabilidad y cambio climáticos en relación con la mortalidad por IAM.

CONCLUSIONES

El índice Bultó-1 es aplicable a los estudios de variabilidad climática y mortalidad por infarto agudo de miocardio. La variabilidad del clima se asocia inversamente con un aumento en la mortalidad por infarto agudo de miocardio. Esta relación inversa ayuda a explicar el patrón estacional de la mortalidad por infarto agudo de miocardio. 

REFERENCIAS

- Planos GE, Rivero VR, Guevara VV, editors. Impacto del cambio climático y medidas de adaptación en Cuba. 1st ed. Havana: Editorial AMA; 2013. p. 401-30.
- Ortiz Bultó PL, Rodríguez AP, Rivero Valencia A, León Vega N, Díaz González M, Pérez Carrera A. Assessment of human health vulnerability to climate variability and change in Cuba. *Environ Health Perspect* [Internet]. 2006 Dec 11 [cited 2013 Aug 17];114(12):1942-9. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC17185289/>
- Dilaveris P, Syntetos A, Giannopoulos G, Gialafos E, Pantazis A, Stefanadis C. Climate impacts on myocardial infarction deaths in the Athens territory: the CLIMATE study. *Heart*. 2006 Dec;92(12):1747-51.
- Rivero VA. Clima y mortalidad por infarto agudo de miocardio en Cuba 2000-2005 [thesis]. [Havana]: University of Havana; 2008.
- Lecha Estela LB, de Carvajal EC, Estrada Moreno A, Gómez Acosta EC. Pronósticos biometeorológicos: vía para reducir la ocurrencia de crisis de salud. Caso Sagua la Grande. *Rev Cubana Salud Pública* [Internet]. 2008 Jan-Mar [cited 2015 Mar 13];34(1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662008000100009&Ing=es&nrm=iso
- Martens P, McMichael AJ, editors. Environmental change: climate and health. Issues and research methods. Cambridge: University of Cambridge; 2009 Sep. 366 p.
- Pan American Health Organization. Cambio climático y salud humana: riesgos y respuestas. Resumen actualizado 2008. Washington, D.C.: World Health Organization; 2008. 40 p.
- Goerre S, Egli C, Gerber S, Defila C, Minder C, Richner H, et al. Impact of weather and climate

- on the incidence of acute coronary syndromes. *Int J Cardiol*. 2007 May 16;118(1):36–40.
9. Boersma E, Mercado N, Poldersman D, Gardien M, Vos J, Simoons ML. Acute myocardial infarction. *Lancet*. 2003 Mar 8;361(9360):847–58.
 10. National Health Statistics and Medical Records Division (CU). Anuario Estadístico de Salud 2010 [Internet]. Havana: Ministry of Public Health (CU); 2011 [cited 2014 Apr 14]. 174 p. Disponible en: <http://files.sld.cu/dne/files/2011/04/anuario-2010-e-sin-graficos1.pdf>
 11. National Health Statistics and Medical Records Division (CU). Anuario Estadístico de Salud 2012 [Internet]. Havana: Ministry of Public Health (CU); 2013 Apr [cited 2014 Apr 14]. 190 p. Disponible en: http://files.sld.cu/dne/files/2013/04/anuario_2012.pdf
 12. Kriszbacher I. Seasonal and diurnal variation in the occurrence of acute myocardial infarction and the effects of weather changes [thesis]. [Pécs]: University of Pécs; 2006 [cited 2014 Jul 17]. 17 p. Disponible en: http://dok.toriiskola.etk.pte.hu/dok/doktoriiskola/disszertaciok/kriszbacher_tezisek_angol.pdf
 13. Arias Morales PL, Barrero Varón SL, Granada Romero J, Gallego González CA, Lazo Acosta AE, Monge Cardona IC, et al. Caracterización de los pacientes con infarto agudo de miocardio en un hospital de nivel 2. *Arch Med (Colombia)*. 2006 Dec;(13):10–22.
 14. Corvalan C. Cambios ambientales globales y salud. Geneva: World Health Organization; 2004.
 15. González Hernández E, Cabadés O'Callaghan A, Cebrián Doménech J, López Merino V, Sanjuán Mañez R, Echánove Errazti I, et al. [Seasonal variations in admissions for acute myocardial infarction. The PRIMVAC Study]. *Rev Esp Cardiol [Internet]*. 2004 Jan [cited 2014 Jul 24];57(1):12–9. Disponible en: <http://www.revcardiol.org/en/variaciones-estacionales-los-ingresos-por/articulo/13056528/>
 16. Crawford VL, McCann M, Stout RW. Changes in seasonal deaths from myocardial infarction. *QJM*. 2003 Jan;96(1):45–52.
 17. Bhaskaran K, Hajat S, Haines A, Herrett E, Wilkinson P, Smeeth L. Effects of ambient temperature on the incidence of myocardial infarction. *Heart*. 2009 Nov;95(21):1760–9.
 18. Loughnan ME, Nicholls N, Tapper NJ. Demographic seasonal and spatial differences in acute myocardial infarction admissions to hospital in Melbourne, Australia. *Int J Health Geogr [Internet]*. 2008 Jul 30 [cited 2014 Jul 24];7:42. Disponible en: <http://www.ij-healthgeographics.com/content/7/1/42>
 19. Bhaskaran K, Hajat S, Haines A, Herrett E, Wilkinson P, Smeeth L. Short term effects of temperature on risk of myocardial infarction in England and Wales: time series regression analysis of the Myocardial Ischaemia National Audit Project (MINAP) registry. *BMJ*. 2010 Aug;341:c3823. DOI:10.1136/bmj.c3823.
 20. OXFAM. Informe de investigación de OXFAM. El clima cambia, amenaza y exige adaptación: una mirada a la experiencia cubana de protección ante el cambio climático. United Kingdom: Oxfam International; 2010 Oct. 37 p.
 21. Michelozzi P, De Sario M, Accetta G, deDonato F, Kirchmayer U, Perucci CA, et al. Temperature and summer mortality: geographical and temporal variations in four Italian cities. *J Epidemiol Community Health*. 2006 May;60(5):417–23.
 22. Stefanadis Cl. Environment and the heart. *Hellenic J Cardiol [Internet]*. 2007 Sep–Oct [cited 2014 Jul 24];48:317–8. Disponible en: http://www.hellenicjcardiol.com/archive/full_text/2007/5/2007_5_317.pdf
 23. Madrigano J, Murray A, Baccarelli A, Goldberg R, Melly S, von Klot S, et al. Temperature, myocardial infarction, and mortality: effect modification by individual and area-level characteristics. *Epidemiology*. 2013 May;24(3):439–46.
 24. Arastía AM, Limia MM. Energía y cambio climático. Havana: Editorial Academia; 2011. 247 p.
 25. Montero Vega V, Montero Campello MJ, Sierra Figueredo P, Sierra Figueredo S, Frómata Jiménez E. Mortalidad por infarto agudo de miocardio y su relación con las tormentas solares y geomagnéticas en la provincia Guantánamo. *Rev Cubana Cardiol Cirugía Cardiovasc [Internet]*. 2014 [cited 2015 Mar 20];20(2). Disponible en: <http://www.revcardiologia.sld.cu/index.php/revcardiologia/article/view/516>
 26. Cámara DE. Variables meteorológicas y salud [Internet]. Madrid: Comunidad de Madrid. Publicaciones de Salud; 2006 Apr [cited 2015 Feb 12]. 113 p. Disponible en: http://www.madrid.org/cs/Satellite?c=CM_Publicaciones_FA&ci=1142292376363&language=es&pagename=ComunidadMadrid%2FEstructura
 27. Artiles Visbal L, Otero Iglesias J, Barrios Osuna I. Metodología de la investigación para las ciencias de la salud. Havana: ECIMED; 2008. 355 p.
 28. National Statistics Bureau (CU) [Internet]. Havana: National Statistics Bureau (CU); c2015. Series Estadísticas 1985–2011; 2012 [cited 2014 Jul 28]. Disponible en: <http://www.onei.cu/series2012.htm>
 29. National Statistics Bureau (CU) [Internet]. Havana: National Statistics Bureau (CU); c2015. 2010: Una mirada a Cuba. La Habana; 2012 [cited 2014 Jul 28]; [about 1 screen]. Disponible en: http://www.onei.cu/publicaciones/provincias_masinf/la%20habana.htm
 30. Sneyers R. Sur l'analyse statistique des series d'observations. Note Technique No. 143. OMM-No. 15. Geneva: World Meteorological Organization; 1975. p. 1–15.
 31. Ferrer Castro JE, Fong Ocejio M, Rosell Castillo A, Guzmán Pérez N, Oliva Corujo L. Caracterización clínico epidemiológica de pacientes con infarto agudo de miocardio egresados de una unidad de cuidados intensivos. *MEDISAN [Internet]*. 2012 Aug [cited 2015 Mar 20];16(8):1222–8. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192012000800005&lng=es
 32. Gutiérrez Loyola A, Druyet Castillo D, Oramas Domínguez I, Véliz Martínez PL. Infarto de miocardio en Cuba. Situación actual. *Rev Cub Med Int Emerg [Internet]*. 2010;9(1):1638–48. Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/mie/vol9_1_10/mie04110.pdf
 33. Xu B, Liu H, Su N, Kong G, Bao X, Li J, et al. Association between winter season and risk of death from cardiovascular diseases: a study in more than half a million inpatients in Beijing, China. *BMC CardiovascDisord [Internet]*. 2013 Oct 30 [cited 2015 Mar 20];13:93. Disponible en: <http://www.biomedcentral.com/1471-2261/13/93>
 34. Barnett AG, Dobson AJ, McElduff P, Salomaa V, Kuulasmaa K, Sans S, et al. Cold periods and coronary events: an analysis of populations worldwide. *J Epidemiol Community Health [Internet]*. 2005 Jul [cited 2014 Jul 24];59(7):551–7. Disponible en: <http://jech.bmj.com/content/59/7/551>
 35. McGregor GR. Winter North Atlantic oscillation, temperature and ischaemic heart disease mortality in three English counties. *Int J Biometeorol*. 2005 Jan;49(3):197–204.
 36. Lee S, Lee E, Park MS, Kwon BY, Kim H, Jung DH, et al. Short-term effect of temperature on daily emergency visits for acute myocardial infarction with threshold temperatures. *PLoS One [Internet]*. 2014 Apr 25 [cited 2015 Mar 20];9(4):e94070. DOI:10.1371/journal.pone.0094070 Disponible en: <http://www.plosone.org/article-info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0094070#pone-0094070-g001>
 37. Kendrovsky VT. The impact of temperature on mortality among the urban population in Skopje, Macedonia, during the period 1996–2000. *BMC Public Health [Internet]*. 2006 Feb 23 [cited 2014 Jul 24];6:44. Disponible en: <http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1471-2458-6-44.pdf>
 38. Wichmann J, Rosengren A, Sjöberg A, Barregard L, Sallsten G. Association between ambient temperature and acute myocardial infarction hospitalizations in Gothenburg, Sweden: 1985–2010. *PLoS One [Internet]*. 2013 Apr 30 [cited 2015 Mar 20];8(4):e62059. DOI:10.1371/journal.pone.0062059. Disponible en: <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0062059>
 39. Olcina Cantos J, Martín Estévez D. Variaciones en la densidad del oxígeno en el aire y su influencia sobre la salud humana. *Boletín Asoc Geógrafos Españoles*. 2012;(58):7–32.
 40. Fernández de Arróyabe P. [Climate variability change as key concepts to develop biometeorological health warning systems] [Internet]. Santander: University of Cantabria; 2011 [cited 2013 Aug 17]. Disponible en: <http://www.geobiomet.es>
 41. Institute of Meteorology (CU) [Internet]. Havana: Institute of Meteorology (CU); c1997–2015. Boletín de la Vigilancia del Clima. Centro del Clima. Características Climatológicas del Mes. Comportamiento de las temperaturas; 2012 Dec [cited 2013 Jan 20]; [about 1 screen]. Disponible en: http://www.insmet.cu/asp/genesis.asp?TB0=PLANTILLA_S&TB1=ccCLIMA&TB2=/clima/CC/CCDiciembre2012.htm&TB3=2012
 42. Institute of Tropical Medicine (CU). Boletín Epidemiológico del IPK [Internet]. 2010 Dec [cited 2014 Jul 24];20(50). Disponible en: <http://boletines.sld.cu/ipk/2010/12/18/vol-20-no-50-2010/>
 43. Institute of Meteorology (CU) [Internet]. Havana: Institute of Meteorology (CU); c1997–2015. Boletín de la Vigilancia del Clima. Centro del Clima. Características Climatológicas del Mes. Comportamiento de la temperatura; 2010 Dec [cited 2014 Jul 24]; [about 1 screen]. Disponible en: http://www.insmet.cu/asp/genesis.asp?TB0=PLANTILLA_S&TB1=ccCLIMA&TB2=/clima/CC/CCDiciembre2010.htm&TB3=2010
 44. Institute of Meteorology (CU) [Internet]. Havana: Institute of Meteorology (CU); c1997–2015. Boletín de la Vigilancia del Clima. Centro del Clima. Características Climatológicas del Mes. Comportamiento de la temperatura; 2011 Dec [cited 2014 Jul 24]; [about 1 screen]. Disponible en: http://www.insmet.cu/asp/genesis.asp?TB0=PLANTILLA_S&TB1=ccCLIMA&TB2=/clima/CC/CCDiciembre2011.htm&TB3=2011
 45. Institute of Meteorology (CU)[Internet]. Havana: Institute of Meteorology (CU); c1997–2015. Boletín de la Vigilancia del Clima. Centro del Clima. Características Climatológicas del Mes. Comportamiento de la

temperatura; 2001 Dec [cited 2013 Jan 20]; [about 1 screen]. Disponible en: <http://www.insmet.cu/asp/genesis.asp?TB0=PLANTILLA S&TB1=ccCLIMA&TB2=/clima/CC/CCDiciembre2001.htm&TB3=2001>

46. Ortíz PL, Pérez AR, Rivero VA, Perez AC, Ramón CJ, Lecha LE. La variabilidad y el cambio climático en Cuba: potenciales impactos en la salud humana. Rev Cubana Salud Pública [Internet]. 2008 Jan–Mar [cited 2013 Jan 20];34(1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-34662008000100008&script=sci_arttext

LOS AUTORES

Alina Rivero Valencia (autora para correspondencia: mrierovalencia19@gmail.com, alina.rivero@insmet.cu), geógrafa, master en

medio ambiente y desarrollo. Centro de Clima (CENCLIM), Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba.

Javier Bolufé Torres, meteorólogo, CENCLIM, La Habana, Cuba.

Paulo L Ortíz Bultó, matemático, master en estadística y doctor en ciencias en economía, investigador titular, CENCLIM, La Habana, Cuba.

Yunisleydi Rodríguez Díaz, geógrafa, CENCLIM, La Habana, Cuba.

María Cristina Reyes Fernández, médica, master en ciencias de salud y desastres,

investigadora adjunta, Centro Latinoamericano para Medicina de Desastre, La Habana, Cuba.

Recibido: 26 de agosto, 2014

Aprobado: 30 de abril, 2015

Declaración de conflicto de intereses: ninguno

Citación sugerida: Rivero A, Bolufé J, Ortíz

PL, Rodríguez Y, Reyes MC. Influencia

de la variabilidad del clima sobre la

mortalidad por infarto agudo de miocardio

en La Habana, 2001 – 2012. MEDICC

Rev. 2015 Apr;17(2) Disponible en: [http://](http://www.medicc.org/mediccreview/index.php?issue=34&id=454&a=va)

www.medicc.org/mediccreview/index.

php?issue=34&id=454&a=va
