



Mortalidad por accidentes cerebro vasculares e influencia de la variabilidad climática en el occidente de Cuba, 2001-2005

Mortality due to cerebrovascular accidents and influence of climatic variability in western Cuba, 2001-2005

Luis Sauchay-Romero^{1✉}, Alina Rivero-Valencia², Paulo Lázaro Ortiz-Bultó²

¹ Centro Latinoamericano de Medicina de Desastres (CLAMED)

² Centro del Clima (CENCLIM), Instituto de Meteorología

Resumen

Se realizó estudio observacional, analítico, longitudinal y retrospectivo en la región occidental de Cuba, desde enero de 2001 hasta abril de 2005 con el propósito de determinar la relación entre la mortalidad por accidentes cerebrovasculares isquémicos y hemorrágicos, asociados a hipertensión arterial, y la variabilidad, las anomalías y tendencias climáticas en dicha región occidental, e identificar los periodos climáticos de mayor peligro de mortalidad cerebrovascular. Incluyó a 5607 fallecidos por accidente cerebrovascular isquémico (28%) y hemorrágico (68.4%) asociados a hipertensión arterial, y los registros promedios mensuales de las variables del índice climático en la región occidental (IB1,t,R-Occidente) (temperatura máxima y mínima, presión atmosférica, precipitación, humedad relativa y tensión de vapor de agua), indicador de la variabilidad climática utilizado para asociar la influencia climática sobre los accidentes cerebrovasculares, a través del análisis de componentes principales. Se obtuvo alta asociación estadística en el análisis multivariado y de correlación cruzada entre la mortalidad y variaciones climáticas, manifestándose un patrón estacional de los accidentes cerebrovasculares asociados a hipertensión arterial, con mayor peligro de mortalidad en el período poco lluvioso (invernal), entre diciembre y febrero, prevaleciendo en mayores de 60 años (79.7%), con ligero predominio del sexo femenino (52%).

Palabras clave: accidente cerebro vascular, hipertensión, índice climático, variabilidad climática, temperatura, estacionalidad, cambio climático

✉ Autor para correspondencia: Luis Sauchay-Romero. E-mail: lusaurom@infomed.sld.cu, lusaurom@yahoo.es

Recibido: 14 de noviembre de 2016

Aceptado: 3 de abril de 2017

Abstract

Observational, analytic, linear and retrospective study was done at the western region of Cuba, from January 2001 up to April 2005, in order to define the relation between hypertensive associated ischemic and hemorrhagic cerebrovascular disease mortality with the variability, anomalies and climatic trends in this region, and to identify the most hazardous climatic periods for cerebrovascular mortality. Study included 5607 deaths for hypertensive related cerebrovascular accident, including ischemic (28%) and hemorrhagic (68.4%) accidents and the mean monthly variables registers of the climatic index at the western region (IB1,t,R-Western) (maximal and minimal temperature, atmospheric pressure, rain, relative humidity and water vapor tension). This climatic variability index was used to associate the climatic influence on the cerebrovascular accident, through the principal components analysis. Strong statistical association was obtain on multivariate and cross correlation analysis between the mortality and climatic variations. It also reveals a hypertensive related cerebrovascular accident seasonal pattern, with higher possibility of mortality at drying season (winter), from December to February, being more significant in adults over 60 years old (79.7%), mildly prevailing in female (52%).

Key words: cerebrovascular attack, hypertension, climatic index, climatic variability, temperature, seasonality, climate change

Introducción

Las relaciones entre el clima y la salud son conocidos desde Hipócrates (460 -377 a.C), que describió como el clima, el agua o la situación en un lugar en el que los vientos sean favorables, son ejemplos que pueden ayudar al médico a evaluar la salud general de sus habitantes ([Ortiz et al., 2010](#)). Fue a principios del siglo XX que se comenzó a estudiar de manera más objetiva los efectos del tiempo y el clima sobre la vida de los seres humanos, formando parte del cuerpo de conocimientos de la Biometeorología ([Lecha, 2009](#)).

Un aporte importante a esta área del conocimiento fue el modelo propuesto por Hubert Laframboise y Marc Lalonde en el informe Lalonde (Canadá, 1974), el cual resalta la multicausalidad del proceso salud-

enfermedad, señalando la existencia de cuatro campos de salud: “la biología humana, los estilos de vida, el medio ambiente y los sistemas de salud” ([Álvarez et al., 2007](#)). Desde la perspectiva de la profesora Buck, de todos estos campos, también denominados determinantes de salud, la mayor importancia se le concede al medio ambiente, pues una vez que este es inadecuado, modifica negativamente los demás campos ([Buck, 1986](#)).

Teniendo en cuenta estos y otros elementos, desde la perspectiva de [Bucher & Haase \(1993\)](#), invariablemente el organismo responde de tres formas ante los estímulos del tiempo meteorológico, como una expresión de la influencia medioambiental en el proceso salud-enfermedad. Estas respuestas son: “reacción ante los cambios de tiempo, propensión a

reaccionar ante los cambios de tiempo y sensibilidad a los cambios de tiempo” ([Bucher & Haase, 1993](#)).

La primera se considera una respuesta o reacción fisiológica adaptativa, manteniendo al organismo en total equilibrio, no llegando a padecer trastornos o sufrir enfermedad alguna ([Bucher & Haase, 1993](#); [Martínez-Carpio, 2003](#)). La propensión se relaciona con la aparición de disturbios funcionales (trastornos digestivos, cambios de humor, etc.) o aparición de síntomas (dolores óseos, cefalea, estornudos, etc.) no vinculados específicamente con enfermedad alguna. La sensibilidad se asocia a la aparición de “reacciones meteopatológicas”, en cuyo estadio se producen alteraciones de parámetros fisiológicos y aparición o empeoramiento de síntomas patológicos (ej. enfermedades respiratorias, cardíacas y circulatorias) ([Bucher & Haase, 1993](#)), que pueden llegar a la muerte, una vez que sobrepasan el denominado “límite de morbilidad”, según lo descrito por [Tromp \(1963\)](#).

Unas de las enfermedades, que según múltiples resultados de investigaciones, también está influenciada por los cambios del tiempo y el clima, son las enfermedades cerebrovasculares. Estudios en diferentes latitudes reportan un aumento de la morbimortalidad fundamentalmente en el período invernal ([Tromp, 1963](#); [Rivero, 2008](#); [Fernández de Arróyabe, 2011](#)). Estas enfermedades constituyen la segunda causa global de muertes (9.7% de la mortalidad mundial), ocurriendo aproximadamente 495 millones de ellas en países de ingresos medios y bajos ([Arauz & Ruíz-Franco, 2012](#)). En Cuba las enfermedades

cerebrovasculares se concentran como un problema de salud, con más de 8000 fallecidos por año después del año 2000, siendo la tercera causa de muerte desde hace más de 40 años ([MINSAP, 2012](#)). A otra enfermedad cardiovascular, la hipertensión arterial, se le atribuye el 13% de la mortalidad mundial ([OMS, 2012](#)), también muy ligada a la ocurrencia de afecciones cerebrovasculares mortales ([OPM, 2002](#); [OMS, 2012](#)). Estimados de la Organización Mundial de la Salud (OMS) confirman que más de la mitad de los casos de enfermedad cerebrovascular se relaciona con la hipertensión arterial (51%) ([OMS, 2012](#)).

Para los estudios epidemiológicos sobre el comportamiento de diversas enfermedades, cuya influencia también obedece a determinados estados climáticos, como en el caso del presente estudio, una de las metodologías de evaluación de dicho comportamiento se concreta a través del uso de los análisis biometeorológicos. Para ello se perfilan los denominados “índices climáticos”, los cuales resumen bases de datos climáticos, las que se relacionan dinámicamente con base de datos epidemiológicos. Estos índices simulan procesos complejos y describen interacciones de fenómenos tan complejos y mudables como el clima, haciendo posible el diagnóstico y pronóstico de situaciones anómalas y/o extremas en un contexto histórico determinado; constituyendo así un instrumento o herramienta de predicción y vigilancia que puede ser usada para prever impactos negativos o positivos sobre el comportamiento epidemiológico de varias enfermedades, o sea, impactos sobre la

salud humana ([Ortíz & Rivero, 2004](#); [Rivero, 2008](#); [OMS, 2009](#)).

En el presente trabajo se relaciona el comportamiento mensual (desde enero de 2001 hasta abril de 2005) de la mortalidad por accidentes cerebrovasculares (ACV) isquémicos y hemorrágicos asociados a hipertensión arterial, con la variabilidad climática, esta última expresada a través del índice climático (o de Bultó) 1 de la región occidental de Cuba ($IB_{1,t,R-Occidente}$). Este índice permite el análisis de los componentes principales que establecen la variabilidad, tendencias y anomalías del clima, definiendo con precisión señales estacionales y conjugando la dinámica regional en tiempo y espacio ([Ortíz & Rivero, 2004](#); [Rivero & Ortiz, 2012](#); [Ortiz et al., 2013](#)). De esta forma el $IB_{1,t,R-Occidente}$ contribuye también a identificar las principales variables climáticas que pueden influir sobre los ya conocidos mecanismos neuro-reflectores, neuro-humorales y locales implicados en la ocurrencia de ACV, sustentado por vías fisiopatológicas de respuesta multiorgánica ([Tromp, 1963](#); [Tsarfis, 1982](#); [Martínez-Carpio, 2003](#); [Guyton et al., 2006](#); [Turin et al., 2008](#); [Alpérovitch et al., 2009](#); [Harrison & Fauci, 2009](#); [Fragala et al., 2011](#)).

Dentro de los propósitos del estudio se enmarcaron: determinar la relación entre la mortalidad por ACV (isquémicos y hemorrágicos) asociados a la hipertensión arterial, y la variabilidad, anomalías y tendencias climáticas en la región occidental de Cuba, mediante la utilización del índice climático ($IB_{1,t,R-Occidente}$) e identificar los períodos climáticos de mayor peligro. Se realizó al mismo tiempo una revisión de la literatura científica sobre los

principales mecanismos fisiopatológicos asociados a la variabilidad del tiempo y el clima, que intervienen en la mortalidad cerebrovascular.

Materiales y Métodos

En una población de 4 324 910 habitantes (38.5 % de la población de Cuba, según censo de población del año 2002) de las cuatro provincias de la región occidental de Cuba (Pinar del Río, La Habana, Ciudad de La Habana y Matanzas / área: 28 820 Km²) ([ONE, 2011, n.d.](#)), se realizó un estudio observacional, analítico, longitudinal y retrospectivo de la mortalidad por ACV isquémicos y hemorrágicos asociado a hipertensión arterial, en relación con la variabilidad climática. El período estudiado se enmarca desde enero de 2001 hasta abril de 2005.

Los universos fueron: el total de casos de fallecidos por ACV (clasificada según la Décima Revisión de la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud [CIE-X]), constituyendo la variable mortalidad, y los promedios mensuales de elementos seleccionados del clima, relacionados en el índice climático $IB_{1,t,R-Occidente}$, el que más adelante explicaremos, constituyendo la variable climática.

De la variable mortalidad se obtuvo una serie cronológica de 5607 fallecidos por ACV isquémicos (I630-I639), hemorrágicos (I600-I629) y no especificado como hemorrágico o isquémico (I-640), donde la hipertensión arterial (I100-I159) fue causa contribuyente del proceso que llevó a la muerte. Otras características de esta variable fueron: fecha de defunción

(dd/mm/aa), sitio de defunción (cuerpo de guardia hospital, ingresado hospital, otro centro médico, domicilio, otro lugar, extranjero, ignorado), lugar de ocurrencia (provincia y municipio), confirmación de las causas (clínica, investigación (excluye biopsia), operación, biopsia, necropsia, reconocimiento, ignorada), edad (<20, 20-39, 40-59, 60-79, 80 y +), sexo (masculino, femenino) y color de la piel (blanca, negra, mestiza, ignorada).

En cuanto a la variable climática se obtuvieron los promedios mensuales de: temperatura máxima media del aire (TX), temperatura mínima media del aire (TN), oscilación térmica del aire (OT), presión atmosférica (PRES), tensión de vapor de agua (TVA), humedad relativa (HR). También el número de días con precipitaciones (NDPREC, total de días con precipitación mensual superior o igual a 0.1 mm) y precipitación (PREC, total de precipitación mensual superior o igual a 0.1 mm). Con una duración de 6 meses se tomaron las estaciones secas (noviembre-abril) y lluviosas (mayo a octubre), excepto enero-abril 2001 (4 meses), para un total de 52 meses.

El procesamiento y análisis de la información se realizó en la escala climática mensual. Para los cálculos, análisis descriptivo y correlación, que permitieron caracterizar ambas series, se utilizaron los programas de herramientas estadísticas Excel y STATISTICA 7. El método matemático/estadístico permitió la modelación de la variabilidad climática, incluyendo sus anomalías y tendencias. Se utilizó la función ortogonal empírica (FOE), introducida en el campo de la meteorología por Lorenz (1956), siendo empleada para

estimar funciones ([Ortíz & Rivero, 2004](#)). El índice $IB_{1,t,R-Occidente}$ utilizado en este estudio, permite el análisis de los componentes principales que determinaron la variabilidad climática regional. El mismo partió de la siguiente fórmula:

$$IB_{1,t,R-Occidente} = \sum_{\epsilon} \alpha_{\epsilon} [(\omega_{\epsilon,t} - \bar{\omega}_{\epsilon}) / \sigma_{\epsilon}]$$

Donde t significa tiempo, R, región. La ϵ describe los elementos del clima que caracterizan a la región en estudio, α_{ϵ} el coeficiente que define el peso para cada elemento, $\omega_{\epsilon,t}$ es la serie de elementos climáticos ϵ en el tiempo, $\bar{\omega}_{\epsilon}$ los valores medios de los elementos del clima y σ_{ϵ} la desviación estándar de los elementos del clima $\omega_{\epsilon,t}$. Los resultados del factor revelan la interacción entre TX, TN, PREC, NDPREC, PRES, TVA, HR, los que fueron calculados automáticamente por el programa STATISTICA 7. Estos se utilizaron como índices estandarizados, donde el peso fundamental lo tuvieron las variables representativas del régimen térmico, higrométrico y pluviométrico de la región. Este método facilitó el análisis bioclimático, o sea, la descripción y asociación entre la variabilidad climática y el comportamiento de las enfermedades cerebrovasculares asociadas a hipertensión arterial ([Ortíz & Rivero, 2004](#); [Ortíz et al., 2008](#)).

Una extensa revisión bibliográfica en libros de texto de Medicina Interna, Fisiología Médica y en artículos científicos publicados (base de publicaciones PubMed, Ebsco Host, HINARI y SCIELO Regional / palabras claves: mortalidad cerebrovascular, clima, temperatura, estacionalidad, variabilidad climática,

cambio climático y efectos fisiopatológicos) permitió la utilización de los métodos teóricos de inducción, deducción, análisis y síntesis para resumir las respuestas o mecanismos fisiopatológicos relacionados a la mortalidad cerebrovascular por la influencia de las variables meteorológicas que determinan el tiempo y el clima.

Aspectos éticos: Se garantizó la confidencialidad de los datos de identificación de los individuos fallecidos incluidos en el estudio. La base de datos de mortalidad se obtuvo con la autorización de la Dirección Nacional de Registros Médicos y Estadísticas de Salud del Ministerio de Salud Pública. La base de datos de las variables meteorológicas, se obtuvo con la autorización del Centro del Clima del Instituto de Meteorología. Los datos de población de la región occidental se obtuvieron del sitio web oficial de la Oficina Nacional de Estadísticas (ONE) de Cuba (<http://www.one.cu>).

Resultados

En las 4 provincias estudiadas la mayoría de la población reside en zonas urbanas, siendo Ciudad de La Habana la de mayor población (51%). Del total de 5607 fallecidos por ACV asociados a hipertensión arterial, 1570 (28.0%) fueron isquémicos, 3833 (68.4%) hemorrágicos y sólo 204 (3.6%) no especificados como hemorrágicos o isquémicos, lo que representó que por cada 2 casos hemorrágicos, 1 fue isquémico.

La mortalidad se comportó de manera similar en ambos sexos, con ligero predominio del sexo femenino (52%), con excepción de las provincias de Pinar del

Río y Matanzas, donde el sexo masculino significó un 54%. Prevalció el grupo etario de 60 a 79 años con 2828 fallecidos (50.5%), seguido del de 80 y más con 1638 (29.2%). En cuanto al color de la piel, predominó la blanca con el 56.7% de los casos, seguido de la negra con 29.3%. El 66.4% de los casos fallecieron ingresados en el hospital y el 19.8% en el cuerpo de guardia. El 43.3% de las confirmaciones de las muertes fueron por necropsia, lo que unido a los confirmados por operación quirúrgica (1%) e investigaciones (2%), se acerca a la mitad los casos los confirmados con alto grado de certeza, tras un proceder médico de diagnóstico. El 51.1% se confirmó clínicamente.

Las muertes por ACV asociada a hipertensión predominaron en la estación poco lluviosa o invernal (noviembre-abril). En este estudio alcanzaron el 57% del total (61% teniendo en cuenta la estación invernal de enero-abril 2001), siendo la poco lluviosa de noviembre 2004 - abril 2005 la de mayores registros, con 736 fallecidos y la de noviembre 2001 - abril 2002 la de menores con 678. En la estación lluviosa o estival (mayo-octubre) ocurrieron el 43% de los decesos, siendo la lluviosa de mayo-octubre 2001 la de mayor número de casos, con 555 y las de mayo-octubre 2002 y 2003 las de menor, con 518 y 517 respectivamente. La mayor incidencia, tanto en las estaciones secas como lluviosas, fue de accidentes hemorrágicos.

En cuanto al comportamiento multianual de la variabilidad climática, expresada a través del índice climático ($IB_{1,t,R-Occidente}$), se confirma un comportamiento regular de este índice regional, tomando valores negativos en los períodos poco lluviosos o

invernales (noviembre-abril) y positivos en los lluviosos o estivales (mayo-octubre), enmarcando así los períodos de mayores contrastes o variabilidad climática en ambos sentidos. Un período de transición de valores negativos a positivos está presente entre abril-mayo y viceversa entre octubre-noviembre. Los valores mínimos más significativos se presentaron en enero de 2001, 2003 y 2005, y los máximos más significativos en septiembre 2002, 2001 y 2004.

La mortalidad por ACV y el índice climático ($IB_{1,t,R-Occidente}$) indican que la

mortalidad por ACV isquémicos se eleva cuando los valores del índice disminuyen y viceversa, resumiéndose que los valores negativos del índice se relacionan con los mayores reportes de mortalidad, mientras que los positivos se relacionan con los menores. Por tales motivos se confirma la existencia de un patrón estacional, correspondiendo la mayor mortalidad al período poco lluvioso (Figura 1), con los mayores reportes en el período de estudio en los meses de diciembre y febrero (Figura 2).

En el caso del ACV hemorrágico y los

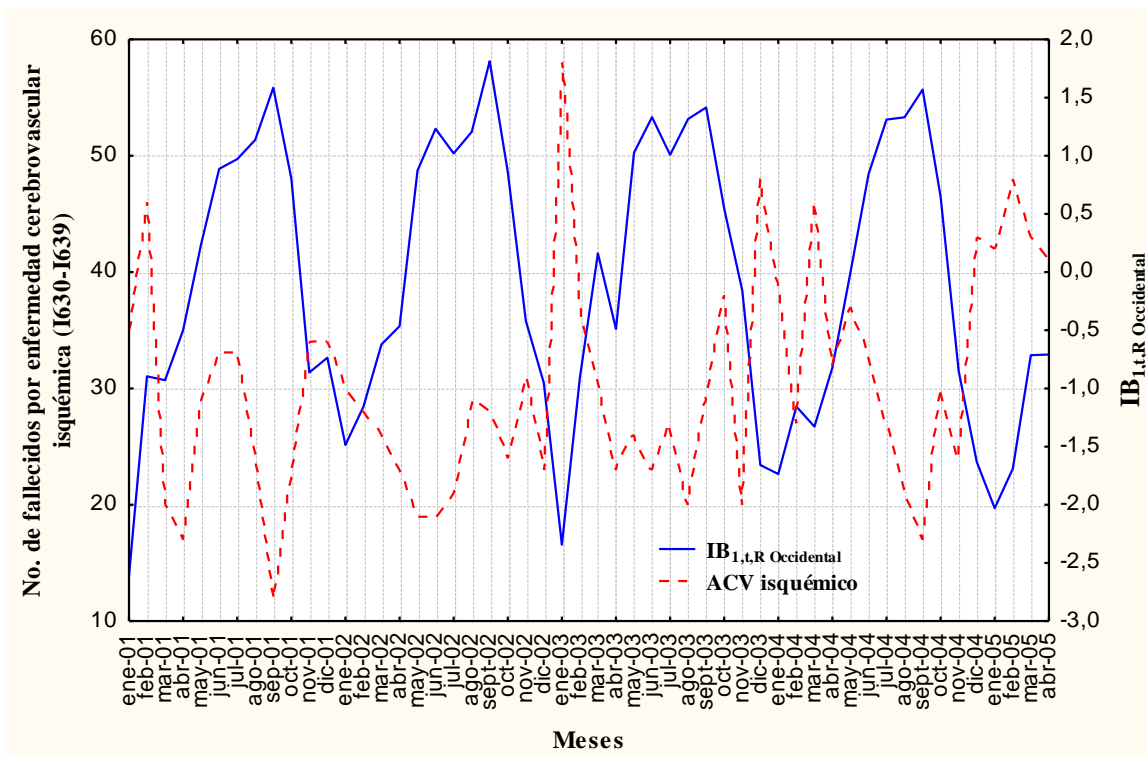


Figura 1. Respuesta de los accidente cerebrovasculares isquémicos a la variabilidad climática dada por el índice climático ($IB_{1,t,R Occidental}$). Región Occidental, enero 2001 - abril 2005. Fuente: Dirección Nacional de Registros Médicos y Estadísticas de Salud del Ministerio de Salud Pública/Centro del Clima del Instituto de Meteorología, Cuba

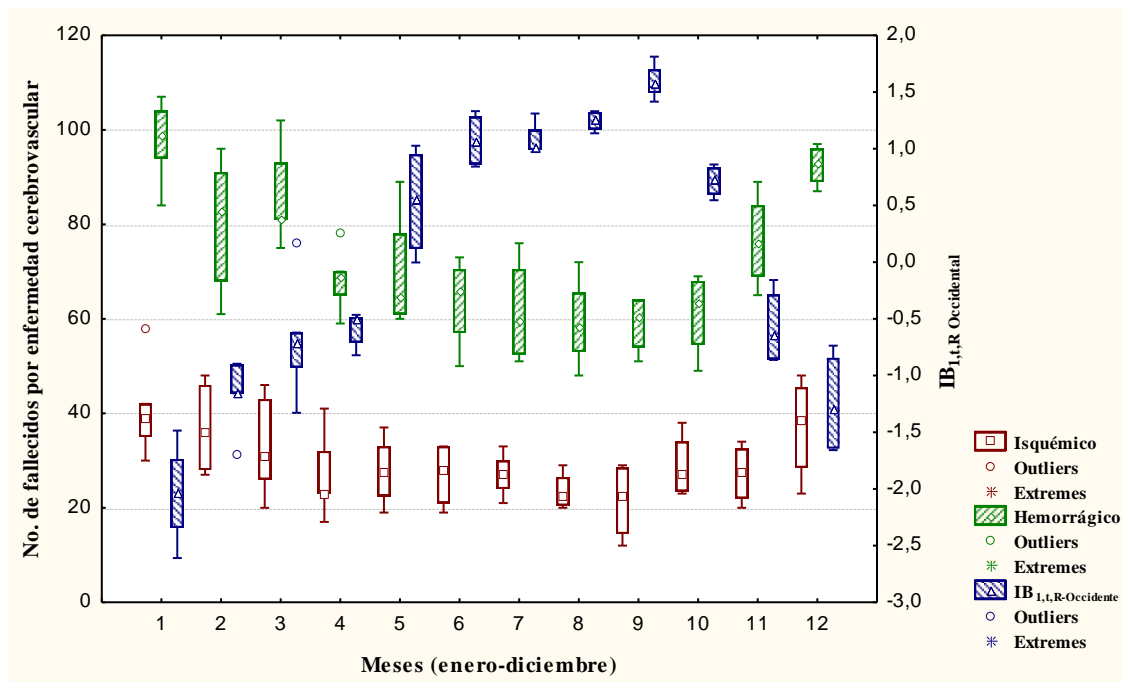


Figura 2. Patrón estacional de accidente cerebrovascular isquémico/hemorrágico y su relación con la variabilidad climática descrita mediante el del $IB_{1,t,R}$ Occidental de la región Occidental, enero 2001- abril 2005. Fuente: Dirección Nacional de Registros Médicos y Estadísticas de Salud del Ministerio de Salud Pública/Centro del Clima del Instituto de Meteorología, Cuba

valores del $IB_{1,t,R}$ -Occidente, la mortalidad también se comportó de manera similar (Figura 3), apreciándose la misma relación inversa, lo que de igual manera confirma un patrón estacional del accidente hemorrágico, correspondiendo la mayor mortalidad igualmente al período poco lluvioso, con los mayores reportes en el mes de enero (Figura 2).

Evaluando los períodos climáticos de mayor peligro, se evidenció que para ambos tipos de accidentes el período poco lluvioso o invernal (noviembre-abril) es el de mayor peligro de mortalidad. Los meses de mayor peligro para el caso de los isquémicos fueron diciembre y febrero, y enero para

hemorrágicos (Figura 2).

Es significativo señalar, tal y como se observa en la figura 2, que contrariamente a lo que ocurre en los ACV hemorrágicos, donde los patrones de cambio del comportamiento de la enfermedad coinciden con las variaciones de los valores del índice $IB_{1,t,R}$ -Occidente representativo de la variabilidad climática, en los isquémicos el patrón de cambio de comportamiento de la enfermedad se adelanta un mes (en marzo) al patrón de cambio de valores negativos a positivos del $IB_{1,t,R}$ -Occidente ocurrido entre abril y mayo; de igual forma se retarda en un mes (en diciembre) la respuesta de la enfermedad al patrón de cambio del índice

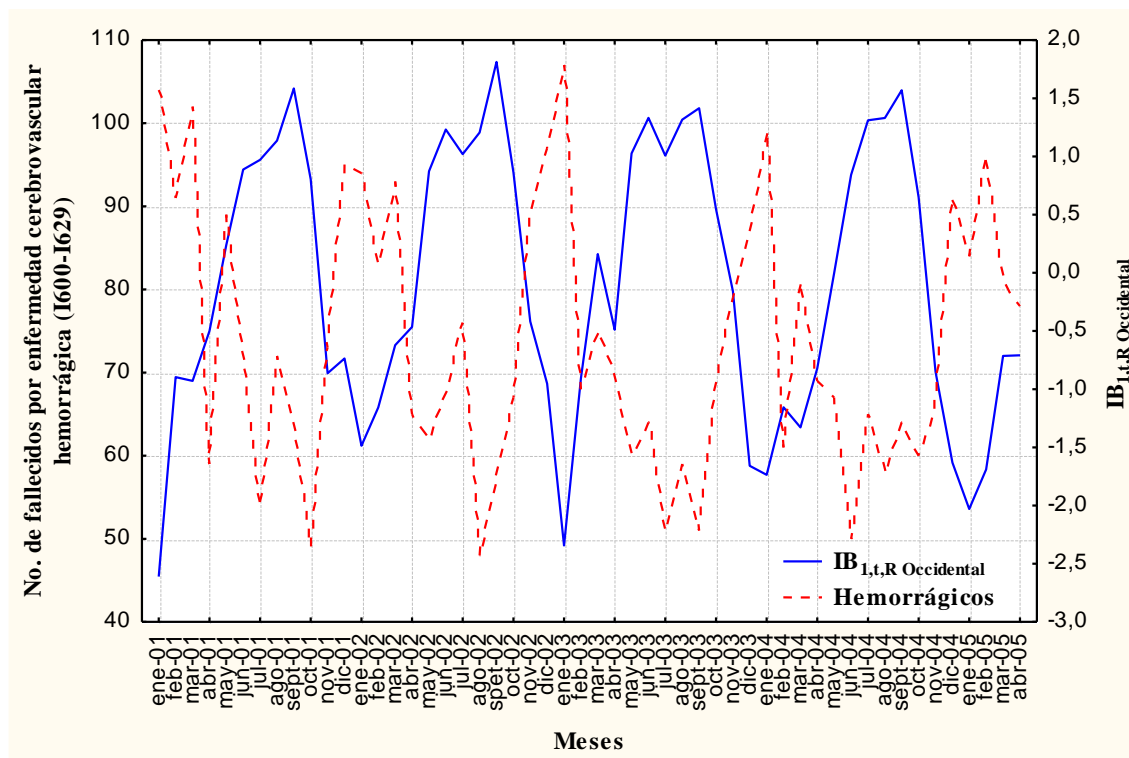


Figura 3. Respuesta de los accidente cerebrovasculares hemorrágicos a la variabilidad climática dada por el índice climático ($IB_{1,t,R}$ -Occidente). Región Occidental, enero 2001 - abril 2005 Fuente: Dirección Nacional de Registros Médicos y Estadísticas de Salud del Ministerio de Salud Pública/Centro del Clima del Instituto de Meteorología, Cuba

de positivo a negativo, el que ocurre entre octubre y noviembre (Figura 2).

Precisamente la evaluación de la asociación estadística del tiempo significativo de retardo de las respuestas en la ocurrencia de ACV ante los contrastes o variaciones climáticas, arrojó que en ambos tipos de accidentes, dichas respuestas puede llegar a ocurrir hasta 2 meses posteriores a la ocurrencia de estos contrastes o variaciones. No encontramos asociación estadística para el comportamiento adelantado en la respuesta de la enfermedad a la variabilidad climática.

Respecto a la contribución de las variables climáticas a la mortalidad por ACV, el análisis estadístico de los componentes principales del clima que conforman el $IB_{1,t,R}$ -Occidente, expresado a través del coeficiente de correlación, arrojó que las variables de mayor contribución a la mayor ocurrencia de ACV fueron: la TVA (0.98), la TN y HR (0.97) y la TX (0.90). Como fue antedicho, la variabilidad climática poseyó una alta correlación (0.75) con los accidentes hemorrágicos, así como una respuesta mejor definida. En el caso de los isquémicos, fue ligeramente menor

(0.60), aunque de manera general ambas mostraron un valor de correlación alto.

Por otra parte, aunque no fue objeto de estudio de esta investigación, se destaca la alta significación de la densidad de oxígeno disuelta en el aire (DOA), cuyo valor del coeficiente de correlación fue de un 0.95. Este es un índice complejo, que representa el efecto integrado de las variables presión atmosférica, temperatura y humedad relativa, variables también representadas en el $IB_{1,t,R-Occidente}$.

Discusión

El estudio evidencia a la variabilidad climática como factor a tener en cuenta, o una causa contribuyente en la mortalidad por ACV asociados a hipertensión arterial, tanto isquémicos como hemorrágicos, con mayor grado de correlación con estos últimos. Más de la mitad de los pacientes fueron ingresados en el hospital, siendo esto un hecho importante, pues confirma que a pesar de haber recibido asistencia médica especializada, fallecieron. Conjuntamente se evidenció que los cambios o variaciones del clima, con regularidad, preceden y se asocian proporcionalmente a los cambios del comportamiento de las enfermedades estudiadas, incluso con retardos en la respuesta, cuya consistente asociación se verificó estadísticamente. Por ello es plausible inferir que además de los elementos clínicos propios del accidente cerebrovascular (extensión, ubicación, cifras tensionales, etc.), relacionados con la mortalidad, la variabilidad climática es un elemento más a tener en cuenta como factor ambiental, con el mayor predominio en los meses de la estación invernal o poco

lluviosa, período donde ocurren los mayores contrastes en las variaciones de temperatura, presión atmosférica, humedad y densidad de oxígeno disuelto en el aire en la región occidental ([Rivero, 2008](#); [Lecha, 2009](#)).

Estos resultados coinciden con autores de latitudes diversas, donde los accidentes cerebrovasculares aparecen mayoritariamente en las mismas estaciones y bajo la ocurrencia de marcados cambios o variaciones ([Bucher & Haase, 1993](#); [Rivero, 2008](#); [Lecha, 2009](#)). En investigación realizada en Ludwigshafen, Alemania, se destaca el ligero predominio del sexo femenino con una mayor frecuencia en edades mayores de 60 años ([Palm et al., 2013](#)), donde el efecto estrogénico protector, al cual se le atribuye retraso en la incidencia de enfermedades cardiovasculares en la mujer, ha desaparecido. En estas edades la frecuencia de hipertensión arterial también es mayor. Asimismo son más frecuentes las alteraciones vasculares dependientes de dicho aumento crónico de tensión arterial y de la aterosclerosis ya establecida ([Álvarez-Aliaga et al., 2006](#); [Beers, 2007](#); [Harrison & Fauci, 2009](#); [Fragala et al., 2011](#)); por otra parte, estas edades se corresponden con edades extremas de la vida, en las cuales la adaptación fisiológica es menor, haciéndolos más vulnerables ([McMichael et al., 2003](#); [Rivero, 2008](#); [Harrison & Fauci, 2009](#); [Sauerborn, 2012](#); [WHO & WMO, 2012](#)).

Ravich encontró aumento de la mortalidad en los períodos más fríos en mayores de 65 años (Yakutsk, Este de Siberia) ([Revich & Shaposhnikov, 2010](#)). Alperovitch también demuestra una alta

correlación entre el aumento de los niveles de tensión arterial y la variabilidad estacional en invierno, sobre todo en mayores de 80 años ([Alpérovitch et al., 2009](#)). Los trabajos de Rivero Valencia sobre la incidencia del clima sobre la mortalidad por infarto agudo de miocardio en Cuba, en el período 2000-2005, arrojaron resultados similares ([Rivero, 2008](#)); así mismo los de Lecha al norte de España ([Fernández de Arróyabe, 2011](#); [Olcina & Martín, 2012](#)) y en los municipios cubanos de Sagua la Grande y Playa ([Lecha, 2009](#)).

Los mecanismos por los cuales el ambiente frío produce aumento de la enfermedad cerebrovascular todavía no están bien esclarecidos ([Wichmann et al., 2011](#)), sin embargo la literatura científica recoge varios los mecanismos fisiopatológicos neuro-reflectores, neuro-humorales y locales de respuesta al estrés medioambiental que contribuyen a la producción de accidentes cerebrovasculares. La estimulación del sistema nervioso autónomo y la secreción de catecolaminas se incrementan en ambientes fríos ([Guyton et al., 2006](#); [Alpérovitch et al., 2009](#); [Wichmann et al., 2011](#)), como expresión de la combinación de varias variables meteorológicas.

El sistema autónomo igualmente implementa la denominada respuesta simpática de estrés, causando efectos directos (en los órganos) e indirectos (circulación de adrenalina y noradrenalina provenientes de la médula suprarrenal) en el organismo ([Boskis, 1999](#); [Guyton et al., 2006](#)). Sobre los vasos sanguíneos provoca vasoconstricción. Por incremento de la lipólisis aumentan los lípidos en sangre (a

largo plazo aumenta el colesterol LDL), se incrementa la glucosa, la coagulación (por liberación de factores plaquetarios, disfunción endotelial plaquetaria, disminución de la función fibrinolítica y la agregación plaquetaria) y la secreción de renina renal, trayendo como resultado general el aumento de la presión sanguínea, la viscosidad y coagulación de la sangre, favoreciendo la formación local de trombos endoteliales, con la consecuente incidencia de accidentes isquémicos ([Boskis, 1999](#); [Guyton et al., 2006](#)).

Por otra parte la hipertensión arterial conlleva al aumento del flujo sanguíneo, hasta cifras que sobrepasan el mecanismo protector cerebral, pudiendo provocar un aumento en la distensión y ruptura vascular local, con la producción de accidentes hemorrágicos cerebrales graves ([Guyton et al., 2006](#)); así como el aumento de flujo sanguíneo se incrementa la posibilidad de desprendimiento de trombos, con el consiguiente embolismo y afectación isquémica cerebral a distancia.

A pesar de que el estudio no contempla la morbilidad por ACV, es plausible inferir que la aparición y desarrollo del cuadro clínico de pacientes que sufren dicha enfermedad, empeora bajo las mismas circunstancias climatológicas, porque se desencadenan los mismos mecanismo neuro-reflectores, neuro-humorales y locales de respuesta multiorgánica, generando efectos patológicos en las personas meteoro-sensibles.

Desde la perspectiva de esta investigación, los resultados ratifican los postulados desde Hipócrates hasta Lalonde, cuando este último estableció a los determinantes ambientales como

mediadores en el proceso salud-enfermedad. Aunque el estudio se limita a un período no mayor de 4 años, solamente estudia la mortalidad por la enfermedad cerebrovascular asociada a la hipertensión arterial, y no considera otras variables ambientales, se considera enfoca directamente y sustenta el desarrollo de herramientas de trabajo en el área de la predicción. El trabajo con índices o indicadores climáticos permite el análisis de los componentes principales relacionado con la ocurrencia de enfermedades. Esta posibilidad de interacción constituye un instrumento de singular importancia para los sistemas de salud, permitiendo la implementación de futuros sistemas de pronósticos y estrategias de salud dirigidas a la enfermedad cerebrovascular.

Conclusiones

- La mortalidad por accidentes cerebrovasculares isquémicos y hemorrágicos asociados a hipertensión arterial está influenciada por la variabilidad climática, evidenciada por una alta asociación estadística de las variables formadoras del IB1,t,R-Occidente, el cual constituye un indicador aplicable para los estudio de dichas relaciones.
- El comportamiento de la mortalidad por accidentes cerebrovasculares asociados a hipertensión arterial estableció un patrón estacional, incrementándose en el período poco lluvioso o invernal en la región occidental en el período estudiado, siendo los meses de diciembre a febrero los de mayor peligro de mortalidad.

Agradecimientos

Al equipo de trabajo del Centro del Clima, en especial a la MSc. Alina Rivero Valencia y al Dr.C. Paulo Ortiz Bultó. Al equipo de trabajo del Centro Latinoamericano de Medicina de Desastres (CLAMED).

Referencias

- Alpérovitch, A.; Lacombe, J.-M.; Hanon, O.; Dartigues, J.-F.; Ritchie, K.; Ducimetière, P. & Tzourio, C. 2009. "Relationship Between Blood Pressure and Outdoor Temperature in a Large Sample of Elderly Individuals: The Three-City Study". *Archives of Internal Medicine*, 169(1): 75–80, ISSN: 0003-9926, DOI: [10.1001/archinternmed.2008.512](https://doi.org/10.1001/archinternmed.2008.512).
- Álvarez, A. J.; García, A. & Bonet, M. 2007. "Pautas conceptuales y metodológicas para explicar los determinantes de los niveles de salud en Cuba". *Revista Cubana de Salud Pública*, 33(2), ISSN: 0864-3466.
- Álvarez-Aliaga, A.; Rodríguez-Blanco, L. H.; Quesada-Vázquez, A. J. & López-Costa, C. 2006. "Factores de riesgo de la enfermedad cerebrovascular aguda hipertensiva". *Revista Cubana de Medicina*, 45(4), ISSN: 0034-7523, Available: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75232006000400006, [Consulted: April 3, 2017].
- Arauz, A. & Ruíz-Franco, A. 2012. "Enfermedad vascular cerebral". *Revista*

- de la Facultad de Medicina*, 55(3): 11–21, ISSN: 0120-0011, 2357-3848.
- Beers, M. H. 2007. *El Manual Merck: de diagnóstico y tratamiento*. 11th ed., Madrid: Elsevier, 3248 p., ISBN: 978-84-8174-980-9.
- Boskis, B. 1999. “Estrés y enfermedad cardiovascular”. In: *I Congreso Virtual de Cardiología*, Federación Argentina de Cardiología, Available: <<http://www.fac.org.ar/cvirtual/cvirtesp/cientesp/gaesp/gac6602c/cboskis.htm>>, [Consulted: December 3, 2013].
- Bucher, K. & Haase, C. 1993. “Meteorotropy and medical-meteorological forecasts”. *Experientia*, 49: 759–768, ISSN: 0014-4754.
- Buck, C. 1986. “Después de Lalonde: hacia la generación de salud”. *OPS. Boletín Epidemiológico*, 7(2), ISSN: 0256-1859, Available: <<http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/32552>>.
- Fernández de Arróyabe, P. 2011. *Climate variability change as key concepts to develop biometeorological health warning systems*. Santander: University of Cantabria, Available: <<http://www.geobiomet.es/index.php/recursos/documentos-de-interes/category/1-articulos-cientificos?lang=es>>, [Consulted: August 17, 2016].
- Fragala, M. S.; Kraemer, W. J.; Denegar, C. R.; Maresh, C. M.; Mastro, A. M. & Volek, J. S. 2011. “Neuroendocrine-Immune Interactions and Responses to Exercise”. *Sports Medicine*, 41(8): 621–639, ISSN: 0112-1642, 1179-2035, DOI: [10.2165/11590430-000000000-00000](https://doi.org/10.2165/11590430-000000000-00000).
- Guyton, A. C.; Hall, J. E.; Zocchi, L. & Aicardi, G. 2006. *Fisiología medica*. 11th ed., Milano: Elsevier, 1112 p., ISBN: 978-88-214-2936-1.
- Harrison, T. R. & Fauci, A. S. 2009. *Principios de medicina interna*. 17th ed., México: McGraw-Hill Interamericana.
- Lecha, L. B. 2009. “Elementos de la Biometeorología Humana”. In: *I Congreso de Salud y Desastres*, La Habana, Cuba: Centro Latinoamericano de Medicina de Desastres, pp. 12–13, Available: <<http://promociondeeventos.sld.cu/psico-salud/1er-congreso-salud-y-desastres-la-habana-2009/>>, [Consulted: April 2, 2017].
- Martínez-Carpio, P. A. 2003. “Biometeorología y bioclimatología clínica: fundamentos, aplicaciones clínicas y estado actual de estas ciencias”. *Atención Primaria*, 32(5): 300–305, ISSN: 0212-6567, DOI: [10.1016/S0212-6567\(03\)79279-8](https://doi.org/10.1016/S0212-6567(03)79279-8).
- McMichael, A. J.; Campbell-Lendrum, D. H.; Corvalán, C. F.; Ebi, K. L.; Githeko, A.; Scheraga, J. D. & Woodward, A. 2003. *Climate change and human health - risks and responses*. Geneva: WHO, 322 p., ISBN: 92-4-156248-X, Available: <<http://www.who.int/globalchange/publications/cchhbook/en/>>, [Consulted: April 2, 2017].
- MINSAP (Ministerio de Salud Pública) 2012. *Anuario estadístico de salud 2011*. La Habana, Cuba: Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas (Infomed), Available: <<http://bvscuba.sld.cu/blog/2012/05/03/a-nuario-estadistico-de-salud-2011/>>, [Consulted: April 2, 2017].

- Olcina, C. J. & Martín, E. D. 2012. "Variaciones en la densidad del oxígeno en el aire y su influencia sobre la salud humana". *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (58): 431–437, ISSN: 0212-9426.
- OMS (Organización Mundial de la Salud) 2009. *62ª Asamblea Mundial de la Salud*. no. Pub A62/11, Ginebra, Suiza: OMS, Punto 12.7 del orden del día provisional, Available: <http://www.who.int/mediacentre/events/2009/wha62/es/>, [Consulted: April 2, 2017].
- OMS (Organización Mundial de la Salud) 2012. *Estadísticas sanitarias mundiales 2012*. Ginebra, Suiza: OMS, 178 p., ISBN: 978-92-4-356444-9, Available: http://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/2012/es/, [Consulted: April 2, 2017].
- ONE (Oficina Nacional de Estadísticas) 2011. *Extensión Superficial, Población y Densidad*. La Habana, Cuba: ONE, Available: <http://www.one.cu/>, [Consulted: August 4, 2015].
- ONE (Oficina Nacional de Estadísticas)n.d. *Población residente y densidad de población por provincias, según zonas urbana y rural 2001-2005*. La Habana, Cuba: ONE, Available: <http://www.one.cu/>, [Consulted: August 4, 2015].
- OPM (Organización Panamericana de la Salud) 2002. *La salud pública en las Américas*. (ser. Publicación Científica y Técnica, no. ser. 589), Washington, D.C: Organización Panamericana de la Salud, 400 p.
- Ortíz, B. P. & Rivero, A. 2004. "Índices climáticos para la determinación y simulación de las señales de la variabilidad climática en diferentes escalas espacio temporales". *Revista Cubana de Meteorología*, 11(1): 65–75, ISSN: 0864-151X.
- Ortíz, P. L.; Pérez, A.; Rivero, A.; León, N.; Díaz, M. & Pérez, A. 2008. "Assessment of human health vulnerability to climate variability and change in Cuba". *MEDICC Review*, 10(2): 31–48, ISSN: 1555-7960.
- Ortiz, P. L.; Rodríguez, A. E.; Rivero, A.; Pérez, A.; Vázquez, J. R. & Guevara, V. A. 2010. "Impactos de la variabilidad y el cambio climático en el sector de la salud en Cuba. Proyecciones al 2050". *Meteorología Colombiana*, 40: 79–91, ISSN: 0124-6984.
- Ortiz, P.; Rivero, A.; Pérez, A.; Vázquez, J. R.; Pérez, A. & Peralta, A. 2013. "El uso de la información y las predicciones climáticas para la vigilancia a la salud humana. Necesidad de formular índices". In: *II Congreso de Salud y Desastres*, La Habana, Cuba: Centro Latinoamericano de Medicina de Desastres, Available: <http://saludydesastres2013.sld.cu/>, [Consulted: April 2, 2017].
- Palm, F.; Santos, M. D.; Urbanek, C.; Greulich, M.; Zimmer, K.; Safer, A.; Grau, A. J. & Becher, H. 2013. "Stroke seasonality associations with subtype, etiology and laboratory results in the Ludwigshafen Stroke Study (LuSSt)". *European Journal of Epidemiology*, 28(5): 373–381, ISSN: 0393-2990, 1573-7284, DOI: [10.1007/s10654-013-9772-4](https://doi.org/10.1007/s10654-013-9772-4).
- Revich, B. A. & Shaposhnikov, D. A. 2010. "Extreme temperature episodes and

- mortality in Yakutsk, East Siberia”. *Rural and Remote Health*, 10, ISSN: 1445-6354, Article No. 1338, Available: <http://www.rrh.org.au/articles/subview_new.asp?ArticleID=1338>, [Consulted: April 3, 2017].
- Rivero, A. 2008. *Incidencia del clima sobre la mortalidad por IMA en Cuba durante el período 2000-2005*. La Habana, Cuba: Universidad de La Habana.
- Rivero, A. & Ortiz, P. 2012. *Explicación y asociación de los procesos y fenómenos según los valores de los índices climáticos complejos IBn,t,p*. Proyecto: Climatología de los índices climáticos de Bultó. Su papel en la explicación de los mecanismos de respuestas biotrópicas en humanos y plantas de cítricos en Cuba, no. 01304212, La Habana, Cuba: Instituto de Meteorología.
- Sauerborn, R. 2012. “Climate change an health. What is the issue?”. In: *Climate Change and health: impacts and adaptation conference*, Heidelberg, Germany.
- Tromp, S. W. 1963. *Medical biometeorology; weather, climate and the living organism*. Amsterdam: Elsevier Publishing Company, 991 p., Available: <<http://books.google.com/books?id=qllrAAAAMAAJ>>, [Consulted: April 3, 2017].
- Tsarfis, P. G. 1982. *Acción de los factores naturales sobre el hombre*. Moscú: MIR, 271 p., Available: <<http://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=21043>>, [Consulted: April 2, 2017].
- Turin, T. C.; Kita, Y.; Murakami, Y.; Rumana, N.; Sugihara, H.; Morita, Y.; Tomioka, N.; Okayama, A.; Nakamura, Y.; Abbott, R. D. & Ueshima, H. 2008. “Higher Stroke Incidence in the Spring Season Regardless of Conventional Risk Factors”. *Stroke*, 39(3): 745–752, ISSN: 0039-2499, 1524-4628, DOI: [10.1161/STROKEAHA.107.495929](https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.107.495929).
- WHO (World Health Organization) & WMO (World Meteorological Organization) 2012. *Atlas of health and climate*. Switzerland: WHO - WMO, 68 p., ISBN: 978-92-4-156452-6, Available: <<http://www.who.int/globalchange/publications/atlas/report/en/>>, [Consulted: April 2, 2017].
- Wichmann, J.; Andersen, Z.; Ketznel, M.; Ellermann, T. & Loft, S. 2011. “Apparent Temperature and Cause-Specific Emergency Hospital Admissions in Greater Copenhagen, Denmark”. *PLOS ONE*, 6(7): e22904, ISSN: 1932-6203, DOI: [10.1371/journal.pone.0022904](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022904).