

**ARTÍCULO ORIGINAL****Comportamiento de mortalidad por infarto agudo de miocardio. Su relación con tormentas solares y geomagnéticas****Behavior of mortality due to acute myocardial infarction. Its relation with solar and geomagnetic storms**

Dra. Varinia Montero Vega<sup>1</sup>, Lic. Mario José Montero Campello<sup>2</sup>, Ing. Pablo Sierra Figueredo<sup>3</sup>, Dr. Simón Sierra Figueredo<sup>4</sup>, Dr. Iván González Rodríguez<sup>5</sup>

- <sup>1</sup> Especialista de II Grado en Cardiología. Asistente. Hospital General Docente "Agostinho Neto". Guantánamo. Cuba
- <sup>2</sup> Geógrafo. Especialista Ambiental. Profesor Auxiliar. Universidad de Ciencias Médicas. Guantánamo. Cuba
- <sup>3</sup> Geofísico. Especialista. Instituto de Geofísica y Astronomía. CITMA. La Habana. Cuba
- <sup>4</sup> Especialista de II Grado en Bioquímica Clínica. Profesor Titular. Grupo de Desarrollo. Universidad de Ciencias Médicas. La Habana. Cuba
- <sup>5</sup> Especialista de II Grado en Medicina General Integral Máster en Atención Primaria de Salud. Profesor Auxiliar. Universidad de Ciencias Médicas. Guantánamo. Cuba

---

**RESUMEN**

Se realiza un estudio analítico en la provincia Guantánamo, durante 2001-2010, con el objetivo de contrastar con resultados anteriores, obtenidos en Cuba y en otras latitudes, acerca de la relación de las perturbaciones solares y geomagnéticas con la frecuencia de la mortalidad por infarto agudo de miocardio (IMA). Los datos son tomados del registro diario de mortalidad por esta afección en los centros de salud y en los domicilios de los fallecidos. La data fue sometida a un análisis estadístico de superposición de épocas con resolución diaria, empleando ventanas de hasta 9 días, centradas en días con alta actividad solar o geomagnética, lo cual permitió analizar la frecuencia de fallecidos por infarto agudo de miocardio alrededor de esos días "activos" durante todo el período estudiado, no se controlaron otras

posibles influencias ajenas al objetivo del trabajo. Se caracterizó la muestra según sexo y grupos etarios, estacionalidad y otros parámetros.

**Palabras clave:** infarto agudo de miocardio/mortalidad, tormentas solares, tormentas geomagnéticas

---

## ABSTRACT

An analytical study was carried out in the province of Guantanamo during 2001-2010, in order to contrast with previous results obtained in Cuba and other latitudes about the relationship of solar and geomagnetic perturbations with the frequency of infarct mortality acute myocardial infarction (AMI). The data are taken from the daily registry of mortality from this condition in health centers and in the homes of the deceased. The data was subjected to a statistical analysis of overlapping times with daily resolution, using windows of up to 9 days, centered on days with high solar or geomagnetic activity, which allowed to analyze the frequency of deaths due to acute myocardial infarction around those days "Active" during the entire period, other possible influences outside the scope of the work were not controlled. The sample was characterized by sex and age groups, seasonality and other parameters.

**Keywords:** acute myocardial infarction, mortality, solar storms, geomagnetic storms

---

## INTRODUCCIÓN

El sol además de emitir constantemente energía en el espectro visible hacia el espacio interplanetario e irradiar a nuestro planeta con la misma, siendo ésta un elemento imprescindible para la existencia de la vida; también emite, siguiendo determinados ciclos, una gran cantidad de energía en forma de radiación en todo el espectro electromagnético y partículas cargadas de alta energía que, siguiendo las líneas del campo magnético interplanetario, se propagan en forma de viento solar<sup>1</sup>, pudiendo éste interceptar a nuestro planeta al cabo de dos o tres días según sea su velocidad y provocar las llamadas "tormentas geomagnéticas" entre otros fenómenos geofísicos.<sup>2</sup> En tales casos decimos que la actividad solar ha sido geoeffectiva. Las posibles consecuencias más conocidas de estos fenómenos son las "auroras

boreales” como fenómeno natural y en el ámbito tecnológico la interrupción de comunicaciones y del fluido eléctrico.<sup>3</sup>

A mediados del siglo pasado se confirman y se reportan las observaciones hechas anteriormente por otros científicos acerca de la mencionada influencia. Un voluminoso material observacional respaldaba los reportes publicados ya en aquellos tiempos, todo lo cual condujo a la investigación en el campo de la mortalidad en general<sup>4</sup>, las enfermedades cardiovasculares, trastornos psiquiátricos, malformaciones congénitas y complicaciones en el parto, epidemias, entre otros muchos aspectos de la salud humana, algunos de los cuales, de alguna manera, presentaban comportamientos anómalos no explicados hasta esos momentos.

El infarto de miocardio (MI) es una de las causas de muerte más importantes en Cuba y en Guantánamo. Cualquier tentativa de describir su comportamiento epidemiológico es importante para la planificación de asistencia médica. En relación con la frecuencia de ocurrencia de infartos, en 1968 se reportaron una mayor aparición de infartos de miocardio en los días de actividad geomagnética perturbada, en un estudio realizado durante cinco años en la ciudad de Sverdlov en Rusia.<sup>5</sup>

Otros investigadores además de corroborar lo anterior, comprobaron que en las etapas perturbadas se incrementaba el número de complicaciones en estos pacientes infartados, lo cual constituye una observación adicional de gran interés médico.<sup>6</sup>

El IGA (Instituto de Geofísica y Astronomía del CITMA) realizó investigaciones buscando una acción más directa del espacio en la biosfera, realizando un estudio acerca de la influencia de las perturbaciones solares y geomagnéticas en la frecuencia de la morbilidad por infarto agudo de miocardio, con una extensa muestra poblacional (5 172 pacientes), utilizando el registro diario de morbilidad por Infarto Agudo de Miocardio confirmada en cinco grandes hospitales de Ciudad de La Habana durante los años 1992 al 2000.<sup>7</sup>

El IGA y colaboradores del ministerio de salud pública de Cuba comenzó a explorar los efectos de la actividad solar y geomagnética en la salud humana a partir de la década del 70, en que fue realizada una investigación exploratoria cuyos resultados corroboraron tal influencia en la frecuencia de morbilidad por infarto agudo del miocardio aún en nuestra baja latitud geográfica. Hasta entonces no eran conocidas referencias de trabajos de este tipo realizados para bajas latitudes geográficas. Ahora nos proponemos conocer la influencia de las perturbaciones solares y geomagnéticas en la frecuencia de la mortalidad por infarto agudo de miocardio en Guantánamo.

## **MÉTODO**

Se realizó un estudio analítico en la provincia Guantánamo, durante 2001-2010, con el objetivo de contrastar con resultados anteriores, obtenidos en Cuba y en otras latitudes, acerca de la relación de las perturbaciones solares y geomagnéticas con la frecuencia de la mortalidad por infarto agudo de miocardio (IMA).

Se recopiló la información de frecuencia diaria de mortalidad por IAM confirmada en los centros asistenciales de la provincia (Anexo 1), durante 2001-2010 y registrada en el departamento de Estadísticas de la Dirección Provincial de Salud.

La información acerca de la actividad solar y geomagnética, también con resolución diaria, fue obtenida de las bases de datos de la NOAA *Space Environment Center* (Administración Nacional Oceanográfica y Atmosférica). Todo el material fue organizado en un libro Excel, donde para los datos de los fallecidos por infartos fueron incluidas las siguientes variables: fecha, edad, sexo, color de la piel y estado civil.

A partir de la data original y aplicando el método de superposición de épocas, fue posible organizar la data teniendo en cuenta diferentes grados de la actividad solar y geomagnética.

Para la aplicación de este método se crearon ventanas de 9 días de amplitud, centradas en aquellos días seleccionados, de forma automatizada, como picos de actividad geomagnética o solar, según el nivel de actividad elegido, lo cual permitió explorar no solamente el entorno reducido alrededor de los días magnéticamente perturbados, sino también aquellos días en que se pueden observar efectos colaterales precursores de las tormentas magnéticas.

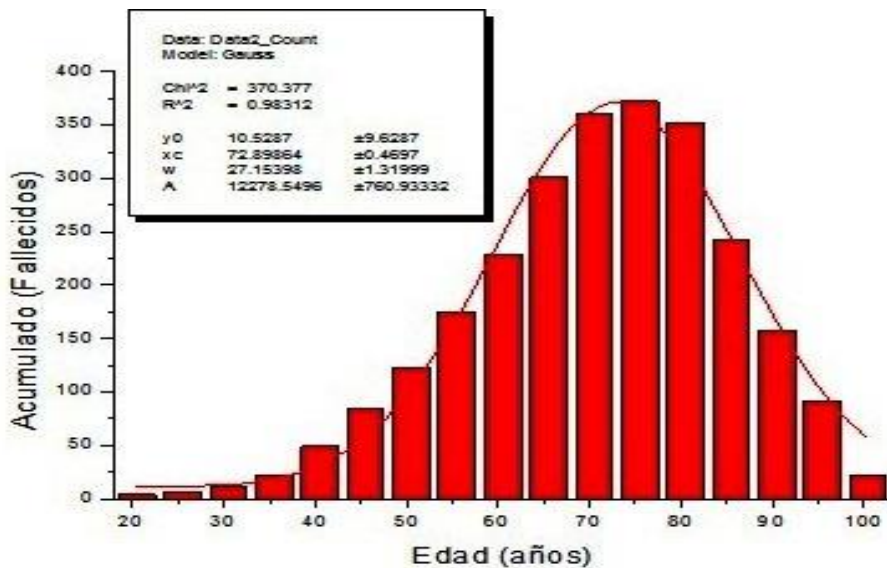
## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Con vista a una mejor caracterización de la data de fallecimientos por infartos empleada, se obtuvo la estacionalidad anual de la misma a partir de los diez años de observación, esto es, su comportamiento general en el curso del año (Gráfico 1), donde es posible observar un notable incremento de la mortalidad en el mes de enero.



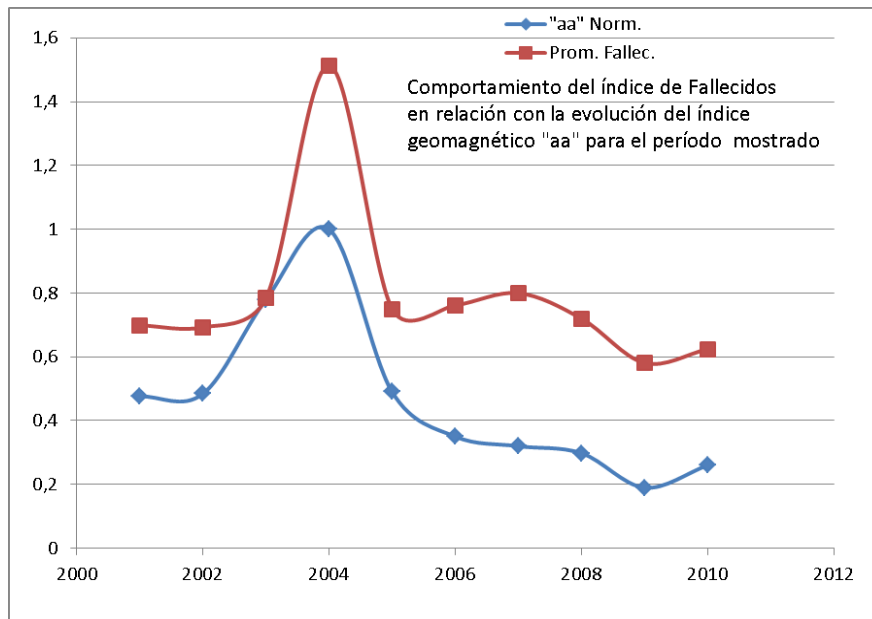
**Gráfico 1.** Comportamiento estacional de fallecimientos por IMA según muestra estudiada en los 10 años

En el Gráfico 2 se muestra el comportamiento de la mortalidad por grupos etarios.



**Gráfico.** Frecuencia de mortalidad por IMA según grupo etario para la muestra investigada

El promedio anual durante el período estudiado, se comportó según se muestra en el Gráfico 3, en la cual se puede observar la tendencia general del comportamiento de la frecuencia de mortalidad en la población investigada.



**Gráfico 3.** Índice de fallecidos según evolución del índice geomagnético para el período mostrado

Considerando la información oficial acerca de los términos de los ciclos solares, es claro que para el período 2001 a 2010, el máximo ocurrió en el 2002, aunque anteriormente hubo de ocurrir otro máximo pero a finales del 2000 y comienzos del 2001, obtuvimos, para los datos de fallecimientos por IMA en Guantánamo que el total de los mismos para el año 2002 fue de 252 casos y para el año 2009 fue de 212 casos, lo cual representa una diferencia de 40 casos o lo que es lo mismo, un 18.9 % más casos en el año de máximo respecto al año de mínimo.

Este contraste se mantiene para toda la clasificación utilizada, por sexo es notable la diferencia, de 11.9 % para los hombres y 20.5 % para las mujeres. Por color de la piel es siempre mayor la incidencia en el año de máximo que en el de mínima, salvo en los negros en que es aproximadamente igual. Por grupos etarios el contraste también está en el mismo orden de diferencias (Tabla 1).

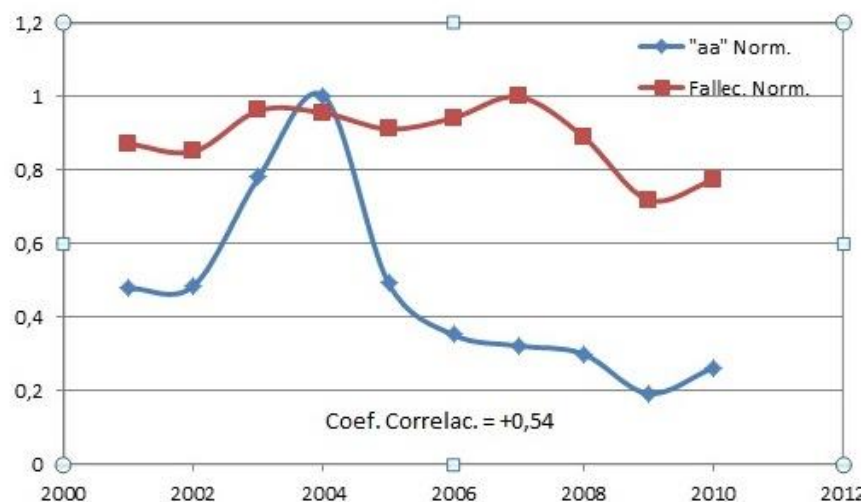
**Tabla 1.** Resumen de la data de fallecimientos por infarto del miocardio

	Masc.	Fem.	Tot.	Cas.	Solt.	Bla.	Mest.	Neg.	<30	30-45	45-60	>60
Dif.	16	24	40	29	10	19	17	3	1	5	1	33
*%	+11,9	+20,5	+15,9	+23	+8	+23,8	+16,3	+4,5	+50	+38,5	+2,4	+17

(\*) El por ciento es referido al número de fallecidos en el año 2002 y el signo (+) expresa que para el año de máxima AS el número de casos fue mayor que para el año de mínima.

La relación existente y ya demostrada por numerosos autores entre la actividad solar y la geomagnética es muy compleja y multivariada y hay que tener presente que existen dos nexos que en ocasiones es posible observar en los gráficos y es que la actividad solar, expresada por los eventos esporádicos e impulsivos, puede ocasionar perturbaciones a nivel de la biosfera de forma directa e inmediata, el mismo día en que ocurren eventos en el sol y es a través de la llegada al planeta del flujo de radioemisión (electromagnética).

Para la correlación lineal entre las tormentas geomagnéticas (variable "aa"), promedio anual normalizado y el promedio anual de fallecidos por infartos, se obtuvo, para los diez años estudiado (Figura 4)



**Gráfico 4.** Comportamiento, por promedios anuales normalizados, de la incidencia de "fallecidos por IMA" en relación con el índice geomagnético "aa".

Para poder establecer una comparación estadística entre el índice de frecuencia de mortalidad por infartos durante etapas de actividad geomagnética y solar en relación con etapas tranquilas, fue determinado el comportamiento de este índice durante las mismas.

La manifiesta estacionalidad encontrada en la frecuencia de mortalidad por IMA (Figura 1) para la muestra estudiada nos permite señalar la importancia que tiene la selección de la época del año cuando se decide realizar un estudio epidemiológico a corto plazo y nos plantea la interrogante del porqué de dicha estacionalidad, (el mes de enero es el de mayor índice y junio y septiembre son los más favorecidos) la cual, en nuestro clima no parece estar explicada por diferencias notables de temperaturas entre invierno y verano.

## **CONCLUSIONES**

Nuestro estudio nos permite afirmar que existe una relación entre el incremento de la actividad geomagnética y la frecuencia de mortalidad por infarto agudo del miocardio y que tal relación está en dependencia del sexo y la edad de las personas y que su carácter, en la muestra estudiada, es tal que no se asocia con el aumento global del número de infartados, sino con su distribución alrededor de los días perturbados. La incidencia de fallecidos, fue menor en el año de mínima (2009), que en el resto de la fase de ciclo estudiada. La distribución del número de infartos indica que el tiempo de acción de la perturbación del medio cósmico sobre el sistema cardiovascular es del orden de 3 días, con un día de retraso.

La distribución de frecuencia de mortalidad mediante el empleo de la superposición de épocas, conduce a sostener la hipótesis de que al ocurrir eventos súbitos en el medio geomagnético, muchas de las personas que están propensas al infarto del miocardio lo sufren y por tanto, en los días inmediatos el acumulado de personas fallecidas infartadas disminuye con respecto a la media durante un largo período, independientemente de que se mantenga la perturbación. Este efecto pudiera observarse también al realizar el mismo estudio aunque relacionado con otras causas desencadenantes del IMA.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Vitinskii Yu I. Ciclicidad y pronóstico de la Actividad Solar. Ed. "NAUKA". Leningrado. 1973, 254p. (en Ruso).



2. Dubrov A.P, The geomagnetic field and life: geomagnetobiology. (Translated by FL Sinclair; translation edited by FA Brown Jr) Plenum Press, New York, 1978, 318 pp.
3. Sierra FP, Sierra FS, Rodríguez TR, Pérez A. Impacto Medioambiental de las Perturbaciones Heliogeofísicas. Consideraciones a partir de Resultados Observacionales. México, D.F. Rev. Geofísica, 1999 ene-jun; 50: 9-23.
4. Lipa PJ, SturrockPA. Search for correlation between geomagnetic disturbances an mortality. Nature. 1976; 259: 302 – 304.
5. Novikova KF et al. The effect of solar activity on the development of myocardial infarction and mortality resulting therefrom. Cardiología. 1968; 4: 109.
6. Ganelina B.A., Ryvkin B.A., On the influence of certain meteorological and helio-geophysical factors on the course of primary acute myocardial infarction. Kardiologia. 1973; 13(8): 21.
7. Sierra FP, Sierra FS, Álvarez O, Estupiñán A. Influencia de la Actividad Solar en la Morbilidad por infarto del miocardio regist rada en cuatro hospitales de C. de La Habana. Rev. Cubana Med. 1982,21(3 Supl.): 106.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Ageev I.M., G.G. Shishkin. Influence of solar activity on the water electroconductivity. Disponible en: [http://cosmobio.sciencecenter.net/english/conf/c01/5\\_11.html](http://cosmobio.sciencecenter.net/english/conf/c01/5_11.html)
2. Burch JB, J.B. Reif, YostM.G. Geomagnetic disturbances are associated with reduced nocturnal secretion of a melatonin metabolite in humans. NeurosciLett ; 1999, 266 : 209
3. Chizhevski A.L., Hearth echo of solar storm. Moscow. Mysl, 1976, (in Russian).
4. Dubrov A.P, The geomagnetic field and life: geomagnetobiology. New York: Plenum Press; 1978, 318 pp.
5. Durand-Manterola HJ, Mendoza B. Un posible mecanismo físico para la interacción Sol - 2002, Biota: Disponible en: <http://ariel.igeofcu.unam.mx/~hdurand/bolinvcienvolumen1/solbiot a.html>
6. Ganelina B.A., Ryvkin B.A., On the influence of certain meteorological and helio-geophysical factors on the course of primary acute myocardial infarction. Kardiologia. 1973; 13(8): 21.
7. Leningrad. LiboffAR. Geomagnetic cyclotron resonante in living cells. J Biol Phys. 1985; 13(1): 99.
8. Lipa PJ, SturrockPA. Search for correlation between geomagnetic disturbances an mortality. Nature. 1976; 259: 302 – 304.

9. Martynyuk VS, Temuryants NA, MoskovchukOB. Correlation of biophysical parameters of biologically active points and variations of geo-helio-physical factors. -Biophysics. 2001; 46(5): 905-909.
10. Piccardi G. Actividad Solar y los test químicos. Influencia de la actividad solar en la atmósfera y la biosfera de la tierra. Moscú: s.e.; 1971.
11. Sierra FP, Sierra FS, Álvarez O, Estupiñán A. Influencia de la actividad solar en la morbilidad por infarto del miocardio registrada en cuatro hospitales de C. de La Habana. Rev. Cubana Med. 1982; 21(3 Supl.): 106.
12. Sierra FP, Rodríguez TR, Sierra FS. Agramonte PS, Pérez AA. Remuñan BC, Alcalde MG, Morejón ChJ, Rivero MH. Frecuencia de morbilidad por infarto agudo del miocardio y su relación con las tormentas solares y geomagnéticas. Simposio de astronomía y geofísica espacial (astrogeo´2005). Ciencias de la Tierra. CITMA.
13. VitinskiiYu I. Ciclicidad y pronóstico de la actividad solar. Leningrado: Ed. "NAUKA". 1973, 254p. (en Ruso).

**Recibido:** 16 de octubre de 2013

**Aprobado:** 25 de octubre de 2013

**Dra. Varinia Montero Vega.** Hospital General Docente "Agostinho Neto". Guantánamo. Cuba. **Email:** [variniamv@infosol.gtm.sld.cu](mailto:variniamv@infosol.gtm.sld.cu)

**Anexo 1.** Fallecimientos por infarto del miocardio según data

Año	m	f	total	cas.	solt.	blanco	mestizo	negro	<30	30 a 45	45 a 60	>60
2001	151	104	255	155	102	97	91	68	2	8	49	196
2002	135	117	252	126	125	80	104	67	2	13	42	194
2003	145	138	283	118	166	89	118	77	2	17	47	219
2004	170	112	282	112	170	81	130	70	3	10	56	213
2005	155	114	269	127	143	79	110	80	2	14	54	198
2006	168	110	278	137	141	76	116	86	0	8	52	219
2007	162	133	295	131	164	84	132	79	1	21	41	231
2008	148	115	263	109	154	83	110	69	2	13	34	210
2009	119	93	212	97	115	61	87	64	1	8	41	161
2010	136	92	228	115	113	67	79	62	2	10	47	168
Suma	1489	1128	2617	1227	1393	797	1077	722	17	122	463	2009