

## Influencia de la actividad cosmo-física en la mortalidad mensual por infarto agudo de miocardio

Dr. David Padilla-Cueto<sup>1</sup>✉, Dr. Halbert Hernández-Negrín<sup>2</sup>, Dra. Norma E. Batista Hernández<sup>3</sup>, Dra. Kenia González Acosta<sup>1</sup>, Dr. José I. Ramírez-Gómez<sup>4</sup> y Dra. Arlenys Pérez-Valdivia<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

<sup>2</sup> Servicio de Medicina Interna. Hospital Universitario Arnaldo Milián Castro. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

<sup>3</sup> Unidad de Investigaciones Biomédicas. Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

<sup>4</sup> Servicio de Cardiología. Hospital Universitario Arnaldo Milián Castro. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

<sup>5</sup> Departamento de Microbiología. Hospital Universitario Arnaldo Milián Castro. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

*Full English text of this article is also available*

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 07 de octubre de 2017

Aceptado: 20 de noviembre de 2017

### Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses

### Acronyms

**IAM:** infarto agudo de miocardio

### RESUMEN

**Introducción:** Los desencadenantes externos de episodios cardiovasculares agudos poseen un rol tan importante en su desarrollo como los conocidos factores de riesgo clásicos. Existen evidencias que relacionan fenómenos solares y geomagnéticos a eventos cardiovasculares.

**Objetivo:** Identificar la posible influencia de la actividad cosmo-física sobre la mortalidad mensual por infarto agudo de miocardio (IAM) en pacientes villaclareños.

**Método:** Estudio observacional analítico con todos los pacientes fallecidos (7132) por IAM en Villa Clara durante 164 meses (enero 2001 – agosto 2014). Las variables estudiadas fueron: mortalidad mensual por IAM, actividad solar (manchas solares absolutas y suavizadas, y el flujo de radio solar a 10,7 cm absoluto y ajustado), geomagnética (índices: Ap, Cp, Am y aa) y de rayos cósmicos (actividad de neutrones de rayos cósmicos en la superficie terrestre). Para el análisis se empleó la correlación de Pearson.

**Resultados:** La mortalidad mensual por IAM mostró correlaciones significativas, aunque débiles y negativas, con las variables de actividad solar sin discernir entre sexos. Las variables de actividad geomagnética y de rayos cósmicos no presentaron correlación con la mortalidad por infarto del miocardio.

**Conclusiones:** En los pacientes villaclareños, la mortalidad mensual por IAM se relacionó inversamente con la actividad solar; sin embargo, estos resultados no permiten hacer generalizaciones que tengan impacto sobre la atención clínica a esta enfermedad en el territorio, por lo que serían necesarias futuras investigaciones sobre el tema.

**Palabras clave:** Infarto de miocardio, Mortalidad, Actividad geomagnética, Actividad solar, Radiación cósmica, Cuba

### *Influence of cosmophysical activity on monthly mortality due to myocardial infarction*

### ABSTRACT

**Introduction:** The role of external triggers in the development of acute cardiovascular events is as important as that of classical risk factors. There is some evidence

✉ D Padilla-Cueto

Calle A N° 29, e/ Ctra. Camajuani y Circunvalación.

Santa Clara 50300. Villa Clara, Cuba.

Correo electrónico:

davidpadillacueto@gmail.com

*linking solar and geomagnetic phenomena with cardiovascular events.*

**Objective:** To identify the possible influence of cosmophysical activity on monthly mortality due to acute myocardial infarction (AMI) in patients from Villa Clara.

**Method:** Analytical observational study of every patient deceased due to AMI (7132) in Villa Clara over 164 months (January 2001 - August 2014). The variables studied were: monthly mortality caused by AMI, solar activity (absolute and smoothed sunspots, and 10.7 cm solar radio flux, absolute and adjusted), geomagnetic (indices: Ap, Cp, Am and aa) and cosmic rays (neutron activity of cosmic rays on the Earth's surface). The Pearson correlation was used for the analysis.

**Results:** The monthly AMI mortality showed significant correlations, although weak and negative, where the variables of solar activity did not discriminate between sexes. The variables of geomagnetic activity and cosmic rays did not correlate with mortality due to myocardial infarction.

**Conclusions:** In the patients from Villa Clara, monthly mortality caused by AMI was inversely related to solar activity. However, these results do not allow generalizations that may influence on the medical care for AMI in the territory; so further research is needed on the subject.

**Key words:** Myocardial infarction, Mortality, Geomagnetic activity, Solar activity, Cosmic radiation, Cuba

## INTRODUCCIÓN

La influencia en la salud humana de las variaciones meteorológicas, geofísicas y de la actividad solar, es un hecho bien conocido y discutido en la literatura científica, devenido en el desarrollo de la cosmobiología clínica<sup>1</sup>.

La tierra y el geoespacio son muy sensibles a los cambios en la actividad solar, y esta, a su vez, modula la actividad geomagnética y el influjo de los rayos cósmicos<sup>2</sup>. La actividad solar y la geomagnética se correlacionan directamente entre sí, pero entre estas y la actividad de rayos cósmicos la correlación existente es inversa<sup>3</sup>.

Considerar definitivamente la posibilidad de la influencia significativa de la actividad solar en el clima terrestre tomó varios años a la comunidad científica<sup>4</sup>; por su parte, la relación de la actividad solar y las condiciones en la magnetosfera planetaria, y su efecto en la salud humana, también es un tema polémico que permanece aún en fase incipiente de exploración a pesar de haber sido estudiado extensivamente desde finales del siglo pasado<sup>2,5</sup>.

La fisiología humana, en especial la del sistema cardiovascular no es inmune al efecto medioambiental. Se ha dilucidado que los desencadenantes externos de episodios cardiovasculares agudos poseen un papel tan importante en el desarrollo de estos como los conocidos factores clásicos de riesgo de larga data<sup>6</sup>. En este sentido, recientemente existe un aumento de las evidencias que relacionan los

efectos cardiovasculares de los fenómenos solares y geomagnéticos<sup>5</sup>.

La principal causa de muerte en Cuba son las enfermedades cardiovasculares, y entre ellas el infarto agudo de miocardio (IAM), que representan más del 25% de la mortalidad<sup>7</sup>. El análisis de la influencia del clima terrestre en estas enfermedades ha sido abordado en el país por otros autores<sup>8</sup>; a pesar de ello, las investigaciones sobre el influjo de parámetros cosmo físicos son escasas<sup>9-11</sup>.

Villa Clara fue la quinta provincia del país con mayor mortalidad por enfermedades del corazón en 2015<sup>7</sup>; por lo que sería útil identificar la posible influencia de la actividad cosmo física sobre este fenómeno en los últimos 14 años.

## MÉTODO

### Diseño y población

Se realizó un estudio observacional analítico que abarcó a todos los pacientes fallecidos por IAM en la provincia de Villa Clara durante 164 meses (desde enero 2001 hasta agosto de 2014). La población estuvo constituida por 7132 pacientes, de ellos 2262 mujeres y 4470 hombres.

### Ámbito de estudio

El área de estudio comprendió a la provincia Villa Clara, que se encuentra en la región central de Cuba, entre los 22°16', 23°09' de latitud norte y los 80°02',

80°25' de longitud oeste, y cubre una superficie de 8413,13 km<sup>2</sup>. Sus límites geográficos son el Océano Atlántico, al norte; la provincia Sancti Spíritus, al sur y este, y las provincias de Matanzas y Cienfuegos, al oeste<sup>12</sup>.

### Variables

El número de pacientes fallecidos por IAM (I21-I22) según meses, fue obtenido de la base de datos de mortalidad del Centro Provincial de Estadística de la Dirección Provincial de Salud de Villa Clara.

La actividad solar se evaluó mediante la media mensual de las variables: manchas solares (absolutas y suavizadas) y el flujo de radio solar con longitud de onda de 10,7 cm a 2800 MHz de frecuencia (absoluto y ajustado). La actividad geomagnética fue estudiada a través de la media mensual de los índices: Ap, Cp, Am y aa. Los valores fueron obtenidos de las bases de datos del *National Oceanic and Atmospheric Administration, Space Environment Center*<sup>13,14</sup>.

La actividad de rayos cósmicos fue valorada mediante el promedio mensual de la actividad de neutrones en la superficie terrestre (imp/min), datos que se obtuvieron del centro *Neutron Monitoring Data*, de la Universidad de Oulu, Finlandia<sup>15</sup>.

### Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron almacenados y procesa-

dos en el paquete estadístico SPSS, versión 21.0 para Windows. El análisis estadístico se realizó a través de la correlación de Pearson debido al cumplimiento del supuesto de normalidad de las variables del estudio. Se trabajó con una confiabilidad del 95 %. El gráfico se realizó en el programa Microsoft Excel 2013.

### Aspectos éticos

La investigación fue aprobada por el Comité de Ética de la Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara. Se obtuvo la aprobación de la Dirección Provincial de Salud Pública de Villa Clara para la utilización de la base de datos provincial de mortalidad. No se revelaron los datos de identidad de los pacientes implicados y la información se utilizó solo con fines investigativos.

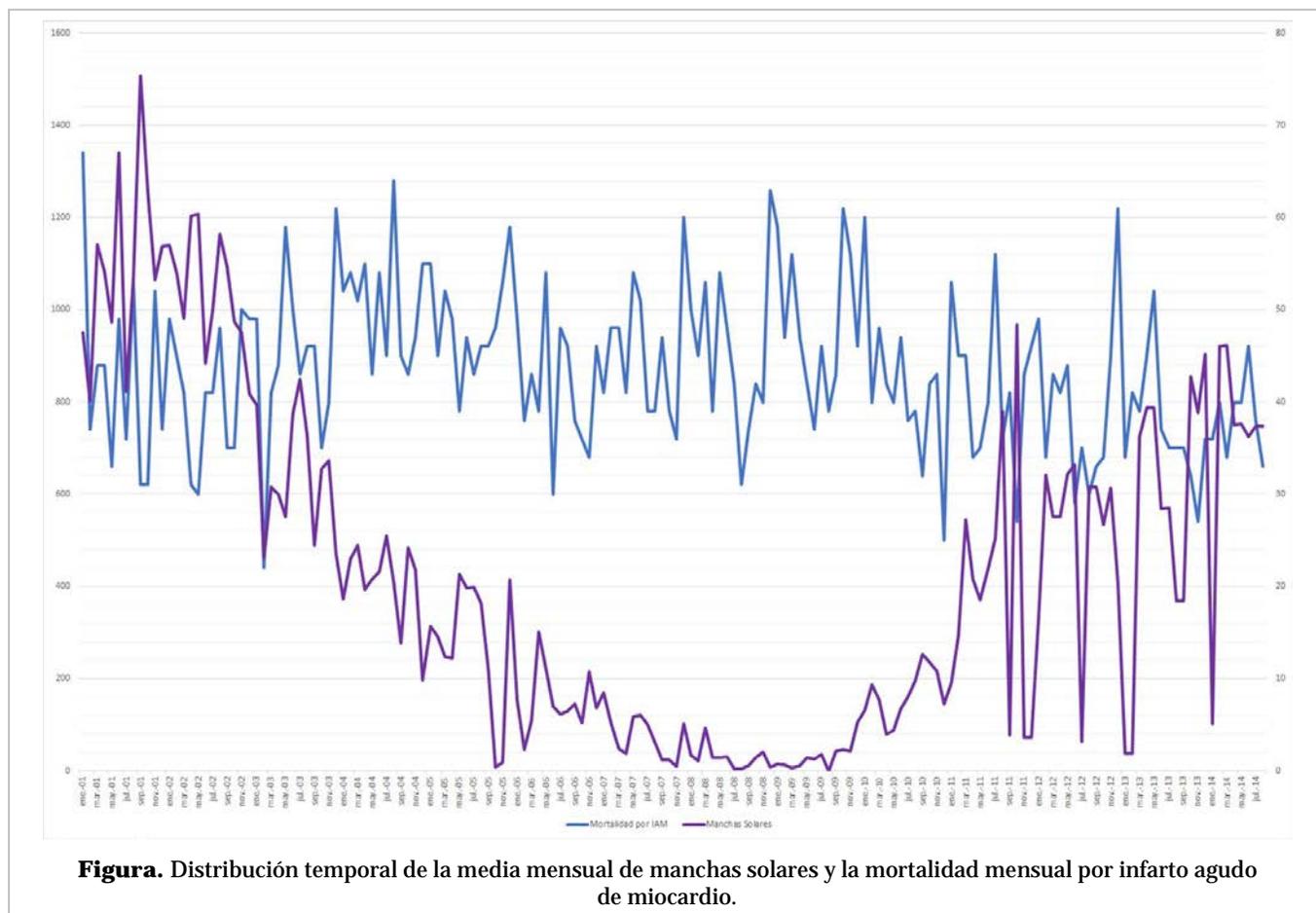
## RESULTADOS

De forma general, sin discernir sexo, la mortalidad mensual por IAM mostró correlaciones significativas, aunque débiles, con las variables solares. Resulta importante señalar, que estas fueron negativas, lo que quiere decir que a medida que disminuyeron los valores de las variables solares, aumentó la mortalidad por IAM y viceversa. Teniendo en cuenta el sexo, no hubo correlación con el femenino, mientras

**Tabla.** Relación de parámetros cosmo-físicos y la mortalidad mensual por infarto agudo de miocardio.

| Variables de la actividad cosmo-física   | Mortalidad     |                |                |
|--|----------------|----------------|----------------|
|  | Total          | Sexo Femenino  | Sexo Masculino |
| <b>Actividad solar</b>                   |                |                |                |
| - Manchas solares                        | -0,204 (0,009) | -0,099 (0,207) | -0,207 (0,008) |
| - Manchas solares suavizadas             | -0,210 (0,007) | -0,128 (0,102) | -0,193 (0,013) |
| - Flujo de radio solar 2800 MHz          | -0,200 (0,010) | -0,090 (0,250) | -0,208 (0,008) |
| - Flujo de radio solar ajustado 2800 MHz | -0,201 (0,010) | -0,097 (0,219) | -0,204 (0,009) |
| <b>Actividad geomagnética</b>            |                |                |                |
| - Ap                                     | 0,008 (0,919)  | 0,034 (0,668)  | -0,014 (0,858) |
| - Cp                                     | 0,040 (0,613)  | 0,074 (0,348)  | 0,000 (0,998)  |
| - Am                                     | 0,046 (0,559)  | 0,057 (0,469)  | 0,021 (0,791)  |
| - aa                                     | 0,043 (0,581)  | 0,051 (0,513)  | 0,021 (0,786)  |
| <b>Actividad de rayos cósmicos</b>       |                |                |                |
| - Actividad de rayos cósmicos (imp/min)  | 0,065 (0,407)  | 0,006 (0,936)  | 0,085 (0,280)  |

Los datos expresan correlación de Pearson (significación).



el masculino se correlacionó significativamente, aunque débil y negativo. Las variables geomagnéticas y de actividad de rayos cósmicos no presentaron correlación con la mortalidad por IAM (**Tabla**).

La **figura** muestra la relación inversa entre los valores extremos de la mortalidad mensual por IAM y las manchas solares.

## DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación apoyan las observaciones sobre la influencia de las condiciones climáticas espaciales en la mortalidad mensual por IAM. En varios estudios se ha apreciado correlación inversa entre la morbilidad y mortalidad mensual por causas cardiovasculares en relación con la actividad solar y geomagnética, mientras que la actividad de rayos cósmicos se ha correlacionado de manera directa<sup>3,16-20</sup>. Nuestros resultados indican una correlación inversa entre los fallecimientos mensua-

les por IAM en relación con la actividad solar; sin embargo, no se demostró correlación con la actividad geomagnética ni con la de rayos cósmicos.

En este sentido se plantea que la actividad geomagnética alta y las tormentas geomagnéticas son fenómenos relativamente raros<sup>21,22</sup>; en décadas pasadas, los días con estos eventos no sobrepasaron el 6%<sup>3,23</sup>. El ser humano vive la mayor parte del tiempo bajo actividad geomagnética en calma acompañada de alta actividad de rayos cósmicos<sup>14,15</sup>. Ello explica el hecho de que en el análisis mensual de estas variables durante años se evidencie una correlación inversa debido a la baja frecuencia en días por año de estos fenómenos.

La mortalidad por IAM aumenta en los días extremos de la actividad geomagnética (baja/alta) y solar. En el caso que nos ocupa, el hecho de que en los días de baja actividad solar y geomagnética esté acompañado de alta actividad de rayos cósmicos pudiese explicar los resultados del presente estudio. Stoupe<sup>24</sup> plantea que la mayor transformación de

neutrones en protones en el cuerpo humano, con alta afinidad por los tejidos grasos (placa de aterosclerosis), podría estar involucrada en los procesos de ruptura o fisura del aterosclerosis, preludio este del accidente aterotrombótico en las arterias coronarias y las alteraciones en la conducción eléctrica del corazón. El papel desempeñado por las arritmias cardíacas con peligro para la vida ha sido demostrado también por otros estudios y correlacionado directamente con la elevada actividad de rayos cósmicos e inversamente con la actividad solar y geomagnética<sup>25,26</sup>.

Solo dos estudios cubanos publicados recientemente tratan el tema. Rodríguez Taboada *et al.*<sup>10</sup> informan que fue significativamente mayor el ingreso de pacientes por IAM en el período de tormentas geomagnéticas; mientras que Montero Vega *et al.*<sup>11</sup> encontraron relación entre el incremento de la actividad geomagnética y la frecuencia de mortalidad por IAM. Si bien estos trabajos constituyen un precedente en el estudio de la cosmobiología clínica en Cuba, realizan un análisis diferente al nuestro en cuanto a las variables estudiadas, por lo cual no se pueden establecer comparaciones directas en cuanto a los resultados.

Esta investigación tiene como limitaciones el hecho de contar con una muestra relativamente pequeña por tratarse de experiencia de una sola provincia; sin embargo, aporta los primeros datos sobre la influencia de factores espaciales en la mortalidad mensual por IAM en pacientes cubanos. Son necesarias futuras investigaciones que involucren a una muestra mayor y cuenten con colaboración nacional e internacional, con el fin de obtener resultados más sólidos que ayuden al mejor entendimiento de un tema tan complejo.

## CONCLUSIONES

En los pacientes villaclareños, la mortalidad mensual por infarto de miocardio se relacionó inversamente con la actividad solar; sin embargo, estos resultados no permiten hacer generalizaciones que tengan impacto sobre la atención clínica a esta enfermedad en el territorio, por lo que son necesarias futuras investigaciones sobre el tema.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Stoupel E. Space weather and timing of cardiovascular events: Clinical cosmobiology. Saarbrücken (Alemania): Lambert Academic Publishing; 2012.
2. Babayev ES, Crosby NB, Obridko VN, Rycroft MJ. Potential effects of solar and geomagnetic variability on terrestrial biological systems. En: Maris G, Demetrescu C. Advances in solar and solar-terrestrial physics. Kerala (India): Research Signpost; 2012. p. 329-76.
3. Stoupel EG, Petrauskiene J, Kalediene R, Sauliune S, Abramson E, Shochat T. Space weather and human deaths distribution: 25 years' observation (Lithuania, 1989-2013). J Basic Clin Physiol Pharmacol. 2015;26(5):433-41.
4. Hoyt DV, Schatten KH. The role of the sun in climate change. New York: Oxford University Press; 1997.
5. Otsuka K, Cornelissen G, Halberg F. Chronoastrobiology. En: Chronomics and Continuous Ambulatory Blood Pressure Monitoring [Internet]. Tokyo: Springer Japan; 2016 [cited 15 Sep 2017]. p. 359-403. Disponible en: [http://link.springer.com/10.1007/978-4-431-54631-3\\_13](http://link.springer.com/10.1007/978-4-431-54631-3_13)
6. Shaposhnikov D, Revich B, Gurfinkel Y, Naumova E. The influence of meteorological and geomagnetic factors on acute myocardial infarction and brain stroke in Moscow, Russia. Int J Biometeorol. 2014;58(5):799-808.
7. Ministerio de Salud Pública. Anuario Estadístico de Salud 2015. La Habana: Dirección de Registros Médicos y Estadísticas en Salud; 2016.
8. Rivero A, Bolufé J, Ortiz PL, Rodríguez Y, Reyes MC. Influence of climate variability on acute myocardial infarction mortality in Havana, 2001-2012. MEDICC Rev. 2015;17(2):14-9.
9. Rivero VA. Clima y mortalidad por infarto agudo de miocardio en Cuba 2000-2005 [Tesis]. La Habana: Universidad de La Habana; 2008.
10. Rodríguez Taboada RE, Sierra Figueredo P, Sierra Figueredo S. Geomagnetic activity related to acute myocardial infarctions: Relationship in a reduced population and time interval. Geofis Int. 2004;43(2):265-9.
11. Montero Vega V, Montero Campello MJ, Sierra Figueredo P, Sierra Figueredo S, Frómata Jiménez de Castro E. Mortalidad por infarto agudo de miocardio y su relación con las tormentas solares y geomagnéticas en la provincia Guantánamo. Rev Cubana Cardiol Cir Cardiovasc [Internet]. 2014 [citado 22 Sep 2017];20(2):78-83. Disponible en:

- <http://www.revcardiologia.sld.cu/index.php/revcardiologia/article/view/516/628>
12. Oficina Nacional de Estadística e Información. Villa Clara [Internet]. Oficina Nacional de Estadísticas [citado 19 Sep 2017]. Disponible en: [http://www.onei.cu/publicaciones/provincias\\_masinf/villa%20clara.htm](http://www.onei.cu/publicaciones/provincias_masinf/villa%20clara.htm)
  13. National Centers for Environmental Information. Solar Indices Bulletin (monthly) [Internet]. National Geophysical Data Center, USA [citado 19 Sep 2017]. Disponible en: <https://www.ngdc.noaa.gov/metaview/page?xml=NOAA/NESDIS/NGDC/STP/Solar/iso/xml/solar-indices-bulletin.xml&view=getDataView&header=none>
  14. National Centers for Environmental Information. Geomagnetic Indices Bulletin (monthly) [Internet]. National Geophysical Data Center, USA [citado 19 Sep 2017]. Disponible en: <https://www.ngdc.noaa.gov/stp/geomag/geoib.html>
  15. Sodankyla Geophysical Observatory. Neutron Monitoring Data (daily, monthly, yearly) [Internet]. Finland: Oulu University [citado 22 Sep 2017]. Disponible en: <http://tvcomm.co.uk/g7izu/homepage/south-pole-neutron-monitor/>
  16. Stoupel E, Tamoshiunas A, Radishauskas R, Bernotiene G, Abramson E, Sulkes J, et al. Acute myocardial infarction (AMI) and intermediate coronary syndrome (ICS). *Health*. 2010;2(2):131-6.
  17. Stoupel E, Kalediene R, Petrauskiene J, Starkuviene S, Abramson E, Israelevich P, et al. Clinical cosmobiology: distribution of deaths during 180 months and cosmophysical activity. The Lithuanian study, 1990-2004. The role of cosmic rays. *Medicina (Kaunas)*. 2007;43(10):824-31.
  18. Stoupel E, Kalediene R, Petrauskiene J, Starkuviene S, Abramson E, Israelevich P, et al. Twenty years study of solar, geomagnetic, cosmic ray activity links with monthly deaths number (n-850304). *J Biomed Sci Eng*. 2011;4(6):426-34.
  19. Stoupel E, Kalediene R, Petrauskiene J, Domarkiene S, Radishauskas R, Abramson E, et al. Three kinds of cosmophysical activity: links to temporal distribution of deaths and occurrence of acute myocardial infarction. *Med Sci Monit*. 2004;10(2):CR80-84.
  20. Stoupel E, Kalediene R, Petrauskiene J, Starkuviene S, Abramson E, Israelevich P, et al. Monthly deaths number and concomitant environmental physical activity: 192 months observation (1990-2005). *Sun Geosph*. 2007;2(2):78-83.
  21. Stoupel E, Hod M, Shimshoni M, Friedman S, Ovardia J. Pregnancy induced hypertension in months with different cosmic activity. *Clin Exper Obst Gynec*. 1990;17:7-12.
  22. Stoupel E, Keret R, Assa S, Kaufman H, Shimshoni M, Laron Z. Secretion of growth hormone, prolactin and corticosteroids during different levels of geomagnetic activity. *Neuro Endocrinol Lett*. 1983;5:365-8.
  23. Stoupel E, Tamoshiunas A, Radishauskas R, Bernotiene G, Abramson E, Israelevich P. Acute myocardial infarction (AMI) (n-11026) on days of zero geomagnetic activity (GMA) and the following week: differences at months of maximal and minimal solar activity (SA) in solar cycles 23 and 24. *J Basic Clin Physiol Pharmacol*. 2012;23(1):5-9.
  24. Stoupel E. Considering space weather forces interaction on human health: The equilibrium paradigm in clinical cosmobiology - Is it equal? *J Basic Clin Physiol Pharmacol*. 2015;26(2):147-51.
  25. Ebrille E, Konecny T, Konecny D, Spacek R, Jones P, Ambroz P, et al. Correlation of geomagnetic activity with implantable cardioverter defibrillator shocks and antitachycardia pacing. *Mayo Clin Proc*. 2015;90(2):202-8.
  26. Stoupel E, Kusniec J, Golovchiner G, Abramson E, Kadmon U, Strasberg B. Association of time of occurrence of electrical heart storms with environmental physical activity. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2014;37(8):1067-70.