



PRIMEROS ESTUDIOS DE ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE CÁNCER Y ACTIVIDAD SOLAR

Virginia Feldman^{1,2,3}, Raquel Correa-Luna⁴, Hilda Méndez⁵, María Virginia Suaya Pons⁵, Pablo Federico Suaya Grezzi⁵, Pablo Núñez^{1,2,6}, Leda Sánchez Bettucci^{1,2*}

¹Area Geofísica-Geotectónica, Instituto de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de la República (leda@fcien.edu.uy)

²Observatorio Astronómico y Geofísico de Aiguá.

³Instituto de Física, Facultad Ingeniería, Universidad de la República.

⁴Area Bioestadística, Departamento de Bioestadística e Informática, Facultad de Veterinaria.

⁵Facultad de Medicina, Universidad de la República.

⁶Instituto de Física, Facultad Ciencias, Universidad de la República.

Resumen

El efecto de la radiación sobre organismos vivos puede causar daños cromosómicos, cáncer y otras afecciones. La relación estrecha entre la vida y la actividad solar hace que se intente cuantificar los efectos de la actividad heliogeomagnética.

El posible vínculo entre casos de cáncer al momento de la detección y el número de manchas solares es analizado de forma exploratoria y descriptiva mostrando una relación inversa con una tendencia a la disminución de casos al aumentar el número de manchas solares.

Abstract

Radiation can cause chromosome damage in living organisms, as well as cancer and other afflictions. There is a close relationship between life and solar activity that translates into the need to quantify the effects of heliogeomagnetic activity.

The possibility of a relationship between cancer cases at the time of detection and the number of sunspots is analyzed by exploring and describing an inverse relationship: as sunspots increase in number, cancer cases decrease.

Introducción

La exposición a bajos niveles de radiación ionizante, a corto y largo plazo, puede generar riesgo de cáncer. Existen numerosos artículos donde se considera dicho riesgo asociado a la aviación en vuelos de alta altura (Krain 1991).

Es sabido que las partículas energéticas que proyecta el Sol en una tormenta solar incitan a perturbaciones en el campo magnético de la Tierra. Una tormenta de radiación solar es la perturbación de la ionosfera y de los objetos ubicados entre el Sol y la Tierra, producida por el viento solar, tras un evento de actividad solar que genera protones de energía superior a 10 MeV. Los protones solares con energías superiores a 30 MeV son los más peligrosos, pudiendo llegar a los GeV. Las llamaradas solares y las eyecciones de masa coronal provocan una enorme onda de choque magnetohidrodinámica que empuja a las partículas solares energéticas (SPE, *Solar Energetic Particles*), incorporándolas al viento solar a altísimas velocidades, cercanas a la velocidad de la luz y haciendo de este modo que puedan alcanzar a la Tierra en poco tiempo. Las tormentas de radiación solar suelen tardar en llegar a la Tierra entre 15' a varias horas y pueden tener una duración de varios días. Provocan incrementos anómalos en la absorción de las ondas de radio de la banda de HF en las zonas polares, fenómeno conocido con el nombre de PCA (*Polar Cap Absorption*). Los protones energizados pueden alcanzar a la Tierra dentro de los 30' posteriores a un destello solar



importante. Durante este tipo de evento, la superficie terrestre es bañada por partículas solares energizadas (primordialmente protones) emanadas del lugar del destello.

La atmósfera y la magnetosfera de la Tierra nos proveen del resguardo adecuado en la superficie. Algunas de estas partículas se mueven en espiral por las líneas de campo magnético de la Tierra, penetrando en las altas capas de la atmósfera donde se produce una ionización adicional y pueden producir un aumento significativo en la cantidad de radiación ambiental. De uno a cuatro días de la ocurrencia de un destello o de una prominencia eruptiva, una nube más lenta de materia llega a la superficie de la Tierra, impactando contra la magnetosfera dando lugar a una tormenta geomagnética. Los destellos solares intensos dispersan partículas altamente cargadas que logran ser tan peligrosas para los humanos como las explosiones nucleares.

La penetración de partículas de alta energía en células vivas, medida en dosis de radiación, causa daños a los cromosomas y, genera potencialmente, cáncer.

La existencia de un vínculo entre la vida y el Sol nos lleva a intentar cuantificar los efectos de la actividad heliogeomagnética sobre nuestra salud. Los estudios enmarcados en este tipo de problemáticas se conocen como estudios heliobiogeomagnéticos, heliobiológicos o heliogeobiológicos. (Mendoza y Sánchez de la Peña, 2009).

Importancia del estudio para la región

Un estudio realizado por Lafon y Ronco (2002) señala que la incidencia total de cáncer es de 4 casos por 1.000 al año para toda la población en Uruguay. Asimismo, sugieren que la zona costera y central de Montevideo presenta mayor incidencia de cáncer de mama (CaMa), próstata, colon y recto, tumores que son los más frecuentes en países desarrollados. Por otro lado, estos autores proponen que en la zona rural éstos presentan menor incidencia. Aunque no analizan en profundidad dicha diferencia sugieren, por un lado, factores ambientales diferentes, mayor control médico, incidencia de los rayos Solares (sic), aplicación de productos a las cosechas, emisión de gases tóxicos industriales, plumbemia, entre otros.

La incidencia del CaMa va en aumento en todos los países del mundo. Según la regionalización de IARC (International Agency for Research on Cancer), la tasa más alta en 2002 procede de Sudamérica con 46, seguida por El Caribe con 32.9 y Centroamérica con 25.9 por 100 000 mujeres. La tasa más baja se registró en Haití con 4.4 casos por 100 000 mujeres, lo cual contrasta con los países del cono sur donde la incidencia es de 75 y 83 por 100 000 mujeres en Argentina y Uruguay respectivamente, que son similares a las observadas en Estados Unidos y Canadá (Lozano-Ascencio et al., 2009). Asimismo, estos autores sugieren en su estudio que existe un incremento en la incidencia y mortalidad en las mujeres de la región.

En Uruguay, el cáncer de mama es la forma más frecuente de esta enfermedad en la mujer. Además de los factores ambientales, genéticos, entre otros, se considera relevante el análisis de condiciones especiales tales como la influencia de una notoria baja intensidad magnética en la región, conocida como Anomalía Magnética del Atlántico Sur. Esta es una zona más vulnerable a los cambios en la actividad solar.

El objetivo del presente trabajo es describir la posible asociación entre la detección de neoplasias y la actividad solar (medida como número de manchas solares) a efectos de, iniciar, a partir del aporte multidisciplinario, estudios heliobiogeomagnéticos.

Metodología

Se realizó un análisis de la relación entre casos de cáncer de mama, útero (y otros) y el número de manchas solares, al momento de detección del cáncer. Esto suponiendo que si existiese una relación entre ambos fenómenos, debería existir un desfase entre máximos (o mínimos) de actividad solar y fecha de detección.



También se estudió si existe relación entre la cantidad de pacientes que desarrollaron cáncer para una misma fecha de nacimiento y la actividad solar durante dicho año (representada por la cantidad de manchas solares promedio en el año)

Se analizó una población de 1628 mujeres, de la cual se estudió sólo los casos en los que se detectó cáncer. La muestra constó de 124 mujeres con neoplasias ginecológicas (mayoritariamente de mama y cuello uterino), detectadas en un período de 60 años.

Los promedios anuales de manchas solares se obtuvieron de <http://www.swpc.noaa.gov/>.

El análisis estadístico realizado fue de carácter exploratorio y descriptivo, no se pretendió, en esta primera etapa, generar funciones predictivas ni explicativas.

En todos los análisis se trabajó a un nivel de significación del 5%.

Resultados

El análisis exploratorio entre el número de casos de cáncer detectados y el número de manchas solares, sin diferenciar tipo de cáncer, mostró una relación inversa con una tendencia a la disminución de casos al aumentar el número de manchas (Figura 1). Esto se ajustó bien a un modelo logarítmico ($p = 0,02$) del tipo $y = a + b \ln X$.

Al encontrarse una correlación, aunque baja, se debería estudiar el posible desfase entre ambas variables.

En el modelo linealizado, el coeficiente de correlación fue de $-0,447$ ($p = 0,01$) y el R^2 (ajustado para grados de libertad -gl.-) = 16,6017%

Si bien el coeficiente de correlación muestra una asociación baja aunque significativa, el coeficiente de determinación R^2 (ajustado según gl) es bajo, lo que implica que solamente el 16% de la variación total es explicada por el modelo. De dichos resultados se desprende que para obtener algo más concreto se necesita de una muestra mucho mayor, y quizás diferenciando tipo de cáncer.

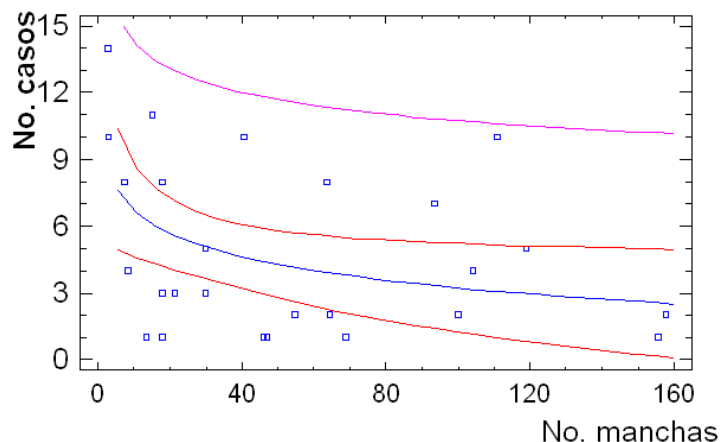


Figura 1. Diagrama de dispersión del número de casos en función del número de manchas solares.

Por otro lado, se graficaron los ciclos solares (número de manchas) y número de pacientes con cáncer en función de la fecha de nacimiento (Figura 2), siguiendo el criterio propuesto por (Melnikov, 2010), quien sugiere existe una relación entre la fecha de nacimiento y los máximos o mínimos de actividad solar, pudiendo influir durante la gestación del embrión y dando lugar a una mayor probabilidad de desarrollo de neoplasias en la edad adulta.

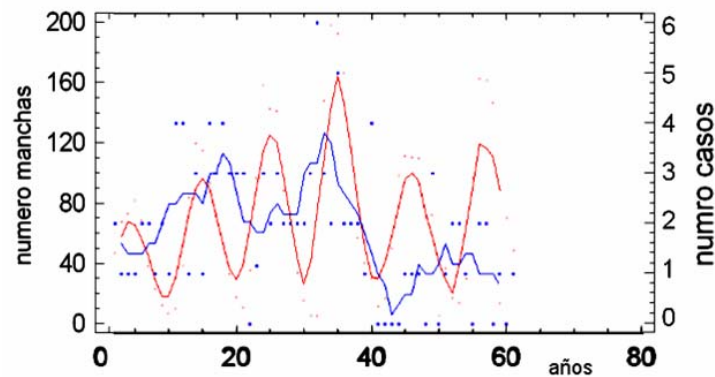


Figura 2 Gráfico de ciclos solares (curva suavizada en color rojo) y número de casos (curva suavizada en color azul) en función de años de nacimiento.

El estudio se realizó por el procedimiento de métodos descriptivos en una serie temporal. El intervalo de muestreo (intervalo entre observaciones sucesivas) es de un año. En las dos series de datos se hizo un suavizado de medias móviles simples, de 5 términos (cada 5 años), no encontrándose tendencias, ni patrón que se repita.

Para el estudio de la existencia de un desfase se requerirían muestras más grandes y posiblemente más años de relevamiento de casos

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos del análisis estadístico, se desprende que es necesario incrementar el tamaño de las muestras, en al menos dos órdenes de magnitud, para tener estimaciones más confiables.

Referencias

Krain, L.S. 1991. Aviation, High Altitude, Cumulative Radiation Exposure and their Associations with Cancer. Medical Hypotheses 34: 33-40.

Lafon, L., Ronco, A. 2002. Análisis de la distribución geográfica del cáncer en Montevideo . Revista Médica del Uruguay; 18: 36-47

Lozano-Ascencio R, Gómez-Dantés H, Lewis S, Torres-Sánchez L, López-Carrillo L. 2009. Tendencias del cáncer de mama en América Latina y El Caribe. Salud pública de México / vol. 51, suplemento 2:S147-S156.

Melnikov V. N., 2010, Heliogeophysical factors at time of death determine lifespan for people who die of cardiovascular diseases. Advances in Space Research, 46: 787-796.

Mendoza B., Sánchez de la Peña S. 2009. Solar activity and human health at middle and low geomagnetic latitudes in Central America. Advances in Space Research, 46: 449-459.

Montevideo: Comisión Honoraria de Lucha contra el Cáncer, 2003.
http://www.urucan.org.uy/uilayer/ve/factores_riesgo/factores_riesgo_17.pdf