

Actividad solar y hospitalizaciones por episodios depresivos en Chile

Solar Activity and hospitalizations for depressive episodes in Chile

Fernando Ivanovic-Zuvic R.¹ y Juana Villarroel G.¹

Introduction: This paper presents the relations between solar activity and the incidence of hospitalizations for depressive disorder found in the register of the Ministry of Health of Chile, where all the hospital discharges from 2001 to 2008 are kept. Solar activity is represented by the Wolf number, with the formula $R = K (10g+f)$, where g refers to the group of sunspots and f is the total number of sunspots. **Method:** The databases of the Ministry of Health show all the hospital discharges, whether for psychiatric causes or other diagnoses, including data from public as well as private hospitals. For the sample analysis, two cases diagnosed as depressive disorder according to the classification CIE 10, ranging from F320 to F339, both included, were selected. The correlation between annual incidence of hospitalizations for depression and the average of the Wolf number for that particular year between the period spanning from 2001 to 2008, both included, which corresponds to approximately half of a solar cycle of 16 years. **Results:** Less intensity of solar activity correlates to a higher frequency of hospitalizations for depression in Chile. **Conclusions:** Depressive disorders have a significant inverse correlation to solar activity.

Key words: Solar activity; wolf number; depression.
Rev Chil Neuro-Psiquiat 2019; 57 (3): 254-263

Introducción

Diversos trastornos mentales han sido vinculados con el influjo de los astros sobre el ser humano. Los más estudiados han sido las enfermedades anímicas. Un grupo de estos cuadros, los trastornos afectivos estacionales, han sido correlacionados con variables tales como la latitud geográfica, el tiempo de aclimatación en desplazamientos

migratorios o viajes, las características étnicas y genéticas, las estaciones del año. La mayoría de estas investigaciones sugieren que un porcentaje de los sujetos con enfermedad unipolar como bipolar estarían vinculados con los ritmos estacionales¹.

Variaciones estacionales se han atribuido también a diversos trastornos psiquiátricos tales como los alimentarios, ansiosos, obsesivo-compulsivo, disfórico premenstrual y otros, como el alcohó-

Recibido: 07/04/2019

Aceptado: 11/04/2019

Los autores no presentan ningún tipo de conflicto de interés.

¹ Clínica Psiquiátrica Universitaria, Facultad de Medicina, Hospital Clínico, Universidad de Chile.

lismo². Aunque se ha señalado que la bulimia es más frecuente durante el invierno, se observa que dichos pacientes poseen habitualmente comorbilidad con los trastornos anímicos³. De los estudios efectuados en esta área, son los trastornos afectivos los que más frecuentemente se relacionan con los ritmos estacionales.

Se ha señalado que los portadores del trastorno afectivo estacional (SAD) de invierno poseen como características clínicas síntomas depresivos atípicos⁴. El curso de la enfermedad se caracteriza por episodios depresivos recurrentes durante el invierno, que tienden a desaparecer en el verano, lo que se explicaría por la menor cantidad de luz diaria en invierno. Esto ha sido avalado por estudios que encuentran una mayor cantidad de depresiones en localidades ubicadas en latitudes más cercanas al Norte, donde el factor común es recibir escasa luz^{1,5,6}. Se ha mencionado que depresiones bipolares que cursan con mayor cantidad de luz, registran estadías hospitalarias más cortas⁷.

En un estudio efectuado en seis ciudades japonesas, desde la latitud 32 a la 43 Norte, mostró correlaciones entre los trastornos del ánimo y esta variable⁸. Sin embargo, en el mismo Japón se observó que la cantidad de horas de luz solar diaria durante el invierno es un predictor más influyente en la aparición de SAD que la latitud⁹. Otros autores no encuentran asociaciones entre latitud y prevalencia de SAD, siendo éstos atribuidos a factores como la vulnerabilidad genética y el contexto sociocultural^{10,11}. Se ha sugerido una mayor vulnerabilidad genética a los SAD en gemelos y en parientes cercanos¹².

Es conocido el efecto de la fototerapia como tratamiento efectivo para los cuadros depresivos, tanto en SAD como en aquellos que no siguen este patrón¹³. La respuesta a la fototerapia es superior mientras mayor es la cantidad de luz aplicada¹⁴. Siguiendo las consideraciones técnicas y de uso habitual, no provoca efectos laterales nocivos sobre la retina y el ojo¹⁵. Se ha mencionado que la melatonina, hormona secretada por la glándula pineal especialmente durante la noche, sería un factor relevante¹⁶. La fototerapia influye sobre la supresión de ésta dependiendo de la cantidad de

luz blanca brillante aplicada medida a través de unidades lux, modificando los patrones circadianos humanos efecto que ocurre tanto en sujetos deprimidos como en adultos normales, alterando en forma persistente los marcapasos circadianos y el patrón del sueño, influyendo en los niveles de melatonina plasmática, de prolactina y cortisol¹⁷⁻²⁶. Sin embargo, los trastornos afectivos no necesariamente se acompañan de variaciones en los niveles de melatonina, aunque la fototerapia que reduce los niveles de ésta posee efectos terapéuticos en los desórdenes afectivos²⁷.

Diversos fármacos han demostrado utilidad en SAD, tales como los SSRI, reboxetina y mirtazapina, siendo principalmente estudiada la sertralina en diseños controlados con placebo, presentando una mayor acción clínica que los tricíclicos y tetracíclicos²⁸. De este modo, tanto el sistema serotoninérgico como las catecolaminas estarían involucrados en los trastornos afectivos estacionales²⁹⁻³¹.

La actividad energética del sol parece ser otra variable correlacionada con la aparición de enfermedades afectivas. Ya en 1610 Galileo Galilei observó manchas solares desde un telescopio, aunque astrónomos chinos las reconocieron y registraron al menos un milenio antes. Estas manchas poseen una variación periódica a lo largo del tiempo. Dichas fases fueron comprobadas por Heinrich Schabe en 1843. Desde 1849 se vienen efectuando mediciones de estas manchas, las que fueron sistematizadas por Wolf, quien detectó un alza y disminución de ellas en períodos regulares de 11 años, lo que se denominó “ciclo solar”, que se repite en forma constante. Las manchas están directamente asociadas a la actividad energética solar, siendo ésta mayor en la medida que hay una mayor cantidad de manchas en la superficie del sol³².

Diversos hechos se han observado relacionados con la periodicidad de la actividad solar representada por las manchas solares, tales como modificaciones en la temperatura terráquea, las variaciones en precipitaciones, la calidad de los vinos en determinadas zonas, la abundancia de cosechas, los cambios electro coloidales en la sangre y el crecimiento de cultivos bacteriológicos. Un interesante hallazgo son las observaciones

en los anillos de crecimiento de los árboles que indican la edad de estos vegetales, lo que se aprecia al efectuar un corte transversal del tronco, mostrando una mayor extensión en sus anillos los años de máxima actividad solar, atribuyéndose este fenómeno a las manchas solares, presentando oscilaciones en períodos de 11 años³⁶. Los ejemplos recién señalados muestran relación entre los ciclos solares y parámetros biológicos muy diversos, cuyos ritmos naturales tendrían relación con la actividad solar³³.

Hasta la fecha, sólo se han considerado la influencia de la luz solar y de condiciones climáticas sobre algunos cuadros psiquiátricos, sin prestar atención a la influencia de la actividad solar misma sobre el ser humano. En un reporte previo se correlacionó la actividad solar con la aparición de trastornos afectivos durante un ciclo solar completo (11 años)³⁴ y en un segundo informe se correlacionaron estas variables para un período mayor de 16 años, encontrándose que los desórdenes depresivos poseen una correlación inversa con la actividad solar, mientras que las manías se vincularon en forma directa con la energía proveniente del Sol³⁵.

Material y Método

Con el objetivo de estudiar la relación entre la energía solar y la frecuencia de hospitalizaciones de episodios depresivos, se revisaron los registros MINSAL (Ministerio de Salud) correspondientes a las internaciones por episodios depresivos (CIE10 F32.0 a F33.9), en todos los establecimientos públicos y privados de Chile durante el período 2001-2008. Se registró, por un lado, la intensidad de la actividad solar mensual por medio de las manchas solares (*sunspot number*) según los datos publica-

dos por *IPS Radio and Space Services, Australian Government* (www.ips.gov.au) con los 52.731 casos identificados.

El número de Wolf varía diariamente y está dado por la fórmula $R = K(10g+f)$, donde “K” es una constante que depende del observador, “g”, el número de grupos de manchas solares y “P”, el número total de manchas. Para los efectos del estudio, se consideró en número de Wolf promedio para los meses mencionados³².

Resultados

Características de la muestra

Se accedió a las bases de datos del Ministerio de Salud del Gobierno de Chile (Minsal), donde se registran todos los egresos hospitalarios, tanto de causa psiquiátrica como por otros diagnósticos, que contiene los datos de edad, sexo, previsión, lugar de hospitalización, días de estadía y diagnóstico de alta. Estas bases incluyen tanto las hospitalizaciones en hospitales públicos como también en centros privados, pues es obligación de los proveedores sanitarios declarar estos registros al Minsal. Se accede a los registros de los años 2001 a 2008. Las características de los pacientes registrados se muestran en la Tabla 1.

Para el análisis muestral se seleccionaron los casos que tienen como diagnóstico primario o secundario algún episodio depresivo. La base de datos no permite determinar si el episodio evaluado es el primer episodio del paciente o constituye una recurrencia. Por otra parte, se pesquisarón dificultades metodológicas para identificar apropiadamente a los pacientes con diagnóstico de depresión en el contexto de un trastorno bipolar, por lo que se decidió analizar exclusivamente los diagnósticos CIE 10 desde F320 hasta F339, ambos

Tabla 1. Características de los sujetos estudiados

Demographics	Total	Female	Men
Number of patients (%)	52.731	38.939 (73,8)	13.792 (26,2)
Age Mean Years (St dev)	38,1 (15,7)	38,2 (15,6)	37,8 (16,2)

incluidos, las frecuencias de los diagnósticos CIE 10 según año se desglosan en Tabla 2.

En la Tabla 3 se muestra el número de pacientes ingresados según el año. No se encuentra diferen-

cias significativas entre las variables demográficas según año.

Análisis de la muestra

Se correlacionó el número de hospitalizaciones por depresiones con el número de Wolf, encontrándose correlación negativa. Es decir, a mayor número de Wolf, existe menos frecuencia de depresiones (Figura 1).

Se realizó un análisis de regresión lineal considerando el número de hospitalizaciones mensuales

Tabla 2. Número de casos según diagnóstico CIE 10

CIE 10 Diagnoses	Cases count	%
F320	2.304	4,4
F321	1.590	3
F322	11.908	22,6
F323	3.426	6,5
F328	545	1
F329	28.862	54,7
F330	292	0,6
F331	308	0,6
F332	1.360	2,6
F333	552	1
F334	213	0,4
F338	73	0,1
F339	1.298	2,5
Total	52.731	100

Tabla 3. Sujetos hospitalizados según año de estudio

Year	Cases Count	%
2001	5.037	9,6
2002	5.887	11,2
2003	6.308	12
2004	6.709	12,7
2005	6.113	11,6
2006	7.520	14,3
2007	8.060	15,3
2008	7.097	13,5

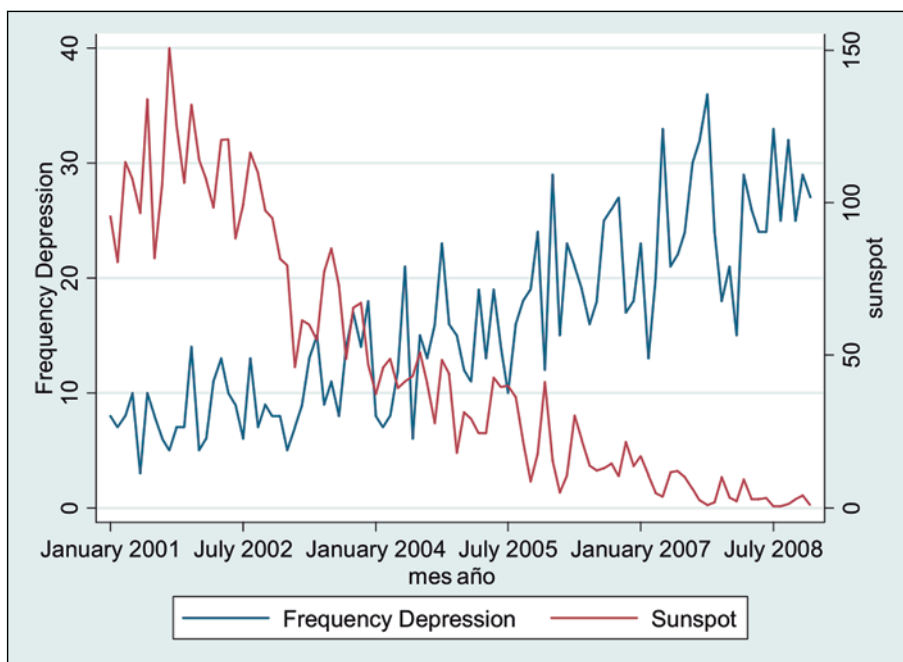


Figura 1. Frecuencia de casos de depresión con respecto No de Wolf.

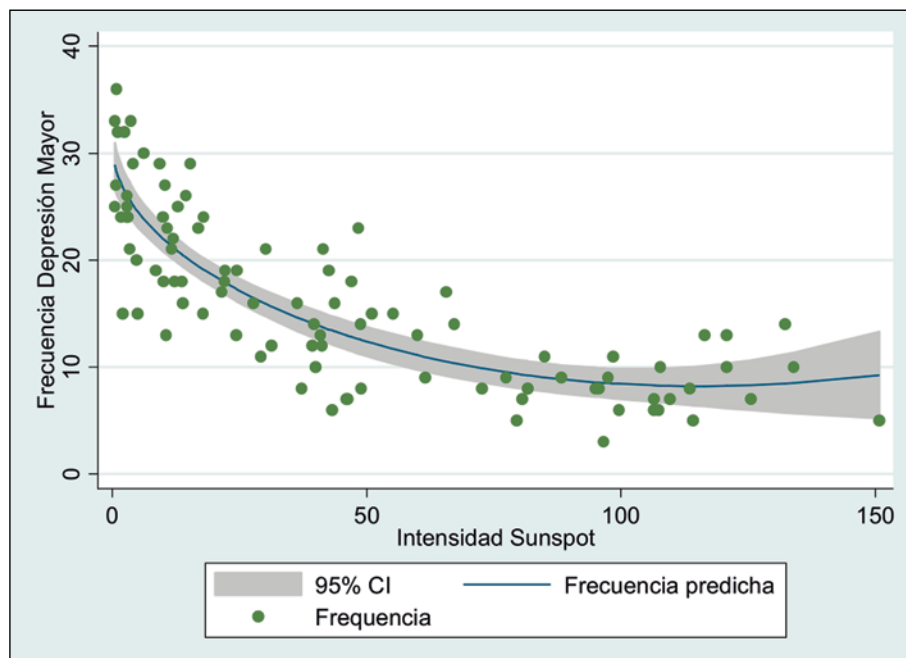


Figura 2. Regresión lineal entre No de Wolf y frecuencia de casos de depresión.

por episodio depresivo como variable dependiente y la intensidad de la actividad solar mensual como variable independiente, encontrándose una significativa correlación negativa para el modelo propuesto ($F 72,57$; $p 0,000$; $Beta -0,66$). Es decir, que en la medida que la actividad solar disminuye en 1 punto, el número de casos aumenta en 0,66. (Figura 2).

Se desprende que una menor intensidad de la actividad solar se correlaciona con una mayor frecuencia de hospitalizaciones por depresión en Chile.

Discusión

Algunas consideraciones se pueden efectuar acerca de la actividad solar. El número de Wolf representa un índice de la energía liberada por el sol hacia la Tierra. La actividad solar comprende no sólo la cantidad de luz visible que llega a la Tierra en un momento dado, sino también la energía contenida en los rayos gama, rayos x, luz ultravioleta, siendo estos últimos los principales responsables de la energía solar, que en último término es lo que indica el número de Wolf. La luz visible sólo es una

fracción ínfima del campo de las radiaciones electromagnéticas solares. El espectro visible de la luz está limitado por la zona infrarroja que posee una mayor longitud de onda y por la luz ultravioleta, seguida de los rayos x y rayos gama de aun menor longitud de onda³⁶.

El comportamiento de las manchas solares no es uniforme, sino que, por el contrario, su presencia y actividad varía diariamente, por meses y años, adquiriendo diversas dimensiones y que, en oportunidades, se pueden observar a simple vista en el disco solar.

La mancha solar corresponde a una depresión del sol de cientos de kilómetros bajo su superficie general visible. Su centro posee una temperatura de 3.900 grados Kelvin comparada con los 5.600 grados Kelvin del resto de la superficie solar³⁷. La superficie de las manchas alcanza diámetros de hasta 50.000 km a 90.000 km (siete veces el diámetro de la Tierra)³². La temperatura relativa al interior de las manchas representa zonas más frías y, por lo tanto, irradian menor cantidad de luz³³. De este modo, a medida que aumentan las manchas solares, se observa una menor cantidad de luz en la forma de fotones procedentes de dicha

zona, pero simultáneamente se aprecia un aumento de la actividad magnética solar y de la energía propiamente tal.

Las manchas solares están rodeadas a su vez por zonas brillantes denominadas fáculas, las que están separadas entre sí por una región de penumbra. Éstas son relieves que sobresalen de la superficie solar y que son más brillantes que la fotosfera, estando constituidas por enormes nubes luminosas que dan lugar a erupciones cromosféricas o fulgares. Estas fáculas poseen una zona central caliente y liberan energía en forma de luz, lo que se puede observar a simple vista particularmente en los bordes del sol, ya que la luminosidad de la fotosfera disminuye en dichas zonas. Luego de una intensa actividad, se reducen hasta desaparecer, por lo que en un intervalo de 11 años se encuentran tanto variaciones del área total de las manchas como de las fáculas³².

El aumento y disminución periódica de las manchas solares se acompaña de una consecuente variación de las fáculas, pues, en la medida que aumentan las manchas, aparecen zonas brillantes en los bordes de éstas, por lo que la disminución de la cantidad de luz proveniente de las manchas se vincula simultáneamente con una mayor cantidad de luz proveniente de las fáculas.

La luminosidad total del sol es consecuencia tanto de la irradiación que surge de la fotosfera como también de las fáculas. El desplazamiento del eje de la Tierra en torno al sol determina la luminosidad recibida por este planeta, lo que a su vez determinará la temperatura y los cambios climáticos de éste.

En otras palabras, al aumentar el número de manchas existe una ligera menor proporción de luz visible proveniente de estas zonas menos brillantes de la superficie solar, debido a su menor temperatura. Sin embargo, tanto el magnetismo como la energía solar aumentan representado por los rayos ultravioletas, rayos x y rayos gama que son elementos no visibles altamente energéticos del espectro solar en la medida que representan emisiones solares de menor longitud de onda. La luz ultravioleta podría jugar un rol de relevancia, pues esta zona del espectro solar contiene mayor energía no visible, pero aumentada en su intensi-

dad en la medida que existe una mayor frecuencia de manchas solares.

El presente trabajo estudió la actividad solar medida por el número de Wolf, que señala la cantidad de manchas, lo que incluye también, pero en forma indirecta, la presencia de fáculas que emiten energía luminosa, cuya aparición sigue un patrón semejante a las manchas solares.

Las limitaciones del estudio se derivan de la aplicación de los criterios diagnóstico del MINSAL que reconoce los casos de depresión ya señalados. No se incluyen casos de bipolaridad pues este es un estudio transversal incluyendo las depresiones para los años incorporados sin un seguimiento posterior para observar la evolución de estos sujetos en cuanto a un eventual episodio maníaco o hipomaníaco. Se incluyen los resultados encontrados durante los años 2001 y 2008, que corresponden solo a una parte del ciclo solar. Estudios con mayor número de años pueden mostrar resultados con ciclos solares completos. Además, conclusiones definitivas podrían lograrse en la medida que los hallazgos aquí expuestos se observen en otros lugares de la Tierra, en latitudes diferentes o en distintos continentes del globo terráqueo.

Tomando en consideración estas limitaciones del presente estudio, algunas consideraciones se pueden efectuar acerca del vínculo entre la actividad solar y la incidencia de trastornos anímicos.

Se podrían plantear algunas hipótesis respecto a estos resultados. Parte de la energía solar llega a la Tierra en forma de luz, pero además existen las formas de emisión de actividad solar de menor longitud de onda ya mencionadas. Ambos fenómenos ocurren en forma concomitante durante un ciclo solar, por lo que sería la energía total liberada por el sol la que puede estar relacionada con la menor incidencia de depresiones en años de menor actividad solar.

Se ha señalado a la exposición de luz solar diaria como un factor patogénico en las depresiones estacionales²⁹. Por otro lado, la fototerapia posee un reconocido efecto sobre algunas depresiones, pues alarga el fotoperíodo³⁸⁻⁴⁰, la que aplicada especialmente durante las mañanas induce un efecto antidepresivo sobre los sistemas circadianos

endógenos en los trastornos afectivos estacionales, cuadros en los que se ha efectuado la mayoría de las investigaciones acerca de las variaciones del comportamiento humano dependiente de los relojes biológicos⁴¹.

La respuesta clínica a la fototerapia incluye tanto a sujetos que experimentan un patrón estacional de los síntomas, como también a aquellos que no lo hacen, afirmándose que su acción terapéutica estaría ligada a la intensidad de fotones que impactan la retina, pues el ojo humano está capacitado para percibir sólo un rango del espectro solar, en este caso, fotones emitidos por una fuente luminosa. Estos hechos se podrían analogar a la mayor actividad de las fúculas que acompañan el surgimiento de las manchas solares.

Se ha postulado también que la retina varía en su capacidad adaptativa perceptiva a la luz durante los meses de invierno en sujetos con depresiones estacionales, factor que podría sumarse a la menor cantidad de luz brillante durante esa estación del año, factores que alteran la transmisión serotoninérgica en el SNC⁴².

La unidad de medida de la luz en la fototerapia es el lux, que representa la brillantez con que el ojo humano percibe la luz, la que está conformada por las longitudes de onda expresadas en las diversas tonalidades de colores que contiene la fuente luminosa. Algunos estudios mencionan que la luz blanca es superior a la luz azul o roja⁴³. Otros muestran que la luz verde posee un efecto terapéutico mayor que la luz roja, puesto que la rodopsina contenida en el ojo puede absorber en mejor forma la luz verde y modificar los niveles de melatonina, lo que estaría vinculado con la respuesta antidepressiva mediada por la rodopsina^{44,45}.

La luz ultravioleta podría tener efectos antidepressivos, pero su uso no es viable por los riesgos de provocar cáncer a la piel o cataratas oculares⁴⁶. La luz infrarroja también se ha utilizado en el tratamiento de la depresión estacional, pero no está demostrada su superioridad con respecto a la luz blanca⁴⁷.

Sistemas no visuales se han postulado en la modificación de los ritmos circadianos en roedores y presumiblemente en humanos^{48,49}. La aplicación

extraocular de luz modifica los patrones de fase en los ritmos circadianos, afectando los niveles de melatonina y la temperatura corporal. Estos hechos no se observan al aplicar placebos en vez de luz brillante en zonas corporales no oculares, lo que permite inducir que las especies vertebradas, incluyendo a los humanos, poseerían algún tipo de receptor extraocular a la luz, o bien, que ésta provoca modificaciones en los relojes biológicos, además, de los receptores contenidos en la retina⁵⁰. Modificaciones en los relojes biológicos se han observado mediante la aplicación de una fuente luminosa aún en sujetos durmiendo⁵¹.

El lugar de acción de la melatonina es objeto de debate, pues en ratas la administración de melatonina modifica los ritmos circadianos⁵², postulándose que ésta afectaría el núcleo supraquiasmático tanto en éstas como en humanos, dando paso a efectos sincronizadores o de asincronía en estas zonas⁵³. En forma semejante, estas áreas podrían vincularse con las modificaciones provocadas por la energía solar sobre el ser humano, las que podrían actuar como receptores de la energía liberada por el Sol.

De este modo, se puede postular la existencia de otros lugares como fuentes receptoras de la energía solar además del ojo humano, de los cuales hasta el momento sólo se ha mencionado a la luz blanca sobre la retina como capaz de provocar efectos antidepressivos, quedando por dilucidar si el SNC posee otros mecanismos que podrían ser responsables de los eventuales cambios moleculares provenientes de la energía liberada por el sol bajo las formas de rayos ultravioletas, gama y rayos X, y de este modo influir en los ritmos circadianos. Según los hallazgos del presente estudio, además de la participación de los fotones del espectro visible, se agrega la variable energía solar, ambos fenómenos concomitantes, los que jugarían un rol en la mayor o menor incidencia anual de depresiones.

Conclusiones

Se observa una relación entre la energía solar y la frecuencia de hospitalizaciones por episodios

depresivos según los registros MINSAL durante el período 2001-2008. A mayor intensidad de la actividad solar mensual corresponde a una menor incidencia de egresos hospitalarios en los

52.731 casos identificados. Este trabajo establece un vínculo de estos dos parámetros aparentemente relacionados para este grupo de sujetos depresivos.

Resumen

Introducción: Este trabajo presenta las relaciones entre la actividad solar y la incidencia de hospitalizaciones por cuadros depresivos en el registro del Ministerio de Salud de Chile donde se registran todos los egresos hospitalarios entre los años 2001 a 2008. La actividad solar está representada por el número de Wolf, mediante la fórmula $R = K(10g+f)$, donde g corresponde al grupo de manchas solares y f es el número total de manchas solares. **Método:** Las bases de datos del Ministerio de Salud muestran todos los egresos hospitalarios, tanto de causa psiquiátrica como por otros diagnósticos, incluyendo tantos hospitales públicos como también privados. Para el análisis muestral se seleccionaron los casos que tuvieron como diagnóstico algún episodio depresivo según la clasificación CIE 10 desde F320 hasta F339, ambos incluidos. Se examinó la correlación entre la incidencia anual de hospitalizaciones por depresiones y el número de Wolf promedio para ese determinado año durante el período comprendido entre los años 2001 a 2008, ambos inclusive, lo que corresponde aproximadamente a la mitad de un ciclo solar de 16 años. **Resultados:** Una menor intensidad de la actividad solar se correlaciona con una mayor frecuencia de hospitalizaciones por depresión en Chile. **Conclusiones:** Los desórdenes depresivos poseen una correlación inversa significativa con la actividad solar.

Palabras clave: Actividad solar, Número de Wolf, Depresión.

Referencias bibliográficas

- Magnusson A. An overview of epidemiological studies on seasonal affective disorder. *Acta Psychiatr Scand* 2000; 101: 176-84.
- Kochman f, Ducrocq F, Parquet J. Cyclic eating disorders. *Rev Pratic* 1997; 47: 1913-16.
- Gruber NP, Dilsauer SC. Bulimia and anorexia nervosa in winter depression: lifetime rates in a clinical sample. *J Psychiat Neurosci* 1996; 21: 9-12.
- Wehr TA, Sack DA, Rosenthal NE. Seasonal affective disorder with summer depression and winter hypomania. *Am J Psychiatry* 1987; 144: 1602-3.
- Potkin SG, Zetin M, Stamenkovic V, Kripke D, Bunney WJ. Seasonal affective disorder: prevalence varies with latitude and climate. *Clin Neuropharmacol* 1986; 4: 181-3.
- Rosen LN, Targum SD, Terman W, Bryantt MJ, Hoffman H, Kasper SF, et al. Prevalence of seasonal affective disorder at four latitudes. *Psychiatry Res* 1990; 31: 131-44.
- Benedetti F, Colombo C, Barbini B, Campori E, Smeraldi E. Morning sunlight reduces length of hospitalization in bipolar depression. *J Affect Dis* 2001; 62: 221-3.
- Okawa M, Shirakawa S, Uchiyama M, Oguri M, Kohsaka M, Mishima K, et al. Seasonal variation of mood and behaviour in a healthy middle-aged population in Japan. *Acta Psychiatr Scand* 1996; 94: 211-16.
- Sakamoto K, Kamo T, Nakadaira S, Tamura A, Takahashi KA. Nationwide survey of seasonal affective disorder at 53 outpatient university clinics in Japan. *Acta Psychiatr Scand* 1993; 87: 258-65.

10. Mersch P, Middendorp H, Bouhuys A, Beersma D, Van den Hoofdakker R. Seasonal affective disorder and latitude: A review of the literature. *J Affect Dis* 1999; 53: 35-48.
11. Young MA, Meaden PM, Fogg LF, Cherin EA, Eatman CI. Which environmental variables are related to the onset of seasonal affective disorder? *J Abnorm Psychol* 1997; 106: 554-62.
12. Sher L. Genetic studies of seasonal affective disorder and seasonality. *Comprehen Psychiat* 2001; 42: 105-10.
13. Metzger J, Berthou V, Perrin P, Sichel J. Phototherapy: Clinical and therapeutic results of two years experience. *Encephale* 1998; 24: 480-85.
14. Lee T, Blashko C, Janzen H, Paterson J, Chan C. Pathophysiological mechanism of seasonal affective disorder. *J Affect Dis* 1997; 46: 25-38.
15. Reme CE, Grimm C, Hafezi F, Wenzel A. Lamp standars and ocular safety. En: Partonen T, Magnusson A. (Ed). *Seasonal Affective Disorder. Practice and research*. New York: Oxford University Press 2001; Ch 8: 79-84.
16. Lewy AJ, Wehr TA, Goodwin FK, Newsome DA, Markey SP. Light suppresses melatonin secretion in humans. *Science* 1980; 210: 1267-9.
17. Gaddy JR, Rollag MD, Ruberg FL, Brainard GC. Light-induced melatonin suppression and pupil size. *Sleep research* 1993; 22: 406.
18. Czeisler CA, Kronauer RE, Allan JS, Duffy JF, Jewett ME, Brown EN, et al. Bright light induction of strong (Type 0) resetting of the human circadian pacemaker. *Science* 1989; 244: 1328-33.
19. Minors DS, Waterhouse JM, Wirz-Justice A. A human phase-response curve to light. *Neuroscience Letters* 1991; 133: 36-40.
20. Boivin DB, Duffy JF, Kronauer RE, Czeisler CA. Dose-response relationships for resetting of human circadian clock by light. *Nature* 1996; 379: 540-2.
21. Boivin DB, Czeisler CA. Resetting of circadian melatonin and cortisol rhythms in humans by ordinary room light. *Neuroreport* 1998; 9: 779-82.
22. Waterhouse J, Minors D, Folkard S, Owens D, Atkinsons G, MacDonald T, et al. Light of domestic intensity produces phase shifts of the circadian oscillator in humans. *Neuroscience Letters* 1998; 245: 97-100.
23. Wehr TA, Giesen HA, Moul DE, Turner EH, Schwartz PJ. Supresion of men's responses to seasonal changes in day length by modern artificial lighting. *Am J Pysiol* 1995; 269: 173-8.
24. Matthews CD, Guerin MV, Wang X. Human plasma melatonin and urinary 6-sulphatoxy melatonin: studies in natural annual photoperiod abd in extended darkness. *Clin Endocrinol* 1991; 35: 21-7.
25. Wehr TA, Moul DE, Barbato G, Giesen HA, Seidel JA, Barker C, et al. Conservation of photoperiod-responsive mechanism in humans. *Am J Pysiol* 1993; 265: R846-57.
26. Wehr TA. The durations of human melatonin secretion and sleep respond to changes in daylength (photoperiod). *J Clin Endocrinol Metabol* 1991; 73 (6): 1276-80.
27. Beullens J. Melatonin and affective disorders. *Acta Neuropsychiat* 1995; 7: 75-9.
28. Kasper S, Hilger E, Willeit M, Neumeister A, Praschak-Rieder N, Heselmann B, Habeler A. Drug therapy. En: Partonen T, Magnusson A. (Ed). *Seasonal Affective Disorder. Practice and research*. New York : Oxford University Press 2001; Ch 9: 85-93.
29. Rosenthal ME, Sack DA, Gillin JC, Lewy AJ, Goodwin FK, Davenport Y, et al. Seasonal affective disorder: a description of the syndrome and preliminary findings with light therapy. *Arch Gen Psychiatry* 1984; 41 (1): 72-80.
30. Rudorfu M, Skwerer R, Rosenthal N. Biogenic amines in seasonal affective disorders: effects of light therapy. *Biol Psychiatry* 1993; 40: 19-28.
31. Anderson JL, Varile RG, Mooney JJ, Bloomingdale KL, Samson SA, Schildkraut JS. Changes in norepinephrine output following light therapy for fall/winter seasonal depression. *Biol Psychiatry* 1992; 32: 700-4.
32. Abetti G. *El sol*. Buenos Aires: Eudeba; 1962 p. 67-170.
33. Rudaux L, Vaucouleurs G. *Astronomía*. Barcelona: Labor; 1962 p. 330-70.
34. Ivanovic-Zuvic F, De la Vega R, Ivanovic-Zuvic N, Correa E. *Enfermedades afectivas y actividad solar*.

- Seguimiento a 16 años. *Rev Med Chile* 2010; 138: 694-700.
35. Ivanovic-Zuvic F, De la Vega R, Ivanovic-Zuvic N, Renteria P. Enfermedades afectivas y actividad solar. *Actas Esp Psiquiatr* 2005; 33 (1): 7-12.
 36. Rousseau P. La luz. Buenos Aires: El Ateneo; 1978: 17-34.
 37. Parker EM. El sol. *Selecciones de Scientific American*. Madrid: H Blume Ediciones; 1977: 35-43.
 38. Lewy A, Bauer V, Cutler N, Sack R, Ahmed S, Thomas K, et al. Morning vs evening light treatment of patients with winter depression. *Archiv Gen Psychiat* 1998; 55: 890-6.
 39. Wirz-Justice A, Graw P, Krauchi K, Sarrafzadeh A, English J, Arendt J, et al. "Natural" light treatment of seasonal affective disorder. *J Affect Dis* 1996; 37: 109-20.
 40. Risco L, Arancibia P. Otras terapias biológicas. En: Heerlein A (ed.) *Psiquiatría Clínica*. Santiago: Ediciones de la Sociedad de Neurología, Psiquiatría y Neurocirugía; 2000 p. 615-24.
 41. Lewy AJ, Sack RL. Phase typing and bright light therapy of chronobiologic sleep and mood disorders. En: Halaris A (Ed). *Chronobiology and psychiatric disorders*. New York: Elsevier. pp. 181-206, 1987
 42. Remé C, Terman M, Wirz-Justice A. Are deficient retinal photoreceptor renewal mechanism involved in the pathogenesis of winter depression? *Archives of General Psychiatry* 1990; 47: 878-9.
 43. Brainard GC, Sherry D, Skwerer RG, Waxler M, Nelly K, Rosenthal WE. Effects of different wavelengths in seasonal affective disorder. *Journal of Affective Disorders* 1990; 20: 209-16.
 44. Oren DA, Brainard GC, Johnston SH, Joseph-Vanderpol JR, Sorek E, Rosenthal NE. Treatment of seasonal affective disorder with green Light and red Light. *American Journal of Psychiatry* 1991; 148: 509-11.
 45. Brainard GC, Lewy AS, Meraker M, Fredrickson RH, Miller LS, Weleber RG, et al. Effects of light wavelength on the suppression of nocturnal plasma melatonin in normal volunteers. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1985; 453: 376-8.
 46. Lam RW, Buchanan A, Clark CM, Renick RA. Ultraviolet versus non-ultraviolet Light therapy for seasonal affective disorder. *Journal of Clinical Psychiatry* 1991; 52: 213-16.
 47. Meesters Y, Beersma DGM, Bouhuys AL, Van den Hoofdakker RH. Prophylactic treatment of seasonal affective disorder (SAD) by using light visors: bright white or infrared light?. *Biological Psychiatry*, 1999; 46: 239-46.
 48. Lucas RJ, Freedman MS, Muñoz M, García Fernández JM, Foster RG. Regulation of the mammalian pineal by non-rod, non cone, ocular photoreceptors. *Science* 1999; 284: 505-7.
 49. Freedman MS, Lukas RJ, Soni B, Schantz M, Muñoz M, David-Gray Z, et al. Regulation of mammalian circadian behavior by non-rod, non-cone, ocular photoreceptors. *Science* 1999; 284: 502-4.
 50. Campbell SS, Murphy PJ. Extraocular circadian phototransduction in humans. *Science* 1998; 279: 396-9.
 51. Campbell SS, Murphy PJ. Sleep alters human phase response to extraocular light. *Sleep* 2000; 23 (Suppl. 2): A23.
 52. Mc Arthur AJ, Gillette MU, Prosser RA. Melatonin directly resets the rat suprachiasmatic circadian clock in vitro. *Brain Research* 1991; 565 (1): 158-61.
 53. Reppert S, Weaver D, Rivkees S, Stopa E. Putative melatonin receptors are located in a human biological clock. *Science* 1988; 242: 78-81.

Correspondencia:

Fernando Ivanovic-Zuvic R.

Clínica Psiquiátrica Universitaria, Universidad de Chile.

Av. La Paz 1009. Recoleta, Santiago.

E-mail: ferlore@gmail.com