

¹Gabriel Alcalá-Cerra, ²Juan José Gutiérrez-Paternina,
¹Edgar Preciado-Mesa, ¹Rubén Sabogal-Barrios,
³Lucía M. Niño-Hernández

¹Sección de Neurocirugía
²Facultad de Medicina
³Sección de Patología

Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias, Colombia

Variaciones climáticas y hemorragias intracraneales

Comunicación con: Gabriel Alcalá-Cerra
Tel: (57) 672 6017
Correo electrónico: alcalagabriel@gmail.com

Resumen

Objetivo: explorar la posible influencia de las condiciones meteorológicas en la presentación de hemorragias intracraneales.

Métodos: estudio observacional descriptivo en un servicio de urgencias de Cartagena de Indias, Colombia. Fueron registrados los datos de los adultos con hemorragias intracraneales espontáneas. Las variables meteorológicas de los días en que se presentaron hemorragias intracraneales fueron comparadas con aquellas de los días en que no se presentaron casos.

Resultados: las diferencias entre las temperaturas medias, máximas y mínimas, presión barométrica, humedad relativa y velocidad del viento no fueron estadísticamente significativas; sin embargo, al comparar la temperatura del día del evento con las de días previos, la diferencia tuvo significación estadística. Asimismo, las diferencias de la presión barométrica, humedad relativa, temperatura máxima y mínima respecto al día previo también alcanzaron dicho criterio.

Conclusiones: los resultados de este estudio sugieren la existencia de un perfil climatológico asociado con el inicio de accidentes vasculares cerebrales hemorrágicos.

Palabras clave

hemorragias intracraneales
clima
presión atmosférica

Summary

Background: there are not studies exploring the potential role of weather conditions in the incidence of intracranial hemorrhages in Latin America.

Methods: a descriptive study was carried out in an emergency room from Cartagena de Indias (Colombia). Data for all adult patients with intracranial hemorrhage and meteorological variables of the days when intracranial hemorrhages occurred were recorded and compared to with those where not a single case.

Results: the differences between the average temperature, maximum and minimum temperatures, barometric pressure, relative humidity and wind speed were non statistically significant. However, when comparing the temperature differences day of the event over the previous days, those met the pre-established criteria of statistical significance. Furthermore, differences in barometric pressure, relative humidity, maximum and minimum temperature over the previous day, also reached this criterion.

Conclusions: the results of this study suggest the existence of a climatic profile associated with the onset of intracranial hemorrhages.

Key words

intracranial hemorrhages
climate
atmospheric pressure

La influencia de las condiciones meteorológicas como factores precipitantes de enfermedades cerebrovasculares ha sido objeto de investigación en diferentes latitudes, con resultados muy variables en cada localidad.¹⁻¹⁰ Algunos trabajos realizados en países donde se presentan las cuatro estaciones han documentado que durante el invierno y la primavera la incidencia de hemorragias intracraneales es superior; sin embargo, algunos informes concluyen lo contrario, por lo cual se ha propuesto que estos resultados discordantes po-

drían ser producto de la variedad de condiciones geográficas, sociales, étnicas y genéticas de las poblaciones estudiadas.^{2,10,11}

En Colombia, no se presentan las cuatro estaciones, por lo que no es posible extrapolar los hallazgos de otros países. Adicionalmente, sus condiciones climáticas son diferentes de las de los países donde han sido desarrollados las investigaciones señaladas. En un estudio multicéntrico realizado en cuatro ciudades colombianas (Medellín, Bogotá, Cali y

Barranquilla), se encontró que las condiciones climáticas tienen muy poca variabilidad en comparación con las de otros lugares de Latinoamérica y el Caribe.⁶

Tras la revisión de la literatura no se identificaron estudios en América latina que exploren la posible influencia de las condiciones meteorológicas en la presentación de hemorragias intracraneales, principal objetivo de esta investigación.

Métodos

Se diseñó un estudio observacional descriptivo en Cartagena de Indias, ciudad localizada al noreste de Colombia (latitud norte, 10° 25' 30"; longitud oeste, 75° 32' 25"), 2 m por encima del nivel del mar.

Fueron registrados los datos de los pacientes mayores de 18 años con hemorragias intracraneales que se presentaron en el Servicio de Urgencias de la Clínica Universitaria de la Orden Hospitalaria de San Juan de Dios, Seccional Cartagena, entre el 1 de marzo de 2010 y el 30 de abril de 2011. Fueron excluidos los pacientes que se encontraron fuera de Cartagena dentro de los siete días previos y en quienes no pudo determinarse con certeza la fecha exacta del inicio de los síntomas.

Las variables meteorológicas fueron obtenidas del registro del aeropuerto nacional "Rafael Núñez" de la ciudad de Cartagena de Indias, también ubicado 2 m por encima del nivel del mar. Se realizaron registros diarios de temperatura media, temperatura máxima y temperatura mínima en grados Celsius; de la presión atmosférica en miliBar, de la humedad relativa en porcentaje de saturación de agua en el aire y de la velocidad del viento en kilómetros por hora. También fue registrada como variable categórica la presencia o no de precipitación.

Con los datos primarios fueron calculadas las variaciones de la temperatura media en cinco de los siete días previos (-1, -2, -3, -5 y -7). Asimismo, fueron calculadas las diferencias de temperaturas máxima y mínima del día del evento y del día inmediatamente previo (-1). La resta de las temperaturas máxima y mínima registradas el día del evento se denominó diferencia de la temperatura en las 24 horas del día del evento. Mediante la resta de la presión barométrica media del día del evento y la registrada el día previo (-1) fue calculada la diferencia de la presión barométrica. De igual forma, fueron realizadas y registradas las restas de los registros de velocidad del viento media y de humedad relativa media del día del evento con los valores obtenidos del día previo.

Cuadro I | Condiciones meteorológicas en Cartagena de Indias entre el 1 de marzo de 2010 y el 30 de abril de 2011

Variable	Mínimo	Máximo	Promedio	DE
Temperatura media	25.2	30.4	28.100	0.98
@ T día -1	0.0	2.7	0.520	0.45
@ T día -2	0.0	3.0	0.670	0.58
@ T día -3	0.0	2.9	0.760	0.61
@ T día -5	0.0	4.0	0.790	0.63
@ T día -7	0.0	3.7	0.800	0.65
Tmáx	27.0	38.0	32.010	1.23
@ Tmáx día -1	0.0	6.0	0.810	0.82
Tmín	21.2	28.0	25.290	1.24
@ Tmín día -1	0.0	4.4	0.730	0.74
@ Tmáx y Tmín en 24 horas	3.2	14.4	6.760	1.25
Presión barométrica media	1006.1	1014.1	1.010	1.32
@ Pb día -1	0.0	2.8	0.690	0.53
@ Pb día -2	0.0	4.0	1.020	0.79
@ Pb día -3	0.0	4.8	1.160	0.89
@ Pb día -7	0.0	5.7	1.310	1.10
Humedad relativa	71.0	95.0	81.850	4.03
@ HR día -1	0.0	11.0	2.430	2.07
@ HR día -2	0.0	16.0	3.110	2.63
@ HR día -7	0.0	18.0	3.640	2.73
Velocidad del viento	6.8	12.9	11.120	0.82
@ VV día -1	0.0	2.3	0.480	0.40

@ = diferencia, T = temperatura, Tmáx = temperatura máxima, Tmín = temperatura mínima, Pb = presión barométrica, VV = velocidad del viento, HR = humedad relativa

Cuadro II Comparación de variables meteorológicas en Cartagena de Indias, en los días en que se presentaron o no hemorragias intracraneales

Variable	Días con hemorragia		Días sin hemorragia		F	p
	Media	DE	Media	DE		
Temperatura media	27.900	1.01	28.100	0.97	2.36	0.12
@ T día -1	0.600	0.54	0.500	0.44	3.95	0.04*
@ T día -2	0.800	0.59	0.650	0.57	5.41	0.02*
@ T día -3	0.900	0.60	0.730	0.61	5.62	0.01*
@ T día -5	0.900	0.60	0.760	0.64	3.44	0.06
@ T día -7	0.800	0.68	0.800	0.65	0.00	0.96
Tmáx	31.700	1.25	32.100	1.22	3.47	0.06
@ Tmáx día -1	1.000	1.06	0.780	0.77	4.70	0.03*
Tmín	25.000	1.24	25.300	1.23	3.30	0.07
@ Tmín día -1	0.900	0.91	0.700	0.70	4.01	0.04*
@ Tmáx y Tmín en 24 horas	6.700	1.26	6.770	1.25	0.00	0.97
Presión barométrica media	1.010	1.31	1.010	1.41	0.65	0.41
@ Pb día -1	0.500	0.47	0.710	0.54	5.38	0.02*
@ Pb día -2	1.000	0.75	1.020	0.80	0.01	0.89
@Pb día -3	1.300	0.93	1.140	0.88	0.89	0.34
@ Pb día -7	1.400	1.07	1.290	1.10	0.82	0.36
Humedad relativa	82.400	4.17	81.700	4.00	1.51	0.21
@ HR día -1	2.600	2.26	2.400	2.03	4.01	0.04*
@ HR día -2	3.100	2.78	3.110	2.61	0.00	0.93
@ HR día -7	3.500	2.46	3.660	2.78	0.12	0.72
Velocidad del viento	11.100	0.87	11.100	0.81	0.39	0.53
@ VV día -1	0.400	0.30	0.490	0.41	1.47	0.22

@= diferencia, T = temperatura, Tmáx = temperatura máxima, Tmín = temperatura mínima, Pb = presión barométrica, VV= velocidad del viento, HR = humedad relativa. * Estadísticamente significativa

La fecha exacta del inicio de los síntomas y las variables meteorológicas fueron ingresadas a una base de datos del paquete estadístico *Service Package for the Social Sciences* 17.0 (SPSS, Chicago, IL).

Se calculó la media y su respectiva desviación estándar de las variables continuas.

Fueron comparados los registros de las variables meteorológicas primarias y calculadas de los días en que se presentaron hemorragias intracraneales con aquellos en los que no se presentó ningún caso.

Para el análisis comparativo de las variables categóricas se utilizó la prueba de Fisher y para las continuas se empleó χ^2 . Un valor de $p < 0.05$ fue considerado estadísticamente significativo.

Resultados

Durante el periodo de estudio fueron registrados 104 casos de hemorragia intracraneal espontánea.

Los registros de las variables climatológicas primarias y calculadas durante el periodo de estudio se desglosan en el cuadro I. De las variables calculadas se incluyeron hasta dos decimales, ya que algunos valores son inferiores a la unidad.

Ninguna de las diferencias entre las variables primarias (temperatura media, temperatura máxima, temperatura mínima, presión barométrica, humedad relativa y velocidad del viento) fueron estadísticamente significativas. Sin embargo, al comparar las diferencias de temperatura del día del evento con respecto a los días previos -1, -2, -3, sí cumplieron el criterio preestablecido de significación estadística. Asimismo, las diferencias de la presión barométrica, humedad relativa, temperaturas máxima y mínima respecto al día previo, también fueron estadísticamente significativas. Los resultados de la comparación entre variables se desglosan en el cuadro II.

Se documentó precipitación lluviosa en 18.8 % de los días en los que se presentaron hemorragias intracraneales y en 15.9 % de los que no registraron el evento hemorrágico. Estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p = 0.56$).

Discusión

Conforme los resultados de este estudio, no se encontró asociación estadísticamente significativa entre las condiciones climáticas de los días con y sin registros de eventos hemorrágicos intracraneales, tal como ha sido descrito en el estudio de mayor tamaño de muestra realizado en Estados Unidos.^{3,4} No obstante, el análisis de las variables calculadas demuestra que en Cartagena de Indias las variaciones de las condiciones climáticas guardan relación con la aparición de eventos vasculares cerebrales hemorrágicos.

Si bien por análisis previos es conocido que las condiciones climáticas en Colombia son relativamente estables,⁶ en este estudio se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre la temperatura, la presión barométrica y la humedad relativa de los días previos y las del día de inicio de los síntomas de los eventos hemorrágicos registrados.

Se han identificado múltiples efectos biológicos de los cambios térmicos en el cuerpo humano; algunos relacionados con el sistema nervioso autónomo simpático, la tensión arterial, la concentración plasmática de moléculas protrombóticas, la viscosidad sanguínea, el hematócrito y el recuento plaquetario.¹¹ La hipertensión arterial es un reconocido factor de riesgo de hemorragias espontáneas subaracnoideas e intracerebrales.¹² En estudios previos han sido encontradas variaciones estacionales en las mediciones de tensión arterial al estudiar a un mismo grupo de individuos.² Las bajas temperaturas aumentan la resistencia vascular periférica y, por ende, la tensión arterial, lo cual podría estar vinculado con una mayor incidencia de las patologías relacionadas con la hipertensión arterial durante las estaciones frías.¹¹ Asimismo, la secreción de catecolaminas adrenales aumenta durante las temporadas frías, lo cual se ha asociado con una mayor incidencia de enfermedades cerebrovasculares.¹¹ Con las temperaturas elevadas también se han informado alteraciones fisiológicas relacionadas con enfermedades cerebrovasculares. Las altas temperaturas producen pérdida del volumen intravascular, lo que se refleja en un aumento de la viscosidad de la sangre, aumento de conteo de glóbulos rojos, plaquetas e incremento de los niveles séricos de colesterol.¹³

En Cartagena de Indias, por su ubicación costera y temperatura promedio (28.1 ± 0.98 °C), las bajas temperaturas parecerían no ser un factor determinante en la presentación de hemorragias intracraneales. Sin embargo, los hallazgos de este estudio indican que más que la temperatura del día del evento, es la magnitud de sus variaciones lo que difiere de los días en que no se presentaron eventos hemorrágicos. Kawai y colaboradores en Tokio, Japón, también encontraron que la magnitud de las variaciones de la temperatura y la presión de vapor de agua estuvo relacionada con el desarrollo de hemorragias intracraneales, lo cual concuerda con los hallazgos del presente estudio.⁷

En referencia a la presión barométrica, la asociación entre sus variaciones con la incidencia de hemorragias intracraneales es más consistente.^{2,7,9,14,15} Mediante el análisis de un registro de 109 pacientes, Buxton y colaboradores determinaron que existe leve correlación entre el número de hemorragias subaracnoideas por día y los cambios en la presión barométrica.⁹ De forma contraria, en este estudio la presión barométrica media de los días con sangrados fue sutilmente menor (0.71 ± 0.54) que en los días sin eventos (0.5 ± 0.47) ($p = 0.021$). Se identificaron diferencias significativas entre la magnitud de los cambios de la humedad relativa en relación con la presencia de hemorragias intracraneales, lo cual indica que existe un perfil climatológico asociado con la aparición de hemorragias intracraneales, variable en cada área geográfica. Las causas de estas asociaciones aún permanecen sin establecerse, aunque han sido involucradas las alteraciones en el control térmico corporal, fatiga respiratoria y aumento de la frecuencia cardíaca que se relacionan con los cambios de la presión barométrica y de la humedad relativa en el ambiente.^{3,5,11}

Aun cuando los cambios de las condiciones climáticas no son susceptibles de modulación a corto o mediano plazo, creemos que la importancia de estos resultados radica en:

- Esclarecer los efectos biológicos directos que pueden tener los cambios de las condiciones meteorológicas y determinar si son modificables.
- La inclusión de las condiciones climáticas como un potencial factor de confusión en el diseño de estudios epidemiológicos que involucren patologías que puedan tener dependencia climatológica.
- La realización de las proyecciones de los perfiles epidemiológicos regional y nacional a mediano plazo en relación con los cambios climáticos esperables con el calentamiento global.

Aunque las explicaciones para estos hallazgos apenas comienzan al dilucidarse, el análisis de las variables calculadas demuestra diferencias estadísticamente significativas entre sus variaciones respecto a los días previos y, por lo tanto, establece un punto de partida para futuras investigaciones sobre los efectos biológicos de las variables meteorológicas y sus implicaciones clínicas y epidemiológicas.

Conclusiones

En Cartagena de Indias, Colombia, las variables climáticas son relativamente estables, al cotejarlas con otras localidades del mundo. En este estudio no se encontró asociación estadísticamente significativa entre la temperatura media, temperatura máxima, temperatura mínima; presión barométrica, humedad relativa y velocidad del viento de los días con y sin

registros de hemorragias intracraneales. Sin embargo, el análisis de las variables calculadas demuestra que las magnitudes de las variaciones de estas medidas respecto a los días previos son diferentes en los días cuando se presentan las hemorragias intracraneales. La aparición de eventos cerebrovasculares hemorrágicos no estuvo relacionada con la precipitación de lluvia.

Si bien las causas de estas asociaciones aún no han sido establecidas, los resultados obtenidos invitan a con-

siderar las situaciones climáticas como potenciales factores de confusión al estudiar patologías cuya aparición puede estar relacionada con estas variables.

Agradecimientos

Este estudio fue financiado por la Sección de Neurocirugía de la Universidad de Cartagena, Colombia.

Referencias

1. Bano-Ruiz E, Ballenilla-Marco F, Abarca-Olivas J, García P, Duart-Clemente JM, Botella-Asunción C. Influencia de los cambios de presión atmosférica y otras variables meteorológicas en la incidencia de la hemorragia subaracnoidea. *Neurocirugía* 2010;21(1):14-20.
2. Abe T, Ohde S, Ishimatsu S, Ogata H, Hasegawa T, Nakamura T, et al. Effects of meteorological factors on the onset of subarachnoid hemorrhage: a time-series analysis. *J Clin Neurosci* 2008;15(9):1005-1010.
3. Cowperthwaite MC, Burnett MG. An analysis of admissions from 155 United States hospitals to determine the influence of weather on stroke incidence. *J Clin Neurosci* 2011;18(5):618-623.
4. Cowperthwaite MC, Burnett MG. The association between weather and spontaneous subarachnoid hemorrhage: an analysis of 155 US hospitals. *Neurosurgery* 2011;68(1):132-138.
5. Abrignani MG, Corrao S, Biondo GB, Renda N, Braschi A, Novo G, et al. Influence of climatic variables on acute myocardial infarction hospital admissions. *Int J Cardiol* 2009;137(2):123-129.
6. Chang CL, Shipley M, Marmot M, Poulter N. Lower ambient temperature was associated with an increased risk of hospitalization for stroke and acute myocardial infarction in young women. *J Clin Epidemiol* 2004;57(7):749-757.
7. Kawai K, Nonaka K, Suzuki H, Kirino T, Tamura A. Differential effects of activity and climate on onset of subarachnoid hemorrhage. *Neurol Med Chir* 2001;41(5):229-236.
8. Shinkawa A, Ueda K, Hasuo Y, Kiyohara Y, Fujishima M. Seasonal variation in stroke incidence in Hisayama, Japan. *Stroke* 1990;21(9):1262-1267.
9. Buxton N, Liu C, Dasic D, Moody P, Hope DT. Relationship of aneurysmal subarachnoid hemorrhage to changes in atmospheric pressure: results of a prospective study. *J Neurosurg* 2001;95(3):391-392.
10. Beseoglu K, Hänggi D, Stummer W, Steiger HJ. Dependence of subarachnoid hemorrhage on climate conditions: a systematic meteorological analysis from the Dusseldorf metropolitan area. *Neurosurgery* 2008;62(5):1033-1038.
11. Lee JH, Chae SC, Yang DH, Park HS, Cho Y, Jun JE, et al. Influence of weather on daily hospital admissions for acute myocardial infarction (from the Korea Acute Myocardial Infarction Registry). *Int J Cardiol* 2010;144(1):16-21.
12. Feigin VL, Anderson CS, Rodgers A, Bennett DA. Subarachnoid haemorrhage occurrence exhibits a temporal pattern-evidence from meta-analysis. *Eur J Neurol* 2002;9(5):511-516.
13. Cheng X, Su H. Effects of climatic temperature stress on cardiovascular diseases. *Eur J Intern Med* 2010;21(3):164-167.
14. Landers AT, Narotam PK, Govender ST, van Dellen JR. The effect of changes in barometric pressure on the risk of rupture of intracranial aneurysms. *Br J Neurosurg* 1997;11(3):191-195.
15. Umemura K, Hirashima Y, Kurimoto M, Kuwayama N, Kubo M, Origasa H, et al. Involvement of meteorological factors and sex in the occurrence of subarachnoid hemorrhage in Japan. *Neurol Med Chir* 2008;48(3):101-107.