



Original

¿Tienen los fenómenos meteorológicos alguna influencia en la aparición de neumotórax espontáneo?



Josef Vodička^{a,*}, Šárka Vejvodová^a, David Šmíd^a, Jakub Fichtl^a, Vladimír Špidlen^a, Stanislav Kormunda^a, Jiří Hostýnek^b y Jiří Moláček^a

^a Departamento de Cirugía, University Hospital in Plzeň, Facultad de Medicina, Charles University in Prague, Pilsen, República Checa

^b Czech Hydrometeorological Institute, Pilsen, República Checa

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 8 de febrero de 2015

Aceptado el 6 de julio de 2015

On-line el 12 de noviembre de 2015

Palabras clave:

Neumotórax espontáneo

Presión atmosférica

Temperatura ambiental

Velocidad del viento

R E S U M E N

Introducción: El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia de los fenómenos meteorológicos en la aparición de neumotórax espontáneo (NE) en la región de Pilsen (República Checa).

Métodos: Análisis retrospectivo de 450 casos de NE en 394 pacientes durante los años 1991–2013. Se analizaron los valores diarios medios de presión atmosférica, temperatura ambiental y la velocidad máxima diaria del viento y sus cambios cada día en ese período, en relación con la aparición de NE.

Resultados: El riesgo de desarrollar NE aumentó 1,41 veces ($p=0,0017$) en el caso de cambios mayores de $\pm 6,1$ hPa en la presión atmosférica. Cuando el valor absoluto de los cambios de temperatura ambiental era mayor de $\pm 0,9$ °C, el riesgo de aparición de NE aumentó 1,55 veces ($p=0,0002$). Cuando la diferencia en los cambios en la velocidad del viento en los 5 días previos al inicio de NE era menor de 13 m/s, el riesgo de NE aumentaba 2,16 veces ($p=0,0004$). Si la diferencia de presión era mayor de $\pm 6,1$ hPa y la diferencia de temperatura mayor de $\pm 0,9$ °C o la diferencia en la velocidad del viento en los 5 días previos al inicio de NE era inferior a 10,7 m/s, el riesgo de NE aumentaba 2,04 veces ($p \leq 0,0001$).

Conclusión: Los cambios en la presión atmosférica, la temperatura ambiental y la velocidad del viento están indudablemente involucrados en la aparición de NE. Sin embargo, no parecen ser los únicos factores causantes de la rotura de las vesículas o las ampollas enfisematosas.

© 2015 SEPAR. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Do Weather Phenomena Have Any Influence on the Occurrence of Spontaneous Pneumothorax?

A B S T R A C T

Introduction: The objective of this study was to assess the impact of weather phenomena on the occurrence of spontaneous pneumothorax (SP) in the Plzeň region (Czech Republic).

Methods: A retrospective analysis of 450 cases of SP in 394 patients between 1991 and 2013. We observed changes in average daily values of atmospheric pressure, air temperature and daily maximum wind gust for each day of that period and their effect on the development of SP.

Results: The risk of developing SP is 1.41 times higher ($P=.0017$) with air pressure changes of more than ± 6.1 hPa. When the absolute value of the air temperature changes by more than ± 0.9 °C, the risk of developing SP is 1.55 times higher ($P=.0002$). When the wind speed difference over the 5 days prior to onset of SP is less than 13 m/sec, then the risk of SP is 2.16 times higher ($P=.0004$). If the pressure difference is greater than ± 6.1 hPa and the temperature difference is greater than ± 0.9 °C or the wind speed difference during the 5 days prior to onset of SP is less than 10.7 m/s, the risk of SP is 2.04 times higher ($P \leq .0001$).

Conclusion: Changes in atmospheric pressure, air temperature and wind speed are undoubtedly involved in the development of SP, but don't seem to be the only factors causing rupture of blebs or emphysematous bullae.

© 2015 SEPAR. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Keywords:

Spontaneous pneumothorax

Atmospheric pressure

Air temperature

Wind speed

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: vodicka@fnplzen.cz (J. Vodička).

Introducción

El neumotórax espontáneo (NE) se desarrolla por la rotura de vesículas subpleurales, ampollas enfisematosas u otros daños en la pleura o las paredes alveolares. La rotura puede ser causada, entre otras cosas, por un aumento de la presión transpulmonar¹⁻⁵. Dado que los casos de NE aparecen frecuentemente en grupos o racimos durante un corto plazo de tiempo, algunos autores indican que pueden surgir como consecuencia de fenómenos meteorológicos que, justamente, producirían cambios en la presión transpulmonar. Estas teorías se han debatido repetidamente en la literatura, pero los datos no son congruentes^{1,2,6-12}. El objetivo del siguiente estudio fue evaluar la posible influencia de ciertos fenómenos meteorológicos (cambios en la presión atmosférica y la temperatura, la velocidad del viento y las tormentas) en la aparición de NE entre los pacientes de la Región de Pilsen (República Checa).

Material y métodos

Se realizó un análisis retrospectivo de 450 casos de neumotórax espontáneo en 394 pacientes tratados en el período comprendido desde 1991 a 2013 en el Departamento de Cirugía del Hospital Universitario de Pilsen. La población de pacientes consistía en 318 varones y 76 mujeres con una edad media de 42 años; el paciente más joven tenía 13 años, mientras que el mayor tenía 90. Doscientos ocho pacientes presentaron el denominado neumotórax primario (52,8%), y 186 pacientes presentaron neumotórax secundario (47,2%). La población de la región de Pilsen es de más de 573.000 habitantes. Los datos meteorológicos de la región se obtuvieron de la oficina de Pilsen del Instituto Hidrometeorológico Checo. La presión media a nivel del mar para el área de Pilsen es de 1.013 hPa, y la variación promedio de la presión diaria es de 4 hPa. La temperatura media del aire en esta región, considerando un largo período, es de 8 °C, y la desviación media diaria en la temperatura es de 1,9 °C. Para cada día de dicho plazo se obtuvo el valor medio de presión atmosférica en hPa, la temperatura ambiental media en grados Celsius, la velocidad máxima diaria del viento en m/s y la aparición de tormentas, así como posibles cambios de estas variables, y se relacionaron con la tasa de aparición de NE en comparación con el período anterior.

La aparición de NE se describió en forma de grupos (*clusters*), siendo un grupo un mínimo de 2 casos de NE en 3 días. Si aparecía un grupo, se centraba la atención en el primer día de este, o se obtuvieron valores de los parámetros en los 5 días previos. Además de los grupos definidos, en algunas ocasiones se daba un NE aislado, en cuyo caso el día decisivo era el día de aparición de este, o los valores de los parámetros investigados en los 5 días previos. Se compararon los valores de los parámetros en el día de aparición del NE con el día anterior. También se calcularon las diferencias y ratios de los parámetros entre la fecha de inicio del grupo de NE y el día anterior, las diferencias y ratios de los valores a lo largo de los 5 días previos al desarrollo del NE y el valor absoluto de estos cálculos. El día de los primeros síntomas se consideró inicio del NE.

El análisis estadístico se realizó utilizando el software SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, EE. UU.). Se calcularon los estadísticos básicos de las variables medidas en toda la población y en los respectivos grupos. Se comparó la distribución de las variables individuales en los diferentes grupos y subgrupos con la prueba de Wilcoxon. Se identificaron los valores de corte de los cambios en los parámetros investigados mediante curvas ROC y maximizando el criterio de la prueba de Chi-cuadrado. El análisis multivariado de los efectos de diversos factores en la aparición de NE se llevó a cabo mediante regresión logística. Los factores individuales y varias selecciones de valores de corte de estos se combinaron mediante

los operadores «OR» y «AND» (presuntos criterios de desarrollo de NE). El riesgo de desarrollo de NE según los diferentes valores de las variables analizadas y las combinaciones con «OR» y «AND» se expresó con *odds ratios* (con intervalo de confianza del 95% [IC 95%]). La significación estadística se estableció en $\alpha = 5\%$.

Resultados

En esta población, los varones resultaban significativamente más afectados que las mujeres, mientras que las mujeres de avanzada edad eran las más afectadas en esta cohorte. Aparecieron 450 casos de NE (5,35%) a lo largo de los 8.401 días monitorizados. Se identificaron un total de 54 grupos, compuestos por 105 casos de NE (23,3%), y se registraron 345 casos de NE (76,7%) adicionales que no formaban parte de las agrupaciones.

En relación con los casos de NE, se observaron diferencias estadísticamente significativas mayores en los valores absolutos de los cambios de presión atmosférica entre la fecha de inicio del NE y el día previo (prueba de Wilcoxon, $p = 0,0360$). Mediante análisis multivariante (regresión logística) se determinó que este factor era el único relacionado con la presión atmosférica que se asociaba de forma estadísticamente significativa con la aparición de NE. El riesgo de NE aumentó 1,41 veces con un cambio de presión mayor de $\pm 6,1$ hPa (prueba de Chi-cuadrado, $p = 0,0017$; IC 95% 1,14-1,76) (punto de corte estadísticamente más fuerte).

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas similares a las de la presión atmosférica en la comparación de temperatura ambiental en el día de aparición del NE con los días sin casos de NE (prueba de Wilcoxon, $p = 0,0002$). Cuando el valor absoluto de los cambios de temperatura ambiental era mayor de $\pm 0,9$ °C, el riesgo de NE aumentaba 1,55 veces (prueba de Chi-cuadrado, $p = 0,0002$; IC 95% 1,23-1,94) (punto de corte estadísticamente más fuerte).

Evidenciamos diferencias estadísticamente significativas en la velocidad del viento en el día de aparición de NE, siendo la velocidad del viento mayor en el grupo NE (prueba de Wilcoxon, $p = 0,0163$). Sin embargo, algunos cambios en la velocidad del viento fueron menos claros. Otros análisis estadísticos llevaron a la conclusión de que la diferencia entre el valor mínimo y máximo de la velocidad del viento a lo largo de los 5 días previos a la aparición de NE era significativamente menor en el grupo de NE (prueba de Wilcoxon, $p = 0,0438$). El análisis multivariado (regresión logística) determinó que la diferencia entre las velocidades mínima y máxima del viento era el factor más estadísticamente significativo relacionado. Cuando la diferencia en la velocidad del viento a lo largo de los 5 días previos al inicio de NE era menor de 13 m/s, el riesgo de NE aumentaba 2,16 veces (prueba de Chi-cuadrado, $p = 0,0004$; IC 95% 1,40-3,34) (punto de corte estadísticamente más fuerte) (fig. 1).

Se analizaron también las diferentes combinaciones de los factores estudiados (temperatura del viento, presión, velocidad) y sus posibles puntos de corte en el momento de aparición del NE. Si la diferencia entre las temperaturas era mayor de $\pm 0,9$ °C o la velocidad del viento en los 5 días previos al inicio del NE era menor de 13 m/s (combinación «OR»), el riesgo de NE era 3,24 veces mayor (Chi-cuadrado, $p = 0,0143$; IC 95% 1,20-8,74). Esta condición se cumplió en el 99,11% del total de NE estudiados. Otras variantes de combinaciones «OR» no ofrecieron resultados tan consistentes. Si la diferencia de presión era mayor de $\pm 6,1$ hPa y la diferencia de temperatura era mayor de $\pm 0,9$ °C o la diferencia en la velocidad del viento en los 5 días previos al inicio del NE era inferior a 10,7 m/s (combinación «AND»), el riesgo de NE aumentaba 2,04 veces (Chi-cuadrado, $p \leq 0,0001$; IC 95% 1,59-2,60). Otras combinaciones «AND» no proporcionaron resultados tan consistentes (fig. 2).

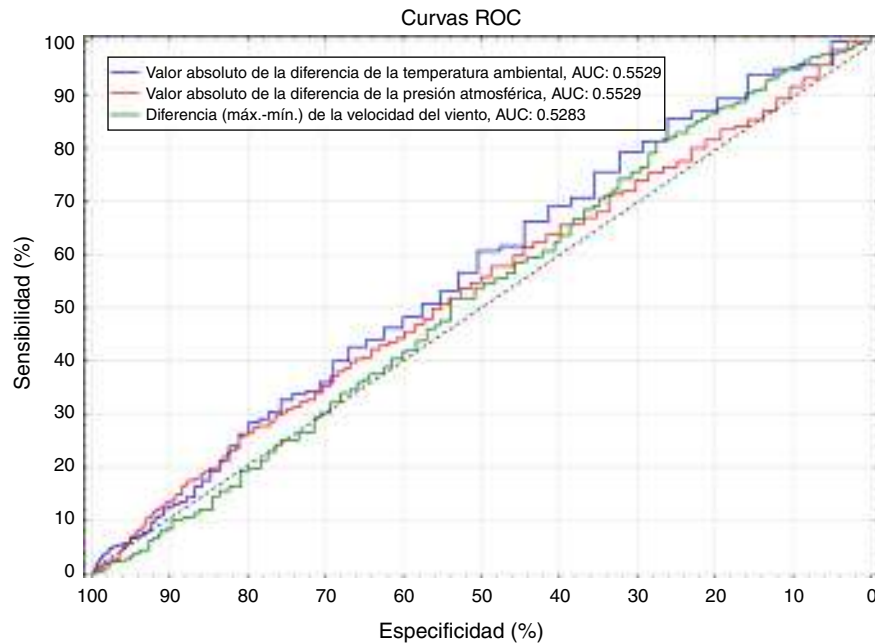


Figura 1. Curvas de característica operativa del receptor –ROC– de los respectivos factores.

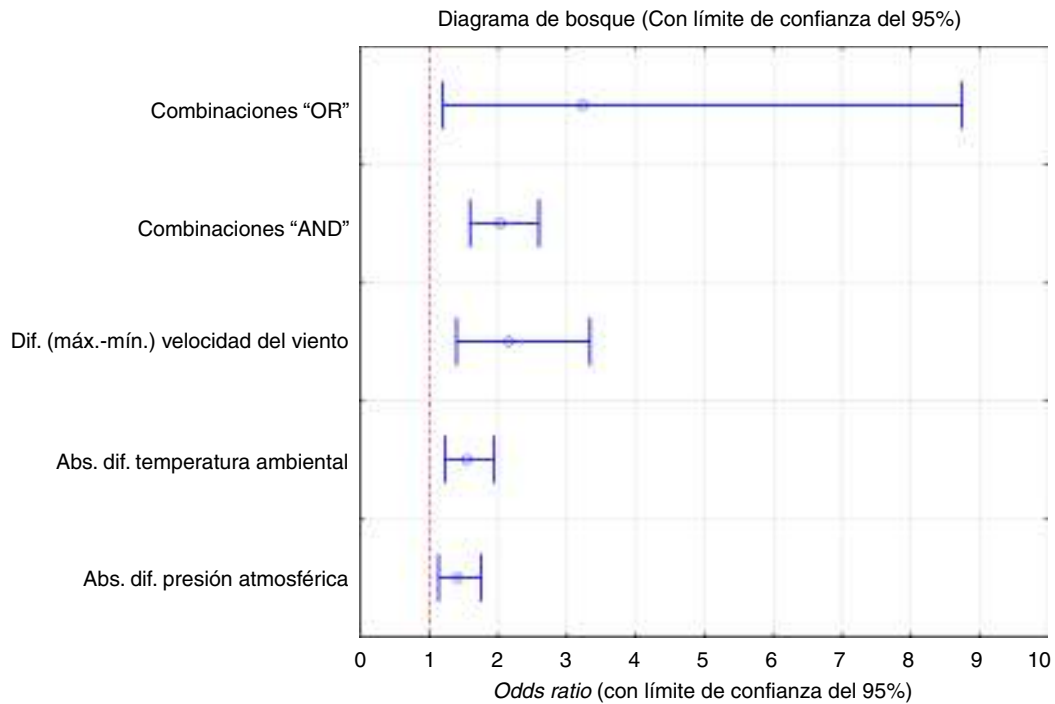


Figura 2. Riesgo de neumotórax espontáneo según cada uno de los factores individuales analizados.

Las tormentas no presentaron efectos sobre la aparición de NE. Asimismo, no hubo diferencias significativas en la aparición de NE según los diferentes meses del año o las estaciones.

Discusión

El NE aparece por la rotura de ampollas enfisematosas, vesículas subpleurales o por otras anomalías pleurales. Estas roturas pueden deberse, entre otras razones, a un aumento de la presión transpulmonar por influencia de ciertos cambios atmosféricos¹⁻⁵. En las últimas 2 décadas se han publicado diversos trabajos

que abordan este fenómeno, pero sus hallazgos no permiten extraer conclusiones^{1,2,6-12}. En la mayoría de los estudios se han investigado los efectos de los cambios en la presión atmosférica y la temperatura ambiental, pero también se han analizado los efectos de fenómenos como la humedad ambiental, la duración de la insolación, el volumen de precipitaciones y las tormentas, entre otros^{7,9-13}. Los valores de estos parámetros suelen compararse entre el día de inicio del NE y los días anteriores a su aparición, o con el período comprendido entre días de aparición o con los días en los que no hay casos de NE^{4,7,9,11,12}.

Según la experiencia de algunos autores, un número significativo de casos de NE sucede en racimos o grupos. Es decir, se desarrollan muchos casos de NE en un corto período de tiempo. Se definen, por lo tanto, grupos de aparición compuestos de al menos 2 casos de NE en 3 días. En sus respectivas poblaciones de pacientes, Alifano et al. describieron un 84% de incidencia de NE en 76 grupos; Ozpolat et al., un 70,5%, Bertolaccini et al., un 81%, y Smit et al., un 73% de incidencia de NE en 188 grupos^{1,3,14,15}. Nuestra incidencia del 23,3% en 54 grupos es, de hecho, menor, pero, en nuestra opinión, se debe a un número relativamente bajo de casos de NE detectados durante un período relativamente largo de tiempo (22 años).

Zhang et al. hallaron diferencias significativas en los valores diarios medios de la presión atmosférica entre los días con y sin casos de NE, pero no entre la fecha de inicio del NE y el día anterior¹². Por el contrario, Alifano et al. mostraron la existencia de una diferencia en la presión entre el día previo a la aparición y el día de inicio del NE. En este caso, la fecha de aparición también fue designada como el primer día del grupo¹. Esto se corresponde con nuestros resultados, ya que hemos hallado valores absolutos significativamente mayores en los cambios de la presión atmosférica entre la fecha de inicio del NE y el día anterior. Bense concluyó que una disminución en la presión de al menos 10 hPa en 24 h se asociaba con un aumento estadísticamente significativo del número de casos de NE en los 2 días siguientes⁶. La influencia de la caída de la presión en la aparición de NE fue también descrita por Haga et al., Ozpolat et al. y Schieman et al.^{2,3,5}. Díaz et al. consideraron, por el contrario, que el aumento de la presión era un factor de riesgo para desarrollar NE, aumentando la probabilidad de NE en 1,15 veces con cada incremento de 1 hPa⁹. En nuestro grupo de pacientes, cambios en la presión mayores de $\pm 6,1$ hPa aumentaron el riesgo de NE en 1,41 veces. Es decir, tanto el marcado aumento como la disminución de la presión se asocian a riesgo en cuanto al desarrollo del NE. Scott et al., Bertolaccini et al. y Morales Suárez-Varela et al. aceptaron los efectos de los cambios en la presión sobre la aparición de NE^{4,14,16}. Por el contrario, Obuchi et al., Sakai et al., Chen et al. y otros autores consideran que los cambios en la presión atmosférica no tienen influencia en la aparición de NE^{7,8,10,11,13,15,17}.

Nuestros hallazgos son congruentes con los de Sakai et al. y Zhang et al. en cuanto a que observamos en nuestro grupo diferencias estadísticamente significativas en la temperatura ambiental (tanto aumentos como descensos) en los días de aparición de NE en comparación con los días sin casos de NE^{11,12}. Sin embargo, no podemos confirmar las conclusiones de Obuchi et al. y Smit et al., quienes hallaron efectos significativos del ascenso de la temperatura en el día o los 2 días previos a la aparición de NE^{13,15}. Otros autores, como Celik et al. y Alifano et al., entre otros, observaron que los cambios en la temperatura no tenían influencia en la aparición de NE^{1,2,7,8}.

Nuestros resultados sobre los efectos de la velocidad del viento en la aparición de NE son algo contradictorios. Por un lado, hemos observado diferencias significativas en la velocidad en la fecha de inicio del NE, siendo mayor en el grupo NE. Por otro lado, el mismo grupo NE presentaba valores máximos y mínimos de la velocidad del viento significativamente menores en los 5 días previos al inicio de NE. Esta relación fue paradójicamente hallada como el factor más relacionado con la aparición de NE en el análisis multivariante. De los autores anteriormente citados, solamente Schieman et al. publicaron conclusiones significativas de su trabajo con respecto a esta variable, ya que, de forma similar a nuestros hallazgos, determinaron que la fuerza del viento era significativamente mayor en los días con casos de NE en comparación con los días sin casos⁵. No podemos explicar cómo los cambios de temperatura y de la velocidad del viento pueden influir en la aparición de NE y solo estamos presentando resultados estadísticamente significativos. Podemos suponer únicamente que el motivo podría ser, de nuevo, los cambios de

presión relacionados con la velocidad del viento o los cambios de temperatura.

Probablemente los resultados más interesantes de nuestro estudio, en vista de la literatura disponible, son los obtenidos mediante el estudio de los efectos de parámetros combinados. La temperatura ambiental parece ser un factor decisivo tanto en las combinaciones «OR» como en las «AND». Combinando con «OR» los cambios en la temperatura y la velocidad del viento, se pudo explicar la aparición de NE en más del 99% de los casos (riesgo de NE 3,24 veces mayor), lo que consideramos probablemente el hallazgo más importante de todo el estudio. Sin embargo, incluso los resultados de nuestros análisis mediante la combinación «AND» (riesgo de desarrollar NE 2,04 veces mayor) indican un efecto significativo de los cambios en los fenómenos climáticos estudiados, que es más manifiesto si se presentan simultáneamente. De los autores citados anteriormente, Ozpolat et al. y Schieman et al. llevaron a cabo análisis similares, llegando a las mismas conclusiones con respecto a los efectos de la presión o la temperatura. Sin embargo, Schieman et al. detectaron una diferencia mayor en la velocidad del viento en comparación con nuestro trabajo^{3,5}.

A diferencia de Alifano et al. o Smit et al., no hemos hallado ninguna correlación entre la aparición de tormentas o relámpagos y la de NE^{1,15}. Asimismo, no se encontraron diferencias en la tasa de aparición de NE entre los meses del año o las estaciones, de forma congruente con las observaciones de la mayoría de los autores^{5,7,10,18}.

Conclusión

Nuestros hallazgos muestran que ciertos fenómenos meteorológicos, como los cambios en la presión atmosférica, la temperatura ambiental y la velocidad del viento, están indudablemente implicados en la aparición de NE. Sin embargo, no parecen ser los únicos factores causantes de la rotura de las vesículas o ampollas enfisematosas, y otros factores de riesgo, como la actividad deportiva, tienen definitivamente un papel importante. Nuestros resultados no son conclusivos, ya que no pudimos encontrar ningún factor o combinación de factores que definiera una clara separación entre días de riesgo y de no riesgo en relación con la aparición de NE. Se podría obtener información más detallada en esta área de futuros estudios con mayor número de casos de NE en un período corto de tiempo.

Financiación

Financiado por las subvenciones MZ IGA NT14227, NS9644 y NT14332-3.

Autoría

Josef Vodička: diseño del estudio, recogida de datos, análisis e interpretación de los datos, redacción del manuscrito.

Šárka Vejvodová: diseño del estudio, recogida de datos.

David Šmíd: recogida de datos, análisis e interpretación de los datos.

Jakub Fichtl: recogida de datos, análisis e interpretación de los datos.

Vladimír Špidlen: recogida de datos.

Stanislav Kormunda: análisis e interpretación de los datos, redacción del manuscrito.

Jiří Hostýnek: diseño del estudio, recogida de datos.

Jiří Moláček: revisión del manuscrito.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés directo o indirectamente relacionado con el contenido del manuscrito.

Bibliografía

- Alifano M, Forti Parri S, Bonfanti B, Arab WA, Passini A, Boaron M, et al. Atmospheric pressure influences the risk of pneumothorax: Beware of the storm! *Chest*. 2007;131:1877–82.
- Haga T, Kurihara M, Kataoka H, Ebana H. Influence of weather conditions on the onset of primary spontaneous pneumothorax: Positive association with decreased atmospheric pressure. *Ann Thorac Cardiovasc Surg*. 2013;19:212–5.
- Ozpolat B, Gözübüyük A, Koçer B, Yazkan R, Dural K, Genç O. Meteorological conditions related to the onset of spontaneous pneumothorax. *Tohoku J Exp Med*. 2009;217:329–34.
- Scott GC, Berger R, McKean HE. The role of atmospheric pressure variation in the development of spontaneous pneumothoraces. *Am Rev Respir Dis*. 1989;139:659–62.
- Schieman C, Graham A, Gelfand G, McFadden NE, Tiruta C, Hill MD, et al. Weather and chinook winds in relation to spontaneous pneumothoraces. *Can J Surg*. 2009;52:E151–5.
- Bense L. Spontaneous pneumothorax related to falls in atmospheric pressure. *Eur J Respir Dis*. 1984;65:544–6.
- Bulajich B, Subotich D, Mandarich D, Kljajich RV, Gajich M. Influence of atmospheric pressure, outdoor temperature, and weather phases on the onset of spontaneous pneumothorax. *Ann Epidemiol*. 2005;15:185–90.
- Celik B, Kefeli Celik H, Hamzaçebi H, Demir H, Furtun K, Ortamevzi C. The role of meteorological conditions on the development of spontaneous pneumothorax. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2009;57:409–12.
- Díaz R, Díez MM, Medrano MJ, Vera C, Guillaumot P, Sánchez A, et al. Influence of atmospheric pressure on the incidence of spontaneous pneumothorax. *Cir Esp*. 2014;92:415–20.
- Chen CH, Kou YR, Chen CS, Lin HC. Seasonal variation in the incidence of spontaneous pneumothorax and its association with climate: A nationwide population-based study. *Respirology*. 2010;15:296–302.
- Sakai T, Ogura Y, Wakayama F, Kodama H, Narita J, Fukuda I. Assessment of meteorological conditions in relation to the onset of spontaneous pneumothorax in young adults. *Kyobu Geka*. 2010;63:446–8.
- Zhang CJ, Gao R, Fu JK, Jin X, Zhang Y, Wang Z. Climatic conditions and the onset of primary spontaneous pneumothorax: An investigation of the influence of solar terms. *Med Princ Pract*. 2012;21:345–9.
- Obuchi T, Miyoshi T, Miyahara S, Hamanaka W, Nakashima H, Yanagisawa J, et al. Does pneumothorax occurrence correlate with a change in the weather? *Surg Today*. 2011;41:1380–4.
- Bertolaccini L, Alemanno L, Rocco G, Cassardo C. Air pollution, weather variations and primary spontaneous pneumothorax. *J Thorac Dis*. 2010;2:9–15.
- Smit HJ, Devillé WL, Schramel FM, Schreurs JM, Sutedja TG, Postmus PE. Atmospheric pressure changes and outdoor temperature changes in relation to spontaneous pneumothorax. *Chest*. 1999;116:676–81.
- Morales Suárez-Varela MM, Plaza Valía P, Martínez Giménez JL, Martínez Selva I, Llopis González A, Blanquer Olivás R. [Spontaneous pneumothorax and atmospheric pressure] Spanish. *Rev Clin Esp*. 2002;202:84–7.
- Morales Suarez-Varela M, Martinez-Selva MI, Llopis-Gonzalez A, Martinez-Jimeno JL, Plaza-Valia P. Spontaneous pneumothorax related with climatic characteristics in the Valencia area (Spain). *Eur J Epidemiol*. 2000;16:193–8.
- Bertolaccini L, Viti A, Boschetto L, Pasini A, Attanasio A, Terzi A, et al. Analysis of spontaneous pneumothorax in the city of Cuneo: Environmental correlations with meteorological and air pollutant variables. *Surg Today*. 2015;45:625–9.