

Enfermedades respiratorias restrictivas-obstructivas y ceniza del volcán Tungurahua en el año 2007

(Restrictive-obstructive respiratory diseases and ash of the Tungurahua volcano in 2007)

Fausto Vinicio Maldonado Cajiao⁽¹⁾, Fausto Vinicio Maldonado Coronel⁽²⁾, Katherine Paulina Maldonado Coronel⁽³⁾, Jeaneth Verónica Silva Jara^{(2)*}

(1) Centro de Integración Familiar y Laboral (CEDIFAL), Riobamba, Ecuador

(2) Carrera de Medicina, Facultad de Salud Pública, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, ECU60155, www.esPOCH.edu.ec

(3) Centro de Salud Nro 3, Dirección Distrital 06D01, Riobamba, Ecuador

*Correspondencia: Dra. Verónica Silva Jara. Carrera de Medicina, Facultad de Salud Pública, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, Panamericana km 1 ½, ECU60155. Correo electrónico: veritosilva0925@gmail.com. Teléfono: +593 98 742 8040

Artículo recibido el 19.09.2018. Artículo aceptado el 01.11.2018

RESUMEN

Introducción: La frecuencia de las enfermedades respiratorias en general y en particular la de las crónicas degenerativas ha incrementado notablemente en los últimos años en nuestro país. La ceniza volcánica podría estar relacionada con este incremento, haciéndonos más susceptibles a padecerlas. El objetivo del presente estudio fue determinar la frecuencia de las patologías respiratorias en la población más expuesta a los efectos de la ceniza y demás gases emanados por el volcán Tungurahua. **Metodología:** En el presente se incluyeron 100 personas residentes en las comunidades más afectadas por la ceniza del volcán Tungurahua (Penipe, Puela, Manzano, Bayushig, El Altar), quienes fueron sometidos a una evaluación clínica, radiológica y espirométrica. **Resultados:** 37 (37 %) de las personas estudiadas fueron de género masculino y 63 (63 %) femenino. 50 pacientes es decir el 50 % fue sintomático respiratorio. El 64 % de pacientes presentó cambios radiológicos sugerentes de cambios bronquíticos. En la espirometría el 23 % de pacientes presentó un patrón restrictivo de leve a moderado. **Conclusiones:** La población expuesta a la ceniza del volcán Tungurahua mostró cambios radiográficos, clínicos y espirométricos indicativos de enfermedades respiratorias que posiblemente se deben a la exposición a la ceniza volcánica.

Palabras clave: enfermedades respiratorias restrictivas, enfermedades respiratorias obstructivas, ceniza volcánica, Tungurahua

ABSTRACT

Introduction: Frequency of respiratory diseases in general and in particular chronic degenerative diseases have notably increased in recent years in our country. Volcanic ashes could play a role in this increment, making us more susceptible to suffer them. The objective of the present study was to determine frequency of respiratory pathologies in the population most exposed to the effects of ash and other gases emanated from the Tungurahua volcano. **Methodology:** In the present study there were included 100 people who were residents of the communities most affected by the ashes of the Tungurahua volcano (Penipe, Puela, Manzano, Bayushig, El Altar). People were subjected to clinical, radiological and spirometric evaluation. **Results:** 37 (37%) of the studied population were men and 63 (63%) were women. 50 patients (50%) reported respiratory symptoms. 64% of patients showed radiological changes which suggested bronchitic changes. Spirometric evaluation showed a mild to moderate restrictive pattern in 23% of patients. **Conclusions:** Population exposed to ash of the Tungurahua volcano showed clinic, radiographic and spirometric changes that suggest respiratory diseases which possibly are due to exposition to volcanic ashes.

Key words: restrictive respiratory diseases, obstructive respiratory diseases, volcanic ashes, Tungurahua

1. Introducción

Las erupciones volcánicas tienen un impacto importante en su entorno e inciden principalmente en el ambiente y la salud de la población. Los problemas derivados de dichos acontecimientos en el ámbito de la salud tienen un impacto que puede ser visible a corto plazo a través de afecciones respiratorias, oculares y de la piel. Del mismo modo se ha verificado que la exposición a la contaminación volcánica contribuye al incremento de padecimientos degenerativos cardiovasculares, respiratorios y neurológicos, en particular aumento en la frecuencia de cáncer, alteraciones del desarrollo y padecimientos hereditarios.(1,2)

Según el Instituto Geográfico Militar, las erupciones volcánicas de mayor importancia registradas en nuestro país se produjeron por el volcán Tungurahua, que es un estratovolcán activo situado en la zona andina de Ecuador. El volcán se alza en la Cordillera Oriental límite de las provincias de Chimborazo y Tungurahua. El último período eruptivo se inició en 1999 y persiste hasta el momento. Al inicio la erupción fue subcontinua, caracterizada por explosiones y emisiones de gases y ceniza. En julio y agosto del 2006, el volcán produjo dos grandes erupciones explosivas con formación de flujos piroclásticos. La caída de ceniza asociada a estos eventos fue de carácter regional afectando incluso a localidades lejanas pudiendo afectar extensas áreas, siendo las más perjudicadas las comunidades de Penipe (Palictahua, Ganshi, Pachanillay, Puela Manzano, Anabá, Choglontus, Pungal de Puela, Bilbao) y Guano (San José de Chazo, Chazo Bajo, Cahujá Alto, Cahujá Bajo, Guanando, Puntal San Miguel, Lalanshi Sta. Rosa de Cushog, Pusniag).(3)

El proceso eruptivo del volcán Tungurahua provocó la eliminación de gases potencialmente tóxicos compuestos de nitrógeno y azufre entre otros componentes, el principal compuesto de la ceniza volcánica es sílice, que tiene la particularidad de desencadenar una reacción inflamatoria pulmonar que se relaciona con fibrosis intersticial, cuya principal secuela es la invalidez respiratoria. Estudios previos indican que uno de los componentes más frecuentes encontrados en la ceniza volcánica, el sílice, al ingresar a las vías respiratorias produce sequedad de las

mucosas del aparato respiratorio, lo que facilita el desarrollo y crecimiento de bacterias al afectar los mecanismos de defensa.(4)

Los efectos respiratorios de la exposición a la ceniza volcánica se han estudiado durante las últimas tres décadas, cuando en mayo de 1980, el Monte St. Helens (Estados Unidos) entró en erupción y generó la primera aproximación científica al estudio de los efectos sobre la función respiratoria medida por espirometría. En este estudio se observó un patrón obstructivo reversible en adultos gravemente expuestos y la ausencia de deterioro espirométrico en niños. Otros estudios sin embargo han presentado resultados contradictorios sobre los efectos de la exposición a la ceniza volcánica sobre la función pulmonar.(5)

Según la base de datos de las atenciones ambulatorias de salud del Ministerio de Salud Pública y de la empresa CEBYCAM CES durante los últimos 10 años, las enfermedades respiratorias se encuentran entre las diez primeras causas de morbimortalidad en todos los grupos etarios. (6,7) La situación de salud de las comunidades asentadas en las faldas e inmediaciones del volcán Tungurahua, se encuentra en franco proceso de deterioro. Las investigaciones de CEBYCAM CES en el 2006 revelaron que las secuelas en cuanto a presencia de enfermedades respiratorias crónicas se acentúan, a lo que se suma el deterioro de la producción agropecuaria, lo que ha incrementado los problemas socioeconómicos y la pobreza. Con estos antecedentes el presente estudio tiene como objetivo determinar la presencia de enfermedades respiratorias restrictivas y obstructivas en poblaciones expuestas a la ceniza del volcán Tungurahua.

2. Métodos

Se trata de un estudio observacional transversal. El grupo de estudio fue seleccionado mediante un muestreo intencional no probabilístico de 100 pacientes, 63 mujeres y 37 hombres que cumplieron los criterios de inclusión, lo que consideraba las siguientes características: residir en las comunidades afectadas por la exposición a la ceniza volcánica por más de 10 años, aceptar de manera voluntaria participar en el estudio y tener entre 20 y 70 años.

Los beneficiarios de la investigación fueron los habitantes de las siguientes comunidades de: Penipe: Palictahua, Ganshi, Pachanillay, Puela (Manzano, Anabá, Choglontus), Pungal de Puela, Bilbao, Guano: San José de Chazo, Chazo Bajo, Cahujá Alto, Cahujá Bajo, Guanando, Puntal San Miguel, Lalanshi (Sta. Rosa de Cushog), Pusniag. Las personas seleccionadas de las comunidades fueron sometidas a un examen clínico, una radiografía estándar de tórax y espirometría. Los hallazgos radiográficos y espirométricos fueron reportados por el principal responsable del estudio, quien trabajó directamente con los pacientes y los evaluó clínicamente. El proceso de recolección de datos se realizó entre julio y noviembre del 2007.

Los datos obtenidos fueron analizados a través de una base de datos y los resultados fueron descritos en función de los hallazgos más significativos y presentados en tablas. Los datos fueron procesados a través de hojas de cálculo.

3. Resultados

Al inicio del proceso investigativo se pretendió excluir a los pacientes expuestos a otros irritantes como el humo de leña y tabaco con el fin de que los datos correspondieron solo a individuos expuestos a la ceniza volcánica. Sin embargo, dadas las costumbres y forma de vida de las comunidades se encontró que 79 (79 %) de las personas estudiadas sufrieron exposición al humo de leña y 32 (32 %) fueron expuestos al humo de tabaco. Debido al alto porcentaje de expuestos a humo de leña y de tabaco se decidió no excluirlos del estudio.

De las 100 personas estudiadas de las 18 comunidades, 37 (37 %) fueron de género masculino y 63 (63 %) de género femenino. La edad más frecuente corresponde al rango de 41 a 50 años (28 %), mayores de 61 años (23 %) y de 51 a 60 años (19 %), lo que indica que el 70 % de los estudiados fueron personas mayores de 40 años. De ellos la población sintomática respiratoria se muestra en la Tabla 1 y corresponde al 50% de la población estudiada. Además se puede observar que las personas sintomáticas con más frecuencia son mayores de 40 años, datos que coinciden con otros estudios.⁽⁸⁾ Otro aspecto de interés para el estudio fue conocer la prevalencia de tabaquismo que se encontró en el

32 %. Llama la atención que el 91% de los fumadores fue de género masculino y que el 43 % de hombres entre 41 y 60 años fue fumador. La población mayor de 40 años, que corresponde al 44 % de la población estudiada fue sintomático respiratorio, 21 de los cuales fueron hombres (48 %) y 23 mujeres (52 %), lo que sugiere las mujeres presentaron con mayor frecuencia signos de daño respiratorio, posiblemente debido a su exposición al humo de leña desde temprana edad.

Edad	Hombres	Mujeres	Total
20-30	1	2	3
31-40	3	0	3
41-50	6	8	14
51-60	7	6	13
más de 60	8	9	17
Total	25	25	50

Tabla 1. Población sintomática respiratoria por edad y género. Datos corresponde a 50 de las 100 personas estudiadas

Se observó también leves cambios bronquíticos en el 10 % de la población menor de 40 años a pesar de no tener antecedentes de exposición a otros irritantes, lo que haría suponer que puede ser consecuencia directa de la exposición a la ceniza volcánica. En la población mayor de 40 años, el 46 % presentó cambios bronquíticos leves de los cuales el 17 % se observó en hombres y 29 % en mujeres. Asimismo, el 5 % de hombres y 10 % de mujeres presentaron cambios considerados como moderados (Tabla 2). Los cambios leves en ambos géneros se observan con mayor predominio en la población mayor de 40 años, lo que podría guardar relación con la larga exposición la ceniza volcánica y/o exposición a otros irritantes, lo que se podría estudiar a futuro en otro estudio.

En los datos espirométricos no se encontró un patrón obstructivo en ninguno de los casos estudiados, pero sí patrones restrictivos. De este modo se observó un patrón restrictivo leve en el 4 % de hombres y en 11 % de mujeres, mientras que 2 % de hombres y 6 % de mujeres tuvieron cambios restrictivos moderados y en el 2 % de mujeres se encontró cambios restrictivos graves. Estos porcentajes indican que aproximadamente el 25 % de la población debe consi-

derarse de alto riesgo de desarrollo de trastornos parenquimatosos e intersticiales, lo que requerirá la realización de otros exámenes como la tomografía axial computarizada, difusión pulmonar, etc. Finalmente, en cuanto a los cambios espirométricos, se observó predominio de cambios restrictivos leves en hombres mayores de 61 años y mujeres de 41 a 50 años (Tabla 3).

Edad	Hombres			Mujeres			Total
	CL	CM	CG	CL	CM	CG	
20-30	1	0	0	2	0	2	5
31-40	1	1	1	2	0	0	5
41-50	4	0	0	10	5	0	19
51-60	6	2	0	3	1	0	12
+ 61	5	2	0	12	5	0	24

Tabla 2. Cambios radiográficos por edad y género.
Abreviaciones: CL = cambios leves, CM = cambios moderados, CG = cambios graves

Edad	Mujeres			Hombres			Total
	RL	RM	RG	RL	RM	RG	
20-30	2	1	0	0	0	0	3
31-40	2	0	0	2	1	0	3
41-50	4	1	0	0	0	0	5
51-60	0	1	0	4	1	0	6
+ 61	3	3	2	4	2	0	8
Total	11	6	2	10	4	0	25

Tabla 3. Cambios espirométricos por edad y género.
Abreviaciones: RL = restricción leve, RM = restricción moderada, RG = restricción grave

4. Discusión

Los resultados de estudios relacionados con otras erupciones volcánicas en la región sugieren que las erupciones volcánicas afectan la calidad de vida de las personas en distintas formas. Un ejemplo de ello es la erupción del Cordón Caulle, que dejó secuelas generalizadas en la calidad de vida de las personas y posiblemente es su salud.(9,10) Por ejemplo un estudio perimental en ratones demostró que la exposición crónica a ceniza volcánica de la erupción del complejo Puyehue-Caulle se aso-

cia con una respuesta inflamatoria de la vía aérea.(11)

Asimismo, varios estudios que han evaluado la influencia de fenómenos volcánicos sobre la salud respiratoria han demostrado que existe un potencial tóxico de las partículas de ceniza.(12-15) En la erupción volcánica del Monte St. Helens del 18 de mayo de 1980, se observó por ejemplo un aumento en el número de pacientes con asma y bronquitis, padecimientos que se consideran factores de riesgo de otros problemas respiratorios.(16) Estos hallazgos están en concordancia con nuestro estudio donde observamos cambios bronquíticos en la personas expuestas a la ceniza del volcán Tungurahua.

La recurrencia de enfermedades respiratorias en la población es una de las consecuencias más frecuentes que se han observado con respecto al efecto de la exposición a ceniza volcánica.(17,18) De este modo se podría pensar que la exposición a ceniza volcánica junto con otras exposiciones ambientales, como en el caso de la población estudiada en el presente estudio podría potenciar este riesgo.(3,19-22) Es importante destacar que el informe de plan de contingencia volcánica del Tungurahua indica que las tasas de morbilidad y mortalidad se incrementaron.(23) De este modo se pudo apreciar un incremento en la infecciones de las vías respiratorias.

Una parte de estos datos podría explicarse en los hallazgos de nuestro estudio, que demostró cambios radiográficos y espirométricos en los sujetos estudiados, especialmente en edades más allá de los 40 años de edad. En relación a estos resultados, un estudio que evaluó la salud respiratoria en sujetos expuestos a la ceniza del volcán Tungurahua demostró concordancia con nuestros hallazgos.(24,25) En estos estudios se observó por ejemplo, mayor riesgo de alteraciones espirométricas en personas expuestas a la ceniza del volcán, así como también una asociación estadísticamente significativa entre la exposición a cenizas y asma bronquial.

5. Conclusiones

El presente estudio muestra que la exposición a la ceniza del volcán Tungurahua se asocia a síntomas respiratorios, así como también a altera-

ciones radiográficas de los pulmones y cambios espirométricos. Estas alteraciones fueron más evidentes en mayores de 40 años, afectando con más frecuencia a las mujeres. Las alteraciones radiográficas sugirieron cambios bronquíticos y las espirométricas, patrón restrictivo.

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a varias instituciones públicas y privadas que de uno u otro modo contribuyeron al presente trabajo de investigación, lo que incluye: CEBYCAM – CES, Caritas Alemana, Conferencia Episcopal Ecuatoriana, Universidad Nacional de Chimborazo, Hospital General Docente de Riobamba y ESPOCH. Todas estas instituciones con su apoyo tanto en infraestructura como contingente humano han sido pilar fundamental para la ejecución de este proyecto.

Conflictos de interés

El grupo de autores del artículo, declaran no tener conflicto alguno de interés.

Limitación de responsabilidad

Los puntos de vista expresados e información recolectada son de entera responsabilidad del autor de este trabajo y no de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Fuentes de apoyo

Este trabajo no contó con fuentes de financiamiento externas, se hizo de manera autofinanciada por los autores.

Referencias bibliográficas

- Rivera Tapia JA. La actividad volcánica y su relación con el medio ambiente y salud. *Rev la Fac Med* [Internet]. 2004;47(5):200–3. Tomado de: <http://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2004/un045e.pdf>
- Rahim K. Global initiative for chronic obstructive lung disease. *Trenchless Technology Roadshow*. 2018.
- Bernard B, Telenchana E, Battaglia J, Hernandez S, Aguaiza S, Sierra D, et al. Erupción de febrero-marzo 2016 del volcán Tungurahua. 2017.
- Zabert I, Benítez S, Zabert GE, Wilson TM, Cole JW, Stewart C, et al. Ash storms: Impacts of wind-remobilised volcanic ash on rural communities and agriculture following the 1991 Hudson eruption, southern Patagonia, Chile. *Nat Hazards Earth Syst Sci* [Internet]. 2011 [cited 2018 Nov 28];73(3):200–3. Tomado de: <https://es.scribd.com/doc/52492103/ENFERMEDADES-INFECIOSAS-COMUNES-EN-EL-ECUADOR>
- Horwell CJ, Baxter PJ. The respiratory health hazards of volcanic ash: a review for volcanic risk mitigation. 2006;1–24.
- CEBYCAM - CES. Centro de desarrollo humano en cultura y economía solidaria de Penipe. Premio Reina Sofía de Rehabilitación y de Integración 2005 [Internet]. 2005;1–12. Tomado de: <http://sid.usal.es/idocs/F8/ART9425/CEB.pdf>
- Coordinación General de Planificación del MSP. Producción Estadística MSP 2006-2016 [Internet]. 2016. Tomado de: <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2015/01/Producción-Estadística-2006-2016.pdf>
- Akematsu T, Dodson RF, Williams MG, Hurst GA. The short-term effects of volcanic ash on the small airways of the respiratory system. *Environ Res*. 1982;29(2):358–70.
- Forte P, Domínguez L, Bonadonna C, Lamberti MC, Gregg CE, Castro JM. Tormentas de ceniza volcánica en Patagonia: un peligro latente y subestimado. In: *Foro Internacional: Los volcanes y su impacto*. 2018. p. 5

10. Elissondo M, Baumann V, Bonadonna C, Pistolesi M, Cioni R, Bertagnini A, et al. Chronology and impact of the 2011 Cordón Caulle eruption, Chile. *Nat Hazards Earth Syst Sci.* 2016;16(3):675–704
11. Zabert I, Benítez S, Zabert GE. Prevalencia de síntomas de asma en niños expuestos a ceniza volcánica. *Rev am med respir [Internet].* 2015;15(4):306–13. Tomado de: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-236X2015000400006
12. Damby DE, Horwell CJ, Baxter PJ, Delmelle P, Donaldson K, Dunster C, et al. The respiratory health hazard of tephra from the 2010 Centennial eruption of Merapi with implications for occupational mining of deposits. *J Volcanol Geotherm Res [Internet].* 2013;261:376–87. Tomado de: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2012.09.001>
13. Adler KB, Mossman BT, Butler GB, Jean LM, Craighead JE. Interaction of Mount St. Helens' volcanic ash with cells of the respiratory epithelium. *Environ Res.* 1984;35(2):346–61
14. Buist AS, Bernstein RS. Health effects of volcanoes: An approach to evaluating the health effects of an environmental hazard. *Am J Public Health.* 1986;76(SUPPL. 3):1–2
15. Wilson TM, Cole JW, Stewart C, Cronin SJ, Johnston DM. Ash storms: Impacts of wind-remobilised volcanic ash on rural communities and agriculture following the 1991 Hudson eruption, southern Patagonia, Chile. *Bull Volcanol.* 2011;73(3):223–39
16. Baxter PJ, Ing R, Falk H, Plikaytis B. Mount st. helens eruptions: The acute respiratory effects of volcanic ash in a north american community. *Arch Environ Health.* 1983;38(3):138–43
17. González R, Carranza E. Impacto de las erupciones volcánicas en la salud pública. In: III Congreso científico internacional Uniandes - Impacto de las investigaciones universitarias. 2015. p. 11
18. Acurio Mayorga D. Enfermedades infecciosas comunes en el Ecuador [Internet]. *Scribd.* 2011 [cited 2018 Nov 28]. Tomado de: <https://es.scribd.com/doc/52492103/ENFERMEDADES-INFECIOSAS-COMUNES-EN-EL-ECUADOR>
19. Alvarez J. Influencia de la ceniza volcánica en la composición de la película lagrimal. 2009
20. Haro A. Evaluación del impacto ambiental en los pastizales producidos por el proceso eruptivo del volcán Tungurahua en la Hacienda Choglontus [Internet]. 2011. Tomado de: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01402390.2011.569130>
<http://proxy.library.upenn.edu:2195/doi/abs/10.1080/01402390.2011.569130>
21. Paladines Erreiz JL, Zamora Rosero CP. Impacto provocado por el volcán Tungurahua en la salud de los pobladores de Penipe durante el período eruptivo comprendido entre el año 2003-2010. *Pontif Univ Católica del Ecuador [Internet].* 2011 [cited 2018 Nov 28]; Tomado de: <http://repositorio.ausjal.org/handle/20.500.12032/419765>
22. EFE. Ecuador: Crecen actividad sísmica y nivel de azufre en Tungurahua | RPP Noticias [Internet]. [cited 2018 Nov 28]. Tomado de: <https://rpp.pe/lima/actualidad/ecuador-crecen-actividad-sismica-y-nivel-de-azufre-en-tungurahua-noticia-683416>
23. Ministerio de Salud Pública. Plan de contingencia volcánica Área No. 6 Guano Penipe 20077. 2007.

24. Cifuentes C, Alvarado A. Efectos en la salud respiratoria de las comunidades de Pillate, Manzano y Choguntus expuestas crónicamente a la inhalación de ceniza del volcán Tungurahua [Internet]. 2015. Tomado de: [http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/3225/1/UDLA-EC-TMC-2015-04\(S\).pdf](http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/3225/1/UDLA-EC-TMC-2015-04(S).pdf)
25. Cifuentes C, Luis A, Naranjo A, Naranjo C, Acosta A, Chamba F. Asociación entre alteraciones respiratorias 1. Moreira C, Carolina A, Aguirre A, et al. Asociación entre alteraciones respiratorias. Red Rev Científicas América Lat el Caribe, España y Port. 2017;36(6):148–52. 14. Dirección Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Sistema de Vigilancia en la Salud Pública Ecuador [Internet]. MSP Ecuador. 2016 [cited 18 September 2018]