

Prevalencia de síntomas de asma en niños expuestos a ceniza volcánica

Autores: Ignacio Zabert¹, Sergio Benítez², Gustavo E. Zabert¹

¹Universidad Nacional del Comahue

²Neumonología, Sanatorio San Carlos. Bariloche

Correspondencia:

Ignacio Zabert
Domicilio postal: Ministro J. González 545,
Neuquén (CP 8300).
Tel.: 299 (15) 4598813
Fax: 299 4481180
E-mail: izabert@gmail.com

Recibido: 24.02.2015

Aceptado: 16.11.2015

Resumen

Introducción: Las erupciones volcánicas tienen diversos impactos sobre la salud de la población expuesta y el sistema respiratorio es uno de los más afectados debido a la inhalación de los productos volatilizados. Estudios experimentales en ratones demostraron que la exposición crónica a ceniza volcánica de la erupción del complejo Puyehue-Caulle se asoció con respuesta inflamatoria de la vía aérea. A la fecha, no se ha reportado el impacto sobre la salud respiratoria de los niños expuestos a este evento.

Objetivo: Determinar la prevalencia de síntomas de asma en niños 2 años después de la erupción del complejo Puyehue-Caulle.

Materiales y Métodos: Se realizó un estudio de corte transversal en niños de 13 y 14 años asistentes a 11 colegios secundarios de la Ciudad de San Carlos de Bariloche, Rio Negro. Se encuestaron usando los cuestionarios ISAAC, y se realizaron mediciones de espirometría y monóxido de carbono en aire espirado a cada uno de los sujetos.

Resultados: Se encuestaron 303 sujetos, 56% fueron varones y 47% asistían a escuelas del sector público. El 12,8 % reportaron ser fumadores activos. El cuestionario ISAAC más video-cuestionario reportó 27% de sibilancias alguna vez en la vida y 14% de sibilancias en el último año. El análisis de las espirometrías mostró 1% de la muestra con patrón obstructivo.

Conclusiones: En una muestra de niños residentes de una ciudad con alto nivel de exposición a ceniza volcánica se observó una alta prevalencia de síntomas de asma, los mismos fueron significativamente más prevalentes que en estudio previo realizado en esa ciudad.

Palabras clave: prevalencia de asma, ceniza volcánica, erupción volcánica

Abstract

Asthma Prevalence among Children Exposed to Volcanic Ashes

Background: Volcanic eruptions have different health impacts on exposed population and the respiratory system is one of the most affected due to the inhalation of volatilized products. Experimental studies in guinea pigs showed that chronic exposure to volcanic ash from the eruption of the Puyehue-Caulle complex is associated with inflammatory airway response. To date, it has not been reported respiratory health impact of children exposed to this. Objective: To determine children's asthma symptoms prevalence 2 years after Puyehue-Caulle complex's eruption.

Methods: Cross-sectional study was conducted among 13 and 14 years old children attending 11 secondary schools in San Carlos de Bariloche City, Rio Negro. They were surveyed with ISAAC's questionnaires and spirometry and carbon monoxide in exhaled air measurements were performed to each subject.

Results: 303 subjects were surveyed, 56% were male and 47% belonged to public schools. 12,8% were active tobacco smokers, 27% had wheezing sometime in the life and 14% had wheezes in the last year (based on ISAAC questionnaire). Only 1% of the spirometry had airway obstruction.

Conclusions: The prevalence of last year asthma symptoms increased compared with a previous study.

Key words: Asthma prevalence, volcanic ash, volcanic eruption

Introducción

El 4 de junio del 2011 se inició la erupción del complejo volcánico Puyehue-Caulle, ubicado en la región noreste de la Patagonia chilena ($40^{\circ} 35'25''$ S - $72^{\circ} 7'2''$ W).

En este ingreso al ciclo eruptivo, el complejo volcánico emitió un volumen de magma en forma spray estimado en alrededor de cien millones de toneladas, lo que formó columnas de material piroclástico y gases de hasta 10 km de altura. Debido a la dirección noroeste (NE-SE) del viento dominante se produjo su inmediata dispersión en forma de nube de ceniza volcánica sobre una extensa zona de la Patagonia norte argentina, lo que causó un gran impacto social, geográfico y ecológico. Este material se depositó con acumulaciones de hasta 40 cm^1 .

La ciudad de San Carlos de Bariloche (Bariloche) es la mayor de las poblaciones de la región con más de 140.000 habitantes (Imagen 1). Se encuentra ubicada en la provincia de Río Negro, Argentina, a unos 80 km del centro eruptivo dentro de la zona más afectada por la caída y posterior resuspensión de la ceniza.

Si bien el evento eruptivo se agotó en un período relativamente corto, el fenómeno citado de resuspensión del material depositado mantuvo expuesta a la población durante un período prolongado.

Los efectos respiratorios en las personas expuestas a la ceniza volcánica fueron estudiados en otros eventos eruptivos. Esos grupos de trabajo definieron que los efectos del material sobre el sistema respiratorio dependen de los niveles de exposición (en tiempo y concentración), del tamaño de la partícula y de su composición². Dada la particularidad

del material derivado de cada evento eruptivo, se requiere el estudio de cada población expuesta. Los hallazgos son potencialmente diferentes en cada evento de exposición a ceniza volcánica.

Los estudios desarrollados en personas expuestas a la ceniza derivada de las erupciones del Mount St. Helens y Monserrat documentaron síntomas irritativos (tos seca, expectoración, dolor torácico); exacerbaciones de enfermedades respiratorias crónicas (asma bronquial, enfermedad pulmonar obstructiva crónica) y caída transitoria de la función respiratoria medida por espirometría²⁻¹⁰.

En el caso del complejo Puyehue-Caulle, estudios en ratones determinaron asociación entre ceniza volcánica y respuesta inflamatoria bronquial¹¹. En un estudio ecológico realizado en pobladores de Bariloche mayores de 45 años residentes durante la erupción, no se observó deterioro de la función respiratoria medida por espirometría¹². La población de niños expuestos no se estudió hasta el momento.

El objetivo del presente estudio fue medir la prevalencia de síntomas de asma en un grupo de niños residentes expuestos a ceniza volcánica de la ciudad de Bariloche a dos años de la erupción del Volcán Puyehue.

Materiales y Métodos

Se realizó un estudio corte transversal de base poblacional en adolescentes de 13 y 14 años de edad que se encontraban viviendo en la ciudad de Bariloche al momento de la erupción. La selección y reclutamiento se realizó en escuelas secundarias, públicas y privadas, usando los lineamientos del



Imagen 1. Fotografía satelital de la erupción y zona de dispersión de ceniza volcánica.

protocolo del estudio ISAAC y se ejecutó en la última semana de octubre del año 2013.

La unidad de reclutamiento de los individuos fueron cursos en las escuelas participantes, las que fueron seleccionadas mediante aleatorización simple sobre la totalidad de las instituciones de enseñanza secundaria de la Ciudad de Bariloche, en número mínimo de 10 y hasta alcanzar el tamaño de la muestra. Fue establecido un plan de contingencia por el cual, de no alcanzarse el número total de sujetos en la selección original, se incluirían las escuelas según orden consecutivo de aleatorización.

Se excluyeron las escuelas de enseñanza especial, debido a que los cuestionarios debían ser auto llenados. Los sujetos que emigraron durante la erupción o se asentaron en la ciudad entre la erupción y el momento del estudio también fueron excluidos.

Las escuelas fueron notificadas por correo electrónico y luego visitadas por los investigadores, acordándose fecha, horario y lugar físico dentro de las instituciones para la realización del estudio. Los consentimientos informados fueron entregados con anticipación para que, una vez firmados por los padres de los sujetos, fueran recolectados por los docentes y archivados por los directivos de los establecimientos hasta el momento del estudio.

El día del estudio se registraron datos demográficos (edad, género, lugar de residencia durante la erupción, características de los hogares) y se llevaron adelante cuestionarios auto-administrados para grupo etario de 13-14 años y videocuestionario.

La estrategia de encuesta, los cuestionarios, autodministrado y videocuestionario, fueron los utilizados en el protocolo del International Study of Asthma and Allergies in Children (ISAAC) fase III, traducidos y validados al español¹³⁻¹⁵. Fueron incluidas preguntas sobre uso de tabaco y exposición a productos de combustión de biomasa.

La condición tabáquica fue definida como fumador pasivo (expuesto a diario a humo de tabaco ambiental), experimentador (aquellos que han fumado más de 100 cigarrillos en su vida) o fumador actual (aquellos que fuman diariamente).

Luego fue realizada una espirometría sin el uso de broncodilatadores y medición de monóxido de carbono en aire espirado (COesp).

Para la espirometría (EasyOne™, ndd Medical Technologies, Zúrich, Suiza) fueron utilizados los valores de referencia NANHES III y calculado

el límite inferior de normalidad (LIN)¹⁵⁻¹⁷. Las mediciones fueron realizadas por un técnico calificado, entrenado para el uso del espirómetro con el protocolo y material de capacitación utilizado en el estudio PUMA (Prevalence study and regular practice, diagnosis and treatment among general practitioner in population at risk of COPD in Latin America), y acreditado con 100 espirometrías de calidad realizadas previamente al estudio¹⁸. La técnica de realización de espirometrías fue encuadrada dentro de las guías ATS/ERS¹⁹. Los niños fueron medidos y pesados previamente, se les explicó el procedimiento y realizaron las maniobras en posición sentada con clip nasal, se obtuvieron un mínimo de 3 curvas y un máximo de 9 (8 curvas más 1 curva de entrenamiento).

La medición de monóxido de carbono en aire espirado (COesp, Bedfont) fue realizada acorde a la técnica descrita por Jarvis et al y con las recomendaciones del fabricante del analizador²⁰. El objetivo de esta medición fue valorar potenciales factores de exposición que sesguen los resultados. Los participantes realizaron una inhalación a capacidad pulmonar total conteniendo la respiración por quince segundos, exhalando luego suavemente a través la boquilla del equipo de medición hasta volumen residual. Fue registrado el máximo valor obtenido expresado en ppm (partes por millón de CO en aire espirado)²¹.

A los fines del presente trabajo, fueron analizadas las siguientes variables: género, talla y peso, consumo de tabaco, prevalencia de síntomas asma, CO_{esp}, capacidad vital forzada (FVC), volumen espirado en el primer segundo (FEV₁) y el cociente FEV₁/FVC.

Fueron definidas espirometrías obstructivas aquellas espirometrías con un cociente FEV₁/FVC menor a 0,8. El grado de severidad fue definido acorde al valor de FEV₁ expresado como porcentaje del teórico (leve mayor del 70%, moderada 50-69%, grave del 35-50%, muy grave menos del 35%)¹⁶. La categorización de los estudios fue realizada según normativa vigente¹⁷.

La prevalencia de síntomas de asma fue definida por la pregunta "¿has tenido sibilancias o silbidos en el pecho en los últimos 12 meses?" y su equivalente en video cuestionario, esta fue contrastada con dos reportes previos en la ciudad y en la región^{21,22}.

El protocolo de investigación y el consentimiento informado fue aprobado por el comité de ética del

Hospital Zonal Ramón Carrillo de la ciudad de Bariloche.

El tamaño de la muestra se estimó en 351 sujetos para un cambio de la prevalencia de sibilancias en el último año del 4% (one simple z-test, dos colas. Nivel de confianza 95%, poder 80%).

Las variables categóricas fueron expresadas como porcentajes con sus respectivos intervalos de confianza 95% (IC 95), las variables continuas como media con sus correspondientes desvíos standard (DS), para los datos con distribución normal y como mediana con sus IC 95 para los datos con distribución asimétrica.

Para la comparación entre los niveles de prevalencia de síntomas de asma actuales y previos se utilizó la prueba de Chi cuadrado (χ^2) para una muestra o T-test, dependiendo de las variables. Se tomó un nivel de significancia estadística del 5%.

Resultados

Fueron invitados a participar 350 niños y niñas a quienes les fue entregado el consentimiento informado. Debido a la detección de rechazo sistemático en dos escuelas fue aplicado plan de contingencia establecido en el protocolo. De estos 303 (tasa de respuesta 86.5%) participaron en el estudio, en su totalidad encuestados. En 289 sujetos fue realizada espirometría (95,3% de los encuestados). Los encuestados tuvieron una edad media de 13,5

años (SD), el género masculino (57%) fue más frecuente, solo el 3% y 6% reportó fumar a diario y estar expuesto a combustible de biomasa en su domicilio. Solo el 1% evidenció niveles de monóxido de carbono superiores a 6 ppm. Los datos demográficos obtenidos de la población encuestada y la distribución de los colegios seleccionados se detallan en la Tabla 1 e Imagen 2, respectivamente.

TABLA 1. Demografía de los niños encuestados en Bariloche, Río Negro, después de la erupción del complejo Puyehue-Caulle (octubre 2013) N = 303

Género (%)	
Masculino	173 (57,1)
Femenino	130 (42,9)
Edad media (SD)	13,5 (0,6)
Talla -mts.-media (SD)	1,61 (0,1)
Peso -kgs.-media (SD)	57,0 (11,6)
IMC media (SD)	22,0 (3,7)
Gestión escolar (%)	
Privada	161 (53,1)
Pública	142 (46,9)
Condición tabaco (%)	
Fumador pasivo	54 (17,8)
Experimentador	72 (23,8)
Fumador actual	9 (3,0)
Exposición ceniza (%)	81 (26,7)
Exposición humo biomasa (%)	20 (6,6)
COesp > 6ppm (%)	3 (1,0)

SD: desvío estandard



Imagen 2. Distribución de los 11 colegios secundarios de la ciudad de San Carlos de Bariloche, Río Negro. A: Neuquen Peuman; B: Esc. Tec. Los Andes; C: CEM45; D: Amuyen; E: San Esteban; F: Don Bosco; G: Dante Aleghieri; H: CET n° 002; I: CEM 132; J: San Patricio; K: CEM 20.

El 27% refirió síntomas de asma alguna vez en la vida mientras que el 14,2% de los sujetos encuestados refirió síntomas de asma en los 12 meses anteriores a la encuesta y 5,3% haber padecido sibilancias que le impedían articular el habla (Tabla 2). La prevalencia de síntomas de asma observadas por video cuestionario para las mismas variables fueron 18%, 13,2 % y 6,3%, respectivamente (Tabla 3 y 4). El 85,8% de las 289 espirometrías realizadas alcanzaron una calidad A o B y se observaron 5,2% con patrón obstructivo definido por $VEF_1/CVF \leq LLN$; el resumen de los valores se consignan en Tabla 5.

Conclusión

Las erupciones volcánicas generan gran impacto en el ecosistema de la zona afectada por sus emanaciones (lava, cenizas y/o gases) y existe evidencia que afecta a la salud de la población expuesta¹. Este es el primer estudio que exploró la prevalencia de asma en niños expuestos de la ciudad de Bariloche, a dos años de haberse producido el ciclo eruptivo. La decisión de estudiar una muestra de niños de 13 y 14 años escolarizados, en el país, se fundamentó en que existía una metodología de investigación

validada, ya aplicada previamente en nuestro país en dos oportunidades, por lo que se contaba con una prevalencia aproximada para estimar el tamaño muestral y realizar comparaciones.

El estudio observó una prevalencia de síntomas del 14% con un 5% de la población encuestada que refirió síntomas de severidad en el año previo a la encuesta y valores similares en el video cuestionario, lo que aportó consistencia a las dos variables más significativas de asma.

La prevalencia de síntomas de sibilancias en el año previo fue mayor que la reportada a nivel nacional así como en la unidad más cercana geográficamente, que ha utilizado la herramienta ISAAC²³, y la mencionada por un reporte previo que usó un cuestionario auto administrado, pero no ejecutó bajo el protocolo ISAAC²².

En 1993 Salmun et al., utilizando una herramienta similar en un grupo de escolares de la ciudad de Bariloche (un año menores que los incluidos en el presente), mostraron una prevalencia de síntomas de asma durante el último año del 7,2%²². La comparación estadística (Tabla 6) de los datos actuales respecto de 1993 muestra una significativa mayor prevalencia de síntomas de asma en nuestro reporte (p: 0.01; OR 2.15; IC 95 1.2-3.9).

TABLA 2. Prevalencia de síntomas en niños de 13 y 14 años encuestados en Bariloche, Río Negro, cuestionario autoadministrado ISAAC, 2 años después de la erupción del complejo Puyehue-Caulle N = 303

	N	%	IC95
Sibilancias alguna vez en la vida	84	27,7	(22,8-33,2)
Sibilancias últimos 12 meses*	43	14,2	(10,6-18,5)
Episodios sibilancias anuales*			
Ninguno	3	0,9	(0,0-2,3)
1 a 3	33	10,9	(7,6-14,9)
4 a 12	6	1,98	(0,7-3,6)
Más de 12	3	0,9	(0,0-2,3)
Despertares Nocturnos*			
Nunca	33	10,9	(7,6-14,5)
Menos de una vez por semana	12	4,0	(2,0-5,9)
Una o más veces por semana	–	–	–
Episodios de sibilancias severos que impidieron decir una o dos palabras entre respiración*	16	5,3	(3,10-7,9)
Historia de asma	31	10,2	(6,9-13,9)
Sibilancias durante o posterior ejercicio*	61	20,1	(15,5-24,8)
Tos nocturna*	84	27,7	(22,8-33,7)

* En previos 12 meses de la encuesta

TABLA 3. Prevalencia de síntomas en niños de 13 y 14 años encuestados en Bariloche, Río Negro, por video cuestionario ISAAC, 2 años después de la erupción del complejo Puyehue-Caulle N=303

	N	%	IC95
Video 1: Sibilancias			
Alguna vez en la vida	57	18,8	(14,5-23,4)
En el último año	40	13,2	(9,6-17,2)
En el último mes	15	5,0	(2,6-7,6)
Video 2: Asma inducida por ejercicio			
Alguna vez en la vida	71	23,4	(18,5-28,1)
En el último año	46	15,2	(11,2-19,1)
En el último mes	22	7,3	(4,6-10,6)
Video 3: Despertares nocturnos por sibilancias			
Alguna vez en la vida	16	5,3	(3,0-7,9)
En el último año	8	2,6	(1,0-4,6)
En el último mes	2	0,7	(0,0-1,7)
Video 4: Despertares nocturnos por tos			
Alguna vez en la vida	70	23,1	(18,5-27,7)
En el último año	47	15,5	(11,6-19,5)
En el último mes	16	5,3	(3,0-7,6)
Video 5: Crisis de asma severa			
Alguna vez en la vida	31	10,2	(6,6-13,5)
En el último año	19	6,3	(6,3-8,9)
En el último mes	9	3,0	(1,3-5,0)

TABLA 4. Prevalencia de síntomas en niños de 13 y 14 años en los previos 12 meses encuestados en Bariloche, Río Negro, por cuestionario autoadministrado y video cuestionario 2 años después de la erupción del complejo Puyehue-Caulle N=303

	Cuestionario autoadministrado			Video cuestionario		
	N	%	IC95	N	%	IC95
Sibilancias alguna vez en la vida	84	27,7	(22,8-33,2)	57	18	(14,5-23,4)
Sibilancias últimos 12 meses*	43	14,2	(10,6-18,5)	40	13,2	(9,6-17,2)
Episodios de sibilancias severo que impidieron decir una o dos palabras entre respiración*	16	5,3	(3,10-7,9)	19	6,3	(6,3-8,9)
Sibilancias durante o posterior ejercicio*	61	20,1	(15,5-24,8)	46	15,2	(11,2-19,1)
Tos nocturna*	84	27,7	(22,8-33,7)	47	15,5	(11,6-19,5)

*En previos 12 meses de la encuesta

Si bien este grupo no es exactamente el mismo que el analizado en el presente estudio, estos datos son jerarquizables dado que es la mejor información epidemiológica disponible hasta este momento y utilizó una metodología similar con nuestro trabajo.

En 2002 se reportaron los datos del estudio ISAAC 3 en la Ciudad de Neuquén, distante 500 km de Bariloche y ubicada también en la Patagonia

norte mediterránea de Argentina aunque en una zona geográficamente diferente (Alto Valle de Río Negro y Neuquén)²³.

Este estudio evaluó la prevalencia de síntomas de asma en el mismo grupo etario y con la misma metodología que en el presente trabajo, y reportó un 10% de prevalencia²³. El análisis estadístico con nuestro reporte (Tabla 6) evidenció mayor prevalencia de síntomas de sibilancias en el últi-

mo año en nuestra observación (p: 0.02; OR 1.4; IC 95 1-2).

Entre las limitaciones que tiene el presente estudio se puede mencionar que, a pesar de haber utilizado la metodología ISAAC, este protocolo requiere un tamaño muestral mayor, pero esto se basa en la necesidad de realizar comparaciones de todas las variables en los centros de estudios incluidos en la base de datos en conocimiento de la amplia variabilidad mundial de prevalencia del asma. El tamaño muestral del presente reporte se estimó en base a la prevalencia del año previo al estudio.

Otra consideración que cabría observar fue el rechazo de 2 unidades de estudios seleccionadas inicialmente que podría inducir un sesgo de selección, pero las mismas fueron remplazadas de acuerdo a las medidas preestablecidas ante contingencias y, en todo caso, el subreporte que podría sesgar los resultados, iría en el sentido de reforzar los resultados.

Un tercer aspecto serían las diferencias observadas entre las prevalencias por cuestionario autoad-

ministrado y video cuestionario; esta observación ya fue realizada por Pizzichini y col con una tendencia al subreporte por el video independientemente del idioma, cultura o educación²⁴. Sin embargo, otros reportes observaron una aceptable precisión con mayor especificidad para el video cuestionario que cualquiera de las preguntas autoadministradas²⁵. Otros dos estudios que exploraron ambos cuestionarios en escenarios experimentales exponiéndolos a pruebas de bronco provocación con solución salina hipertónica y metacolina confirmaron la correspondencia aceptable, aunque observaron resultados contradictorios en sibilancia severas^{26,27}.

Finalmente, se puede argumentar el tiempo pasado entre la exposición y el trabajo de campo. Varios factores deben ser considerados, en primer término, no era la intención explorar las posibles consecuencias de la exposición aguda luego del evento solamente, sino a mediano y largo plazo iniciados con la erupción pero mantenidos temporalmente por el fenómeno de la re-suspensión de cenizas por la climatología en un modelo de exposición crónica. En segundo término, no se conocieron otros eventos que pudieran haber influenciado en los resultados. Finalmente la encuesta ISAAC explora un año calendario previo y su protocolo exige realizar el trabajo de campo fuera de la época de polinización e infecciones incidentes de manera que la ejecución del mismo fue en un tiempo apropiado para satisfacer ambas instancias. Si bien el presente reporte no permite ni pretende inferir causalidad, sí podemos afirmar que los niños expuestos en forma aguda y luego crónicamente en forma discontinua a las cenizas emanadas de la erupción del complejo Pullehue-Caulle presentaron una elevada prevalencia de síntomas de asma que resultó significativamente mayor a los reportes previamente publicados de Bariloche y la región.

TABLA 5. Espirometrías realizadas a los encuestados en Bariloche, Río Negro, 2 años después de la erupción del complejo Puyehue-Caulle N = 289

	Media	SD	
FEV1 (L)	3,26	0,6	
FVC(L)	3,74	0,7	
FEV1/FVC	0,87	0,6	
	N	%	IC95
FEV1/FVC menor LIN	15	5,2	2,8-8,0
Calidad			
A	197	68,2	63,0-73,3
B	51	17,6	13,5-22,1
C	22	7,6	4,5-10,7
D o menor	19	6,6	4,2-9,7

TABLA 6. Prevalencia de síntomas en niños en los 12 meses previos por cuestionario autoadministrado en Bariloche (1994) y Neuquén (2002) y Bariloche (2013) previo y posterior a la erupción del complejo Puyehue-Caulle

	Bariloche (2013)	Bariloche (1994) ²²	Neuquén (2002) ²³
Prevalencia de asma %	14,2	7,1	10,2
N de la muestra	303	238	3172
Odds Ratio		2,1	1,4
IC95		(1,19-3,87)	(1,03-2,05)
P		< 0,01	0,03

Esta mayor prevalencia pudiera explicar las advertencias emanadas de los médicos en la práctica asistencial de Bariloche y la región, la percepción de afectación de la salud respiratoria de la población y finalmente podría estar asociada a inflamación de las vías aéreas de los individuos expuestos como los observados en estudios experimentales en ratones expuestos a las cenizas de este evento^{11, 28}. Sin embargo, son necesarios más estudios que apoyen estas afirmaciones y que exploren posibles asociaciones entre la mencionada exposición y sus consecuencias respiratorias.

Agradecimientos: A la AAMR por la beca otorgada para poder realizar y finalizar este trabajo. Ignacio Zabert, como representante de la cátedra de Fisiología Humana de la Universidad Nacional del Comahue, agradece a AstraZeneca por la donación realizada del espirómetro.

Conflictos de interés: Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con el tema discutido en el presente trabajo.

Bibliografía

- Wilson T, Stewart C, Bickerton H et al. Impacts of the June 2011 Puyehue-Cordon Caulle volcanic complex eruption on urban infrastructure, agriculture and public health. *GNS Science Report 2012/20*. January 2013
- 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: 1-2.
- Small C, Naumann T. The global distribution of human population and recent volcanism. *Environmental Hazards* 2001; 3: 93-109.
- Baxter PJ, Bonadonna C, Dupree R et al. Cristobalite in volcanic ash of the soufriere hills volcano, montserrat, british west indies. *Science* 1999; 283: 1142-5.
- Searl A, Nicholl A, Baxter PJ. Assessment of the exposure of islanders to ash from the Soufriere Hills volcano, Montserrat, British West Indies. *Occup Environ Med* 2002; 59: 523-31.
- Buist AS, Johnson LR, Vollmer WM, Sexton GJ, Kanarek PH. Acute effects of volcanic ash from Mount Saint Helens on lung function in children. *Am Rev Respir Dis* 1983; 127: 714-9.
- Forbes L, Jarvis D, Potts J, Baxter PJ. Volcanic ash and respiratory symptoms in children on the island of Montserrat, British West Indies. *Occup Environ Med* 2003; 60: 207-11.
- Buist AS, Vollmer WM, Johnson LR, Bernstein RS, McCamant LE. A four-year prospective study of the respiratory effects of volcanic ash from Mt. St. Helens. *Am Rev Respir Dis* 1986; 133: 526-34.
- Horwell CJ, Baxter PJ. The respiratory health hazards of volcanic ash: a review for volcanic risk mitigation. *Bull Volcanol* 2006; 69: 1-24.
- Bernstein RS, McCawley MA, Attfield MD, Green FHY, Olenchok SA, Dollberg DD. Evaluation of the potential pulmonary hazards of breathing- zone exposures to Mount St. Helens volcanic ash in loggers: the results of short-term toxicological, environmental, and epidemiological studies. DHHS (NIOSH) Interim Report No. GHE-80-112. Morgantown, WV: National Institute for Occupational Safety and Health, 1981
- Zabert I, Canale H, Perez S et al. Efecto de la ceniza volcánica a nivel pulmonar, modelo experimental en ratones. Congreso Argentino de Medicina Respiratoria (AAMR), Mar del Plata, 2014.
- Benitez S, Calandrelli M, Sobrino E, Gutierrez L, Irazola V, Rubinstein A. Efectos de la ceniza volcánica sobre la función pulmonar en una cohorte de personas mayores de 45 años en Bariloche (Argentina). *Rev Am Med Resp* 2014; 4: 411-416.
- Asher MI, Keil U, Anderson HR et al. International study of asthma and allergies in childhood (ISAAC): rationale and methods. *Eur Respir J* 1995; 8: 483-491.
- Shaw RA, Crane J, Pearce N et al. Comparison of a video questionnaire with the IUATLD written questionnaire for measuring asthma prevalence. *Clinical & Experimental Allergy* 1992; 22: 561-568.
- Mata Fernandez C, Fernandez-Benitez M, Perez Miranda M, Guillen Grima F. Validation of the Spanish version of Phase III ISAAC questionnaire on asthma. *J Invest Allergol Clin Immunol* 2005; 15 (3): 201-210.
- Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V et al. Interpretative strategies for lung function tests. *Eur Respir J* 2005; 26(5): 948-968.
- García del Río F, Calle M, Burgos F et al. Espirometría. *Arch Bronconeumol* 2013; 49: 388-401.
- Schiavi E, Stirbulov R, Vecino RH, Mercurio S, Di Boscio V. Detección de casos de EPOC en atención primaria en 4 países de Latinoamérica: metodología del Estudio PUMA. *Arch Bronconeumol* 2014; 50 (11): 469-474.
- Miller MR, Hankinson JATS, Brusasco V et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J* 2005; 26 (2): 319-38.
- Jarvis MJ, Russell MAH, Saloojee Y. Expired air carbon monoxide: a simple breath test of tobacco smoke intake. *Br Med J* 1980; (2): 484-485.
- Zabert G, Cechini M, Gonzalez C, Delfino JP. Tabaco y asma en adolescentes. Congreso Argentino de Medicina Respiratoria 2003.
- Salmun N. Prevalencia del asma bronquial en la población escolar argentina. Estudio multicentrico. *ArchivArgentAllergol Inmunol* 1994; 25: 276.
- Zabert GE. International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC); Results of Neuquén, 2002. <http://isaac.auckland.ac.nz/phases/phasethree/results/results.php>
- Pizzichini MM, Rennie D, Senthilselvan A, Taylor B, Habbick BF, Sears MR Limited agreement between written and video asthma symptom questionnaires. *Pediatr Pulmonol* 2000; 30(4): 307-12.
- Fuso L, de Rosa M, Corbo GM et al. Repeatability of the ISAAC video questionnaire and its accuracy against a clinical diagnosis of asthma. *Respir Med* 2000; 94(4): 397-403.
- Lai CKW, Chan JKW, Chan A et al. Comparison of the ISAAC video questionnaire (AVQ 3.0) with the ISAAC written questionnaire for estimating asthma associated with bronchial hyperreactivity. *Clinical and Experimental Allergy* 1997; 27: 540-545.
- Hong SJ, Kim SK, Oh JW et al. The Validity of the ISAAC Written Questionnaire and the ISAAC Video Questionnaire (AVQ 3.0) for Predicting Asthma Associated with Bronchial Hyperreactivity in a Group of 13-14 Year Old Korean School children. *J Korean Med Sci* 2003; 18: 48-52.
- Zabert I, Benitez S, Zabert GE. Percepción de riesgo de salud respiratoria en población expuesta. Congreso Argentino de Medicina Respiratoria (AAMR), Mar del Plata, 2014.