

PREVALENCIA DE SÍNTOMAS DE RIESGO DE ASMA EN ADOLESCENTES EXPUESTOS A CENIZA VOLCÁNICA, EN DOS CIUDADES DE LA PATAGONIA

PREVALENCE OF ASTHMA AT RISK SYMPTOMS IN ADOLESCENTS EXPOSED TO VOLCANIC ASH, IN TWO PATAGONIAN CITIES

PREVALÊNCIA DE SINTOMAS DE RISCO DE ASMA EM ADOLESCENTES EXPOSTOS À CINZA VULCÂNICA, EM DUAS CIDADES DO PATAGONIA

Ignacio Zabert¹, Sergio Benítez², Cristina Alicia Maldonado³, Loli Uribe Echevarría⁴, Gustavo Enrique Zabert⁵.

Conceptos clave:

Está bien documentado que los eventos eruptivos volcánicos causan impacto en la salud y específicamente respiratoria; con incremento de síntomas y deterioro de enfermedades crónicas respiratorias. Lo novedoso de este trabajo es el aporte de nueva evidencia respecto a los síntomas respiratorios tras la erupción del volcán Calbuco, siendo el primer trabajo en evaluar síntomas respiratorios adolescentes que estuvieron expuestos.

Resumen:

Objetivo: Evaluar la prevalencia de riesgo de asma en adolescentes expuestos a ceniza volcánica a un año de la erupción del Volcán Calbuco, en 2 ciudades con diferente grado de afectación.

Metodología: Estudio de Corte Transversal, en adolescentes de 13-14 años en dos ciudades con diferente grado de exposición a ceniza volcánica: San Carlos de Bariloche y Cipolletti. Se aplicó cuestionario y video-cuestionario ISAAC para determinar riesgo de asma. Las variables demográficas y percepción de exposición, se obtuvieron por cuestionario previo a la aplicación de metodología ISAAC.

Resultados: Se encuestaron 511 sujetos en total. Se reportó prevalencia de síntomas de riesgo de asma en Bariloche resultó de 14% comparado con Cipolletti que reportó 10% ($p=0.32$). Se informó mayor exposición a ceniza volcánica en la ciudad de Bariloche vs. Cipolletti; 14% y 6% respectivamente con $p<0.05$.

Conclusiones: La falta diferencia estadísticamente significativa respecto a la prevalencia de síntomas de riesgo de asma entre ambas poblaciones con diferente nivel de exposición y tras 18 meses de la erupción volcánica más exposición respiratoria a ceniza volcánica, pareciera no presentar impacto clínico en la salud respiratoria.

Palabras clave: asma; contaminantes atmosféricos; erupciones volcánicas.

Abstract:

Objective: Evaluate the prevalence of asthma risk in subject of 13-14 years old that were exposed to volcanic ash. One year after the eruption of the Calbuco Volcano and in 2 cities with different degrees of exposure.

Methods: Cross-sectional study was developed in subjects of 13-14 years old of two Patagonian cities: San Carlos de Bariloche and Cipolletti. The ISAAC questionnaire and video questionnaire was applied to determine asthma risk. Demographic and perception of exposure variables were assessed.

Results: 511 subjects were surveyed in both cities. The prevalence of asthma at risk symptoms was higher in Bariloche 14% compared to Cipolletti 10%, but this difference was not statistically significant ($p=0.32$). A significant increase in the perception of volcanic ash exposure was reported 14% in Bariloche city vs. 6% in Cipolletti city, $p<0.05$.

Conclusions: After 18 months of volcanic eruption with respiratory ash exposure and the lack of respiratory symptoms difference between two cities with different degree of exposure, this factor may not contribute to have a clinical impact in respiratory health.

Keywords: asthma; air pollutants; volcanic eruptions.

Resumo

Objetivo: Avaliar a prevalência de risco de asma em adolescentes expostos a cinzas vulcânicas um ano após a erupção do vulcão Calbuco, em 2 cidades com diferentes graus de comprometimento.

Metodologia: Estudo transversal em adolescentes de 13 a 14 anos em duas cidades com diferentes graus de exposição às cinzas vulcânicas: San Carlos de Bariloche e Cipolletti. O questionário ISAAC e o questionário em vídeo foram aplicados para determinar o risco de asma. As variáveis demográficas e a percepção de exposição foram obtidas por questionário antes da aplicação da metodologia ISAAC.

Resultados: foram pesquisados 511 indivíduos no total. A prevalência de sintomas de risco de asma em Bariloche foi de 14% em comparação com Cipolletti, que relatou 10% ($p = 0,32$). Aumento da exposição a cinzas vulcânicas foi relatado na cidade de Bariloche vs. Cipolletti; 14% e 6%, respectivamente, com $p < 0,05$.

Conclusões: A falta de diferença estatisticamente significante em relação à prevalência de sintomas de risco para asma entre as duas populações com diferentes níveis de exposição e após 18 meses de erupção vulcânica mais exposição respiratória à cinza vulcânica, parece não apresentar impacto clínico na saúde respiratória.

Palavras-chave: asma; poluentes atmosféricos; erupções vulcânicas.

1. Universidad Nacional del Comahue; Argentina ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8693-5901> E-mail de contacto: izabert@gmail.com
2. Centro de Enfermedades Respiratorias. San Carlos de Bariloche; Argentina ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3924-083X> E-mail de contacto: benitezser@hotmail.com
3. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Médicas. Centro de Microscopia Electrónica; Argentina ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5806-9508> E-mail de contacto: cmaldon@cmefcm.uncor.edu
4. Sanatorio Allende de Córdoba; Argentina. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0471-4003> E-mail de contacto: ribe@cmefcm.uncor.edu
5. Universidad Nacional del Comahue; Argentina. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9937-4464> E-mail de contacto: gzabert@gmail.com

Recibido: 2020-03-13 Aceptado: 2020-04-02

DOI: <http://dx.doi.org/10.31053/1853.0605.v77.n2.27927>



© Universidad Nacional de Córdoba

Introducción

Actualmente en el mundo se conocen más de 500 volcanes en actividad los que generan 40 a 50 erupciones anuales que afectan al 9% de la población mundial¹.

La actividad volcánica se clasifica como efusiva o explosivas; las erupciones explosivas se dividen en 2 categorías: magmáticas (fragmentación debida a expansión de gases magmáticos) y freatomagmáticas (fragmentación causada por la interacción entre magma-agua); la primera de ellas es la más frecuente. La emisión de material volcánico puede ser en forma lava, ceniza o gases, cada una de ellas presentan características e impacto diferentes. La composición del material emitido depende de la mineralización del magma como así también la interacción durante su pasaje por el conducto volcánico; encontrando así diferencias de composición química entre los diferentes eventos eruptivos^{2,3}.

Tras una erupción volcánica, el material piroclástico emitido provoca impacto socioeconómico en las localidades que rodean al volcán; afectando al ganado, la cosecha, el turismo además de cambios en la actividad diaria de los habitantes. También puede causar un importante efecto en la salud por exposición a ceniza volcánica, que dependerá de los niveles de exposición, de la concentración, tamaño de la partícula y su composición, para generar diferentes afecciones en el organismo⁴. Los sistemas corporales de mayor compromiso son el ocular y respiratorio; la irritación causada por estas partículas es característica durante la exposición aguda^{2,5}.

El Asma bronquial es una enfermedad respiratoria crónica, caracterizada por inflamación crónica de la vía aérea; ésta se define por historia de síntomas de disnea, sibilancias, tos y opresión torácica que varía en el tiempo e intensidad. La prevalencia mundial se estima entre 1-21%, en 2015 el Ministerio de Salud de Argentina reportó 9% de asma en adultos⁶⁻⁸. Los síntomas de la enfermedad pueden deteriorarse ante la exposición de agentes inhalantes^{9,10}.

El efecto de la ceniza en el sistema respiratorio ha sido estudiado, documentándose incremento en síntomas respiratorios (sibilancias, tos, expectoración) y aumento de exacerbaciones de las enfermedades respiratorias crónicas en la población general^{3,11,12}.

Los estudios desarrollados desde la erupción en 1982 del Mount Saint Helen (USA) hasta los más recientes, 2010 volcán Eyjafjallajökull (Islandia), hallaron incremento de síntomas en la población adulta sin alteración de la función pulmonar. En la población pediátrica, también fue estudiada con la erupción del volcán Soufriere Hills, hallando resultados similares^{11,13-15}. Hasta el 2011, tras la erupción del cordón Puyehue-Caulle (complejo volcánico que limita entre Argentina y Chile en la región patagónica), no existía reportes científicos respecto a la repercusión de la salud pulmonar en la población expuesta a ceniza; los estudios realizados en esa oportunidad, evidenciaron hallazgos coincidentes con los datos publicados previamente en otras latitudes^{16,17}. La exposición crónica a ceniza volcánica y su efecto en la salud pulmonar ha presentado dificultades para lograr conclusiones decisivas¹⁸.

En 2015 el volcán Calbuco ingresó en ciclo eruptivo, afectando la zona noroeste de la región patagónica argentina; hasta el momento, no se han reportado estudios sobre el efecto en la salud de la población pediátrica de las zonas afectadas por la caída de ceniza volcánica. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue comparar la prevalencia de síntomas de riesgo de asma en adolescentes de 13 y 14 años de dos poblaciones con diferentes niveles de exposición a la ceniza volcánica.

Metodología

Estudio de corte transversal desarrollado durante los meses de octubre y noviembre del año 2016 en estudiantes de nivel medio de 13 y 14 años en dos ciudades con diferente grado de exposición a ceniza volcánica de la provincia de Río Negro, Argentina.

La Ciudad de San Carlos de Bariloche, ubicada dentro de los 200 km de ambos centros eruptivos recibió una alta carga de material piroclástico en ambos eventos. La Ciudad de Cipolletti, ubicada a 600 km de ambos centros eruptivos recibió este material en un bajo nivel de exposición.

Se aplicó cuestionario auto-llenado y video-cuestionario ISAAC (International Study of Asthma and Allergy Childhood), con el objetivo de evaluar la prevalencia síntomas de asma. Se aplicó la metodología propuesta por ISAAC que se encuentra estandarizada y con validación a la lengua hispana, y que en el ámbito nacional ya se había utilizado en tres ciudades de la Argentina (Córdoba, Neuquén y Salta) en 2003¹⁹. A este cuestionario se le adicionaron preguntas sobre datos demográficos, percepción de exposición a ceniza volcánica "¿Actualmente ¿estás en contacto con ceniza volcánica?" y diagnóstico reciente de asma "¿Tu médico te ha dado el diagnóstico de Asma en el último año?", que fueron utilizadas en estudio previo luego de la erupción del cordón Caulle-Puyehue.

Para llevar a cabo el objetivo primario de este estudio se evaluó a la prevalencia de sibilancias en últimos 12 meses (síntomas de riesgo de asma) en la población de estudiantes de ambas poblaciones estudiadas. Además, se evaluaron y compararon entre las ciudades los objetivos secundarios que incluyeron severidad de síntomas de asma, síntomas inducidos por ejercicio y percepción de exposición a ceniza volcánica entre las ciudades; a su vez, se valoró la asociación entre la exposición a ceniza volcánica y la prevalencia de riesgo de asma.

La definición de síntomas de asma se utilizó la variable: sibilancias o silbidos en el pecho en los últimos 12 meses acorde a la definición tomada por encuesta ISAAC. De acuerdo a la metodología, los síntomas severos de asma se definieron con las variables más 4 eventos de sibilancias en el último año o más de un evento de despertar nocturno por semana o sibilancias que afectan el habla.

Población

El cuestionario se aplicó en sujetos entre 13 y 14 años cursando primer año de colegios de nivel medio, en ámbitos de gestión tanto Público como Privado; siguiendo los lineamientos metodológicos del estudio ISAAC, en dos ciudades con diferente grado de exposición a ceniza volcánica. Las ciudades seleccionadas para el estudio se identificaron como alto o bajo nivel de exposición de la población a ceniza volcánica: a) San Carlos de Bariloche (SCB) alto nivel, b) Cipolletti (CIP) bajo nivel (Figura 1). El periodo de trabajo de campo se desarrolló en ambas localidades en forma simultánea, con el fin de disminuir la variabilidad estacional.

Los criterios de inclusión: Los sujetos en estudio debían vivir de forma permanente en la ciudad correspondiente entre el momento de la erupción y la encuesta. **Los criterios de exclusión:** a) sujetos que se mudaron a la ciudad o de la ciudad entre la erupción y el momento de la medición; b) escuelas de enseñanza especial, debida a que los cuestionarios deben ser auto llenado por los niños; c) la no autorización por los padres/tutores del Consentimiento Informado o la falta de firma de los mismos. La estrategia de reclutamiento se realizó emulando lo desarrollado por el estudio ISAAC fase III. Se realizó randomización grupal estratificada de los colegios, ajustado a la relación existente de gestión (Privados vs. Público); de los colegios seleccionados, se eligieron los dos cursos con mayor cantidad de asistentes. El protocolo fue aprobado por el comité de Ética regional.

Análisis estadístico

El tamaño muestral se calculó teniendo en cuenta la variable primaria, sibilancias en últimos 12 meses, según estudio previo ISAAC desarrollados en la región. En la población con alta exposición a ceniza volcánica se observó 14% de prevalencia de síntomas de asma, comparado con población de baja exposición 10%. El cálculo se realizó con la prueba-Fleiss para 2 muestras y 2 colas, con nivel de significancia (α) 0,05 y poder ($1-\beta$) de 80%, estimando una diferencia de prevalencia 6% entre las poblaciones, resultó 498 niños para cada población de estudio. Se calculó 10% de pérdida de información, por lo tanto, se tomó un tamaño muestral de 540 niños (1080 total).

Las variables se expresaron en porcentajes para aquellas variables categóricas, media (DS) o mediana (IC) en aquellas variables continuas acorde a distribución. La comparación entre los niveles de prevalencia de asma actuales y los previos se utilizó χ^2 para una muestra. Para los objetivos específicos, las diferencias entre asmáticos y no asmáticos se evaluaron con el χ^2 y T-test, dependiendo de la distribución de las variables. El análisis se realizó con el software estadístico STATA 14 (StataCorp LLC, Texas, USA).

Resultados

Se encuestaron 511 sujetos en total, con una distribución 341 y 170 encuestas entre Cipolletti y San Carlos de Bariloche, respectivamente. En la Tabla 1 se describen las frecuencias demográficas de la población encuestada ajustada por ciudad. El sector público fue mayoritariamente encuestado en ambas ciudades; el género femenino tuvo mayor frecuencia en la ciudad de Cipolletti

respecto a Bariloche, sin diferencias significativas. La prevalencia de tabaquismo pasivo en la ciudad de Bariloche de 23.8%, superior a lo observado en Cipolletti que fue de 14.7%, $p=0.01$. El reporte de percepción a exposición a ceniza volcánica resultó mayor en la ciudad de Bariloche vs. Cipolletti; 14,3% vs 6,7%, respectivamente ($p=0.006$).

Tabla N° 1: Resultados demográficos de ambas poblaciones encuestadas.

		Total (n: 511)		Cipolletti (n:341)		Bariloche (n:170)		p
		n	%	n	%	n	%	
Edad media (DS)				14,1	-0,64	14	-0,56	
Sector	(Público)	340	66,5	210	61,6	130	76,5	0,001
Genero	(Femenino)	283	56,1	196	58,7	87	51,2	0,11
Tabaquismo								
	Pasivo	90	17,7	50	14,7	40	23,8	0,01
	Experimentador	125	24,7	78	22,9	47	28,3	0,19
	Activo	17	3,3	10	2,9	7	4,1	0,35
	Diario	11	2,1	7	2,1	4	2,4	0,66
Exposición a Ceniza		47	9,2	23	6,7	24	14,3	0,006
Dx Asma 12 meses		24	4,7	16	4,7	8	4,8	0,95

χ^2 Pearson para las variables. DS: desvío estándar

La prevalencia de sibilancias en últimos 12 meses, fue de 14,7% para la ciudad de Bariloche comparado con 10,2% para la población de Cipolletti, la diferencia no fue estadísticamente significativa ($p=0.36$). Los síntomas de severidad de asma bronquial fueron mayores en la población de Bariloche respecto a la Cipolletti; 7,7% vs. 4,1%,

respectivamente ($p=0.22$). El resto de los resultados en relación al cuestionario ISSAC se muestran en la Tabla 2.

Tabla N° 2: Cuestionario ISAAC. Se describe variable primaria de síntomas de asma y variables secundarias, ajustado por ciudad.

	Total n: 511		Cipolletti n:341		Bariloche n:170		p	
	n	%	n	%	n	%		
Sibilancias toda la vida	126	24,60	81	23,8	45	27,1	0,41	
Sibilancias últimos 12 meses	61	11,9	36	10,6	25	14,7	0,32	
Episodios de Sibilancias últimos 12 meses							0,55	
	Ninguno	3	0,6	1	0,3	2	1,2	
	1 a 3	37	7,2	23	6,7	14	8,2	
	4 a 12	14	2,7	10	2,9	4	2,4	
	Mas 12	7	1,4	2	0,6	5	2,9	
Despertares por sibilancias							0,67	
	Nunca	39	7,6	21	6,2	18	10,6	
	Menos de una vez por semana	17	3,3	13	3,8	4	2,4	
	Una o más por semana	5	0,9	2	0,6	3	1,8	
Sibilancias afectan el habla		27	5,3	14	4,1	13	7,7	0,22
Asma alguna vez		57	11,1	43	12,7	14	8,6	0,18
Sibilancias inducidas por ejercicio		70	13,7	42	12,4	28	17,1	0,15
Tos nocturna		185	36,2	126	37,1	59	35,5	0,74
Síntomas severos		27	5,3	18	5,3	9	5,3	0,99

Los síntomas de asma por video cuestionario mostraron elevada prevalencia en las variables sibilancias en reposo, despertar por tos y crisis severa alguna vez en la vida; sin embargo, estos valores son

menores al referirlos durante los últimos 12 meses. No se observó diferencias estadísticamente significativas entre las dos poblaciones estudiadas (Tabla 3).

Tabla N° 3: Videocuestionario ISAAC, ajustado por ciudad.

	Cipolletti n:341		Bariloche n:170		p
	n	%	n	%	
Sibilancias en Reposo					
Alguna vez	84	24,6	31	18,3	0,11
Últimos 12 meses	39	11,4	16	9,4	0,27
Último Mes	16	4,7	4	2,4	0,44
Síntomas Ejercicio					
Alguna vez	74	21,8	30	17,9	0,3
Últimos 12 meses	39	11,4	14	8,2	0,46
Último Mes	24	7	5	2,9	0,15
Despertar por Sibilancias					
Alguna vez	23	6,8	14	8,3	0,53
Últimos 12 meses	12	3,5	9	5,3	0,58
Último Mes	4	1,2	5	2,9	0,35
Despertar por Tos seca					
Alguna vez	110	32,4	58	34,3	0,66
Últimos 12 meses	51	15	28	16,5	0,7
Último Mes	14	4,1	8	4,7	0,94
Crisis Severa					
Alguna vez	43	12,7	21	12,5	0,96
Últimos 12 meses	15	4,4	12	7,1	0,24
Último Mes	6	1,8	4	2,4	0,59

Se realizó análisis de regresión logística univariada, logrando observar asociación en sibilancias en últimos 12 meses en aquellos sujetos que reportaron haber presentado diagnóstico de asma en los últimos 12 meses (OR 3.93 IC95 1.03-15.08, $p=0.05$); cuando se ajustaba por nivel de exposición (ciudad) esta asociación se tornó

más fuerte, OR 4.35 IC95 1.12-16.94 ($p=0.03$). El resto de las variables no se observó asociaciones con la variable primaria; también se realizó regresión logística con una variable secundaria como sibilancias severas que se observa en la Tabla 4.

Tabla N° 4: Regresión logística variable de sibilancias en últimos 12 meses y sibilancias severas; es univariada y ajustada por ciudad.

	Univariado				Ajustado por ciudad			
	OR	IC95	p		OR	IC95	p	
Sibilancias últimos 12 meses								
Sector								
<i>Privado</i>	Ref				Ref			
<i>Público</i>	1,09	0,53	-2,24	0,82	0,96	0,45	-2,03	0,91
Género								
<i>Femenino</i>	Ref				Ref			
<i>Masculino</i>	0,69	0,33	-1,44	0,32	0,69	0,33	-1,45	0,32
Tabaquismo experimental								
<i>No</i>	Ref				Ref			
<i>Si</i>	1,48	0,72	-3,03	0,29	1,43	0,69	-2,94	0,34
Tabaquismo pasivo								
<i>No</i>	Ref				Ref			
<i>Si</i>	1,04	0,41	-2,61	0,93	0,84	0,32	-2,23	0,73
Tabaquismo activo								
<i>No</i>	Ref				Ref			
<i>Si</i>	2,4	0,23	-24,87	0,46	2,39	0,23	-24,92	0,47
Exposición a Ceniza								
<i>No</i>	Ref				Ref			
<i>Si</i>	1,19	0,4	-3,5	0,76	1,14	0,38	-3,42	0,81
Diagnóstico de Asma últimos 12 meses								
<i>No</i>	Ref				Ref			
<i>Si</i>	3,93	1,03	-15,08	0,05	4,35	1,12	-16,94	0,03
Sibilancias severas últimos 12 meses								
Sector								
<i>Privado</i>	Ref				Ref			
<i>Público</i>	1,65	0,57	-4,79	0,36	1,48	0,49	-4,47	0,48
Género								
<i>Femenino</i>	Ref				Ref			
<i>Masculino</i>	0,52	0,16	-1,67	0,27	0,46	0,14	-1,53	0,21
Tabaquismo experimental								
<i>No</i>	Ref				Ref			
<i>Si</i>	1,98	0,69	-5,65	0,2	2,02	0,7	-5,82	0,19
Tabaquismo pasivo								
<i>No</i>	Ref				Ref			
<i>Si</i>	1,18	0,3	-4,62	0,81	0,92	0,21	-3,99	0,91
Exposición a Ceniza								
<i>No</i>	Ref				Ref			
<i>Si</i>	8,57	0,96	-76,53	0,05	8,1	0,9	-72,94	0,06
Diagnóstico de Asma últimos 12 meses								
<i>No</i>	Ref				Ref			
<i>Si</i>	0,7	0,17	-2,79	0,61	0,75	0,18	-3,04	0,68

Se ajustó por ciudad: Bariloche (Alto nivel de exposición). Se retiró tabaquismo activo en el análisis de regresión logística de sibilancias severas, debido a las pocas observaciones alcanzadas.

Discusión

Desarrollamos el primer estudio en evaluar sintomatología respiratoria posterior a la erupción del volcán Calbuco, en población

pediátrica y en dos ciudades con diferente grado de exposición a ceniza volcánica (Figura 1). A 18 meses de la erupción, el total de la muestra reportó baja percepción de contacto a material volcánico, siendo mayor el reporte en aquellos sujetos que habitan más cerca del volcán.

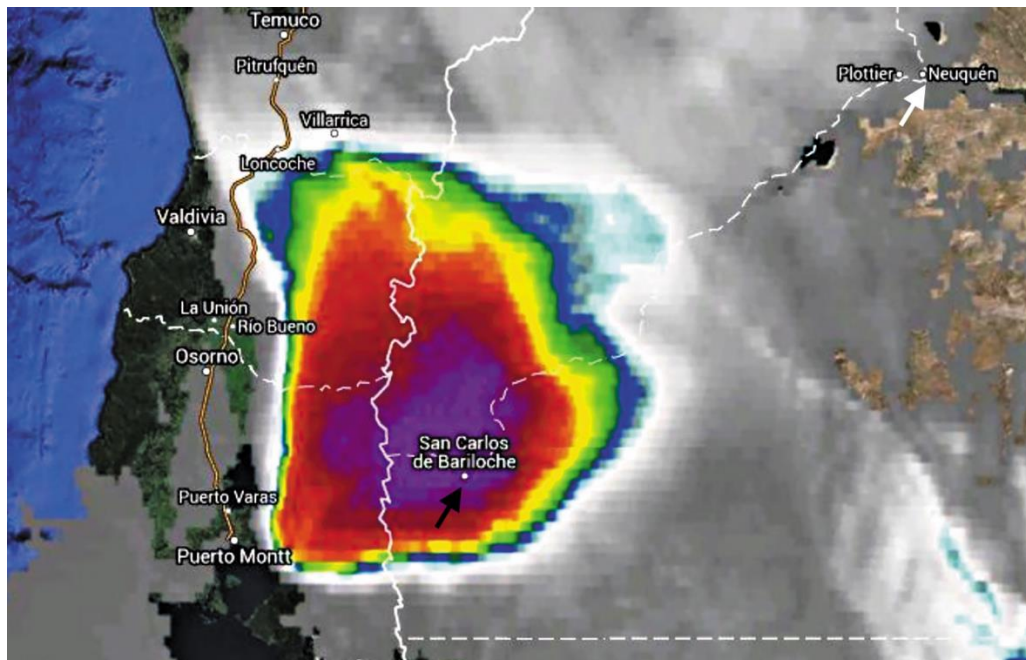


Figura N° 1. Imagen satelital de la erupción volcánica, pluma de la erupción. Evidencia de la afectación de las ciudades de San Carlos de Bariloche (flecha negra) y Cipolletti (flecha blanca). Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile (www.sernageomin.cl)

La prevalencia de sibilancias en los últimos 12 meses en el total de la población estudiada es similar a lo reportado previamente en Argentina en el estudio ISAAC fase III, desarrollado previo a las erupciones volcánicas. Dentro de este estudio, Neuquén fue una de las ciudades seleccionadas y que se encuentra geográficamente más cerca de las ciudades nuestro estudio. Al comparar los resultados ciudad por ciudad, Bariloche reporta mayor prevalencia de sibilancias en el último año comparado a lo obtenido en Neuquén; en contraste en Cipolletti la prevalencia fue menor a lo reportado por Mallol *et al*²⁰. Así mismo, al comparar con datos publicados previos de la ciudad Bariloche, nuestros la prevalencia de nuestros estudio fue mayor a la publicada por Salmun *et al* en un estudio previo a las erupciones de Puyehue y Calbuco (2011 y 2015, respectivamente); aun así, nuestros hallazgos de prevalencia son similares al compararlos contra los resultados obtenidos en la similar población estudiada de Bariloche posterior a la erupción del Volcán Puyehue^{17,21}. Al contrastar con evidencia internacional con misma metodología, similar población y luego de la erupción Soufriere Hills en la isla Monserrat; la prevalencia de sibilancias en últimos 12 meses es levemente inferior a lo reportado por Forbes *et al* (16.4%)¹¹. La diferencia hallada entre las ciudades estudiadas no obtuvo diferencias estadísticamente significativas, esto podría deberse a factor ambiental y temporal. Durante la exposición aguda a ceniza volcánica, los síntomas respiratorios incrementan comparado a lo de la población general, estos resultados se pueden apreciar en la encuesta de prevalencia de síntomas respiratorios durante la exposición aguda y contrastarlo con la encuesta nacional de prevalencia de asma en adultos de Argentina^{8,22}. El factor temporal tiene implicancia debido a que al tiempo la ceniza decanta y puede re-suspenderse bajo la influencia del medio ambiente; generando heterogeneidad en la exposición y posible variabilidad de síntomas en la población²³.

Dentro de las limitaciones del trabajo, fue no haber logrado el tamaño muestral calculado entendiendo que podemos haber caído bajo error tipo II (β); al observar escaso interés de algunas instituciones escolares (directivos y supervisores escolares) respecto a esta investigación y previendo escaso reclutamiento, nuestra respuesta fue aplicar el plan de contingencia con el objetivo de lograr la *n* calculada en las instituciones con interés de participar. La concentración de material volcánico particulado en el ambiente resultó difícil de cuantificar, ya que si bien existe tecnología en la zona para realizar las mediciones no se hallaba disponible en el momento del trabajo de campo debido a problemas técnicos. La medición de la función pulmonar no se contempló en este trabajo acorde a la

experiencia de este grupo en estudio previo en la ciudad de Bariloche y en este grupo etario hallamos un bajo nivel (5,2%) de alteración funcional en población altamente expuesta¹⁷. Creemos que este estudio nos puede brindar una respuesta a un evento eruptivo que tiene impacto regional pudiendo replicarse en otras partes del mundo²⁴. Consideramos que el incremento de los síntomas de asma en la población más cercana al evento eruptivo podría deberse a la exposición del material emitido. Entendemos que es la primera evidencia reportada tras la erupción del Volcán Calbuco, encontrando pequeñas diferencias no significativas entre ciudades con distinto grado de exposición a ceniza volcánica. Estos resultados nos permiten conocer la prevalencia de síntomas de asma vinculados con la exposición a ceniza volcánica y podría vincularse con incremento de sintomatología en aquellas personas con mayor exposición. Este estudio aporta nueva evidencia con el objetivo de conocer el impacto de la ceniza volcánica en la salud respiratoria, como así producir mayor cantidad y calidad de estudios tras eventos eruptivos.

Agradecimientos

Ignacio agradece al programa MECOR, sin el apoyo por parte a sus profesores y compañeros este estudio no podría haberse llevado a cabo. Agradecemos a la Universidad Nacional del Comahue y Fundación Roemmers, por el aporte económico para desarrollo del proyecto de investigación.

Fuentes de apoyo

Beca de Fundación Alberto Roemmers. Proyecto de investigación de la Universidad Nacional del Comahue, PIN 04/N024

Limitaciones de responsabilidad

La Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional del Comahue se encuentra comprometida con la investigación científica, específicamente como afecta el medio ambiente en la salud de las personas.

Bibliografía

1. Small C, Naumann T. The global distribution of human population and recent volcanism. *Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards*. 2001 Sep 1;3(3):93–109.
2. Wilson T, Stewart C, Bickerton H, Baxter P, Outes V, Villarosa G, et al. Impacts of the June 2011 Puyehue-Cordón Caulle volcanic complex eruption on urban infrastructure, agriculture and public health. *GNS Science Report*. 2013.

3. Baxter PJ, Bonadonna C, Dupree R, Hards VL, Kohn SC, Murphy MD, Nichols A, Nicholson RA, Norton G, Searl A, Sparks RSJ, Vickers BP. Cristobalite in Volcanic Ash of the Soufriere Hills Volcano, Montserrat, British West Indies. *Science. American Association for the Advancement of Science*; 1999;283(5405):1142–1145.
4. 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 Aug;59(8):523-31. doi: 10.1136/oem.59.8.523.
5. Buist AS, Bernstein RS, Johnson LR, Vollmer WM. Evaluation of physical health effects due to volcanic hazards: human studies. *Am J Public Health*. 1986 Mar;76(3 Suppl):66-75. doi: 10.2105/ajph.76.suppl.66.
6. Mallol J, Crane J, von Mutius E, Odhiambo J, Keil U, Stewart A; ISAAC Phase Three Study Group. The International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) Phase Three: a global synthesis. *Allergol Immunopathol (Madr)*. 2013 Mar-Apr;41(2):73-85. doi: 10.1016/j.aller.2012.03.001.
7. To T, Stanojevic S, Moores G, Gershon AS, Bateman ED, Cruz AA, Boulet LP. Global asthma prevalence in adults: findings from the cross-sectional world health survey. *BMC Public Health*. 2012 Mar 19;12:204. doi: 10.1186/1471-2458-12-204.
8. Arias SJ, Neffen H, Bossio JC, Calabrese CA, Videla AJ, Armando GA, Antó JM. Prevalence and Features of Asthma in Young Adults in Urban Areas of Argentina. *Arch Bronconeumol*. 2018 Mar;54(3):134-139. English, Spanish. doi: 10.1016/j.arbres.2017.08.021.
9. Anderson HR, Favarato G, Atkinson RW. Long-term exposure to air pollution and the incidence of asthma: meta-analysis of cohort studies. *Air Qual Atmos Health*. 2013 Mar 1;6(1):47–56. doi: 10.1007/s11869-011-0144-5
10. Boulet LP, FitzGerald JM, Reddel HK. The revised 2014 GINA strategy report: opportunities for change. *Curr Opin Pulm Med*. 2015 Jan;21(1):1-7. doi: 10.1097/MCP.0000000000000125.
11. 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 Mar;60(3):207-11. doi: 10.1136/oem.60.3.207.
12. Horwell CJ, Baxter PJ. The respiratory health hazards of volcanic ash: a review for volcanic risk mitigation. *Bull Volcanol*. 2006 Jul 1;69(1):1–24. doi: 10.1007/s00445-006-0052-y.
13. Carlsen HK, Gíslason T, Benediktssdottir B, Kolbeinsson TB, Hauksdottir A, Thorsteinsson T, Briem H. A survey of early health effects of the Eyjafjallajökull 2010 eruption in Iceland: a population-based study. *BMJ Open*. 2012 Mar 8;2(2):e000343. doi: 10.1136/bmjopen-2011-000343.
14. Carlsen HK, Hauksdottir A, Valdimarsdottir UA, Gíslason T, Einarsdottir G, Runolfsson H, Briem H, Finnbjornsdottir RG, Gudmundsson S, Kolbeinsson TB, Thorsteinsson T, Pétursdóttir G. Health effects following the Eyjafjallajökull volcanic eruption: a cohort study. *BMJ Open*. 2012 Nov 8;2(6):e001851. doi: 10.1136/bmjopen-2012-001851.
15. 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 Jun;127(6):714-9. doi: 10.1164/arrd.1983.127.6.714.
16. Benítez S, Sobrino E, Calandrelli M, Gutiérrez L, Irazola VE, Rubinstein AL. Effects of Volcanic Ash on Lung Function in a Cohort of People over 45 Years of Age in Bariloche (Argentina). *Rev Am Med Respir*. 2014;(4):411–6.
17. Zabert I, Benítez S, Zabert GE. Asthma Prevalence among Children Exposed to Volcanic Ashes. *Rev Am Med Respir*. 2015;(4):269–76.
18. 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 Apr;133(4):526-34. doi: 10.1164/arrd.1986.133.4.526.
19. Asher MI, Keil U, Anderson HR, Beasley R, Crane J, Martinez F, Mitchell EA, Pearce N, Sibbald B, Stewart AW, et al. International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC): rationale and methods. *Eur Respir J*. 1995 Mar;8(3):483-91. doi: 10.1183/09031936.95.08030483.
20. Mallol J, Solé D, Baeza-Bacab M, Aguirre-Camposano V, Soto-Quiros M, Baena-Cagnani C; Latin American ISAAC Group. Regional variation in asthma symptom prevalence in Latin American children. *J Asthma*. 2010 Aug;47(6):644-50. doi: 10.3109/02770901003686480.
21. Salmun N. Prevalencia del asma bronquial en la población escolar argentina. Estudio multicentrico. *Arch Ierg Inmunol*. 1994;(25):276.
22. Zabert I, Benítez S, Zabert GE. Impacto respiratorio de la exposición aguda a las cenizas volcánicas en la Patagonia Argentina: un estudio transversal. *Rev am med respir*. 2019;112–118.
23. Yano E, Yokoyama Y, Higashi H, Nishii S, Maeda K, Koizumi A. Health effects of volcanic ash: a repeat study. *Arch Environ Health*. 1990 Nov-Dec;45(6):367-73. doi: 10.1080/00039896.1990.10118757.
24. Buist AS, Martin TR, Shore JH, Butler J, Lybarger JA. The development of a multidisciplinary plan for evaluation of the long-term health effects of the Mount St. Helens eruptions. *Am J Public Health*. 1986 Mar;76(3 Suppl):39-44. doi: 10.2105/ajph.76.suppl.39.