

En 1815, la erupción de Tambora en Java, causó la casi total destrucción de las cosechas, y se informó que murieron mas de 80,000 personas. El mismo volcán produjo cambios climáticos los cuales causaron hambruna tan lejos como en Nueva Inglaterra un año después.

Como era de esperarse, las emisiones químicas de los volcanes tienen efectos químicos complejos. Una bibliografía de acuerdo a las referencias está dada por La Libreria Nacional de Medicina de los EEUU (16). Un efecto recientemente descubierto de esto es una asociación entre los desperdicios volcanicos y la elefantiasis endemica, no congenita, en el Africa del Este. Esta es ocasionada por la obstrucción linfatica posterior a la absorción de cristales amorfos de Dioxido de Silicio directamente a través de la piel expuesta (18).

Ejemplos de los Casos

Monte St. Helens, Washington D.C., EEUU

Una considerable cantidad de información esta disponible sobre mortalidad y morbilidad, resultando de esta erupción, esta información esta hecha por epidemiologos del Center for Disease Control (Centro de Control de Enfermedades) de EEUU.

La erupción del St. Helen, en Mayo 18, 1980, fue precedida por una avalancha en el lado norte de la montaña. Esta area puede ser dividida en 3 partes. Un area interior, afectada por un deslizamiento de lodo, en un radio de aproximadamente 6km del crater, y desembocando por el valle de un rio, un area

por un deslizamiento de lodo, en un radio de aproximadamente 6km con respecto al crater, y desembocando por el valle de un rio; un area designada como 'area desarborizada', tomando la forma de un arco y extendiendose a una profundidad de aprox. 15km mas alla del deslizamiento del lodo; y una zona exterior de 2 a 3km de profundidad en que los arboles se mantuvieron de pie pero murieron en la explosión (el area de arboles destruidos).

Anadiendo a los efectos de la explosión y al deslizamiento de lodo, grandes cantidades de ceniza, fueron botados durante la explosion principal y subsiguiente a ésta. Hacia el 16 de Octubre de 1980, ocurrieron seis erupciones, que distribuyeron ceniza sobre anchas areas de Washington y los estados vecinos.

Mortalidad (11)

Para Agosto de 1980, se había recuperado 29 cuerpos, 2 personas fueron rescatadas y murieron por complicaciones en las quemaduras, y 32 personas fueron anunciadas como desaparecidas. De algunos de ellos, se supo que habian estado en el area afectada por el deslizamiento de lodo, el flujo piroclastico, y la fuerte caída de ceniza. Los sobrevivientes de la erupción fueron entrevistados para determinar su locación exacta al momento de la explosión. A este grupo se le definio como personas que habian estado a aproximadamente 8km del St. Helens, o en las areas denominadas 'de arboles destruidos' durante la erupción de Mayo 18. 100 personas se encontraron dentro de este criterio, pero sola-

mente 53 de éstas estaban a 1 milla de la zona de destrucción de árboles. La mayor parte de los 47 restantes fueron localizados al Suroeste y al Sureste de la montaña, fuera de la dirección de la explosión.

No se recuperaron cuerpos del área arbitrariamente definida como 'área de la explosión' en las faldas del norte de la montaña. Como habían áreas cubiertas del deslizamiento de lodo, no se encontraron más cuerpos.

En el área 'sin árboles', aproximadamente 30km de Este a Oeste y 15km de Norte a Sur, se encontraron 25 cuerpos. También se encontraron dos sobrevivientes, pero murieron. Las causas de mortalidad en este grupo incluyeron trauma ($n = 6$), asfixia del humo y ceniza ($n = 16$), quemaduras severas ($n = 3$). Las muertes por trauma resultaron de explosión severa ($n = 1$), una caída ($n = 1$), rocas que volaban ($n = 1$), y árboles que caían ($n = 3$). La persona que fue muerta por una roca, se encontraba dentro de un automóvil. De las 15 personas que murieron de asfixia e inhalación de ceniza, 7 estaban dentro de vehículos, 4 estaban cerca a los vehículos, y 4 no estaban cerca.

11 sobrevivientes, todos de los cuales se encontraban al borde del 'área sin árboles', sufrieron fracturas ($n = 1$), quemaduras de 3^{er} grado ($n = 2$), quemaduras de 2^o grado ($n = 2$), o salieron ilesos ($n = 6$) excepto por posible inhalación de ceniza. Solamente 3 de este grupo (2 de los cuales tuvieron quemadu-

ras de 2º grado) estaban dentro de vehículos.

En el 'área sin árboles', 2 cuerpos se recuperaron después de la explosión de Mayo 18, 1 persona encontrada dentro de un vehículo murió de asfixia, y la otra tenía quemaduras de lo que podría ser un fuego proveniente de una gasolinera. 2 de los 6 sobrevivientes en esta área no estaban bajo un refugio y sufrieron quemaduras de 2º y 3º grado, aunque estaban a 24km al Noreste del volcán.

Dentro de 1 milla de este área de destrucción de árboles, 2 personas murieron de asfixia e inhalación de ceniza dentro de y cerca de automóviles. En esta área, ninguno de los 36 sobrevivientes sufrieron heridas graves.

En un típico día laboral, usualmente hay 1,000 leñadores en el área del Monte St. Helens; la explosión ocurrió un Domingo cuando la mayoría estaba lejos.

Problemas Relacionados con la Lluvia de Cenizas

Se observaron 4 efectos: (1) un incremento en enfermedades respiratorias; (2) problemas oculares asociados con la ceniza; (3) incremento en accidentes; (4) un posible riesgo de pneumoconiosis por la inhalación de ceniza.

Enfermedades Respiratorias Agudas

Poco después de la erupción de Mayo 18, un sistema de

vigilancia con base en hospitales, fue establecido en las partes del estado de Washington que fueron afectadas. En general, la población de las áreas que fueron afectadas por una intensa lluvia de cenizas, también experimentaron un incremento en el número de visitas de emergencia a los hospitales por problemas respiratorios en el periodo de 2 semanas seguido a la lluvia de ceniza, y por la 3^a o 4^a semana, los índices de atención regresaron a los índices de antes de la erupción. Las áreas moderadamente afectadas por la lluvia de cenizas mostraron un pequeño incremento en las visitas médicas por problemas pulmonares. El mayor incremento en atención médica fue visto en las áreas de mayor incidencia de la lluvia de ceniza.

Dentro del área de la lluvia de ceniza se midió la totalidad de las partículas suspendidas (TSP) en el aire mediante 10 estaciones monitoras. Después de la primera erupción de Mayo 18, los picos de los niveles de TSP en tres estaciones estaban en el rango de 13,860 - 35,809 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2). En Addy, estado de Washington, los niveles de TSP, tomados en un promedio de 24 horas fueron 4,059 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ después de la erupción de Mayo 18, que causó una precipitación de ceniza de 1/8 pulg. y 13,212 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ después de la erupción de Julio 22 cuando 1/4 pulg. de ceniza cayó, (9). La Agencia de Protección Ambiental de EEUU, tienen unos estándares de calidad de aire ambiental para una exposición promedio de 24 horas, cuyo rango va desde un nivel 'primario' de 260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 'alerta' a 375 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 'peligro' a 625 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 'emergencia' a 875 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, hasta 'daño significativo' a 1,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8). Estos

estándares, sin embargo, están dirigidos a las emisiones industriales de partículas comunmente asociadas al dióxido de azufre y otros contaminantes. Para evaluar los efectos potenciales en el sistema respiratorio causados por la ceniza volcánica, es necesario considerar, tanto la composición química, como el tamaño de la partícula de ceniza, y la cantidad de lluvia en las distintas áreas después de la erupción.

En Junio 3, 1980, emisiones de anhídrido sulfúrico del volcán se estimaron en 100 - 200 ton/día. Para Junio 6 éstas se incrementaron a 1,000 ton/día. No obstante, los monitoreos mostraron que no hubo incremento de anhídrido sulfúrico sobre los niveles bajos en el aire ambiental, (4).

Una revisión de reportajes médicos de 200 pacientes, que se atendieron en dos hospitales en Yakima, a 85 millas (136 km) de la montaña, los cuales recibieron más de 1 pulgada de ceniza después de Mayo 18, demostraron que, aunque el incremento en atención médica se atribuyó a ansiedad, la mayoría de los pacientes tenían signos clínicos objetivos. Pacientes con asma, la categoría mas grande atendida, tenían síntomas de tos, disnea, y jadeo, aunque solo un pequeño número fue hospitalizado. Se encontró una incidencia con gran incremento de bronquitis, predominantemente en los menores o jóvenes, con jadeo como signo clínico más importante. Aunque sólo se vió un pequeño incremento en la atención a pacientes con enfermedades respiratorias preexistentes, pacientes con enfermedades pulmonares crónicas y con enfise-

ma fueron, en terminos de atención médica, los más gravemente afectados (9).

Despues de todo, solamente ocurrió un moderado incremento en la atencion medica. En Yakima, la atencion hospitalaria total para todos los tipos de diagnosis respiratoria casi se duplicó en el período de 2 semanas seguido a la erupción, comparado al periodo de 2 semanas inmediatamente anterior a la erupcion (232 vs. 122)(9). En el Lago Moses, el cual recibió una lluvia de cenizas muy alta (2 - 3 pulg.), las visitas a las salas de emergencia se incrementaron en aprox. 35% en la semana posterior a la erupción, y la admisión en aprox. 5% (1).

Los resultados preliminares de un examen, de aproximadamente 4% de todos los residentes de esta area mostraron un incremento en toses, e irritacion de ojos, nariz y garganta en las dos semanas que siguieron a la erupcion. Haemoptysis fue reportada por 2 personas, las cuales estuvieron altamente expuestas a la ceniza (3).

Problemas Oculares,

Tambien se notó un incremento en atención de hospitales para quejas oculares. En Yakima, cayeron 2 tipos de ceniza: granulos grandes parecidos a la arena gris, y un polvo fino de color gris. Las visitas a las salas de emergencia se dieron por lacerasiones de las córneas, cuerpos extraños en el ojo, irritacion y

conjuntivitis. Al igual que en las quejas respiratorias, las quejas oculares fueron muy marcadas en el periodo de dos semanas despues de la erupción. Sin embargo, de las 129 personas con quejas de problemas oculares, solo 33% se relacionaron a la exposicion a la ceniza.

Un experimento telefónico al azar en 3 ciudades del estado de Washington, mostro que 4 - 8% de las muestras, reportaron irritaciones oculares despues de la lluvia de cenizas. Sin embargo, solo 10 - 11% de los afectados visitaron un medico por estas irritaciones.

Accidentes.

Se produjeron varias lesiones relacionadas a la caída de ceniza en al Lago Moses, incluyendo accidentes automovilísticos, caídas de escaleras, ya que los residentes intentaron limpiar las cenizas que cayeron sobre sus techos.

Riesgo de Pneumoconiosis.

Entre Junio 3 y 13 de 1980, se recolectaron muestras ambientales en 5 comunidades del estado de Washington y una en el norte de Idaho, que fueron expuestas a la ceniza de las erupciones de Mayo 18 o 25, con el objeto de evaluar exposiciones ocupacionales y concentracion de polvo respirable en la comunidad (≤ 10 um tamaño de partícula). El promedio de concentracion de polvo respirable de 11 categorias de trabajadores expuestas, incluyendo equipos de limpieza, trabajadores forestales, agriculto-

res, y policías, era de 0.4 mg/m^3 (rango de $0.05\text{-}0.67 \text{ mg/m}^3$). Cuatro muestras de hogares, colegios, establecimientos comerciales, y autosviles promediaron 0.07 mg/m^3 (rango de $0.03\text{-}0.1 \text{ mg/m}^3$) (6). Aquellas ocupaciones que tuvieron una concentración de polvo respirable de 0.45 mg/m^3 o mas de 0.8 mg/m^3 de 15-31% del tiempo se excedieron (6). El analisis de las particulas de ceniza respirable, obtenidas de 3 muestras de polvo, mostraron que estas contenían 6% de Dioxido de Silicio Cristalizado Libre (3).

El límite recomendado por los EEUU de exposición ocupacional al Dioxido de Silicio Libre es de 50 ug/m^3 (6). Con la adaptación de que este limite estaba diseñado para la exposición ocupacional y no para la ceniza volcanica, se calculó un aproximado 'límite de exposición permitido'* (5). Concentraciones de polvo respirable de $0.8\text{-}1.0 \text{ mg/m}^3$ conteniendo 5-6% de Dioxido de Silicio Libre, daría aproximadamente 50 ug de Dioxido de Silicio/ m^3 gaseoso. Se llegó a la conclusión de que, basados en los datos epidemiológicos disponibles, casi todos los trabajadores expuestos podrian ser expuestos a esta concentración 8 horas al día, 5 días a la semana por muchos años y sin esperar que desarrollen silicosis. Durante el periodo de muestra, unos equipos de limpieza, y trabajadores forestales fueron expuestos a concentraciones de polvo respirable que excedió 0.8 mg/m^3 15-31% del tiempo.

$$\text{*Donde el Limite de Exposición Permitido} = \frac{10}{\% \text{ SiO}_2 \text{ libre} + 2} (\text{ug/m}^3)$$

Se hicieron recomendaciones para el uso de equipos respiratorios, para los trabajadores que fueran expuestos mas fuertemente (6).

Se concluyó que si hubiera mayor intensidad de lluvia de ceniza, o si se llevaran a cabo trabajos bajo la caída de ceniza muy intensa, y que resultara en exposición prolongada durante un periodo de varios años, los trabajadores expuestos, tendrían un alto riesgo de contraer silicosis.

Un estudio por Green et.al. (12), en el cual se inyectó ceniza de volcan a ratas, utilizandose la ceniza del St. Helens, se observó que producía una aguda inflamación pulmonar en ellas, seguida por reacciones granulomatosicas y fibroticas persistiendo hasta el final de los 6 meses del periodo de estudio. La mayor parte de la ceniza (99% contada y 81% pesada) fue encontrada de un tamaño respirable. La ceniza contenía una variedad de minerales. El Dioxido de Silicio Cristalizado constituía el 7.2% de la ceniza por peso. Una autopsia de los pulmones de 2 leñadores que habían estado trabajando en el area de la montana de St. Helens en el día de la erupción; mostró fosa intra-alveolar en 1, asemejandose a las lesiones vistas en los estudios con animales, y en el otro una reaccion intersticial aguda con grupos de celulas gigantes conteniendo ceniza en los alveolos. Los hombres murieron al 10^o y 16^o día despues de la erupcion, respectivamente. Los autores aconsejan precaución en la interpretación de estos hallazgos, puesto que los experimentos hechos en las ratas, se basaron en exposiciones mucho mas altas que la que se encontraria en

la población general; los casos humanos también se complicaron por otros factores, incluyendo quemaduras extensas. Sin embargo, los autores concluyeron que la ceniza volcánica es moderadamente fibrogenica y debe ser considerada un riesgo pneumoconiotico entre los individuos que son altamente expuestos. Ellos sugieren que se tomen precauciones para vigilar concentraciones de partículas en el aire, para minimizar la exposición a los que serán altamente propensos a trabajar en lugares abiertos.

Morbilidad Siquiatrica (7)

El día de la erupción, los pobladores en Yakima, localizada a 85 millas de la montaña, experimentaron una lluvia de cenizas acompañada de rayos, truenos y un olor a podredumbre, por el resto del día el pueblo fue cubierto por una nube oscura. Como un reducido número de personas había sido advertida del acercamiento impedido de las nubes y ninguna de ellas había experimentado antes una lluvia de cenizas, hubo una considerable ansiedad sobre posibles efectos de salud. Sin embargo, los records captados por el Programa Comprensivo de Salud Mental en el Centro de Washington basados en un telefono de 'línea abierta', no mostraron ningún incremento o problemas inusuales para Mayo, comparados con los 4 meses de pre-erupción. No hubo incremento en problemas de comportamiento ni en problemas emocionales, en el índice de personas que necesitaban apoyo emocional, ni tampoco en acceso voluntario o involuntario a la defensa siquiátrica en el hospital Memorial del Valle de Yakima.

Volcan Irazu, Costa Rica (14)

El volcan Irazu en Costa Rica, erupcionó intermitentemente en Marzo de 1963, causando una fuerte lluvia de ceniza en la ciudad capital de San José, aproximadamente a 15 millas al Oeste de la montaña. Los record~~5~~ diarios de lluvia de ceniza en San José mostraron el más grande de éste tipo de desastre, de 1,248g m² depositados en la ciudad en Diciembre 3, 1963; una intensa actividad volcánica continuo hasta el 6 de Diciembre y luego gradualmente se disipó en la modesta actividad del 9 de Diciembre.

Los analisis químicos de la ceniza mostraron que cerca del 1% de ésta estuvo presente en forma de Dioxido de Silicio Libre. El tamaño y número de las particulas vistas por microscopio indicó que en 2 pruebas, el 63% y 64% fueron menores e iguales que 10 μ m de diametro, datos obtenidos al filtrar tres pruebas y reponiendolas en la atmosfera dieron estimados de 25, 26, y 74% de particulas en el mismo rango de tamaño.

Una muestra de aire tomada durante una erupción en el periodo Enero 24-28, 1964, en San José, mostró que los niveles del total de las particulas suspendidas fueron de 800 ug/m³ de aire. El examen microscopico de ésta prueba mostró que cerca del 30% de las particulas eran menos de 5 μ m de diametro.

No fue realizado ningun analisis de gas, aunque algunos individuos en San José notaron que el sabor a sulfuro de los ga-

ses era reconocible en una pequeña magnitud en la ciudad. Se dice que la mínima cantidad de Dioxido de Sulfuro detectable por el gusto es aproximadamente 0.3 ppm (14).

La consecuencia de la lluvia de ceniza en la población fue determinada mediante cuestionarios dirigidos a los individuos y médicos de la comunidad. Los efectos durante las erupciones y durante periodos de fuertes vientos que resuspendieron la ceniza, fueron aparentemente similares, aunque los ultimos fueron generalmente menos severos.

La conjuntivitis aguda con enrojecimiento e inflamación de los ojos ocurrió a consecuencia de la ceniza, aunque los efectos aparentemente sucedieron cuando dejaron de exponerse al polvo. La irritación de la garganta, acompañada a veces con tos seca fue comun, así como la inflamación y quemazón de la misma; estos efectos tambien desaparecieron al cesar la exposicion a la ceniza. Algunas personas tambien fueron afectadas por irritación y descarga nasal.

Cuando la exposicion a cenizas se combinó con la infección de las vias respiratorias superiores, los efectos fueron severos y prolongados. Pocas personas presentaron severos síntomas de bronquitis que curaron solo unos días despues del período de exposicion a las cenizas. Este tipo de reacción se presentó especialmente en personas con enfermedades respiratorias ya existentes; e.g. bronquitis cronica. Los médicos locales estuvieron

de acuerdo en que los efectos de la ceniza no fueron excesivamente severos como para causar ninguna muerte, incluso en los casos con enfermedades respiratorias pre-existentes.

Volcan Sufriere, St. Vincent, West Indies (15)

St. Vincent esta localizado en las Islas Barlovento en el Caribe. Al comienzo del dia 13 de Abril de 1979, el volcan Sufriere, localizado al norte de la isla, erupciono despues de 10 meses de actividad premonitoria. Desde el 13 de Abril al 24, el volcan estuvo erupcionando en distintos periodos con explosion acompañada de caída de ceniza, eyecciones piroclasticas, y deslizamiento de lodo. La parte sur de la isla, incluyendo Kingstown, la capital, soporto varias lluvias de ceniza pura. Como se aviso con tiempo de la erupción la evacuación fue posible. Unos 15 a 20 mil pobladores fueron evacuados de un area de 5km al rededor del volcan, y se les ubicó en 63 centros para evacuados, donde permanecieron al rededor de 2 meses. Fue organizada la vigilancia epidemiologica, incluyendo la vigilancia de las admisiones al Hospital General de Kingstown, el unico hospital general funcionando en la isla en ese tiempo.

Durante la primera semana de actividad volcanica, se encontro un aumento de admisión a las salas pediatricas de aproximadamente 25 a la semana antes de la erupcion a 53 en la semana siguiente. La razón más frecuente por la cual solicitaban atencion era, en la semana posterior a la erupción, gastroenteritis (n 15, 28.3%), seguida por bronquitis asmatica (n 12,

22.6%), infecciones respiratorias (n 10, 18.9%), accidentes (n 8, 15.1%), y otros (n 8, 15.1%). Antes de la erupción, el número normal de admisiones por bronquitis asmática fue de 0-1/semana; durante el mismo mes de la erupción volcánica en los 2 años anteriores, hubo 1-2 admisiones por bronquitis asmática cada mes. En la segunda semana después de la erupción volcánica, el número de admisiones por bronquitis asmática descendió a 6, y en la 3^a y 4^a semanas después de la erupción volcánica, 1 y 2 casos respectivamente. De los 18 casos de bronquitis asmática que ocurrieron en las 2 primeras semanas después de la erupción, ningún caso se registró en niños menores de 1 año, 10 casos en niños de 1-3, 5 casos en niños de 3-5, y 3 casos en niños de 4-10 años. Ambos sexos fueron igualmente afectados.

Se formularon varias hipótesis por el incremento en las admisiones por bronquitis asmática, incluyendo los de diagnóstico posiblemente equivocado, infecciones respiratorias epidémicas, disturbios psicológicos relacionados con la evacuación, y exposición a las emanaciones volcánicas. Las dos primeras pueden ser descartadas o podrían serlo; la tercera y cuarta no puede ser evaluada. Por consiguiente, no se puede bosquejar ninguna conclusión firme.

Dióxido de Sulfuro, trióxido de sulfuro y hidrógeno sulfurado fueron encontrados en los gases volcánicos y se encontraron también personas con problemas en los ojos e irritación de la garganta. Una gran lluvia de este volcán cayó también sobre

la isla de Barbados, 180km al Este de St. Vincent, en Abril 13-14, pero esto no fue acompañado por un cambio en la incidencia de bronquitis asmática.

Volcán Monte Usu, Hokkaido, Japan 1977

En Abril 7, 1977, el monte Usu erupcionó. Durante la semana de Agosto 7-16, 18 erupciones ocurrieron cubriendo muchos pueblos y ciudades de Hokkaido con 2-17 cm de ceniza. Una investigación fué llevada a cabo varios meses después de la erupción, con el fin de identificar enfermedades asociadas a dicha erupción. Mientras que muchos problemas de salud fueron reportados, los investigadores concluyeron que solamente 10-20% de las quejas por tos e irritaciones oculares podían ser atribuidas a la ceniza volcánica. Niños de escuelas primarias fueron estudiados en dos áreas hasta al mes de Setiembre 1977. La diaria incidencia de tos (4-15%), ojos rojos (0-2%), nariz irritada (1-5%), y garganta irritada (3-8%) fueron generalmente más altas en áreas donde la lluvia de ceniza fue más intensa (19).

References

- 1 Center for Disease Control: Mount St. Helens volcano health report No. 2 (Department of Health and Human Services, Center for Disease Control, Atlanta 1980).
 - 2 Center for Disease Control: Mount St. Helens volcano health report No. 3 (Department of Health and Human Services, Center for Disease Control, Atlanta 1980).
 - 3 Falk, H.; Baxter, P.J.; Ing, R.; French, J.; Heath, C.W.; Merchant, J.A.: Mount St. Helens volcano health report No. 7 (Department of Health and Human Services, Center for Disease Control, Atlanta 1980).
 - 4 Falk, H.; Baxter, P.J.; Ing, R.; French, J.; Heath, C.W.; Merchant, J.A.: Mount St. Helens volcano health report No. 9 (Department of Health and Human Services, Center for Disease Control, Atlanta 1980).
 - 5 Falk, H.; Baxter, P.J.; Ing, R.; French, J.; Heath, C.W.; Merchant, J.A.: Mount St. Helens volcano health report No. 11 (Department of Health and Human Services, Center for Disease Control, Atlanta 1980).
 - 6 Falk, H.; Baxter, P.J.; Ing, R.; French, J.; Stein, G.F.; Heath, C.W.; Merchant, J.A.: Mount St. Helens volcano health report No. 12 (Department of Health and Human Services, Center for Disease Control, Atlanta 1980).
 - 7 Falk, H.; Baxter, P.J.; Ing, R.; French, J.; Gary, F.; Stein, G.F.; Heath, C.W.; Merchant, J.A.: Mount St. Helens volcano health report No. 14 (Department of Health and Human Services, Center for Disease Control, Atlanta 1980).
 - 8 Falk, H.; Baxter, P.J.; Ing, R.; French, J.; Stein, G.F.; Heath, C.W.; Merchant, J.A.: Mount St. Helens volcano health report No. 15 (Department of Health and Human Services, Center for Disease Control, Atlanta 1980).
 - 9 Falk, H.; Baxter, P.J.; Ing, R.; French, J.; Heath, C.W.; Bernstein, R.; Merchant, J.A.: Mount St. Helens volcano health report No. 17 (Department of Health and Human Services, Center for Disease Control, Atlanta 1980).
 - 10 Falk, H.; Baxter, P.J.; Ing, R.; French, J.; Heath, C.W.; Bernstein, R.; Merchant, J.A.: Mount St. Helens volcano health report No. 18 (Department of Health and Human Services, Center for Disease Control, Atlanta 1980).
 - 11 Falk, H.; Baxter, P.J.; Ing, R.; French, J.; Heath, C.W.; Bernstein, R.; Merchant, J.A.: Mount St. Helens volcano health report No. 19 (Department of Health and Human Services, Center for Disease Control, Atlanta 1980).
 - 12 Green, F.L.W.; Vallyathan, V.; Mentnack, M.S.; Tucker, J.H.; Merchant, J.A.: Is volcanic ash a pneumoconiosis risk? *Nature, Lond.* 293: 216-217 (1981).
 - 13 Gueri, M.; Allen, B.; Iton, M.: Nutritional status of vulnerable groups in evacuation centres during the eruption of La Soufriere volcano in St. Vincent 1979. *Disasters* 6: 10-15 (1982).
- Epidemiology of Natural Disasters
172
- 14 Horton, R.J.M.; McCaldin, R.O.: Observations on air pollution aspects of Irazú volcano, Costa Rica. *Publ. 11th Rep., Wash.* 79, 925-929 (1964).
 - 15 Leus, X.; Kintanar, C.; Bowman, V.: Asthmatic bronchitis associated with a volcanic eruption in St. Vincent, West Indies. *Disasters* 5: 67-69 (1981).
 - 16 National Library of Medicine: Biomedical effects of volcanoes. Specialized Bibliography Series, SBS No. 1980-1 (National Library of Medicine, US Department of Health and Human Services, 1980).
 - 17 Office of the United Nations Disaster Relief Co-ordinator. Disaster prevention and mitigation: a compendium of current knowledge, vol. 1: Volcanological aspects (United Nations, New York 1977).
 - 18 Price, E.W.; Henderson, W.J.: The elemental content of lymphatic tissues of bare-footed people of Ethiopia, with reference to endemic elephantiasis of the lower legs. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.* 72: 132-136 (1978).
 - 19 Seki, K.: Usu eruption and its impact on the environment (Hokkaido University, December 1978); cited in [10].
 - 20 Stommel, H.; Stommel, E.: The year without a summer. *Scient. Am.* 240: 134-140 (1979).
 - 21 The Guardian: London (April 1, 1982).
 - 22 Whitow, J.: Disasters (Lane, London 1980).