

## Daño pulmonar por la exposición a polvos de edificios derrumbados

*Norma Angélica Téllez-Navarrete, Angel Emmanuel Vega-Sánchez, Estefanía Reyes-Terrazas, Rogelio Pérez-Padilla* ✉

Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias Ismael Cosío Villegas, Ciudad de México, México.  
Trabajo recibido: 04-X-2017; aceptado: 03-XI-2017

El derrumbe de edificios es un problema de salud general, ya que la liberación de polvo y partículas son causa de aparición y exacerbación de enfermedades respiratorias. El derrumbe puede ser debido a terremotos, pero también a bombardeos o uso de explosivos, incendios y demoliciones programadas. Los mayores riesgos los sufren los cuerpos de Búsqueda y Rescate de Estructuras Colapsadas (BREC), sin minimizar el impacto en la población general.

La composición de los edificios caídos define la del polvo que se genera, que puede ser contaminado por productos variados de la combustión cuando se generan incendios o explosiones. El polvo, componente más abundante, es un álcali fuerte (pH 9.3 a 11.5) cargado de metales de la construcción, además de hidrocarburos aromáticos.<sup>1</sup> Del incidente del 11 de septiembre sabemos que más del 60% tienen un diámetro superior a 53 micras, pero 20% de las partículas son respirables (2.5-10 micras) y el 2% son menores a 2.5 micras.<sup>2</sup> Las de mayor tamaño, con un alto pH tienen efectos cáusticos, generando irritación de mucosas de ojos y vía aérea superior, y de otras zonas externas expuestas del cuerpo, pero el pH se va normalizando en las partículas más pequeñas siendo neutro en las partículas < 2.5 micras.<sup>2</sup>

En Nueva York, la combustión de los edificios colapsados y el diésel de los generadores eléctricos generaron hidrocarburos aromáticos policíclicos y 150 millones de kilogramos de contaminación adicional, aunque de duración transitoria.<sup>3</sup> En la tabla 1 se enlistan los principales agentes identificados. Los respiradores faciales N95, los que tienen filtros de alta eficiencia (HEPA), o las mascarillas P-100, reducen la exposición a polvos y fibras,<sup>4</sup> a pesar de lo cual el CDC documenta que su uso fue menor al 50% en el primer día de la catástrofe del

World Trade Center (WTC) y fue aumentando en los días siguientes.<sup>5</sup> Incluso el 19% del personal de los grupos BREC nunca usó protección respiratoria más relevante en las primeras 48 horas de exposición sin protección que son las que más impactan adversamente en la función pulmonar.<sup>3</sup> Desconocemos el grado de apego a los respiradores de otros grupos de rescate como el que ha trabajado en la Ciudad de México o en otros sitios en los sismos ocurridos el 7 y 19 de septiembre. De mayor preocupación es que un gran número de voluntarios sin protección adecuada estuvieron expuestos a los polvos en las primeras horas de la crisis.

Los síntomas respiratorios en los expuestos (tos, disnea, sibilancias [tabla 2]) pueden ser agudos o subagudos y dependen del grado y tiempo de exposición al polvo, del arribo en las primeras horas del derrumbe y

**Tabla 1.** Componentes inorgánicos y orgánicos identificados en el polvo de demolición de construcciones.

Componentes inorgánicos	Componentes orgánicos	
Cemento	Aluminio	Celulosa
Carbón	Estroncio	Hidrocarburos aromáticos
Fibra de vidrio	Manganeso	policíclicos
Asbestos	Cromo	Bifenilos policlorados
Yeso	Hierro	Pesticidas organoclorados
Carbonato de calcio	Magnesio	Dibenzodioxinas
Sulfato de calcio	Bario	policlorados
Titanio	Plomo	Dibenzofuranos
Zinc		policlorados
		Ésteres de ftalato
		Bromodifeniléteres

Los componentes del polvo dependen del material de construcción, de los productos existentes en las zonas derrumbadas y de si hubo o no incendios o explosiones.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/neumologia>

**Tabla 2.** Síntomas reportados por exposición a polvos de construcción.

Síntomas	Frecuencia (%)	Referencia
Síntomas respiratorios de vía aérea superior		
Dolor de garganta	54	3
Congestión nasal	52	3
Disfonía	34	3
Rinorrea	27	3
Disfagia	22	3
Síntomas respiratorios de vía aérea inferior		
Tos	41-63	1,3,15
Tos nocturna	36.7	3
Sibilancias	29-48	1,3,15
Opresión torácica	23-24	1,3
Dificultad respiratoria	27.2-57	1,3,15
Otros síntomas		
Irritación ocular	65	3
Visión borrosa	10	3
Abrasión corneal	4	3
Irritación de piel	30	3
Quemaduras	17	3
Rash cutáneo	14	3

del uso de protección respiratoria. Una estancia mayor a 7 horas en la zona de derrumbe es un factor de riesgo para el desarrollo de síntomas respiratorios (OR 1.32, IC 95% 1.13-1.55).<sup>3</sup>

Los bomberos expuestos al polvo del WTC, mostraron en esputo inducido concentración mayor de metales y aumento de los niveles de metaloproteína 9 que sus controles no expuestos 10 meses después de la exposición.<sup>6</sup>

Diversos estudios han descrito un incremento en la prevalencia de desórdenes pulmonares (tabla 3), relacionados a este tipo de catástrofes naturales como terremotos, derrumbes y explosiones. En el registro del WTC *Medical Monitoring and Treatment Program* (MMTP) se reportó un incremento en la prevalencia de asma hasta de 10% en la población expuesta.<sup>7</sup> Otro estudio encontró que el riesgo de nuevo diagnóstico de asma en los trabajadores de rescate y voluntarios en el área de derrumbe es 12 veces mayor que el esperado en la población general.<sup>8</sup> El deterioro del control del asma en estas situaciones se ha relacionado principalmente con el estrés emocional e incremento de la enfermedad por reflujo gastroesofágico (ERGE).<sup>9</sup> También se observó incremento de la prevalencia de bronquitis (19%) y en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) (34%).<sup>10</sup>

**Tabla 3.** Afecciones pulmonares reportadas en expuestos a polvo en demoliciones.<sup>10,11,16-18</sup>

Síndrome de disfunción reactiva de la vía aérea
Hiperreactividad bronquial
Asma
EPOC ocupacional
Neumonía
Disminución en la función pulmonar (FEV <sub>1</sub> )
Otras enfermedades inflamatorias de parénquima pulmonar: enfermedad granulomatosa pulmonar «sarcoidosis-like»

En desastres como el terremoto y tsunami de Japón en el 2011,<sup>11</sup> los casos de neumonías se duplicaron en los meses siguientes. Otras enfermedades como la proteinosis alveolar, la hemorragia alveolar difusa y la disfunción de cuerdas vocales se han reportado en personas expuestas a partículas de aire en este tipo de desastres, principalmente en aquéllas sin uso de mascarilla de protección.<sup>12-14</sup>

Los bomberos seguidos en el desastre del WTC mostraron una disminución acelerada en el FEV<sub>1</sub> y principalmente en la FVC al momento del derrumbe y para el FEV<sub>1</sub>, dentro de las primeras 48 horas tan grande en magnitud como de 450 mL en el 20% del grupo.<sup>3</sup> Por análisis de regresión ajustada para tabaquismo el OR para caída de FEV<sub>1</sub> fue para exposición en el momento del derrumbe 1.7 (IC 95%: 1.1-2.6) y dentro de las primeras 48 horas: 1.6 (IC 95%: 1.04-2.4). Adicionalmente la resistencia a 5 Hertz (R5) medida por oscilometría de impulso se incrementó considerablemente, aun en sujetos sin cambios significativos en la espirometría.<sup>15</sup>

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es indispensable la adecuada preparación de los rescatistas, así como el uso estricto de protectores contra el polvo, más aún, en las primeras horas del desastre. En casos de exposición masiva a gases/polvos inorgánicos se recomienda realizar tempranamente pruebas de espirometría con respuesta a broncodilatador y en caso de sospechar hiperreactividad bronquial o asma, prescribir corticosteroides inhalados y broncodilatadores.<sup>16</sup> El seguimiento de los sujetos expuestos también es importante para minimizar los efectos adversos, evitando exponerse en el futuro a humos como el del tabaco u otros riesgos respiratorios y esperando una mayor frecuencia de enfermedades respiratorias tanto en rescatistas, voluntarios civiles y residentes de las zonas afectadas. Finalmente habrá que considerar que la exposición a polvos, causante de enfermedad

pulmonar, será prolongada, ya que continuará en la fase de reconstrucción de la ciudad.

## REFERENCIAS

1. Reibman J, Lin S, Hwang SAA, et al. *The World Trade Center residents' respiratory health study: New-Onset respiratory symptoms and pulmonary function*. Environ Health Perspect 2005;113(4):406-411.
2. Lioy PJ, Weisel CP, Millette JR, et al. *Characterization of the dust/smoke aerosol that settled east of the World Trade Center (WTC) in lower Manhattan after the collapse of the WTC 11 September 2001*. Environ Health Perspect 2002;110(7):703-714.
3. Feldman DM, Baron SL, Bernard BP, et al. *Symptoms, respirator use, and pulmonary function changes among New York City firefighters responding to the World Trade Center disaster*. Chest 2004;125(4):1256-1264.
4. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *Occupational exposures to air contaminants at the World Trade Center disaster site-New York, September-October 2001*. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2002;51(21):453-456.
5. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *Use of respiratory protection among responders at the World Trade Center site--New York City, September 2001*. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2002;51 Spec No:6-8.
6. Fireman EM, Lerman Y, Ganor E, et al. *Induced sputum assessment in New York City firefighters exposed to World Trade Center dust*. Environ Health Perspect 2004;112(15):1564-1569.
7. Kim H, Herbert R, Landrigan P, et al. *Increased rates of asthma among World Trade Center disaster responders*. Am J Ind Med 2012;55(1):44-53. doi: 10.1002/ajim.2102.
8. Wheeler K, McKelvey W, Thorpe L, et al. *Asthma diagnosed after 11 September 2001 among rescue and recovery workers: Findings from the World Trade Center Health Registry*. Environ Health Perspect 2007;115(11):1584-1590.
9. Jordan HT, Stellman SD, Reibman J, et al. *Factors associated with poor control of 9/11-related asthma 10-11 years after the 2001 World Trade Center terrorist attacks*. J Asthma 2015;52(6):630-637. doi: 10.3109/02770903.2014.99908.
10. Cleven KL, Webber MP, Zeig-Owens R, et al. *Airway disease in rescue/recovery workers: recent findings from the World Trade Center Collapse*. Curr Allergy Asthma Rep 2017;17(1):5. doi: 10.1007/s11882-017-0670-9.
11. Aoyagi T, Yamada M, Kunishima H, et al. *Characteristics of infectious diseases in hospitalized patients during the early phase after the 2011 great East Japan earthquake: pneumonia as a significant reason for hospital care*. Chest 2013;143(2):349-356. doi: 10.1378/chest.11-3298.
12. Hisata S, Moriyama H, Tazawa R, et al. *Development of pulmonary alveolar proteinosis following exposure to dust after the Great East Japan Earthquake*. Respir Investig 2013;51(4):212-216. doi: 10.1016/j.resinv.2013.04.005.
13. Ebisawa K, Yamada N, Kobayashi M, et al. *Cluster of diffuse alveolar hemorrhage cases after the 2011 Tohoku Region Pacific Coast Earthquake*. Respir Investig 2013;51(1):2-8. doi: 10.1016/j.resinv.2012.10.002.
14. de la Hoz RE, Shohet MR, Bienenfeld LA, et al. *Vocal cord dysfunction in former World Trade Center (WTC) rescue and recovery workers and volunteers*. Am J Ind Med 2008;51(3):161-165. doi: 10.1002/ajim.20541.
15. Friedman SM, Maslow CB, Reibman J, et al. *Case-control study of lung function in World Trade Center Health Registry area residents and workers*. Am J Respir Crit Care Med 2011;184(5):582-589. doi: 10.1164/rccm.201011-1909OC.
16. Aldrich TK, Weakley J, Dhar S, et al. *Bronchial reactivity and lung function after World Trade Center Exposure*. Chest 2016;150(6):1333-1340. doi: 10.1016/j.chest.2016.07.005.
17. Crowley LE, Herbert R, Moline JM, et al. *"Sarcoid like" granulomatous pulmonary disease in World Trade Center disaster responders*. Am J Ind Med 2011;54(3):175-184. doi: 10.1002/ajim.20924.
18. Banauch GI, Dhala A, Alleyne D, et al. *Bronchial hyperreactivity and other inhalation lung injuries in rescue/recovery workers after the World Trade Center collapse*. Crit Care Med 2005;33(1 Suppl):S102-S106.

### ✉ Correspondencia:

Dr. Rogelio Pérez-Padilla  
 Jefe del Departamento de Investigación en Tabaquismo y EPOC. Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias Ismael Cosío Villegas.  
 Calzada de Tlalpan Núm. 4502, colonia Sección XVI, 14080, Del. Tlalpan, Ciudad de México, México.  
 Correo electrónico: perezpad@gmail.com

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.