

# Tetrafluoroethylene 흡입에 의한 급성폐손상 1예

대구 파티마 병원 내과

이수옥, 최은정, 김가영, 김준철, 박정철, 정치영, 김연재, 이병기

## A Case of Acute Lung Injury Caused by Tetrafluoroethylene Inhalation

Su Ok Lee, M.D., Eun Jung Choi, M.D., Ka Young Kim, M.D., Jun Chul Kim, M.D., Jung Chul Park, M.D.,  
Chi Young Jung, M.D., Yeon Jae Kim, M.D., Byung Ki Lee, M.D.

Department of Internal Medicine, Fatima Hospital, Daegu, Korea

Tetrafluoroethylene is a colorless gas that can be used to synthesize a variety of fluoride compounds by polymerization (e.g., Teflon). Fluoride compounds have many applications in industry. There are several reports of inhalation injury from the pyrolytic product of fluoride compounds. When the polymer is heated under the conditions of inadequate ventilation, the fumes can cause polymer fume fever or pulmonary edema which manifested as symptoms such as fever, chill, profuse sweating, cough and dyspnea. However there are no reports of a direct lung injury caused by tetrafluoroethylene.

We report a case of a 27-year-old male presented with acute lung injury after inhaling concentrated tetrafluoroethylene. He complained of cough and dyspnea after the accidental inhalation of tetrafluoroethylene at his workplace. The symptoms improved without any complications after conservative treatment with oxygen and steroid.

(*Tuberc Respir Dis* 2007; 62: 223-226)

**Key Words:** Tetrafluoroethylene, Lung injury, Pulmonary edema.

### 서 론

Tetrafluoroethylene는 무색의 비수용성 기체로 단량체(monomer)이며 중합반응 또는 다른 단량체들과의 반응으로 중합체(polymer)를 형성하여 고온에 절연성이 우수한 제품을 만드는 데 사용되며, 여러 산업 공정에 널리 이용되고 있다<sup>1</sup>. Tetrafluoroethylene를 원료로 하여 합성된 불소 수지인 Teflon의 열분해 산물로 인한 폐손상은 산발적으로 보고는 있으나<sup>2-8</sup>, 산업장에서 tetrafluoroethylene의 직접 흡입에 의한 급성폐손상은 보고된 바 없다.

저자들은 작업장에서 우연히 누출된 tetrafluoroethylene의 직접 흡입에 의한 급성폐손상 1예를 경험하였기에 보고하는 바이다.

### 증 례

환 자: 임OO, 남자, 27세.

주 소: 호흡곤란.

현병력: 평소 건강하였으며, 2005년 8월 8일 오후 5시경 작업장에서 일하던 중 농축된 가스통에서 우연히 누출된 tetrafluoroethylene를 약 3분간 흡입한 후, 건성 기침, 전신 근육통이 발생하였다. 흡입 10시간 후부터 호흡곤란이 발생하여 8월 9일 오후 3시경 본원 응급실로 내원하였다.

과거력 및 가족력: 특이 사항 없음.

개인력: 산업장에서 도색작업을 담당하며, 흡연력은 하루 1갑씩 5년이었음.

이학적 소견: 급성 병색이었고 의식은 명료하였으며 혈압은 130/70 mmHg, 맥박 104 회/분, 호흡수 24 회/분, 체온 37.3°C였다. 청진시 양측 폐 하부에서 흡기시 수포음이 들렸으며 심음은 빠른 편이었으나 잡음은 들리지 않았다. 복부 및 신경학적 검사는 정상이었다.

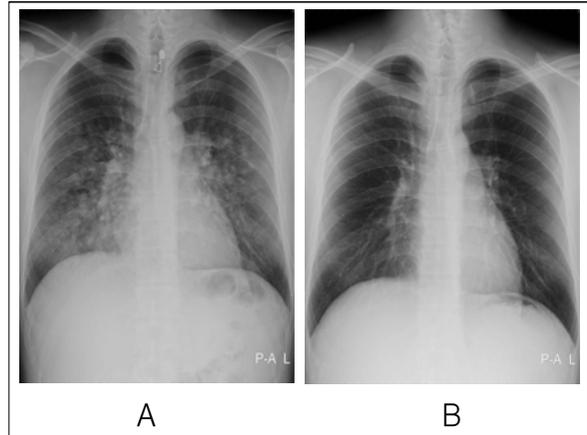
검사실 소견: 말초 혈액 검사에서는 백혈구 15,430/mm<sup>3</sup>(호중구 92.6%), 혈색소 16.2 g/dL, 혈소판 215,000/L였으며, PT/PTT는 정상범위였다. 생화학

Address for correspondence: **Byung Ki Lee, M.D.**  
Department of Internal Medicine, Fatima Hospital,  
576-31 Sinam-dong, Dong-gu, Taegu, 701-010, Korea  
Phone: 82-53-940-7452, Fax: 82-53-954-7417  
E-mail: leebk1@fatima.or.kr  
Received: Oct. 26, 2006  
Accepted: Mar. 2, 2007

**Table 1. Changes of arterial blood gas analysis**

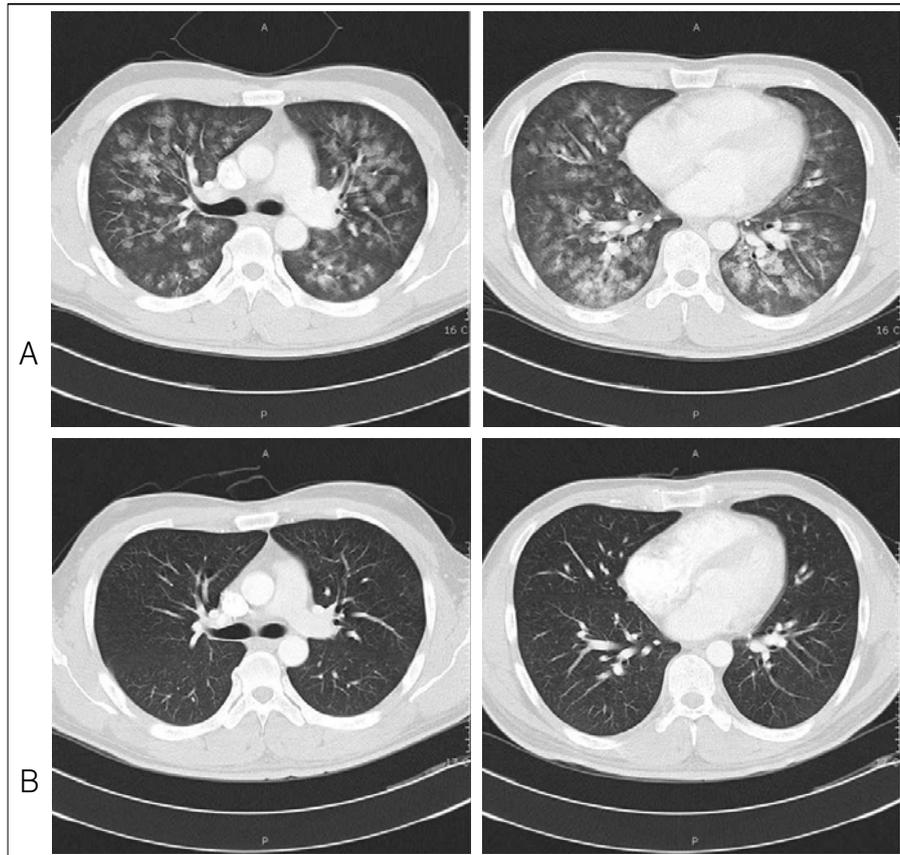
parameter	도착당시	24시간 후	48시간 후
O <sub>2</sub>	room air	mask 10 L	mask 5L
pH	7.486	7.316	7.427
PaCO <sub>2</sub> mmHg	30.4	41.9	39.4
PaO <sub>2</sub> mmHg	45.7	65.8	106.7
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mEq/L	22.5	23.5	25.4
SaO <sub>2</sub> %	85.6	92.4	98.0

적 검사는 총단백 6.6 g/dL, 총빌리루빈 0.9 mg/dL, AST 17 U/L, ALT 19 U/L, BUN 8.8 mg/dL, Creatinine 0.86 mg/dL 로 정상이었으며 혈중 메트헤모글로빈 0.2 %이었다. 동맥혈 가스 검사 소견은 FiO<sub>2</sub> 0.21에서 pH 7.486, PaCO<sub>2</sub> 30.4 mmHg, PaO<sub>2</sub> 45.7 mmHg, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 22.5 mmol/L, SaO<sub>2</sub> 85.6 % 였으며 PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> 217이었다(Table 1). 흉부 X-선 소견은 양



**Figure 1.** Chest roentgerogram. Diffuse bilateral lobular or confluent infiltrates on admission (A). 3 days later, complete resolution of lung lesion (B).

측 전폐야에 미만성의 침윤이 관찰되었으며(Figure 1A), 흉부 고해상도 전산화단층촬영에서는 양측 전폐



**Figure 2.** Finding of high resolution chest CT scan. Diffuse bilateral ground glass opacity on admission (A). 7 admission days, complete resolution of lung lesion (B).

야에 다발성의 경화소견과 간유리음영(ground glass opacity)의 병변이 관찰되었다(Figure 2A).

**치료 및 임상경과:** 지속적인 산소흡입과 함께 부신피질 호르몬을 투여하여, 입원 3일째 동맥혈 가스 검사와 흉부 X-선 소견의 호전을 보였다(Figure 1B). 입원 7일째 촬영한 추적 흉부 고해상도 전산화단층촬영에서 정상소견으로 관찰되었으며(Figure 2B), 입원 7일째 시행한 폐기능 검사에서는 FVC 5.1 L(정상예측치 89%), FEV<sub>1</sub> 4.79 L(정상예측치 106%), FEV<sub>1</sub>/FVC 94%으로 정상환기 기능을 보였으나, 폐확산능은 23.4 mL/min/mmHg(정상예측치 72%)로 약간 저하되어 있었다. 환자는 입원 12일 만에 건강한 상태로 퇴원하였으며 외래에서 경과 관찰 중이다.

## 고 찰

흡입으로 인한 급성 폐 독성은 호흡기계에 자극제(Irritant)로 작용할 수 있는 모든 가스나 에어로졸 등의 다양한 물질들에 의해 초래될 수 있으나, 나타나는 폐 손상의 형태는 대체로 유사하다. 이러한 자극제로 인한 일차적인 폐 손상 부위 및 임상 증상의 발현 시기는 대개 흡입된 물질의 용해도에 의한다. 즉 암모니아 또는 이산화황과 같이 높은 용해도를 가진 물질들은 노출시 결막, 상기도 점막에 자극 증상을 일으키며, 용해도가 낮은 오존, 질소 산화물, 포스겐 등은 점막 자극이 적어 노출 기간이 길어질 수 있으며 증상이 늦게 나타날 수 있다. 그러나 어떤 물질이더라도 고농도의 많은 양에 노출되면 용해도와 관계없이 호흡기계의 광범위한 손상을 유발할 수 있으며, 흡입된 입자의 pH, 화학 반응성, 물리적 특성 등이 병인에 관여할 수 있다<sup>9,10</sup>.

Tetrafluoroethylene는 용해점이 -142.5°C로 열이나 화기에 노출되면 가연성이 높은 무색의 비수용성 가스로서 인체에는 비교적 독성이 적은 것으로 알려져 있으며 중합체(polymer)를 형성하여 화학적으로 안정하고 고온에 절연성이 우수한 여러 불소 수지를 합성하는 핵심원료로 사용되고 있다<sup>1</sup>. Tetrafluoroethylene의 직접적인 흡입은 인체 내 심각한 장애를 유발하는 것 같지는 않다. 그리고 사람에서 tetrafluoro-

ethylene의 직접적인 흡입에 의한 심각한 폐 손상을 유발한 경우에 대한 보고는 거의 없으나, 대신 tetrafluoroethylene를 주원료로 하여 합성된 불소 수지인 Teflon의 사용과정에서 발생한 열분해산물로 인한 폐 손상은 산발적으로 보고되고 있다<sup>2-8</sup>. Teflon은 용해점이 327°C로 고온에서 매우 안정하나 200-300°C에서 시간당 0.0002%의 무게 소실이 발생하여 열분해산물이 발생할 수 있으며, 400°C 이상에서는 열분해가 가속화한다<sup>2</sup>. 열분해산물의 종류로는 tetrafluoroethylene과 높은 독성을 나타내는 플루오르화 수소, 플루오르화 탄소, 그리고 플루오르화 부틸렌이 있다. 이러한 열분해산물은 polymer fume fever를 일으키며 급성호흡부전과 같은 심각한 호흡기장애까지 유발할 수 있으며<sup>2-8</sup>, 특히 흡연자에게 많이 발생하는 것으로 알려져 있다<sup>5-7</sup>. 저자들의 증례는 평소 일하던 작업장의 농축된 가스통에서 우연히 누출된 tetrafluoroethylene에 직접 흡입하여 발생한 경우였으며, 비교적 심한 폐손상이 생긴 것으로 보아 3분간 높은 농도에 노출된 것으로 추정된다. 흡입된 가스입자의 고유한 물리적 특성과 상기도의 정상적인 점막 섬모 청소능을 증가하는 노출로 하기도에 도달한 입자들은 산, 염기 또는 자유기의 형성 및 축적을 통해서 호흡기계의 상피 및 혈관 내피 세포에 손상을 일으켜 비특이적인 미만성 폐포 손상을 유발할 수 있다<sup>9</sup>. 저자들의 경우에서 관찰된 흉부 고해상도 전산화단층촬영에서의 양측성 다발성의 경화 및 간유리 음영 소견과 동맥혈 가스 분석에서의 심한 저산소혈증은 호흡성 세기관지 이하 폐 실질의 손상을 의미하며, 혈관 내피 세포의 손상으로 모세혈관 투과도의 변화로 인한 폐부종도 동반되었을 것으로 생각된다.

흡입으로 인한 폐손상은 기침, 발열, 전신 근육통 등의 경한 증상에서 급성호흡부전과 같은 심각한 호흡기 장애까지 올 수 있어 치료는 환자의 임상상태에 따라 달라진다. 발열, 감기 증상이 있는 경우는 아스피린 또는 아세트 아미노펜과 같은 해열제가 도움이 되며, 기도 자극에 의해 기관지 연축이 발생하면 기관지 확장제 혹은 부신피질호르몬제가 필요하다. 급성 폐손상으로 호흡곤란이 발생하면 산소투여 및 전신 부신피질호르몬 투여가 효과적이며, 심한 폐부종으로

호흡 부전이 악화되는 경우는 적절한 보조호흡으로 환기부전 상태를 교정해 주어야 한다<sup>6,11,12</sup>. 본 증례의 경우에는 호흡곤란, 빈맥, 저산소혈증 그리고 폐부종 등이 관찰되었으며 지속적인 산소 요법과 함께 진신부신피질호르몬 투여로 증상 및 방사선 소견이 신속하게 호전되었다. 일반적으로 흡입으로 인해 발생한 호흡기계 합병증으로는 기도 자극에 의한 만성 기관지염, 폐기종, 폐섬유화 및 종양 등이 발생할 수 있는 것으로 알려져 있다<sup>11</sup>. Teflon 열분해산물을 흡입하여 발생하는 polymer fume fever, 폐부종, 폐출혈 등은 완전히 회복되는 경우가 대부분이나, 일부 동물 실험에서는 폐기종이나 간질섬유화 등의 비가역적인 합병증을 일으키는 경우도 있다. 그러나 tetrafluoroethylene의 직접 노출에 의한 폐손상의 합병증에 대해서는 보고된 바가 없어 저자들의 경우에는 장기적인 경과 관찰이 필요할 것으로 생각된다.

본 증례는 tetrafluoroethylene에 직접 노출되어 폐손상이 유발된 드문 경우로서 tetrafluoroethylene 및 불소 수지가 현재 여러 산업 분야에 널리 사용되고 있는 점을 볼 때 작업장 내 환기 시설의 개선 및 철저한 안전 교육을 다시 한번 강조할 필요가 있겠다.

## 요 약

저자들은 도색공장에서 작업 도중 우연히 누출된 tetrafluoroethylene 가스의 흡입으로 인하여 급성폐손상을 받았으나 보존적 치료로 별다른 합병증 없이 비교적 짧은 기간에 치유된 남자 환자 1예를 경험하였기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

## 참 고 문 헌

1. NTP (National Toxicology Program). Toxicology and

carcinogenesis studies of tetrafluoroethylene (CAS No. 116-14-3) in F344/N rats and B6C3F1 mice (inhalation studies). Natl Toxicol Program Tech Rep Ser 1997;450:1-321.

2. Robbins JJ, Ware RL. Pulmonary edema from TEFLON fumes: report of a case. N Engl J Med 1964;271:360-1.

3. Evans EA. Pulmonary edema after inhalation of fumes from polytetrafluoroethylene(PTFE). J Occup Med 1973;15:599-601.

4. Harris DK. Polymer-fume fever. Lancet 1951;2:1008-11.

5. Okawa MT, Polakoff PL. Occupational health case reports: No.7. Teflon. J Occup Med 1974;16:350-5.

6. Brubaker RE. Pulmonary problems associated with the use of polytetrafluoroethylene. J Occup Med 1977;19:693-5.

7. Albrecht WN, Bryant CJ. Polymer-fume fever associated with smoking and use of a mold-release spray containing polytetrafluoroethylene. J Occup Med 1987;29:817-9.

8. Lee CH, Guo YL, Tsai PJ, Chang HY, Chen CR, Chen CW, et al. Fatal acute pulmonary oedema after inhalation of fumes from polytetrafluoroethylene (PTFE). Eur Respir J 1997;10:1408-11.

9. Blanc PD. Chapter 64. Acute pulmonary responses to toxic exposures. In: Mason RJ, Broaddus VC, Murray JF, Nadel JA, editors. Murray and Nadel's textbook of respiratory medicine. 4th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2005. p. 1823-36.

10. Martyny J, Rose C. Chapter 43. Industrial hygiene for the pulmonologist. In: Crapo JD, Glassroth JL, Karlinsky JB, King TE, JR, editors. Baum's textbook of pulmonary diseases. 7th ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins; 2004. p. 937-50.

11. Caravati EM, Mcguigan MA, Whyte IM, Dawson AH, Seifert SA, Schonwald S, et al. Part IV. Chemicals. In: Dart RC, editor. Medical Toxicology. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins; 2004. p. 1129-37, p. 1197-8.

12. Ip M, Wong KL, Wong KF, So SY. Lung injury in dimethyl sulfate poisoning. J Occup Med 1989;31:141-3.