

흡입화상 치료과정에서 생긴 공동성 폐 병변

한림대학교 의과대학 내과학교실, 영상의학과¹

신현원, 김철홍, 엄광석, 박용범, 장승훈, 김동규, 이명규, 현인규, 정기석, 이일성¹

A Case of Cavitory Lung Lesion as a Consequence of Smoke Inhalation Injury

Hyun Won Shin, M.D., Cheol Hong Kim, M.D., Kwang Seok Eom, M.D., Yong Bum Park, M.D., Seung Hun Jang, M.D., Dong Gyu Kim, M.D., Myung Goo Lee, M.D., In-Gyu Hyun, M.D., Ki-Suck Jung M.D., Eil Seong Lee, M.D.¹

Department of Internal Medicine and Radiology¹, Hallym University College of Medicine, Seoul, Korea

Toxic gases and soot deposition as a consequence of smoke inhalation can cause direct injury to the upper and lower airways and even to the lung parenchyma. A delay in proper and prompt therapy can be detrimental to critically ill burn patients with an inhalation injury. Therefore, serial chest radiography is an important diagnostic tool for pulmonary complications during treatment. The radiographic findings of the chest include normal, consolidation, interstitial and alveolar infiltrates, peribronchial thickening, atelectasis, cardiogenic and non-cardiogenic pulmonary edema, and a pneumothorax as acute complications of smoke inhalation. In addition, bronchiectasis, bronchiolitis obliterans and pulmonary fibrosis can occur as late complications. We encountered a case of 44-year-old male who presented with acute lung injury after an inhalation injury. He required endotracheal intubation and mechanical ventilation due to respiratory failure. He was managed successfully with conservative treatment. Later, a cavitory lesion of the left upper lobe was observed on the chest radiography and computed tomography, which was complicated by massive hemoptysis during the follow-up. However, the cavitory lesion disappeared spontaneously without any clinical consequences. (*Tuberc Respir Dis* 2006; 60: 564-570)

Key words : Inhalation, Burn, Radiography.

서 론

중화상 환자에서 연기흡입에 의한 흡입화상은 약 1/3에서 병발한다고 알려져 있으며 이환율 및 사망률에 영향을 미치는 주요 인자가 된다¹⁻³. 연기흡입에 의한 호흡기계의 직접적인 손상은 크게 상기도 및 하기도의 손상과 폐실질의 손상으로 나눌 수 있다. 기도의 손상은 기관지내시경에 의해 접근하고 있으며, 폐실질의 손상은 단수 흉부방사선 사진, Xenon-133 스캔⁴, 동맥혈 가스검사 등에 의해 이루어지고 있으나 아직은 폐 상태에 대한 병태생리를 반영하는데 있어 많은 제한점을 지니고 있다.

흉부방사선 사진은 흡입화상의 유무를 진단하는데 있어 예민하지 않은 것으로 알려져 있으나⁵, 정상, 경화, 기관지주위 비후, 심인성 및 비심인성 폐부종, 무기폐, 간질성 및 폐포성 폐 침윤, 기흉 등이 초기에 나타날 수 있으며⁶⁻¹⁰, 후기의 변화로는 기관지확장증, 폐쇄 기관지염 및 폐 섬유화 등이 올 수 있다^{11,12}. 하지만 흡입화상 성인환자에서 나타나는 공동성 폐 병변에 대해서는 아직까지 보고된 바 없다. 저자들은 흡입화상 치료 과정에서 흉부방사선 사진의 공동성 폐 병변을 경험하였기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

증 례

환 자 : 송OO, 남자, 44세

주 소 : 신나 폭발에 의한 화상

현병력 : 평소 건강했으며 신나 폭발로 인한 얼굴과 양손의 화염화상과 연기흡입에 의한 호흡곤란으로 타병원에서 기도 삽관 후 본원 응급실에 방문하였

Address for correspondence : In-Gyu Hyun, M.D.
Department of Internal Medicine, Hallym University
Hangang Sacred Heart Hospital,
94-200 Yeoungdeungpo-Dong, Yeoungdeungpo-Gu, Seoul,
150-020, Korea
Phone : 02-2639-5001 Fax : 02-2677-9756
E-mail : ighyun@hallym.ac.kr
Received : Mar. 10, 2006
Accepted : Apr. 28, 2006

다.

과거력 : 특이사항 없음.

사회력 : 특이사항 없음. 흡연력 없음.

가족력 : 특이사항 없음.

진찰소견 : 내원 당시 혈압은 150/74 mmHg, 호흡수 분당 20회, 맥박수 분당 92회 및 체온 37°C였다. 급성병색이었으나 의식은 명료하였으며 얼굴과 양손에 9%의 2도 이상의 화염화상을 입고 있었다. 청색증은 동반하지 않았으며 결막 창백이나 공막 황달소견은 관찰되지 않았고 흉부 청진에서 양측 폐 전체에서 기관지폐포음과 건성 수포음이 들렸다. 심음은 정상이었으며, 복부 진찰 및 신경학적 검사에서 이상 소견이 관찰되지 않았다.

검사실 소견 : 내원 당시 말초혈액 검사에서 백혈구는 12,800/mm³ (호중구 88.9%, 림프구 5.9%, 단핵구 2.8%, 호산구 0.3%), 혈색소는 15.9 g/dL, 적혈구 용적을 44.8%, 혈소판 236,000/mm³ 이었다. Ambu bagging을 하면서 시행한 내원 당시의 동맥혈 가스 검사는 pH 7.48, PaCO₂ 25.3 mmHg, PaCO₂ 140.1 mmHg, HCO₃⁻ 18.6 mmol/L, base excess -4.3 mmol/L, SaO₂ 99.4%, COHb 4.3%였다. 생화학 검사에서

는 혈색요소질소 15.7 mg/dL, 크레아티닌 0.9 mg/dL, 총단백 6.5 g/dL, 알부민 4.0 g/dL, AST 33 IU/L, ALT 20 IU/L, Na 139 mEq/L, K 3.9 mEq/L, Cl 106 mEq/L이었다. 요 검사 및 혈액응고 검사는 정상이었다.

방사선 소견 : 내원 당시 단순 흉부방사선검사에서 양측 폐문 주위 및 하폐야에 걸쳐 간질성 및 폐포성 부종이 관찰되었으며 심비대나 흉수 소견은 보이지 않았다(Fig. 1A)

치료 및 경과 : 환자는 흡입화상으로 인한 상기도 폐색으로 타 병원에서 기도 삽관 후에 본원으로 이송되었다. 얼굴과 양손의 화상 상처는 수술을 요할 정도는 아니어서 일반적인 대증적 치료를 하기로 하였다. 연기흡입으로 인한 기도 손상 정도를 확인하기 위하여 제1병일에 기관지내시경을 시행하였다. 기관 및 양측 기관지에 점막 부종 및 염증 소견이 심하였으며 일부에서는 삼출출혈(oozing)을 하고 있었다. 또한 'soot'와 탄소 함유 물질이 많이 관찰되어 내시경적 세정을 하였다. 당분간 기도유지를 위해 기관내 삽관이 필요하다고 판단하였으며 시간이 지남에 따라 저산소증이 진행하여 바로 기계호흡을 하기 시작하였

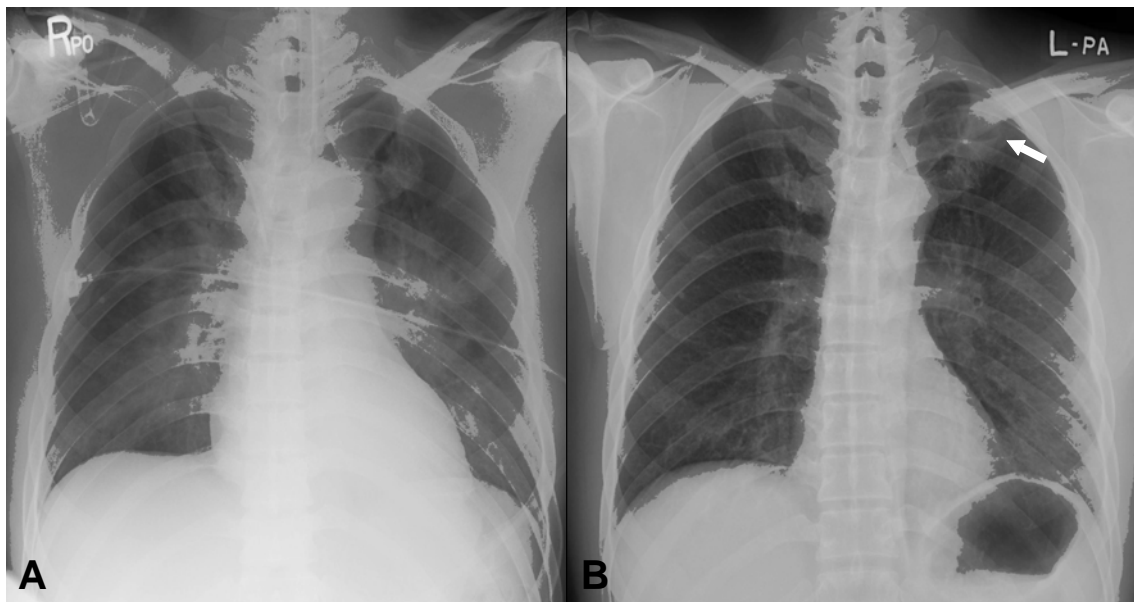


Figure 1. Chest radiography in 44-year-old man who had inhalation injury. A. Chest X-ray on admission showed alveolar and interstitial edema with normal cardiac size, distributed in both perihilar and both lower lung zones. B. One month later, chest X-ray showed improvement of interstitial edema and new cavitary lesion (arrow) in the left upper lung.

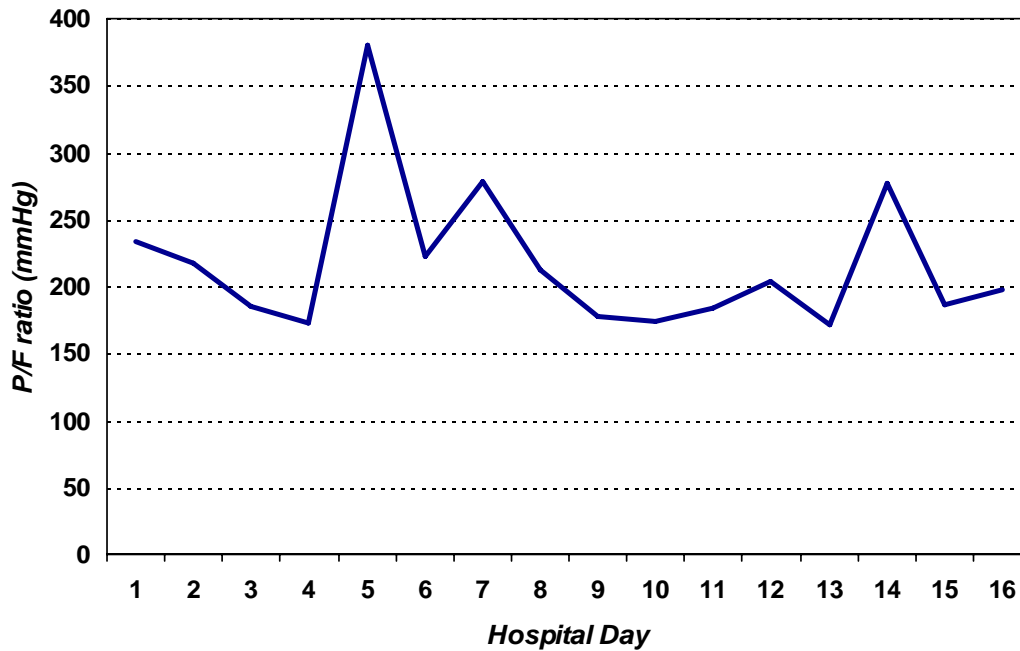


Figure 2. Changes of PaO₂/FiO₂ ratio from admission to extubation.

다. 기도손상에 대한 재평가 위해 제5병일에 기관지 내시경을 다시 시행하였다. 이전에 보였던 다량의 ‘soot’가 여전히 양측 주기관지 및 엽 기관지에 산재해 있었는데, 대부분 점막에 강하게 유착되어 있었다. 한편, 기도분비물이 화농성으로 바뀌었고, 임상적 및 검사실 소견에서 감염증을 시사하여 원내폐렴에 준한 항균제를 투여하기 시작하였다. 제10병일에 기도 상태를 알아보기 위하여 다시 기관지내시경을 시행하였다. 이전에 보였던 ‘soot’는 대부분 보이지 않았으며 기관-기관지염도 많이 호전되는 양상이었다. 제14병일에 갑자기 기관내 삽관을 통하여 다량의 출혈이 관찰되어 기관지내시경 시행 결과, 기관내 삽관 바로 아래의 기관 점막에서 삼출성 출혈이 관찰되어 에피네프린 용액 점적주입 및 보존적 치료를 하였다. 아마도 기관내 삽관 자체로 인한 기관 점막 손상으로 생각하였다. 환자의 저산소증은 기도 상태에 따라 기복이 심하였으나(Figure 2), 그 후로는 더 이상의 기도 합병증이 발생하지 않았으며 흉부방사선 소견상 양 폐야의 폐 침윤 호전 및 안정상태에 도달함에 따라 제17병일에는 기계호흡 이탈 및 기관내 삽관을 제거할 수 있었다. 흡입화상으로 인한 폐 실질의 손상 정도를 알기 위하여 제19병일에는 고해상도전산화단층

(high resolution computed tomography, HRCT) 촬영을 시행하였다. 양측 폐야에 다발성 간유리음영이 관찰되었으며 좌상엽에는 직경 2 cm 정도의 공동성 결절 및 경화 소견이 관찰되었으나(Fig. 3A), 경과관찰하기로 하고 제22병일에 퇴원하였다. 퇴원 후 외래 추적 중 흉부방사선 소견에서 좌상엽에 결핵 혹은 진균 감염에서 흔히 볼 수 있는 공동성 병변이 더 뚜렷하였다(Fig. 1B). 임상적으로 기침 및 운동시 호흡곤란은 있었으나 호흡기 감염증이 뚜렷하지 않아 단기 추적하기로 하였다. 흡입화상 후 45 일째에 HRCT를 다시 시행하였다. 이전에 보였던 양측 폐의 간유리 음영은 호전되었으나 좌상엽의 공동성 병변은 더 커졌고 공동 벽이 더 두꺼워진 소견을 보였다(Fig. 3B). 검사실 소견에서 결핵 및 진균 감염에 대한 증거가 없어 경과관찰하기로 하였다. 흡입화상 제76일에 대량 객혈이 발생하여 재입원하게 되었다. 이 때 시행한 CT에서 좌상엽의 공동성 병변의 크기는 더 커졌으며 공동 벽은 더 얇아져 있었다(Fig. 3C). 이 부위에서 출혈이 발생한 것으로 생각하고 기관지동맥색전술을 시행하였다(Fig. 4A). 흡입화상 제175일에 소량의 객혈이 다시 발생하였다. HRCT에서 이전에 보였던 좌상엽의 공동성 병변은 완전히 소실되었으나(Fig.

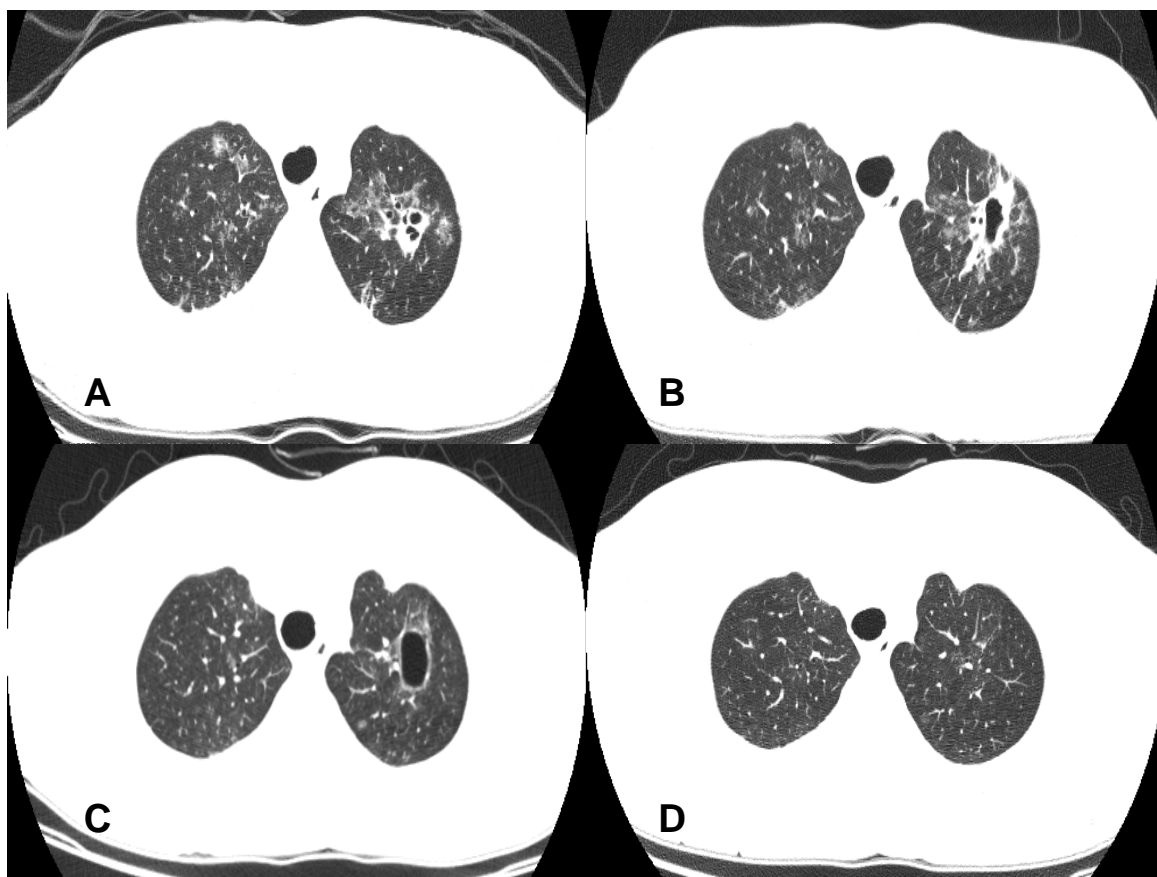


Figure 3. High resolution computed tomography (HRCT) at the trachea level in 44-year-old man who had inhalation injury. A. On post-inhalation injury 19th day, HRCT showed bilateral ground glass opacities and small cavitary nodular consolidation in the left upper lung. B. On post-inhalation injury 45th day, HRCT showed slight improvement of bilateral ground glass opacities and more increment of the cavitary lesion of the left upper lobe. C. On post-inhalation injury 76th day, the cavitary lesion of the left upper lobe was more increased and thin-walled. D. On post-inhalation injury 175th day, the cavitary lesion of the left upper lobe was completely disappeared.

3D), 환자의 증상을 뒷받침할 만한 소견은 관찰되지 않았다. 기관지내시경 결과 기관 중간 부위에 폴립양 병변과 함께 충혈된 소견을 보여주어 이 부위에서 출혈한 것으로 생각하고 내시경적 절제를 시행하였다 (Fig. 4B). 병리소견은 단순한 육아조직으로 판명되었다. 아마도 이전의 기관내 삽관과 관련한 것으로 생각되었다. 그 후 환자는 호흡기적으로 계속 안정된 상태로 외래 추적 중이다. 입원 당시 시행한 기관지세척액 미생물검사에서 결핵균 및 진균 배양검사는 모두 음성으로 보고되었으며, 초기에 저하되어 있었던 폐기능 지표도 추적 검사에서는 모두 정상으로 회복되었다 (Table 1). 초기 폐기능 검사에서 저하되어 있었던 FVC 및 FEV1 모두 기관지확장제반응 음성이었

다.

고 찰

흡입화상은 화재 발생시에 생성되는 연소물질의 흡인에 생기는 상·하기도 및 폐장의 손상을 일컫는다. 진단은 임상 소견, COHb 농도, 폐 스캔 및 기관지내시경에 의해 이루어지고 있으나 아직은 호흡기계 손상의 정도를 정확히 반영하는 데는 많은 제한점을 갖고 있으며, 추후 폐손상 정도를 정량화할 수 있는 진단기법의 개발이 필요한 실정이다. 화상 환자에서의 흡입화상 유무는 향후 환자의 이환률과 사망률에 영향을 미치기 때문에 매우 중요하다¹⁻³.

흡입화상에 의한 폐 손상은 대개는 열 손상 혹은

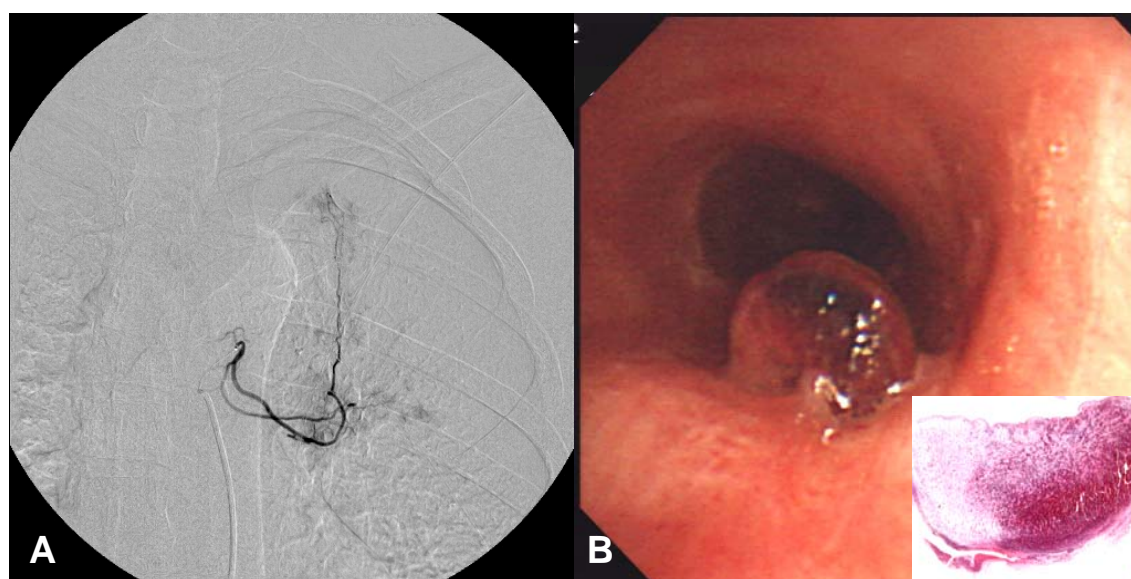


Figure 4. A. On post-inhalation injury 75th day, bronchial artery embolization was performed due to massive hemoptysis. Left bronchial angiography showed hypervascular staining in upper and lower lobe of left lung B. On post-inhalation injury 175th day, bronchoscopy was performed due to minor hemoptysis. The bronchoscopy revealed small round polypoid lesion with congestion at the mid-trachea. The lesion was successfully removed by bronchoscopic excision (H & E, $\times 12$).

Table 1. Changes of pulmonary function test

	PID#21	PID#46	PID#58	PID#114
FVC, liters(%)	2.81(58)	3.54(73)	3.87(80)	4.03(84)
FEV1, liters(%)	1.91(51)	2.25(61)	2.60(70)	3.03(82)
FEV1/FVC, %	68	64	67	75
DLco, mL/mmHg/min	15.8(63)	19.8(83)	19.9(83)	21.3(86)

PID=post inhalation injury day

독성 연소물질의 흡입에 의해 나타나는데 뜨거운 증기흡입(steam inhalation)과 같은 열 손상은 성대 아래의 하기도 침범은 드무나 간혹 폐문주위에 간질성 폐부종이 발생할 수 있다. 연기 또는 화학성분에 의한 손상은 하기도를 쉽게 침범하여 기관지 점막의 부종, 상피세포의 괴사, 점막 탈락, 기관지수축 및 섬모운동의 장애를 초래하여 기도 폐색, 무기폐, 폐렴 등의 합병증을 유발할 수 있다. 폐실질의 손상은 폐부종의 형태로 나타날 수 있는데 대부분 독성 가스에 의해서이며 폐포에 손상을 주어 폐포모세혈관의 투과성 증가와 간질내로 수분이 유출되어 세기관지와 혈관주위에 부종을 야기하고 나중에는 폐포내로의 수분유입이 증가하게 되고 임상적으로는 저산소증을 심화시

켜 급성호흡곤란증후군의 병태생리를 제공하게 된다. 결과적으로 흡입화상은 호흡기계의 침범부위 및 손상 정도에 따라 매우 다양한 호흡기 합병증을 유발시킬 수 있게 된다.

지금까지 흡입화상의 폐손상 유무 및 그 양상을 파악하기 위하여 단순 흉부방사선 소견에 대한 많은 연구가 있었다. Putman 등은 국소성 폐 경결, 미만성 반점형 폐 병변, 폐 부종 등이 시간 경과에 따라 다양하게 나타날 수 있음을 보고하였고⁵, Lee와 Teixidor 등은 화상 크기가 비교적 큰 환자들을 대상으로 분석한 결과, 반점형 경화, 기관지 주위 비후, 성문하 부종 및 폐 부종의 소견들이 직접적인 연기손상에 기인하는 것으로 보고하였다^{8,9}. 흡입화상은 초기의 미만성

폐 침윤과 임상적으로 심한 저산소증을 보일 경우 직접적인 폐 손상으로 분류되는 급성호흡곤란증후군의 원인이 되기도 한다⁶. Chrysopoulo 등은 흡입화상을 동반하지 않은 화상환자의 폐부종을 설명하기 위하여 시간적 경과에 따른 폐 수분(lung water)을 측정 한 결과 6 일 이내의 방사선허적 폐포 투과성 증가에 의한 것이기 보다는 염증세포의 침윤에 의한 폐포 폐장염 혹은 무기폐에 의한 것으로 설명하였다¹³. George 등은 화상중환자실 치료 후 사망한 환자들을 대상으로 후향적 방사선 소견을 살펴본 결과 폐 경화와 급성호흡곤란증후군이 가장 많았으며 그 원인은 흡입화상 혹은 패혈증으로 흉부방사선 소견에 의한 호흡기계 합병증을 조기에 인식하는 것이 매우 중요하다고 하였다⁷. 하지만 모든 흡입화상 환자가 초기에 방사선허적 이상소견을 보이지는 않는다. Wittram 등은 약 절반에서 정상소견이었으며 나머지는 결절성, 경화성 및 간질성 형태의 폐부종과 무기폐에 의한 선상 음영임을 보고하였다¹⁰. 국내에서는 이 등의 연구가 있었는데, 흡입화상 환자 중 22%에서 이상 소견을 보여주었으며, 다발성 소반점형 경화, 기관지주위 비후, 혈관주위 흐릿함, 폐포성 및 간질성 폐 부종 등의 소견이었다¹⁴.

한편, 흡입화상의 치료 후 후기 변화에 대해서는 증례 보고 정도로만 보고되고 있다. 기관지확장증 및 이로 인한 만성 호흡부전이 많이 보고 되었으며, 드물게 폐쇄기관지염 및 폐 섬유화 소견도 보고되고 있다^{11,12}. 하지만 본 증례의 경우처럼 흡입화상 성인환자에서 공동성 폐 병변을 보인 예는 문헌 고찰에서 좀처럼 찾아 볼 수 없었다. 다만 12%의 화상을 입은 1.5 세 영아에서 황색포도알균 감염과 관련한 기종(pneumatocoele) 및 종격동기종(pneumomediastinum)은 보고된 바 있다¹⁵. 황색포도알균 폐렴의 일반적인 방사선 소견은 다엽성 경화, 공동, 기종 및 기흉 등으로 알려져 있다. 또한 감염 후 기종은 기관지폐렴 혹은 엽성 혹은 분절성 폐렴과 관련한다. 본 증례의 환자도 중환자실 치료과정에서의 원내감염에 의한 공동성 변화를 완전히 배제할 수는 없을 것으로 사료된다. 기관지내시경을 시행할 때마다 세척액에서 미생물검사를 시행하였는데, 제1병일의 검사에서는 정상

균무리(normal flora), 제5병일에는 *Serratia marcescens*와 methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA), 제10병일에는 MRSA, 제14병일에는 pan-drug resistant *Acinetobacter baumannii*가 배양되었으며 결핵균이나 진균은 보고되지 않았다. 한편, 혈액 배양검사에서는 제8병일에 MRSA가 한 쌍에서만 보고되었고 그 후로는 보고된 적이 없었다. 상기 결과를 놓고 환자의 공동성 병변이 MRSA에 의한 가능성을 유추해 볼 수 있다. 하지만, 저자들은 흡입화상 환자들의 기도 분비물에서 MRSA가 집락화되어 있는 경우가 많고 혈액배양검사에서도 한 쌍에서만 MRSA가 동정된 점, 그리고 기관지폐포세척액 혹은 이중보호 막솔질을 통한 배양검사결과가 아니라는 점을 고려할 때 확실한 원인균으로 보기에는 무리가 있을 것으로 판단하였다. 무엇보다도 환자의 방사선허적 소견이 황색포도알 폐렴의 일반적인 소견인 다엽성 경화, 공동, 기흉, 기관지폐렴, 엽성 혹은 분절성 폐렴의 형태를 보이는 것이 아니라 초기부터 미만성 폐 침윤의 형태로 발현하여 기계호흡 및 기관내 삽관을 제거할 때까지 비교적 안정상태 즉, 호흡기 감염의 현증이 없는 상태에서 공동성 병변을 관찰하였다는 것이다.

폐의 공동성 병변은 수술적 혹은 관혈적 시술을 요하는 호흡기 합병증을 유발할 수 있고 결핵 혹은 진균 감염의 가능성이 있어 항상 주시하여야 한다. 본 증례의 환자는 퇴원해서는 항균제 처방 없이 호흡기계 대증요법만 하고 있는 상태에서 공동이 계속 변화하는 양상을 띠었다. 파라핀과 등유 흡인과 관련한 폐의 기종(pneumatocoele)에 대해서는 보고가 있었으나 흡입화상과 관련한 기종(pneumatocoele) 혹은 공동에 대해서는 보고된 바 없어 추적 과정에서 공동성 결핵 가능성에 대해 많은 고민을 하기도 하였다. 이 공동성 폐 병변은 한차례 대량 객혈을 유발하기도 하였지만, 다행히 더 이상의 호흡기 합병증 없이 저절로 소실되어 다른 호흡기 질환의 가능성을 배제할 수 있었다.

요 약

화상환자에서의 흡입화상은 이환률 및 사망률에 영향을 미치는 중요한 인자이다. 호흡기계의 손상은

침범 부위 및 정도에 따라 매우 다양하게 나타나는데, 기도 손상의 경우 성문하 협착 등의 기도폐색을 일으킬 수 있으며, 폐실질의 손상은 저산소증, 폐렴, 호흡부전 및 급성호흡곤란증후군의 병태생리를 제공하게 된다. 흡입화상의 초기 방사선소견으로는 정상, 경화, 기관지주위 비후, 심인성 및 비심인성 폐부종, 무기폐, 간질성 혹은 폐포성 폐 침윤의 형태로 나타날 수 있다. 후기 변화로는 기관지확장증, 폐쇄 기관지염 및 폐 섬유화 등이 증례 보고된 바 있다. 하지만 성인 흡입화상 환자에서의 공동성 병변에 대해서는 보고된 바 없다. 저자들은 44세 남자로 얼굴 및 양손에 9%의 경미한 피부 화염화상을 입었으나 흡입화상으로 인한 호흡기 합병증에 대한 치료가 더 중요시 되었던 환자로 치료 과정에서 좌상엽의 공동성 병변을 관찰하게 되었다. 추적 과정에서 이 공동은 계속 변화하는 양상이었으며 한차례 대량 객혈이 있었으나 그 후로는 다른 호흡기계 합병증 없이 저절로 소실해 가는 과정을 경험하였기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

참 고 문 헌

1. Herndon DN, Gore D, Cole M, Desai MH, Linares H, Abston S, et al. Determinants of mortality in pediatric patients with greater than 70% full-thickness total body surface area thermal injury treated by early total excision and grafting. *J Trauma* 1987; 27:208-12.
2. Saffle JR, Davis B, Williams P. Recent outcomes in the treatment of burn injury in the United States: a report from the American Burn Association Patient Registry. *J Burn Care Rehabil* 1995;16:219-32.
3. Shirani KZ, Pruitt BA Jr, Mason AD Jr. The influence of inhalation injury and pneumonia on burn mortality. *Ann Surg* 1987;205:82-7.
4. Moylan JA Jr, Wilmore DW, Mouton DE, Pruitt BA Jr. Early diagnosis of inhalation injury using 133 xenon lung scan. *Ann Surg* 1972;176:477-84.
5. Putman CE, Loke J, Matthay RA, Ravin CE. Radiographic manifestations of acute smoke inhalation. *AJR Am J Roentgenol* 1977;129:865-70.
6. Aberle DR, Brown K. Radiologic considerations in the adult respiratory distress syndrome. *Clin Chest Med* 1990;11:737-54.
7. George A, Gupta R, Bang RL, Ebrahim MK. Radiological manifestation of pulmonary complications in deceased intensive care burn patients. *Burns* 2003; 29:73-8.
8. Lee MJ, O'Connell DJ. The plain chest radiograph after acute smoke inhalation. *Clin Radiol* 1988;39: 33-7.
9. Teixidor HS, Novick G, Rubin E. Pulmonary complications in burn patients. *J Can Assoc Radiol* 1983; 34:264-70.
10. Wittram C, Kenny JB. The admission chest radiograph after acute inhalation injury and burns. *Br J Radiol* 1994;67:751-4.
11. Slutsker AD, Kinn R, Said SI. Bronchiectasis and progressive respiratory failure following smoke inhalation. *Chest* 1989;95:1349-50.
12. Tasaka S, Kanazawa M, Mori M, Fujishima S, Ishizaka A, Yamasawa F, et al. Long-term course of bronchiectasis and bronchiolitis obliterans as late complication of smoke inhalation. *Respiration* 1995; 62:40-2.
13. Chrysopoulou MT, Barrow RE, Muller M, Rubin S, Barrow LN, Herndon DN. Chest radiographic appearances in severely burned adults: a comparison of early radiographic and extravascular lung thermal volume changes. *J Burn Care Rehabil* 2001;22:104-10.
14. Lee SH, Lee ES, Kim SH, Park JY, Kim SH, Hong SH, et al. Plain chest radiographic findings of smoke inhalation. *J Korean Radiol Soc* 2000;42:933-7.
15. George A, Bang RL, Gupta R, Khalaf EM. Minor burns and pneumatoceles: a case report. *Burns* 2001;27:504-8.