대한방사선의학회지 2000;42:637-642

중화상 환자에서 폐합병증의 방사선학적 소견[1]

정혜경 · 이일성 · 박주연 · 김수현 · 홍성환 · 박홍석 · 이관섭 · 강익원

최근에 화상 상처의 항생제 치료와 생리수액보충의 향상으로 창상패혈증(wound sepsis)과 쇼크로 인한 사망률은 감소하였지만 폐합병증의 빈도(15-25%)는 상대적으로 증가하였으며 사망률(50-89%)도 증가하였다. 폐합병증은 연기흡입(smoke inhalation)에 의한 호흡기도의 직접손상, 피부화상의 순환성(circulatory), 대사성(metabolic), 감염성 합병증 그리고 이들 병변에 대한 치료 중에 발생하기 때문에 화상후 기간에 따른 폐병변의 종류가 다양하고 이들의 방사선소견도 기간에 따라 중복되며 비특이적이다. 이런 환자들을 성공적으로 치료하기 위해서는 조기 발견이 중요한데 폐손상의 병태생리학과 임상 정보를 바탕으로 합병증을 아는 것이 방사선과 의사가 보다 명확한 진단을 하는데 필요하다.

화상으로 인한 폐합병증의 분류는 단순히 손상후의 발생시기에 따른 분류보다 손상의 종류와 호흡기도에 미치는 병리적인 영향에 따라 구분하는 것이 진단하기에 용이하므로 좋은 분류 방법이다 (1, 2). 시기에 따른 분류에는 24 시간 이내에 발생하는 흡입폐렴 (inhalation pneumonitis), 2일에서 5일 사이에 발생하는 폐미세색전(pulmonary microembolism), 급성호흡곤란증후군(Acute respiratory distress syndrome, ARDS), 무기폐와 6일 이후의 폐거대색전(pulmonary macroembolism), 폐렴, 급성호흡곤란증후군 등이다 (3). 손상의 종류에 따른 분류는 연기흡입에의한 직접적인 화학적 손상으로 기관기관지염(tracheobronchitis), 화학적 폐부종과 급성호흡곤란증후군이 있고, 흡입손상의 유무와 상관없이 화상손상에 이차적인 병변으로 폐렴, 급성호흡곤란증, 폐울혈, 무기폐, 폐색전 등이 있다 (1).

저자들은 중열화상으로 입원한 환자들에서 발생한 폐합병증을 연기흡입에 의한 직접적인 손상의 유무와 호흡기도의 해부학적인 위치에 따라 나누어 폐병변의 종류, 방사선소견, 발생시기, 임상소견의 차이점 등을 알아보았다.

직접손상

상기도에서 폐포(alveoli)까지 어느 부위에서나 연기에 의해 직접 손상이 발생하는데 각 부위에 따라 연관된 합병증이 현저히 다르기 때문에 상기도(upper airway), 대기도(major airway), 폐실질의 해부학적 부위로 나누어진다(2). 이들은 손상에 노출된 정도에 따라 독립적이거나 같이 발생할 수 있다. 흡입손상의 임상적 진단기준은 밀폐된 공간의 화재, 안면부 화상, 탄성객담 (carbonaceous sputum), 혈중 COHb의 상승 등으로 이중 2가지 이상인 경우이다 (2). 하지만 병변의 정도나 정확한 부위를 아는데 부정확하고 비특이적이다.

상기도의 병변

열화상이나 연기의 화학적 성분에 의해 점막의 부종, 홍반 (erythema), 궤양, 수포 (blistering) 등이 발생하여 심한 상기도의 폐쇄가 일어날 수 있다.

대기도의 병변

증기화상을 제외하고 열손상이 성대 밑으로는 내려가지 않는다. 이 부위의 손상은 화재 당시에 발생된 독성 가스들이 주된 원인이며 화학적인 기관기관지염을 일으킨다. 점막의 부종과 궤양, 상피 (epithelium)의 점막섬모작용 (mucociliary action)과 세균청소 (bacterial clearance)의 감소 등에 의해 기관지연축 (bronchospasm), 기도폐쇄, 감염의 조기발생 등이 발생한다. 기관기관지염의 진단은 기관지경이 가장 좋은데 간혹 방사선사진상 기관 벽의 비후, 기관내부표면의 불분명함 (fuzziness) 등을 볼 수 있다 (4)(Fig. 1). 손상이 심할 경우 점막의 허물 (sloughing)이 일어나며 떨어진 점막이 구역성 (segmental) 또는 엽성 (lobar) 무기폐를 초래한다.

폐실질의 병변

폐부종이 폐실질의 주된 병변인데 폐포 상피의 화학적인 손상으로 폐포의 모세혈관 막의 투과성이 증가하여 발생하는 화학적 폐부종, 기도와 혈관주위의 간질성 부종, 폐포 벽과 폐포 강 (lumen)내의 부종 등이 나타난다 (2). 이런 폐부종은

[1]한림대학교 의과대학 방사선과학교실
이 논문은 1999년 11월 2일 접수하여 2000년 2월 7일에 채택되었음.

급성호흡곤란증후군의 발생에 중요한 역할을 한다. 폐실질손상의 진단기준은 저산소증, 고이산화탄소증, COHb의 상승인데 화상후 초기에는 정상으로 나타날 수 있기 때문에 방사선 사진이 조기 진단에 도움을 줄 수도 있다. 초기 동맥혈의 저산소증의 정도와 방사선 사진의 병변과는 연관성이 없다 (5).

방사선소견은 주로 폐포성과 간질성부종의 혼합형 (Fig. 2)이 많고 다음으로 간질성 (Fig. 3) 그리고 폐포성의 순이다 (2). 간질성의 경우에 기관지주위비후 (peribronchial cuffing)나 혈관주위 불분명함 (perivascular fuzziness)의 형태로 나타나며 중격선 (septal line)은 없다. 병변의 분포는 특징적으로 비대칭적이며 주로 폐문주위나 상엽에 나타난다. 발생시기도 특징적인데 대부분 화상후 24 시간 이내이며 간혹 24 시간에서 48 시간 사이에 나타나기도 한다. 방사선 소견은 다른 종류의 폐부종과 감별이 힘드나 특징적인 발생시기와 분포를 임상정보와 연관시키면 진단을 내릴 수 있다.

폐쇄성 세기관지염(bronchiolitis obliterans)

연기흡입에의한 폐포와 기관지 상피의 손상으로 폐쇄성 세기관지염이 발생할 수 있다 (6). 단순 흉부 사진에서는 대개 정상이나 호기 고해상 CT에서 공기축적 (air trapping)의 소견이나 기관지확장증이 나타날 수 있으며 (Fig. 4) 폐기능 검사 시에 폐쇄성 형태를 나타낸다.

급성 호흡곤란증후군

급성 폐부전이라고도 하며 흡입손상에 의해 직접적으로 발생할 수 있는데 대개 2일에서 5일 사이에 나타난다. 발생기전은 폐손상이 있으면 액체의 삼출 (exudation)과 표면활성물질 작용 (surfactant activity)의 손실로 인해 가스교환의 장애와 폐 탄성 (compliance)이 감소하여 발생한다. 패혈증이나 다른 합병증에 의한 급성 호흡곤란증후군보다는 빈도가 적다. 특징적으로 불응성(refractory) 저산소증, 폐 탄성의 진행성(pro-

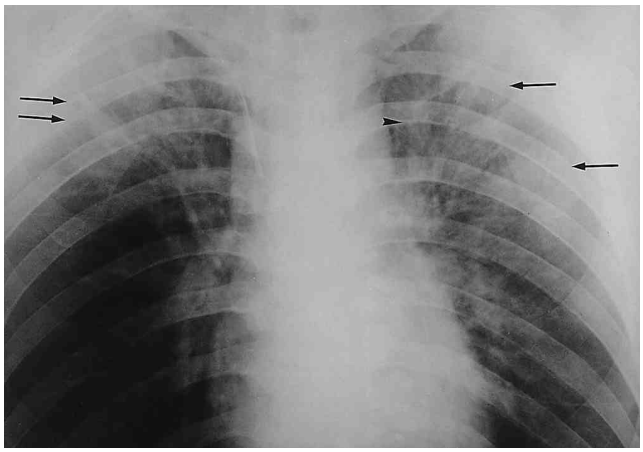


Fig. 2. Parenchymal lung injury by smoke inhalation (mixed alveolar and interstitial pattern) in a 40-year-old man.
Chest radiograph obtained six hours after exposure to a house fire shows alveolar edema (arrows) in both upper lung and left perihilar area in an asymmetrical distribution. Prominence and fuzziness of the vessels (arrowhead) in the upper lobes are also seen. Central venous pressure was 4-6 mm Hg.

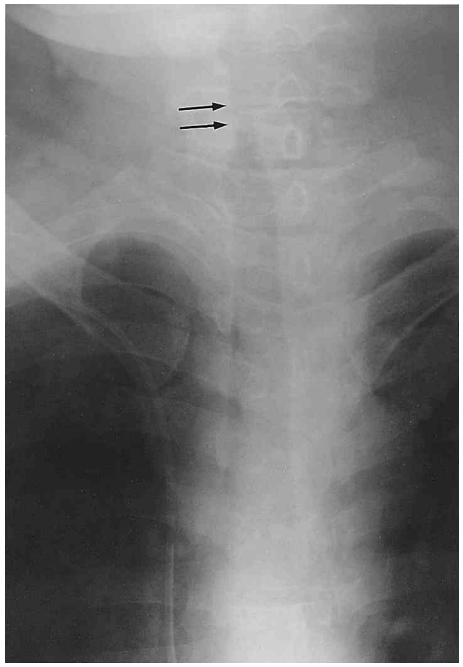


Fig. 1. Major airway lesion by inhalation injury in a 49-year-old man.
Chest radiograph taken ten hours after smoke inhalation shows irregular narrowing and fuzziness of the outline (arrows) of upper trachea.

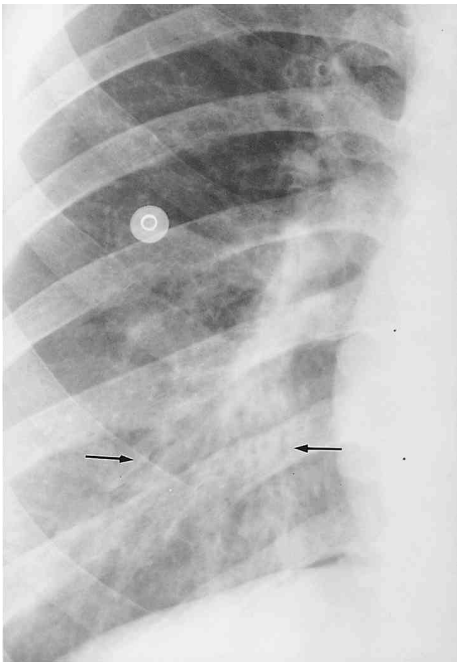


Fig. 3. Parenchymal lung injury by smoke inhalation (interstitial pattern) in a 32-year-old man.
A close up view of the right lung taken 34 hours after inhalation injury shows peribronchial cuffing and perivascular haziness (arrows), the only abnormality in the chest.

gressive) 감소를 보이며 방사선사진상 양폐의 미만성 간질성 폐부종의 폐포성 부종으로 변화이다.

이차적인 손상

폐렴

폐렴은 육안이나 현미경으로 형태학적인 변화에 근거하여 일차적으로 혈행성(hematogenous) 또는 공기매개성(air-borne)으로 나누어진다. 혈행성 폐렴에서는 먼 곳의 감염원이 폐로 확산배양 되며, 공기매개 폐렴은 세기관지에 있는 미생물의 침착으로부터의 삼출과 세균이 호흡기관으로부터 폐포 내로 확산되어 발생한다 (7). 다른 면역저하 환자와 마찬가지로 가장 흔한 균은 캔디다 균주이며 세균성으로는 *Aerobacter, Pseu- domonas, Staphyloccoccus, Escherichia, Proteus, Providencia* 등이 있다.

흡입손상이 있는 환자는 점막의 손상, 상피의 섬유 운동의 감소, 저 환기(hypoventilation) 등으로 면역성이 감소되어 대개 공기매개 폐렴이 발생하는데 평균 발생시기가 화상후 10일이며 매우 빠르게 진행한다. 방사선 소견은 폐포성 경결이 대개 의존 (dependant) 부위에 나타나며 공동이나 농양이 생길 수도 있다 (Fig. 5).

흡입손상이 없는 환자는 주로 창상 폐혈증의 혈행성 파종에 의한 폐렴이며 평균 발생시기가 화상후 17일이며 대개 서서히 진행한다. 방사선 소견은 무작위한(random) 분포의 결절이나 공동으로 나타난다 (Fig. 6A). 캔디다폐렴의 경우 임상적 소견이 미미하거나 비특이적이고 단순 흉부사진에서는

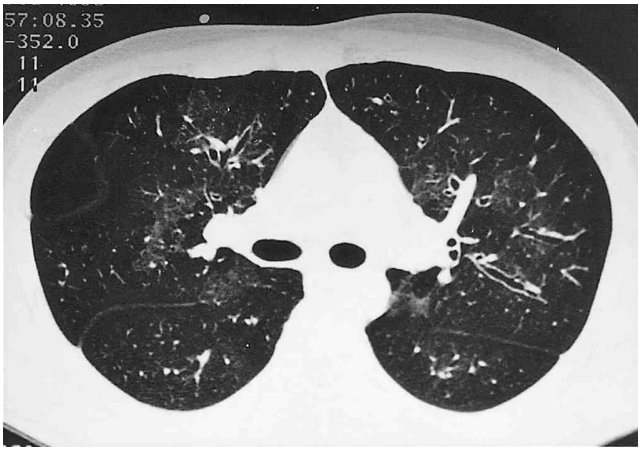


Fig. 4. Bronchiolitis obliterans by toxic fumes in a 28-year-old man.
Expiratory HRCT scan taken three months after smoke inhalation shows multifocal bronchiectasis and area of air-trappings. PFT values for FVC, FEV1, and FEF25-75% expressed as percentage predicted were 59%, 34%, and 13%, respectively.

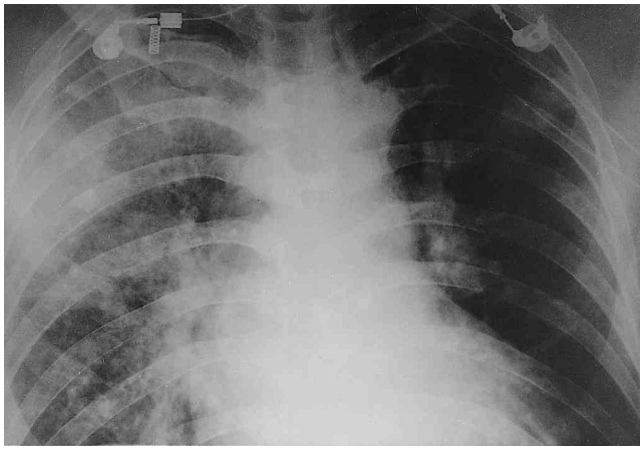
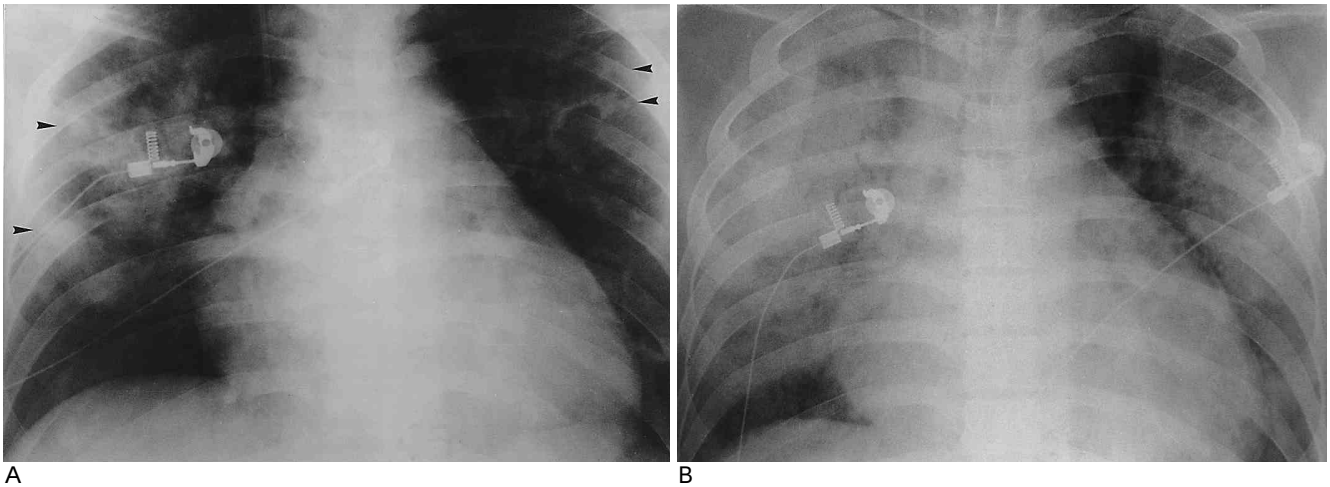


Fig. 5. Air-borne pneumonia in a 50-year-old man with inhalation burn .
Chest radiograph taken 14 days after inhalation burn reveals multifocal air space consolidations in both lungs, predominantly in right lung. The lesions progressed rapidly(not shown). Sputum culture revealed *Pseudomonas aeruginosa*.



A B

Fig. 6. Hematogenous pneumonia in a 25-year-old man with major thermal burn.
A. Chest radiograph taken 42 days after major thermal burn without inhalation injury shows multiple variable sized ill-defined nodules (arrowheads) in both lungs. Blood culture revealed *Staphlyococcus aureus*.
B. Two days after A, the nodular pattern is progressed to bilateral diffuse air space consolidations (ARDS).

(Fig. 7A) 대개 정상이거나 간혹 속립성-결절성 병변으로 나타나기 때문에 진단이 쉽지 않으나 세절편(thin-section) CT에서는 (Fig. 7B) 흉막하(subpleural) 부위에 대부분 1 cm 미만의 다발성 결절로 나타난다 (8).

급성 호흡곤란증후군

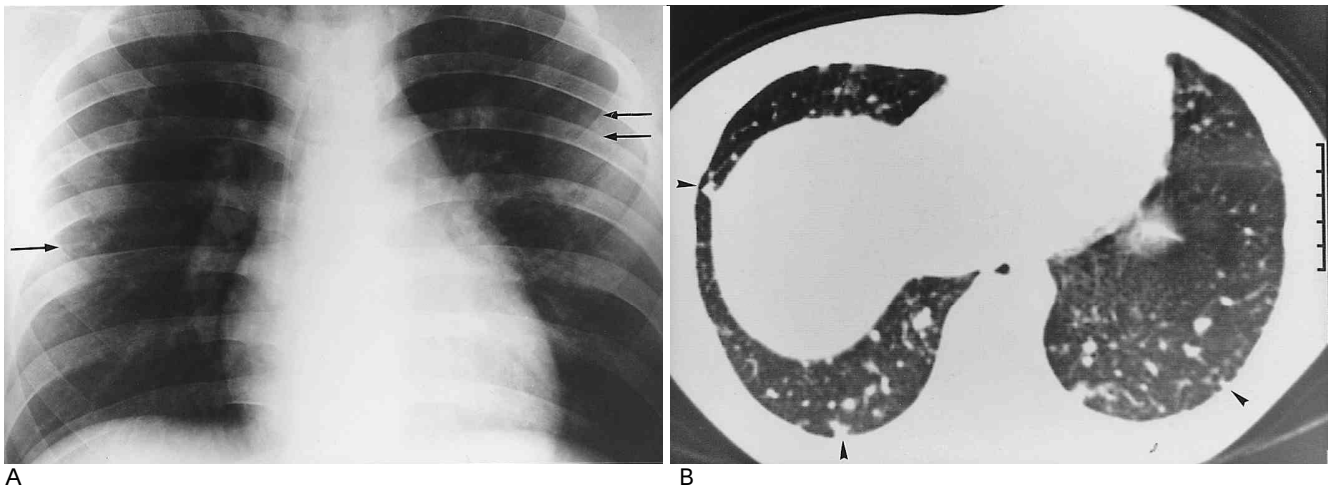
가장 흔한 원인은 폐혈증이나 폐렴, 흡인(aspiration), 파종성 혈관내응고(disseminated intravascular coagulation), 혈전색전(thromboemboli), 산소 중독증 등이 복합적으로 작용하여 잘 발생한다. 발생 시기는 원인에 따라 다르나 대개 연기흡입에의한 급성 호흡곤란증후군보다 후기에 나타난다 (Fig. 6B).

폐울혈

화상으로 인해 폐포모세혈관막이 변형된 상태에서 과다한 정맥수액을 하게되면 수액 과부하가 된다 (Fig. 8). 심장질환이 있는 성인이나 급성신부전이 있는 환자에서는 심부전이 동반되는데 이런 환자들에서는 신속히 변하는 많은 양의 흉막삼출이 나타날 수 있다.

흉막삼출

넓은 피부화상이 있는 열화상환자에서 다른 폐병변 없이 24시간에서 48 시간 사이에 많은 양의 흉막삼출이 나타날 수 있는데 이는 저단백증의 결과이다 (Fig. 9).



A B

Fig. 7. Candida pneumonia in a 32-year-old man with major thermal burn.
A. Chest radiograph taken 35 days after major thermal burn shows ill-defined nodules (arrows) randomly distributed in both lungs.
B. Five days after A, thin-section CT scan shows bilateral multiple nodules (arrowheads) less than 1 cm, distributed in subpleural and peripheral regions. The lesions persisted more than three months(not shown).

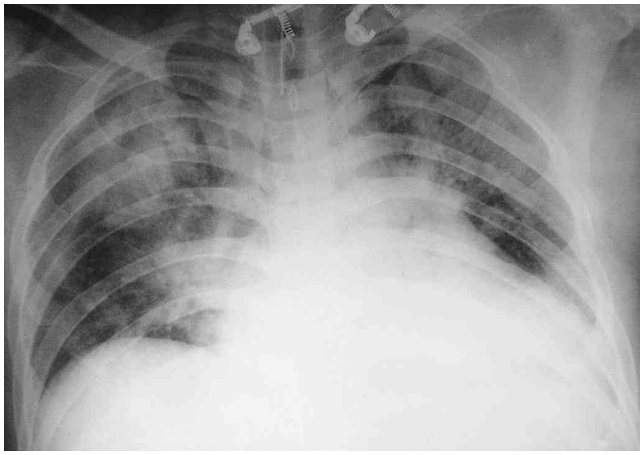


Fig. 8. Pulmonary edema in a 40-year-old man with major thermal burn.
Chest radiograph taken three days after thermal burn with aggressive intravenous fluid therapy reveals cardiomegaly and engorgement of vessels with perivascular haziness in both hilar regions.

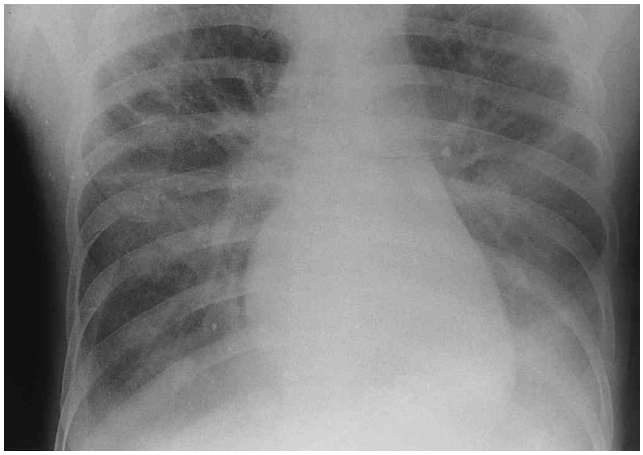


Fig. 9. Pleural effusion in a 37-year-old man with major thermal burn.
Supine chest radiograph taken one day after thermal burn with 80 % burned body surface area shows diffuse haziness by pleural effusion in both lung.

무기폐

무기폐가 발생하는 원인으로는 점막의 허물, 농축성 점액(inspissated mucus), 기관 내관(endotracheal tube)에 의한 폐쇄 등이 있다 (Fig. 10).

폐색전

나이가 들고 심한 화상일수록 잘 발생하는데 임상적으로 흔히 발견되지는 않는다. 폐미세색전의 발생기전은 심한 화상에 의한 쇼크로 말초혈관의 협착과 사지로의 혈류가 감소하면 모세혈관 망의 정맥부위에 피가 정체되어 혈관내 응고가 형성된다. 이후 적절한 혈류가 재형성되면 혈전들이 색전의 형태로 폐 안으로 운반된다. 이런 색전들에 의한 모세혈관폐쇄가 내피세포(endothelial cell)에 허혈성괴사를 일으켜 혈관벽의 통합성 (integrity)이 소실되어 간질과 폐포에 혈관외유출(extravasation)이 일어난다. 그 결과로 무기폐, 울혈, 출혈, 부종 등이 발생한다 (1, 3). 방사선학적으로는 24 시간에서 48 시간 사이에 나타난다. 처음에는 심부전이나 수액 과부하에 의한 폐부종과 구별하기 곤란할 수도 있으나 폐부종이 일주일 이상 지속되며 심부전의 임상증상이 없다.

폐 거대색전 환자의 대부분에서 심부 정맥의 혈전이 있는데 주로 환자의 나이와 침상안정(bedrest) 기간과 연관이 있다. 이틀 내지 사흘 이상 누워만 있었던 중년 이상의 환자에서 발생 빈도가 특히 높다 (1). 방사선학적으로는 경색(infarction)이 일어나지 않는 한 이상 소견이 없다.

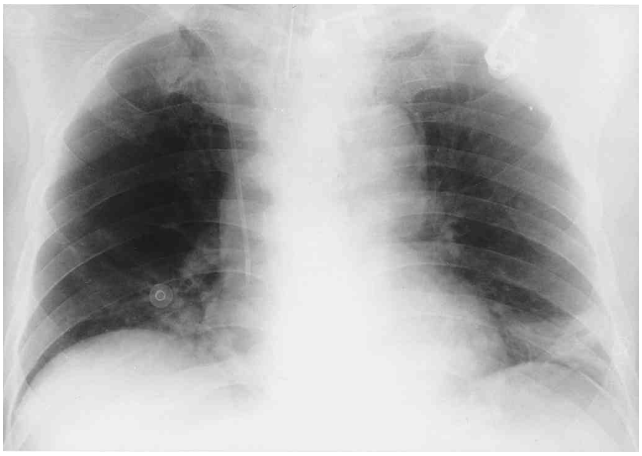


Fig. 10. Atelectasis in a 52-year-old man with inhalation burn.
Chest radiograph taken ten hours after smoke inhalation shows subsegmental atelectasis in both lower lungs.

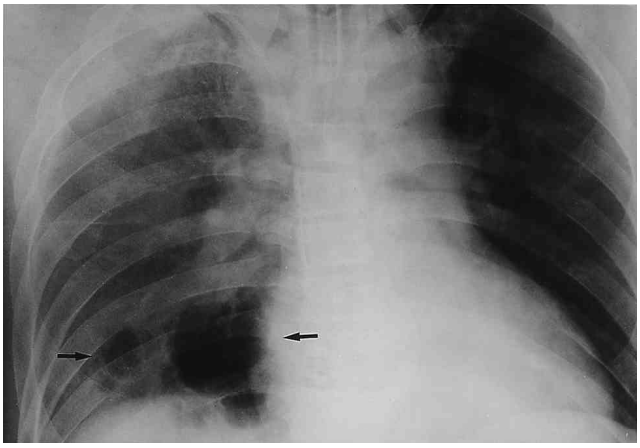


Fig. 11. Oxygen toxicity in a 57-year-old man with inhalation burn.
Chest radiograph taken three days after inhalation burn with ventilatory support and oxygen therapy shows pneumatoceles (arrows) formation in right lower lung. Diffuse haziness in right lung is due to pleural effusion.

기타 합병증

기타 합병증으로 기관절개(tracheostomy) 합병증, 흡인, 골절, 기흉, 만성기관지염의 악화, 산소 중독증 (Fig. 11), 연부 조직 손상 (Fig. 12) 등이 있다. 이중 기관절개 합병증이 가장 많은데 화상후 10 일 이전에 조기 기관절개를 한 환자들 보다 화상후 10 일 이후에 후기 기관절개를 시행한 환자들에서 합병증의 발생 빈도가 높다 (7). 가장 흔한 기관절개 합병증으로는 기관 미란(erosion), 기관염과 기흉이다.

요 약

화상 환자는 대개 폐합병증으로 사망하는데 대부분의 환자들에서 사망시에 하나 이상의 합병증을 갖고 있다. 폐렴이 가장 흔한 합병증으로서 폐병변의 70 % 이상을 차지하는데 객담 검사 시에 대부분 여러 개의 균주가 나온다. 밀폐된 공간의 화재와 화상 부위가 체표면적의 50 % 이상일 때 가장 나쁜 예후를 보인다.

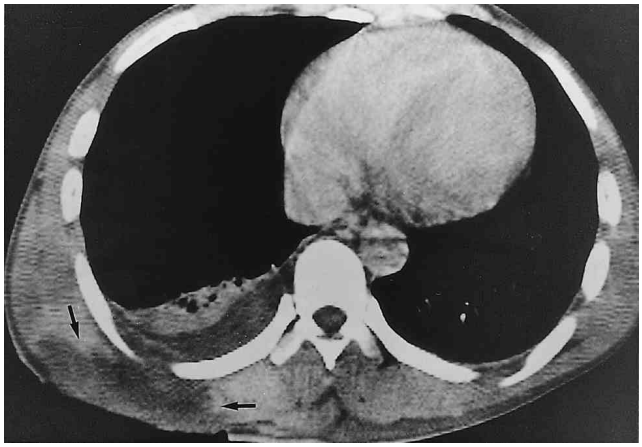


Fig. 12. Soft tissue injury in a 45-year-old man with electric burn.
Chest CT scan taken on the day of electrical burn shows a low-attenuated soft tissue lesion (arrows) due to tissue necrosis at the point of exit of electrical current. Note also defect of the overlying skin. Reactive pleural effusion and passive atelectasis seen in the right lung.

화상을 입고 나서 사진을 찍을 때까지의 시간을 정확히 아는 것이 중요한데 밀폐된 공간의 화재 후 24 시간 이내의 폐부종이 나타나면 흡입손상에 의한 경우가 많고, 2 일이나 3 일 후에 나타나는 국한성의 폐침윤은 초기의 폐렴인 경우가 많다. 초기의 침윤을 찾기 위해서는 과거 사진과의 비교 및 높은 의심도를 갖고 찾아내는 것이 중요한데 대개 폐렴의 방사선사진상 발견은 배양검사에 비해 1 일 내지 3 일 빠르다.

흡입손상, 심부전, 수액과다 등에 의한 폐부종의 정확한 진단은 임상 및 검사소견과 방사선 소견을 주의 깊게 연관하여 알아내야 한다. 성인형 호흡곤란증도 환자의 동맥혈의 가스와 폐의 탄성을 참고하여 진단하여야 한다.

화상 환자에서 폐합병증이 생기면 치사율이 매우 높은데 다양한 폐합병증의 임상적 및 방사선학적 양상을 잘 알아 조기 발견과 조기 치료를 함으로써 치사율을 줄여야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. Teixidor HS, Novick G, Rubin E. Pulmonary complications in burn patients. *J Can Assoc Radiol* 1983;34:264-270
2. Texidor HS, Rubin E, Novick GS, Alonso DR. Smoke inhalation: radiologic manifestation. *Radiology* 1983;149:383-387
3. Kangarloo H, Beachley M, Ghahremani GG. The radiographic spectrum of pulmonary complications in burn victims. *AJR* 1977;128:441-445
4. Lee MJ, O 'connell DJ. The plain chest radiograph after acute smoke inhalation. *Clin Radiol* 1988;39:33-37
5. Putman CE, Loke J, Matthay RA, Ravin CE. Radiographic manifestations of acute smoke inhalation. *AJR* 1977;129:865-870
6. Mellins RB. Respiratory complications of smoke inhalation in victims of fires. *J Pediatr* 1975;87:1-7
7. Pruitt BA Jr, Flemma RJ, DiVenceti FC, Foley FD, Mason AD Jr, Young WG Jr. Pulmonary complications in burn patients. a comparative study of 697 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1970;59:7-20
8. 이일성, 이관섭, 강익원. 지속적인캔디다혈증을보인중화상환자에서의흉부방사선학적소견. *대한방사선의학회지*1997;36:601-605

J Korean Radiol Soc 2000;42:637-642

The Radiographic Spectrum of Pulmonary Complications in Major Burn Patient[1]

Hae Kyoung Jung, M.D., Eil Seong Lee, M.D., Ju Youn Park, M.D., Soo Hyun Kim, M.D., Sung Hwan Hong, M.D., Hong Suk Park, M.D., Kwan Seop Lee, M.D., Ik Won Kang, M.D.,

[1]*Department of Radiology, Hallym University College of Medicine, Hangang Sacred Heart Hospital*

In recent years, improved antibiotic care and physiologic fluid replacement in cases involving burn wounds have led to a decrease in the rate of fatalaties caused by wound sepsis and shock. There has, however, been an upsurge and relative increase in the frequency (15-25 %) and mortality rate (50-89 %) of pulmonary complications.

Since pulmonary lesions may result from direct injury to the respiratory tract caused by smoke inhalation, from circulatory, metabolic or infectious complications in cases involving cutaneous burns, or may develop during the therapeutic management of these lesions, a wide spectrum of pulmonary abnormalities can occur during the post-burn period. There is considerable overlap between their radiographic appearances, which are often nonspecific. Since the successful management of these patients is based on the early recognition and vigorous treatment of lesions, familiarity with all facets of these complications, based on a pathophysiology of the injury and on the knowledge of the clinical setting, enables radiologists to make more specific diagnoses.

Index words : Lung, radiography
Lung, CT
Lung, diseases

Address reprint requests to : Eil Seong Lee, M.D., Department of Radiology, Hallym University College of Medicine, Hangang Sacred Heart Hospital. 94-195, Yongdungpo-Dong, Yongdungpo-Gu, Seoul, 150-030, Korea.
Tel. 82-2-639-5542 Fax. 82-2-679-0121