

□ 증 례 □

석면분진폭로에 의하여 석면폐증과 늑막삼출액 폐암이 합병된 1예

가톨릭대학교 의과대학 성모병원 직업병과, 내과학교실*

정장영 · 안형숙 · 김지원 · 김경아
윤임중 · 김한욱* · 최영미* · 송정섭*

= Abstract =

A case of Asbestosis, Pleural Effusion and Lung Cancer Caused by Long-Term Occupational Asbestos Exposure

Jang Young Jung, M.D., Hyeong Sook Ahn, M.D., Jee Won Kim, M.D.,
Kyung Ah Kim, M.D., Im Goung Yun, M.D., Han Wook Kim M.D.,*
Young Mee Choi, M.D.*and Jeong Sup Song, M.D.*

Department of Occupational Medicine, Internal Medicine, St Mary Hospital,
Catholic University Medical College, Seoul, Korea*

Asbestos is widely used in the textile, asbestos cement, construction products, friction material, paper products, insulation products, chemical and plastic products because of its heat resistance, flexibility, tensile strength, and texturability. It is now generally recognized that longterm and excessive inhalation of asbestos dust causes asbestosis, lung cancer, malignant mesothelioma and malignancies in other organs such as cancer of gastrointestinal tract, leukemia, lymphoma.

Although eighty thousand tons of asbestos has been annually consumed since 1979 in Korea, it has not been reported asbestos and lung cancer by asbestos dust so far, while a case of mesothelioma was officially diagnosis as a occupational disease at 1993. We experienced firstly a case of asbestosis and lung cancer caused simultaneously by occupational asbestos exposure 11 years, which was confirmed by chest x-ray, pulmonary function test, chest CT and HRCT, bronchoalveolar lavage, and gallium scan. And so We present a case of asbestosis, pleural effusion and lung cancer with a review literature.

Key Words: Asbestos exposure, Asbestosis, Pleural effusion, Lung cancer

서 론

석면이 갖는 여러가지 특성, 예를 들면 내열성, 단열

성, 내약품성, 내마모성, 절연성 그리고 항장력등 때문
에 공업의 발달과 함께 석면의 사용량은 점차 증가하여
1980년대초에는 세계 석면 산출량이 430여 만톤에 달
했으며, 건축용시멘트를 비롯하여 미찰방지제품, 포장

용제품등 3,000여종의 각종제품의 생산에 사용하게 되었다¹⁴⁾.

그러나 이렇게 광범위하게 이용되는 석면의 건강에 미치는 영향은 잘 알려지지 않았으나 20세기초이후 석면폐증에 의한 폐포염과 간질의 섬유화, 그리고 발암물질로서 폐암 및 중피종의 원인이 된다는 것이 연구되기 시작하였다¹⁵⁾. 그후 이를 뒷받침하는 각종 연구결과가 보고됨에 따라 석면 사용의 억제, 대체물개발, 합리적인 작업환경관리, 그리고 석면취급자 건강관리등이 관심을 모으기에 이르렀다.

현재 우리나라의 연간 석면 총소모량은 약 8만톤에 이르는데, 우리나라의 공업화 양상이나 석면의 대체물 개발이 어려운 점등으로 보아 근시일내에 줄어들기는 어려울 것으로 생각된다. 지금까지 우리나라에서 석면 분진에 의한 업무상 질병으로 진단된 것은 1993년 석면취급 근로자에서 발생한 중피종 한예가 직업성으로 인정되었을 뿐인데 이는 석면분진에 의해 발생하는 질환들이 대부분 장기간의 분진폭로에 기인하며 분진폭로후 이들 질병이 발생되기 까지의 잠복기간이 매우 긴데 비하여 우리나라 석면취급근로자의 근무경력은 비교적 짧고 직장전환의 수가 많기 때문에 그 인과관계의 규명이 어렵기 때문이다¹⁾.

그러나 석면에 의한 직업성 질환이 모두 비가역적이며 치명적인 결과를 초래하는 질환인 동시에 석면을 직접 취급하는 근로자 뿐만아니라 간접적인 폭로도 건강장해를 일으키는것으로 알려져 있어 작업장과 근로자에 대한 합리적인 관리가 필요하다.

저자들은 단열재공장에서 16년전부터 11년간 석면과 규조토 생석회를 배합하는 일을 한 후(환자진술) 석면폐증과 폐암이 유발되어진 예를 우리나라에서는 처음으로 경험하였기에 이를 보고한다.

증 례

환 자: 조○창, 남자, 61세.

주 소: 3개월 전부터(94년 3월경) 진행되는 호흡곤란, 객담, 기침.

현병력: 상기환자는 11년동안 단열재공장에서 근무하였으며 평소 건강히 지내다가 94년 3월부터 호흡곤란

과 기침, 객담, 체중감소(5kg/3개월)있어 지방○병원에서 결핵성능막염 진단되어 2개월동안 결핵약을 투여하였으나 증상이 악화되어 본원으로 전원되었다.

직업력: 1978년 8월부터 1989년까지 11년동안 석면과 생석회, 규조토를 배합하는 작업에 종사하였다함.

과거력: 특이 사항없음.

흡연력: 30~40개피/일×26년.

이학적 소견: 입원당시 혈압은 130/80 mmHg, 맥박은 66회/분, 체온은 36.5℃였다. 환자는 운동시 호흡곤란을 호소하였고 입술에는 청색증 관찰되었다. 청진시 양측허엽폐야에서 흡기시 연발음이 청취되었다. 심음은 정상이었고 복부와 신경학적 검사는 정상이었다.

작업환경측정결과: 1994년 8월 2일 앞서의 단열제 제조회사의 작업환경의 분진상태를 측정하였는바 작업장내 분진은 직경 25mm, 0.8 μ m A filter, flow rate 1.0 lpm 조건으로 포집하였고 포집된 시료는 NIOSH 7400, "A" counting rule에 의하여 분석하였는데 그결과는 표 1과 같다.

작업장의 분진 포집장소에 따라 섬유성 분진의 농도는 0.01~0.08 f/cc 로 석면분진의 허용농도 0.2~2 f/cc 보다는 현저히 적었다.

작업장내 분진은 정성적이 아니라 정량적으로 분석되었으나 섬유성 분진은 바늘 모양으로 관찰되어 amosite 일 가능성이 큰 것으로 생각되었다.

검사실 소견: 말초 혈액검사상 혈색소 13.5 g/dl, 헤마토크리트 40.7%, 백혈구 6,900(중성과립구 76.9%, 임파구 17.1%, 단핵구 6%, 총호산구수 7% ↓, 호염기성구수 2% ↓), 혈침치 89 mm/h, 혈소판 236,000개/mm³ 이었다. 동맥혈가스분석상 pH 7.452, 산소분압 59.5 mmHg, 이산화탄소분압 35.3 mmHg, 그리고 산소포화

표 1. 작업장내 섬유성 분진농도

포집장소	분진농도(f/cc)
포집반	0.08
배합반	0.06
Press 1	0.04
Press 2	0.01
2층 배합실	0.06

도는 92.0%이었다. 혈청 생화학적검사, 소변검사, 대변 검사는 모두 정상이었다. CEA 12.5 mg/ml이었고, 우하 폐야에 있는 늑막삼출액을 300 ml 천자하여 체액일과 성검사를 시행하였으나 백혈구 297 개/mm²(중성구 1, 임파구 99%), 적혈구 1790개/mm³, 단백질 3.4 g/dl, 당 125 mg/dl로 삼출액(exudate)소견이었으며 늑막생검을 실시하였으나 특별한 소견이 없었고 항산균도말검사, 세포진검사, 병원균검사상 이상소견 없었다.

내원당시 폐기능검사상 FVC 1.69 L(예측치의 62%), FEV₁ 1.40 L(예측치의 63%), FEV₁/FVC 83%, TLC 2.99 L(예측치의 59%), RV 1.32 L(예측치의 80%), DLCOunco 7.16 ml/min/mmHg(예측치의 34%)로 중 정도의 제한성폐기능장애와 폐확산기능장애가 있었다.

방사선학적 검사: 흉부 X선소견상 양측중하폐야에 결절성 및 망상형 소음영이 산재되었고 우측하폐야에 늑막삼출액이 관찰되었다(Fig. 1). Gallium scan상 양폐야에 전반적으로 gallium의 흡수가 증가된 소견을 보였다(Fig. 2). 흉부X선에서 결핵병변이나 종양의 소견은 관찰되지 않았다. 2개월간의 항결핵약 투여에도 불구하고 증상이 점차 악화되었다는 환자의 호소에 따라 흉부

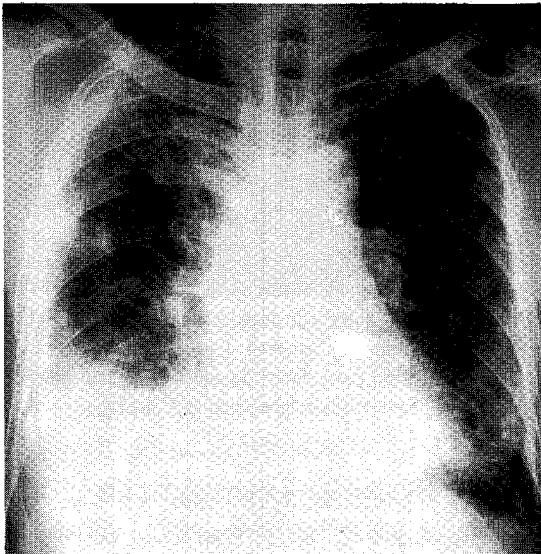


Fig. 1. Chest radiograph shows diffuse reticulonodular increased densities in the both lung with Kerley's B lines, predominantly involves BLL. Right diaphragm is obliterated with pleurisy and hazy lung markings.

전산화 단층촬영을 시행하였다. 흉부 전산화 단층촬영 검사에서는 우상부폐야의 말초성 종양(3×2×2 cm)과 섬유화성 망상형 및 결절형 소음영이 관찰되었다(Fig. 3, 4).

기관지경검사 및 조직검사: 기관지경검사상 기관, 기관분기부, 그리고 기관지는 정상소견이었고 우측상엽기

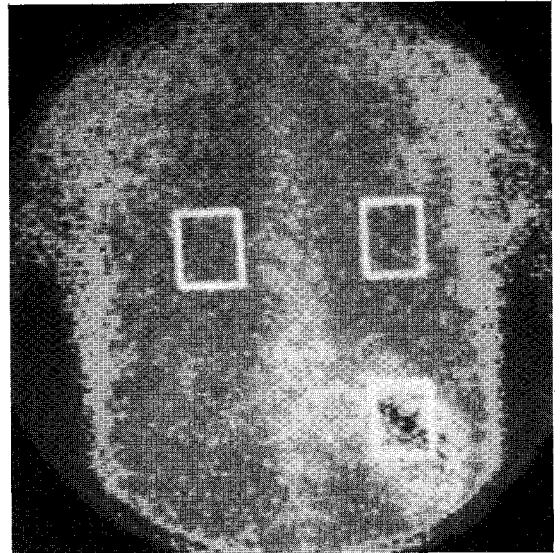


Fig. 2. Gallium scan shows slightly but diffusely uptake of gallium in both lung, which is less than adjacent rib.

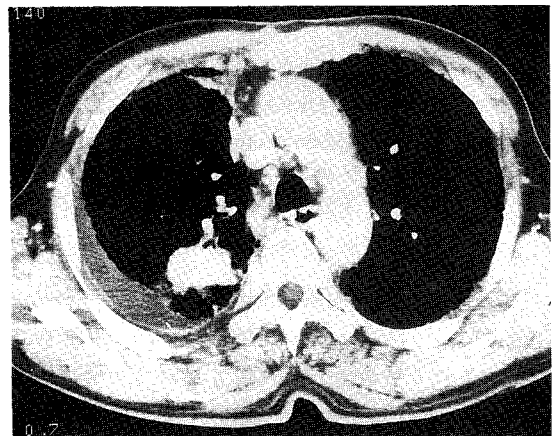


Fig. 3. Chest CT shows a 3×2×2 cm ovoid well defined lobulated consolidation or mass in right upper lobe posterior segment with open bronchus of upper lobe posterior segment and broad pleural base of pleural effusion.

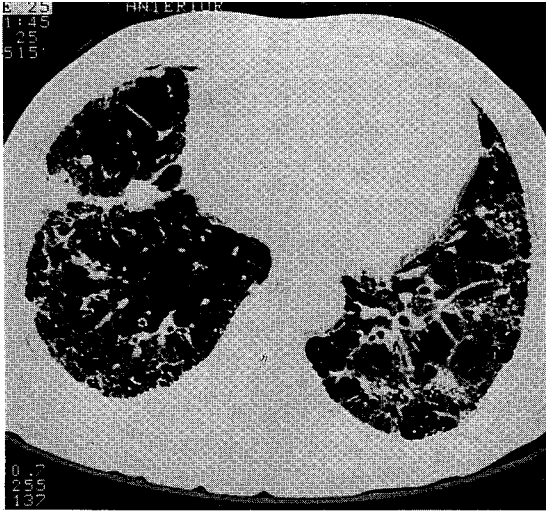


Fig. 4. Chest CT shows extensive paraseptal emphysema and bullae in both lung field and reticular nodular densities with honeycomb changes in both lung base posteriorly

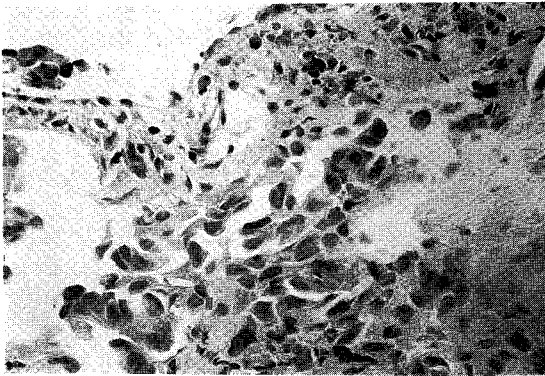


Fig. 5. Photomicrograph from TBLB shows clusters of atypical cells with hyperchromatic, dense nucleus (Hematoxylin & Eosin stain $\times 400$).

관지를 통한 경기관지폐생검에서 선암으로 진단되었다 (Fig. 5, 6). 우측중엽기관분지에서 시행한 기관지폐포 세척액은 투여량 210 cc 중 154.5 cc가 회수되었고, 그 중 50cc는 석면체검사에 사용하였고 나머지 회수액내의 총세포수는 4.25×10^6 이었으며 세포감별검사상 중성구가 77.6%, 호산구수 5.4%, 대식세포 16.1%이었다.

석면소체에 대한 검사: 기관지세척액중 50ml을 운 등이 석면소체 및 석면섬유검출에 사용하였던 방법을

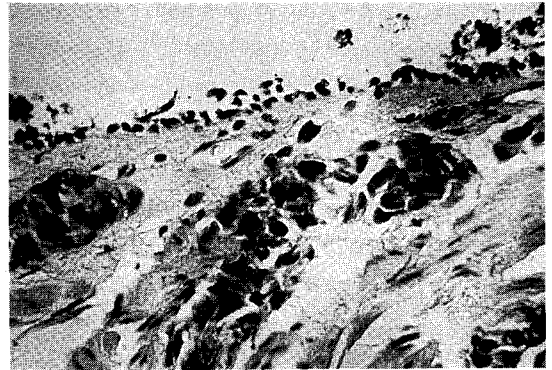


Fig. 6. Photomicroscope from shows clusters of malignant cells with PAS-positive pinkish cytoplasm, indicating adenocarcinoma (PAS staining $\times 400$).

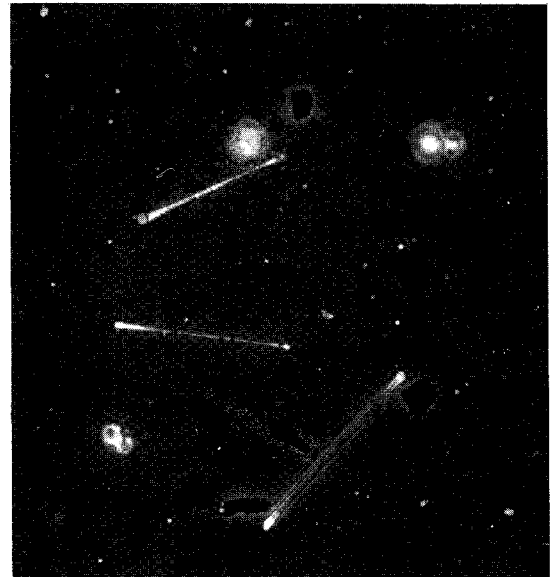


Fig. 7. Asbestos body in bronchoalveolar lavage fluid. Note the transparent colorless cores and the different patterns of deposition of coal material (Milipore filter preparation, $\times 400$).

변형하여 이용하였는데 그처리과정은 다음과 같다.

- 1) 기관지세척액을 두개의 50ml-falcon tube에 25ml 씩 나누어 넣고 각각 동량의 Sodium hypochloride을 첨가하여 혼합하고 2시간 방치한 후 상층액을 제거하였다.
- 2) 상층액이 제거된 하층액에 chloroform과 50% ethanol 넣어 혼합하였다.

3) 원심분리기로 1000rpm, 10분간 원심분리한 후 상층액을 제거하였다.

4) cellulose ester membrane(pore size 0.45 μ m)을 이용하여 여과시킨 후 95% ethanol로 세척하였다.

5) cellulose ester membrane 를 건조시킨 다음 slide glass 위에 acetone vapor로 고정하였다.

6) Walton-Beckett graticule 이 삽입된 위상차 현미경으로 400배율에서 100 μ m를 관찰하여 개/세척액ml로 환산하였다.

위와같은 방법으로 측정된 결과 기관지폐포 세척액내 석면소체 수는 307개/ml가 이었다(Fig. 7).

고 찰

20세기초 Murray과 Pancoast에 의하여 석면분진의 흡입으로 폐조직의 섬유화를 그리고 20기중반 Merewether와 Wagner가 각각 석면분진에 의한 폐암과 중피종을 보고한 이후 많은 나라에서 석면분진에 의한 호흡기 질환과 기타 다른 장기에도 발암성이 있음이 보고되었다¹³⁾. 우리나라에서 석면을 사용한 것이 언제부터인지는 정확히 알 수 없으나 1970년대 후반에 자체생산과 수입을 합하여 6,700톤, 그리고 1980년대부터 연간 7만톤을 사용하고 있고 1991년말 현재 전국에서 43개 석면취급 사업장에 5,100명의 근로자가 취업하고 있으나 아직까지 국내에서는 석면폐증이나 석면에 의한 폐암이 보고된 바는 없다¹⁾.

흡입된 석면은 그 크기에 따라 차이는 있으나 대부분 폐포관(alveolar duct)이나 종말 또는 호흡성 세기관지 주위에 침착된다. 석면이 침착된후 인체에 대한 첫번째 반응은 폐포대식세포의 침착이다. 석면을 탐식한 대식세포는 점차로 간질로 이동하며 대식세포로부터 분비되는 매개물질에 의해 중성구를 주성분으로 하는 폐포염과 섬유모세포의 증식이 계속되어 중성구성 폐포염, 섬유화, 그리고 석면섬유 또는 석면체를 특징으로 하는 석면폐증이 발생한다¹⁰⁾. 그러나 작업장에서 같은 기간동안 같은 농도의 석면에 폭로된 경우에도 개인에 따라 석면에 의한 폐질환발생이나 진행이 매우 상이한데 이는 개인별 면역-유전학적 인자(immunogenetic factor)에 따른 차이로 설명하려는 경향이 많으며 최근 가장 흥미

있는 석면 관련질환연구로 등장하고 있다¹¹⁾.

한편 석면분진의 허용농도는 석면의 종류에 따라 달라서 amosite 0.5 f/cc, 온석면 2 f/cc 청석면 0.2 f/cc 그리고 그의 석면종류 2f/cc이다.(ACGIH 1991-1992, 1988. 노동부). 따라서 본예의 환자가 소속된 회사의 작업장내 섬유성분진의 농도는 허용농도이하이나 다만 이 분진농도는 1994년 8월 2일의 상태이고 석면분진에 의한 폐실질의 섬유성 변화나 폐암은 대단히 만성적이기 때문에 현재의 질병과 작업환경상태를 직업적으로 관련 지우기는 어려울 것으로 생각된다. 환자가 근무하였던 단열제조회사는 1984년부터 1989년 12월이전까지 약 6년간은 단열제를 제조하는데 amosite를 사용한 바 있고 그후로는 석면 대신 인조 무기 및 유기섬유로 완전히 대체하였다고 회사측은 말하고, 환자는 1978년부터 1989년까지 11년동안 amosite를 비롯하여 청석면과 온석면을 구입할 수있는 여건에 따라 사용하였다고 상이한 증언을 하고 있다. 그런데 작업환경 측정시 작업장 바닥이나 구조물에 섬유분진이 쌓여 있음을 목격할 수 있었다. 작업장에서 채취된 채물에서 관찰된 섬유성 분진이 과거에 사용하였던 amosite분진인지의 여부는 정성분석을 필요로하나 아직까지 국내에서 이의 정성분석은 매우 어려운 실정이다. 다만 앞서 지적한 바와 같이 섬유성 분진이 바늘모양이어서 amosite일 가능성을 완전히 배제하기는 어려울 것으로 생각된다.

기관지폐포세척액을 이용한 검사는 석면폐증에 있어 폐포염의 구성세포 조사, 석면섬유나 석면소체 그리고 여러가지 매개물질을 검사하는데 유용한 방법이다. 본예의 경우 기관지폐포세척액내 세포중 77%가 중성구였는데 이는 정상인 1%이하에 비하여 현저하게 증가되었다. 석면폐증에서 중성구폐포염이 특징적이거나 대부분 40% 이하이며 중성구가 40%이상인 경우는 대부분 동반된 2차 감염이 원인인 것으로 알려져 있다¹²⁾.

폐기능검사상 석면폐증환자는 폐포벽과 늑막의 섬유화로 폐의 탄력성과 전체폐용적이 감소하는 제한성폐기능장애를 보인다⁴⁾.

석면폐증의 경우 일반적으로 흉부 X선사진상 선상의 음영이 양폐야의 기저부에서 시작하여 질환이 진행되면서 중앙부와 전체폐로 확산되는 양상을 보이게 되는데 기저부에 호발하는 이유는 작업자의 기립자세와 중력에

의한 것으로 여겨지며, 청진시 양폐야의 하부에서 청취되는 연발음은 매우 특징적이다^{4,5)}. 흉부사진상의 음영은 불규칙한 경우가 대부분이고 규칙성 음영을 보이는 예는 드문 편이다. 그런데 본환자는 규칙적인 등근음영을 보였다. 섬유화가 더욱 진행된 상태에서는 벌집형의 폐실질 파괴를 보이는 예가 많고 석면폐증에 폐암이 합병되었을 경우 석면폐증의 음영으로 폐암소견이 은폐되어 그 진단이 어려울 때가 많다.

석면폐증의 진단시 질병의 예후를 파악하기 위한 방법으로 몇가지 방법이 이용되기도 한다. 비관혈적인 방법으로 폐포염의 중등도를 파악하기 위해 시행하는 Gallium scan 결과에 의하여 폐포염증 소견에 따른 노력성 폐활량의 감소와 앞으로의 흉부사진상 진행을 예측하기도 한다. 즉, scan상 석면폐증 양성군은 흉부X-선상 석면폐증이 명확하지 않을지라도 점차 진행한다는 보고가 있다⁴⁾. 그외 흉부 상진상 조밀도(profusion)와 고해상컴퓨터 단층촬영상 stage 0 의 지속기간이 짧을수록 예후가 나쁘다는 보고도 있다⁵⁾.

진폐증이 의심되는 환자의 진단시 컴퓨터 단층촬영의 역할이 아직 정확히 정의되지는 않았으나 불명확한 종괴를 찾아내거나 폐기종의 합병증을 증명하는데 중요한 역할을 하는것이 여러연구를 통하여 입증되었다⁷⁾. 따라서 흉부사진상 진폐증의 조밀도(profusion)에 비하여 증상이나 폐기능장애가 심한 경우 흉부 전산화단층촬영은 석면폐증을 진단하는데 매우 바람직한 것으로 알려져 있다⁷⁾.

석면폐증에서 합병될 수 있는 호흡기질환으로는 폐암과 중피종, 늑막판, 늑막삼출액 등이고 그외에 다른 여러 장기에 발암성으로 작용할 수 있어 위암, 대장암과 백혈병 등을 일으키는 것으로 알려졌다. 석면분진에 의하여 암을 일으키는 데에는 여러가지 소인이 작용하는것으로 알려져 있다. 첫째는 석면분진의 종류와 분진 폭로의 누적양이 관여한다. 일반적으로 우리나라에서 공업용으로 다루고 있는 석면은 95%가 온석면(chrysotile)이고 기타 amosite나 청석면(crocidolite)이 있으며 그중 청석면이 인체에 대한 독성이 가장 강하고 온석면이 가장 약하고 amosite가 중간인 것으로 알려져 있다. 석면분진의 누적량과 폐암과는 상당히 연관이 있지만 중피종과는 관련성이 떨어지는 것으로 보고되고 있다¹³⁾. 그러나 석면분진에 의한 폐암은 10~20년 그리고 중피

종은 20~30년간 폭로된 근로자에서 발생하는 예가 대부분이고, 연령이 많을수록 발생빈도가 높은 것으로 미루어 보아 석면분진과 중피종은 양반응 상관관계가 있을 것으로 생각된다. 둘째는 흡연을 하는 경우 폐암의 발생을 크게 높이는 것으로 알려졌다. 일반적으로 흡연에 의한 폐암의 유병률은 보고자에 따라 차이가 있으나 비흡연자에 비하여 10배정도 높은 것으로 알려져 있으며, 석면분진에 동시에 폭로된 경우에는 폐암의 유병률이 80~90배 더 높아지는것으로 보고되었다¹³⁾. 셋째 기타 개인의 감수성과 식이상태등 일반적인 암의 발생요인과 비슷한 요인이 관여할것으로 생각된다. 본예에서 환자는 amosite와 온석면, 청석면을 그당시 작업여건에 따라 사용하였고 환자는 약 11동안 석면분진에 지속적으로 폭로되었다고 말할뿐아니라 하루 2갑씩 26년간의 흡연력을 가지고 있어 폐암 유발 가능성은 극히 높은 것으로 생각된다.

석면분진 폭로를 정량화하는데는 작업장내 석면농도와 폭로기간이 매우 중요한 요인이나 폐조직과 기관지 세척액에서의 석면소체와 석면섬유를 검출하는 것이 객관적인 폭로지표로 이용되고 있다³⁾. 석면소체란 흡입된 석면섬유에 철과 단백질이 덮여있는 형태로 기전은 대식세포와 폐포세포가 석면섬유를 탐식하여 식세포체를 생성하면 점액다당류물질(mucopolysaccharide matrix)가 석면섬유에 침착하고 여기에 철이 다시 부가적으로 첨가되어 형성되며, 이후 세포는 죽고 형성된 석면소체는 폐실질내로 이동하게 된다¹⁵⁾. 온석면인 경우도 석면소체를 형성하기는 하지만 모양이 원통형이므로 폐간질로 침투하기가 어렵고 다른 종류의 석면에 비하여 용해(fragmentation)가 쉽게 일어나며 폐포대식세포나 점막상피계(mucociliary system)에 의하여 쉽게 제거되는등의 이유로 석면소체가 쉽게 형성되지 않지만, 청석면이나 amosite 등은 석면소체를 자주 형성한다²⁾. 일반인의 경우 석면소체가 마른 폐 무게 그램당 500개이하이며, 막노동자는 1000개이하, 석면폐증은 없으나 늑막판이 있는경우 1만~2만, 그리고 석면폐증이 있는 경우는 10만~100만개이상 존재한다는 보고가 있는가하면⁸⁾ 석면분진에 폭로되었지만 섬유화가 없는 경우는 마른폐 1그램당 1.26×10^6 , 경증의 섬유화가 있는 경우는 7.7×10^6 , 섬유화가 중등도인 경우는 71×10^6 개의 석면소체가 있다는 보고가 있어⁹⁾ 폐의 섬유화가 심할수록 석면소체의

검출율이 높은 것으로 보고된 바 있다.

기관지경 검사시 기관지세척액상에서 보이는 석면소체가 실질적으로 폐조직내에 존재하는 석면소체나 석면 섬유화는 온석면을 제외한 다른 종류의 석면에서는 양의 상관관계가 있는 것으로 보고하고 있다²⁾. Teschler (1994)들은 amphibole섬유인 경우 조직에서의 석면섬유=(64.7+11.2×기관지 세척액상의 섬유수)×10³이고 석면소체인 경우는 조직속에서의 석면소체=(6.2+2.6×기관지세척액상의 석면소체의 수)×10³라고 보고하였는데²⁾ 이 수식에 따르면 본환자의 경우는 기관지세척액내 석면소체가 307개/ml였으므로 조직속에는 804,400개의 석면소체가 있을 것으로 추정되고, 본환자의 경우 간질 조직의 섬유화, 폐암 및 늑막삼출액등은 석면분진에 기인한 것으로 생각된다.

요 약

저자들은 최근 석면분진에 11년간 폭로된 직업력이 있으며 작업중단 5년후 약3개월간의 호흡곤란을 주소로 입원하여 흉부X-선, 폐기능검사, 전산화단층촬영, 기관지경검사 및 석면소체검사, Gallium scan을 통하여 석면폐증, 늑막삼출액과 폐암으로 진단된 1예를 경험하였기에 문헌조사와 함께 이를 보고하는 바이다.

REFERENCES

- 1) 윤임중, 박정일, 이원철, 임 영, 김경아: 석면취급 작업장의 환경 및 근로자에 대한 역학조사 1993
- 2) Teschler H, Friedrichs KH, Hoheisel GB, Wick G, Soltner U, Thompson AB, Konietzko N, Costabel U: Asbestos fibers in bronchoalveolar lavage and lung tissue of former asbestos workers. *Am J respir Crit Care Med* **149**:641, 1994
- 3) P. Vuyst PD, Dumortier P, Moulin E, Yourassowsky N, Yernault JC: Dignostic value of asbestos bodies in bronchoalveolar lavage fluid. *Am Rev Respir Dis* **136**:1219, 1987
- 4) Harber P, Smitherman J: Asbestosis: Diagnostic Dilution. *J Occupational Med* **33**:786, 1991
- 5) Becklake MR: Asbestos-related diseases of the lung and other organs: Their Epidemiology and implications for clinical practice. *Am Rev Respir Dis* **114**:187, 1976
- 6) Murphy RLH, Ferris BG, Burgess WA: Effects of low concentrations of asbestos more than medical effects. *J Occup Med* **4**:459, 1985
- 7) Gamsu G: Computed tomography and High-resolution computed tomography of pneumoconiosis. *J Occup Med* **33**(7):794, 1991
- 8) Churg A, Fiber counting and analysis in the diagnosis of asbestos-related disease. *Hum Pathol* **13**:381, 1982
- 9) Aschcroft T, Heppleston AG: The optical and electron microscopic determinations of pulmonary asbestos fiber concentration and its relations to the human pathological reaction. *J Clin Pathol* **26**:224, 1973
- 10) Xaubet A, Rodriguez-roisin R, Bombi JA, Marin A, Roca J, Agusti-vidal A: Correation of bronchoalveolar lavage and clinical and functional findings in asbestosis **133**:8448, 1988
- 11) Rom WN, Travis WD, Brody AR: Cellular and molecular basis of asbestos-related disease. *Am rev respir Dis* **143**:408, 1991
- 12) Gellert AR, Langford JA, Winter RJD, Uthayakumar S, Sinha G, Rudd RM: Asbestosis assessment by bronchoalveolar lavage and measurement of pulmonary epithelial permeability. *Thorax* **4**:508, 1985
- 13) Documentation of threshold limit values and biological exposure indices. 6thed, 1991, American conference of governmental industrial hygienists. INC Cincinnati Ohio pp 89-84
- 14) Jacques D, Nola KS: A scientific update on asbestos and health pp1-3 background paper for a meeting of the international group on the safe Use of asbestos. Geneva 1988
- 15) Churg AM, Warnock ML: Asbestos and ferruginous bodies. *Am J Pathol* **102**:447, 1981