

조선수리업종 석면노출 근로자들의 흉부방사선상 석면관련 폐질환 소견의 발생양상

이현재 · 홍영섭^{1*} · 손지언¹ · 이영일 · 김상훈² · 임형준³ · 김정만¹ · 김준연¹

동아대학교의료원 산업의학과, ¹동아대학교 의과대학 예방의학교실 및 동아대학교 암분자치료 연구센터 및 환경유전역학연구회, ²인하대학교 의과대학 산업의학교실, ³한림대학교 성심병원 산업의학과

Received January 16, 2006 / Accepted January 27, 2006

Survey of Asbestos-Related Disease on Chest Radiograph of Workers Exposed to Asbestos in Ship Repair. Hyun Jae Lee, Young Seoub Hong^{1*}, Ji Eun Son¹, Young Ill Lee, Sang Hoon Kim², Hyoung June Im³, Jung Man Kim¹ and Joon Youn Kim¹. Department of Occupational Medicine, Dong-A University Hospital, Busan, 602-715, Korea, ¹Department of Preventive Medicine, College of Medicine and Medical Research Center for Cancer Molecular Therapy, and The Research Society of Environmental Genetic Epidemiology, Dong-A University, Busan, 602-714, Korea, ²Department of Occupational and Environmental Medicine, Inha University Hospital, In-cheon, 400-711, Korea, ³Department of Occupational Medicine, Hallym University Sacred Heart Hospital, Anyang, Gyeonggi, 431-070, Korea — There was cross-sectional study on investigating the factors related asbestos-related disease on chest radiograph of workers exposed to asbestos in ship repair. According to Occupational Safety & Health Administration asbestos standard, medical surveillance, chest radiologic study, pulmonary function test and medical questionnaire are performed in 118 subjects exposed to asbestos for 10 years or more in ship repair. The sixteen out of 118 subjects (13.6%) were observed asbestos-related disease finding on chest radiography. Significant factors related to those finding on chest radiography were abnormal pulmonary function test, cough, sputum, past history of respiratory disease, work duration. Workers with Significant factors related asbestos-related disease finding on chest radiography should be managed on a strict program. Further, factors unrelated with asbestos-related disease finding on this study should be evaluated prospectively for medical surveillance program of workers exposed to asbestos.

Key words – Asbestos, chest X-ray

석면은 불연성, 내마모성, 내산성, 내알칼리성, 절연성 뿐만 아니라 경제성도 뛰어나 슬레이트, 천정재, 벽면재, 보온 단열재 등의 건축용 자재의 원료, 브레이크 라이닝, 클러치 페이싱 등 자동차 부품 중 마찰을 심하게 받는 부품의 원료로 사용되며, 또한 석면 방직제품은 실이나 테이프, 또는 직포의 형태로 기관이나 배관의 보온 단열재로 사용되고 있다[21].

석면에 장기간 노출되면 대략 15~30년의 잠복기를 거쳐 석면폐증, 폐암, 악성 중피종을 유발하며, 장관계의 암과 인후두암, 유방암, 난소암, 신장암, 췌장암, 부고환암, 임파선암, 원형무기폐, 흉수나 흉막염을 유발하며[2,3], 이러한 석면에 의한 직업성 질환은 모두 비가역적이며 치명적인 결과를 초래하며, 아울러 석면의 직접 취급 뿐만 아니라 간접적인 노출도 건강장해를 일으키는 것으로 알려져 있다[7]. 약 60년간의 생산과 사용으로 상당수의 근로자들이 석면에 노출된 국내에서의 석면관련 폐질환 보고로는 단열재 공장에서 근무한 근로자에서의 석면폐증과 폐암[7], 석면포 사용 사업장에서 근무한 근로자에서 발견된 악성 중피종[22], 보일러 설치 및 배관작업 근로자에서 석면폐증을 동반한 흉막 악성 중피

종[10], 자동차 브레이크 제작공장에 근무한 근로자에서의 석면폐증[12], 수리조선업 근로자의 폐암[23] 등의 제한적인 보고가 있을 뿐이다. 또한 국내에서 최근 2001년, 2002년과 2003년에 각각 989명, 3,334명과 2,707명의 석면에 노출되는 작업부서 전체 근로자에서 석면에 대한 특수건강진단을 실시한 결과 직업병 유소견자 판정을 받은 근로자는 한 명도 없었다[15,16,17]. 이는 석면분진에 의해 발생하는 질환들은 대부분 장기간의 분진 노출에 기인하며 분진 노출후 질병 발생까지의 잠복기간이 매우 긴데 비하여, 우리나라 석면취급 근로자의 근무경력은 비교적 짧고 직장전환의 수가 많기 때문에 그 인과관계의 규명이 어렵기 때문으로 생각된다[24].

본 연구는 직장전환이 거의 없이 장기근무를 하고 있는 조선수리사업장에서 석면에 노출되는 근로자를 대상으로, 흉부방사선검사, 폐기능검사를 실시하고 미국의 산업안전보건청 석면 표준, 의학적 감시 프로그램(OSHA asbestos standard, medical surveillance program)에 있는 의학적 설문지 (medical questionnaire)를 국내 실정에 맞게 일부 편집하여 설문조사를 실시하였다. 이러한 결과를 통해 흉부방사선검사상 석면관련 폐질환 소견의 현황과 여러 요인들과의 연관성에 대해 분석하였고, 이를 바탕으로 석면관련 폐질환의 조기진단 및 석면노출 근로자의 보건관리 프로그램 개발에 기여하고자 하였다.

***Corresponding author**

Tel : +82-51-240-2888, Fax : +82-51-253-5729

E-mail : yshong@dau.ac.kr

재료 및 방법

연구 대상

모 조선수리업에 근무하는 1,086명 중 석면관련 폐질환이 발생하는 최소한의 잠복기간을 고려하여 10년 이상 석면에 노출된 118명의 근로자를 연구대상자로 선정하였다.

연구 방법

2004년 2월에 연구대상 근로자에게 흉부방사선검사, 폐기능검사 및 미국의 산업안전보건청 석면 표준, 의학적 감시 프로그램(OSHA asbestos standard, medical surveillance program)에 따른 의학적 설문지(medical questionnaire)를 통해 설문조사를 실시하였다.

흉부방사선검사

흉부방사선검사는 2명의 방사선과 전문의가 교차판독한 후 일치소견을 중심으로 판정하여 석면관련 폐질환 유소견과 정상으로 구분하였다.

폐기능검사

폐기능검사는 Spiroanalyzer ST-75 (FUKUDA SANGYO, Japan)를 이용하여 측정후 FVC 예측치(정상: $\geq 80\%$)와 FEV₁ 예측치(정상: $\geq 80\%$)를 중심으로 정상군과 비정상군으로 구분하였다.

의학적 설문조사

(1) 인구통계학적 특성

연령, 성별, 결혼 유무, 교육 정도에 대해 조사하였다.

(2) 임상증상

다음 임상증상들의 과거와 현재의 유무, 양상에 관한 자세한 내용으로 이루어져 있다.

(가) 호흡기질환 이환시의 양상

(나) 기침

(다) 가래

(라) 천명음

(마) 호흡곤란

(3) 호흡기계 질환의 과거력

심한 기관지염, 폐렴, 건초열, 만성 기관지염, 폐기종, 천식, 다른 호흡기/흉부질환, 흉부질환으로 인한 수술의 여부, 가슴부위의 외상, 심장질환의 유무와 치료여부 등의 유무와 진단의 시기와 장소에 관한 내용을 조사하였다.

(4) 부모의 호흡기계 질환의 과거력

부모의 만성기관지염, 폐기종, 천식, 폐암, 기타 호흡기 질환의 유무에 대한 내용을 조사하였다.

(5) 흡연력

현재와 과거의 흡연 여부, 흡연기간, 평균 일일 흡연량, 담

배연기 흡입의 정도에 대한 내용을 조사하였다.

(6) 직업력

일주일에 30시간 이상 근무하는 직업에의 6개월 이상 근무 여부, 분진 또는 가스나 화학물질이 발생하는 직업에의 근무 여부와 근무시 근무연수와 노출의 양의 정도, 지금까지 가장 오랫동안 종사한 직업의 근무기간 작업내용, 다른 작업장(광산, 채석장, 구조공장, 도자기공장, 면 등 섬유를 다루는 공장, 석면을 다루는 공장)에서의 근무 여부에 대해 조사하였다.

자료의 분석

본 연구결과는 SAS Windows version 9.1 프로그램을 이용하여 분석하였다. 흉부방사선검사상 석면관련 폐질환으로 추정되는 소견과 설문지의 항목들의 빈도분석은 Chi-square test를 이용하였으며, 흉부방사선검사상 석면관련 폐질환의 소견과 근무기간과 흡연력은 Mann-Whitney U test를 이용하였다.

결 과

사업장의 석면 작업환경측정 결과

2003년 8월에 모 대학병원에서 작업환경측정을 실시하여 채취한 석면을 분석한 결과 16곳의 작업공정 중 14곳의 작업공정에서 기준치인 0.1 fiber/cc 를 초과하는 것으로 측정되었다. 모든 근로자들은 석면 노출기준치를 초과하는 작업공정에서 근무하고 있었으나 석면의 직접 취급여부에 따라 노출정도의 차이는 있을 것으로 추정되었다.

흉부방사선검사 결과

10년 이상 근무한 118명의 근로자중 흉부방사선검사서 석면관련 폐질환 소견을 보인 근로자는 13.6%인 16명이었다. 흉막병변인 늑막반(pleural plaque) 소견만을 보이는 근로자는 2명, 흉막비후(pleural thickening) 소견만을 보이는 근로자는 2명, 폐실질병변인 망상음영(reticular opacity) 소견만을 보이는 근로자는 8명, 흉막병변과 폐실질병변의 두 가지 병변을 모두 보인 근로자는 4명이었다.

흉부방사선 소견에 따른 비교분석

연구대상자의 일반적 특성

연구대상자들은 모두 남성이었으며, 흉부 방사선 소견에 따른 대상자의 일반적 특성에 대한 비교분석을 Table 1에 제시하였다. 평균 연령은 유소견군에서는 54.38세(51.91~56.85), 정상군에서는 48.54세(42.26~54.82)로 유의한 차이가 있었으나($p<0.05$), 결혼 유무와 교육 수준은 유의한 차이가 없었다(Table 1).

Table 1. General characteristics in study subjects.

Variables	(Mean±2SD)(%)	
	Asbestos-related disease (n=16)	Normal (n=102)
Age (years)*	54.38±2.47	48.54±6.28
Marital status	Married	16(100.00%)
	Others	0(0.00%)
Education	≤ 12 years	12(75.00%)
	> 12 years	4(25.00%)
		81(79.41%)
		21(20.59%)

* : p<0.05.

폐기능검사 결과

118명의 근로자 중 폐기능검사에서 이상소견을 보인 근로자는 4.2%인 5명이었다. 제한성 환기장애 소견을 보인 근로자는 3명, 폐색성 환기장애 소견은 1명, 혼합성 환기장애 소견은 1명이었다. 석면관련질환 유소견군과 무소견군 사이에 폐기능검사의 이상소견은 통계적으로 유의한 차이가 있었다 (Table 2).

설문 결과

(1) 호흡기계증상

설문지의 호흡기계증상 중 기침, 가래에 대한 항목에서는 석면관련 폐질환 유소견군이 정상군보다 통계적으로 유의하게 높았으며(p<0.05), 호흡기질환의 이환시 양상, 천명음, 호

Table 2. Abnormal pulmonary function test between study subjects.

Variables	Asbestos-related disease (n=16)	Normal (n=102)
Abnormal pulmonary function test*	3(18.75%)	2(1.96%)

* : p<0.05.

Table 3. Questionnaire results between study subjects.

Variables	Asbestos-related disease (n=16)	Normal (n=102)
Respiratory Symptom		
Chest Cold and Chest Illness	10(62.50%)	56(54.90%)
Cough	7(43.75%)	16(15.69%)
Sputum	7(43.75%)	18(17.65%)
Wheezing	4(25.00%)	20(19.61%)
Dyspnea	6(37.50%)	19(18.63%)
Past History of Respiratory Disease	7(43.75%)	18(17.65%)
Family History of Respiratory Disease	0(0.00%)	12(11.76%)
Mean Pack Years	19.50±21.63	15.12±12.77
Mean Work Duration*	28.44±3.14	21.80±7.25

* : p<0.05

흡곤란에서는 통계적으로 유의한 차이가 없었다(p>0.05) (Table 3).

(2) 호흡기질환의 과거력과 가족력

석면관련 폐질환 유소견군은 정상군보다 호흡기질환의 과거력이 있는 경우가 유의하게 높았으나(p<0.05), 가족력은 유의한 차이가 없었다(p>0.05)(Table 3).

(3) 흡연력

석면관련 폐질환 유소견군과 정상군의 평균 누적흡연력은 통계적으로 유의한 차이가 없었다(p>0.05)(Table 3).

(4) 근무기간

석면관련질환 유소견군의 근무기간의 평균은 28.44년이었으며 정상군과의 평균 근무기간 21.8년에 비해 통계적으로 유의하게 높았다(p<0.05)(Table 3).

근무기간에 따른 유소견자 누적발생

흉부방사선상 석면관련 폐질환의 소견에 영향을 주는 요인인 근무기간을 백분위수로 나눠 유소견군의 누적되는 근무자수를 분석하면 40백분위수인 23년부터 유소견자가 발생하기 시작하며, 50백분위수인 24년의 근무년수부터 급격한 상승을 보인다(Fig. 1).

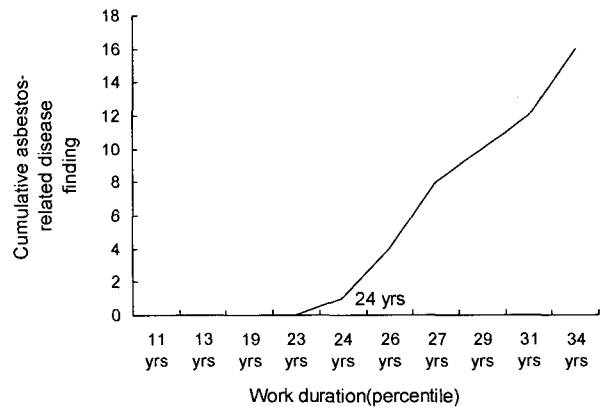


Fig. 1. Number of cumulative asbestos-related disease on chest radiologic finding according to work duration.

고 찰

석면노출은 단순 흡입에 의해서 폐의 섬유화나 악성종양이 유발될 수 있다는 점에서 산업보건 분야의 중요한 관심의 대상이 된다[6]. 석면노출과 관련된 석면관련 폐질환의 흉부방사선검사 소견으로서 가장 흔한 것은 흉막병변으로서 늑막반, 미만성 흉막비후, 양성 석면 흉막양출, 흉막 석회화 등이고, 폐실질병변으로서는 간질성 섬유화(석면폐증)가 전형적인 소견이며 이 외에 원형무기폐, 양성 섬유화성 종괴, 폐실질띠(parenchymal band) 등과 악성종양이 있다[6]. Loh[22]는 평균 35년간 석면에 노출된 42명의 백인 남자 판금공 중

에서 38%는 정상 흉부방사선소견을 보였고, 26%는 흉막 변화만이 있었고, 5%는 폐실질 변화만을, 31%는 두 가지 변화가 모두 나타났다고 보고하였고, Yun 등[37]은 직업상 석면에 노출된 378명 중 흉부방사선상 17명에서 흉막비후, 3명에서 흉막석회화가 있었고, 3명에서 망상형 폐실질 음영이 의심되는 병변이 있었다고 보고하였다. 또 Kim 등[11]은 직업상 평균 석면노출기간이 10.6 ± 7.8 년인 근로자 198명 중 흉부방사선검사를 실시한 결과 7.7%에서 흉막비후, 0.9%에서 망상형 폐실질 음영이 관찰되었다고 보고하였고, Paek 등[20]은 조선수리업의 석면폐증 유병률이 적어도 2% 이상일 것으로 파악하고 있다. 본 연구에서는 첫 석면 노출 후 흉부방사선검사상 석면관련 폐질환의 소견이 나타날 수 있는 최소한의 잠복기인 10년 이상 근무한 118명의 조사대상 근로자 중 약 13.6%인 16명의 근로자들이 석면관련 폐질환의 소견을 보였다. 폐실질병변보다 흉막병변이 더 많이 보고된 다른 연구와 달리 본 연구에서는 폐실질병변인 망상음영만을 보인 근로자가 8명, 흉막병변인 늑막반과 흉막비후만 보인 근로자가 각각 2명, 흉막병변과 폐실질병변의 두 가지 소견을 모두 보인 근로자는 4명으로 흉막병변보다 폐실질병변의 소견이 더 많이 관찰되었다. 조선수리업종에서는 석면 외에 유리섬유 등의 분진, 용접흄 등의 노출에 의해서도 폐실질병변과 같은 흉부방사선검사상 석면관련 폐질환의 소견을 나타낼 수 있어 유소견군에서 실제보다 더 높게 관찰될 수 있다. 그러나, 민감도가 높은 흉부 고해상 전산화단층촬영을 시행하면 정상군에서도 석면관련질환의 소견을 가진 근로자가 관찰될 수 있어 이에 대해서는 추가연구에 의한 확인이 필요하리라고 생각된다.

석면노출후 폐기능 변화로는 제한성 및 폐색성 변화가 모두 보고되고 있다[4,8,9,19]. 본 연구에서 폐기능검사의 이상 소견은 약 4.2%인 5명인 것으로 조사되었는데, 제한성 환기장애소견이 3명, 폐색성 환기장애가 1명, 혼합성 환기장애가 1명으로 관찰되었다. 폐기능검사상 이상소견은 흉부방사선상 석면관련 폐질환의 유소견군에서 3명, 정상군에서 2명으로 통계적으로 유의했으나, 발생환자수가 적어 향후 보다 많은 대상자를 통한 연구를 통하여 폐기능검사의 유용성 등을 논의해야 할 것으로 생각된다.

석면폐증의 호흡기계증상으로는 호흡곤란이 가장 특징적이며 초기에는 심한 운동 시에만 발생하지만 병이 진행되면 호흡곤란도 더욱 심해진다[18]. 대부분 마른 기침이지만 흡연자에서는 가래를 동반한 기침이 흔하고, 흉부압박감이 있을 수 있으며, 동반된 늑막질환이 있을 경우에는 흉통이 발생할 수 있다[12]. Lilis 등[13]은 시설유지 종사자의 석면폐증에 대한 조사에서 호흡곤란 증상은 흉부방사선 이상 소견자중에서 24%, 정상인에서 17%로 조사되었으며, Loh[14]는 호흡곤란 증상이 흉부방사선 이상 소견자 44%, 정상인에서 25%에서 보고하였다. 본 연구에서 흉부방사선상 석면관련

폐질환 유소견군이 무소견군에 비해 호흡곤란, 천명음, 호흡기질환 이환시의 양상에서는 별다른 차이가 없었지만, 기침과 가래를 호소하는 빈도는 높았다. 본 연구의 조사대상 근로자는 장기적인 근무로 인해 지속적으로 석면에 노출되고 있어 호흡기계증상과 흉부방사선상 석면관련 폐질환의 소견과의 연관성을 분석하여 관리하는 것은 근로자의 관리에 있어 중요한 사항으로 판단된다.

흉부방사선상 석면관련 폐질환 유소견군에서 정상군에 비해 호흡기질환과 관련된 과거력의 빈도가 높았으나, 가족력에서는 차이가 없었다. 과거력에는 심한 기관지염, 폐렴, 결핵, 기타 호흡기/흉부질환 등이 있었다. 향후 흉부방사선검사상 석면관련 폐질환 소견의 발생시에는 흉부 고해상 전산화단층촬영과 같은 정밀검사를 통한 감별진단이 필요할 것으로 생각되며 과거력이 있는 근로자들에 대해서는 정밀한 관리가 필요할 것으로 생각된다.

흡연과 석면노출에 의한 폐암 유병률은 보고자에 따라 차이가 있으나, 일반적으로 흡연자는 비흡연자에 비하여 10배 정도 높은 것으로 알려져 있으며, 석면분진에 동시에 폭로된 경우에는 폐암의 유병률이 80~90배 더 높아지는 것으로 보고되었다[1]. 본 연구에서는 흉부방사선검사상 석면관련 폐질환 유소견군과 정상군 사이에서 누적흡연력의 차이는 없었는데, 이는 흡연력에 대해 응답하지 않은 6명을 제외한 나머지 근로자 90명(80%)에서 흡연력을 가지고 있었기 때문으로 생각된다.

석면분진의 첫 노출과 흉부방사선 사진상 흉막병변인 늑막반의 출현 사이의 잠복기간은 10년 이하는 드물고 대부분이 10~20년 사이이며 20년 이상의 경과기간이 필요한 경우도 종종 있다[5]. 이에 비하여 폐실질병변인 석면폐증은 잠복기간이 더 길어 20년 이상이 필요하며 석면폐증을 보이는 대부분의 예에서 어떤 형태이든지 늑막변화를 동반한다[11]. 연구대상자의 근무년수를 백분위수로 나눠 누적되는 흉부방사선상 석면관련 폐질환의 소견이 있는 근로자수에 대응시켜 그 결과를 도표로 표현하면 40백분위수인 23년부터 유소견자가 나타나기 시작하여 50백분위수인 24년부터는 가파르게 상승하는 변곡점을 보였다. 이러한 결과로 판단할 때 약 20년 이상 석면에 노출되었던 근로자는 석면관련 폐질환의 조기진단을 위해 특수건강검진의 선택항목에 흉부 고해상 전산화단층촬영과 같은 정밀검사의 도입 등과 같은 제도적 개선과 아울러 조기 진단된 근로자에서는 엄격한 관리와 보상이 필요할 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점은 먼저 1개 작업장의 근로자를 대상으로 한 단면적 연구 형태로 명확한 인과관계의 규명이 어렵다는 점이고, 다음으로 흉부방사선검사상 석면관련 폐질환으로 판정된 근로자들에 대해 흉부 고해상 전산화단층촬영과 같은 정밀검사를 실시하지 못함으로 인해 용접흄과 같은 석면 이외의 분진이나 다른 원인에 의한 폐질환과의 감별진단

을 실시하지 못하여 석면관련 폐질환으로 확진하지 못하였고 흉부방사선검사의 정상군에서 있을 수 있는 초기의 석면관련 폐질환에 대한 진단의 민감도를 높이지 못 했던 것이다. 마지막으로 본 연구의 대상인 조선수리업체는 2003년 8월 이전까지 작업환경측정을 실시하지 않음으로 인해 과거의 석면노출에 대한 정확한 정보를 얻을 수 없어 양-반응관계에 기초한 노출정도를 평가하지는 못하였다는 점 등이다. 이러한 제한점들은 이후 추가적이고 광범위한 연구를 통해 평가되고 관리되어야 할 것으로 생각된다.

요 약

모 조선수리업에 근무하는 1,086명 중 석면에 노출되는 작업공정에 10년 이상 근무한 근로자 118명을 대상으로 단면조사연구를 수행하였다. 연구대상자들에 대해 흉부방사선검사, 폐기능검사와 미국의 산업안전보건청 석면표준, 의학적 감시 프로그램(OSHA asbestos standard, medical surveillance program)에 따라 국내 실정에 맞게 일부 편집한 설문조사를 시행하였고 아울러 이들의 작업장에 대한 작업환경측정 자료도 분석하였다. 흉부방사선검사상 석면관련 폐질환 소견의 유병율은 118명의 근로자중 16명으로 13.6%였다. 흉부방사선검사상 정상군에 비해 석면관련 폐질환 요소군에서 유의한 요인들은 폐기능검사상 이상소견, 기침, 가래, 호흡기 질환의 과거력, 근무력이었다. 본 연구 결과를 통해 볼 때 폐기능검사 소견상 이상소견, 기침과 가래의 임상증상을 호소하거나 호흡기질환의 과거력, 20년 이상의 근무력이 있는 근로자에 대해서는 석면관련 폐질환의 엄격한 관리가 필요할 것으로 생각된다. 그리고, 본 연구에서 관련성 여부를 완전히 배제할 수 없었던 요인들에 대해서는 향후 광범위한 전향적 연구를 통하여 연관성을 규명하여 석면노출 사업장의 의학적 감시 프로그램에 적극 활용되기를 기대한다.

감사의 글

이 논문은 2004년도 동아대학교 학술연구비(단기과제) 지원에 의하여 연구되었음.

참 고 문 헌

1. American conference of governmental industrial hygienists(ACGIH). 1991. *Documentation of threshold limit values and biological exposure indices*. pp 84-89, 6th ed., Cincinnati, Ohio.
2. Becklake, M. R., Arhiri, M., Gibbs, G. W., Hurwitz, S. 1980. Exposure to asbestos and respiratory abnormality: the influence of fibre type and nature of exposure. *IARC Sci. Publ.* 30, 76
3. Becklake, M. R. 1976. Asbestos-related disease of the lung

and other organs: their epidemiology and implications for clinical practice. *Am. Rev. Respir. Dis.* 114, 187-227.

4. Finkelstein, M. 1986. Pulmonary function in asbestos cement workers: a dose-response study. *Br. J. Ind. Med.* 43, 406-413.
5. Hillerdal, G. 1980. Pleural plaques: Occurrence, exposure, to asbestos, and clinical importance: [with a literature review on medical asbestos problems]. *Acta Universitatis upsaliensis*.
6. Im, J. G., Lee, G. S. 2000. pp381-387. *Chest Radiology*. Ilchokak. Seoul.
7. Jung, J. Y., Ahn, H. S., Kim, J. W., Kim, K. A., Yun, I. G., Kim, H. W., Choi, Y. M., Song, J. S. 1994. A case of asbestosis, pleural effusion and lung cancer caused by long-term occupational asbestos exposure. *Tuberc. Respir. Dis.* 41, 651-657.
8. Kalacic, I. 1973. Chronic nonspecific lung disease in cement workers. *Arch. Environ. Health* 26, 78-83.
9. Karacic, I. 1973. Ventilatory lung function in cement workers. *Arch. Environ. Health* 26, 84-85.
10. Kang, D. M., Kim, J. W., Son, B. C., Kim, J. I., Woo, J. C., Lee, J. T. 1998. A case of malignant pleural mesothelioma combined with asbestosis in a boilermaker and plumber. *Korean J. Occup. Environ. Med.* 10, 610-617.
11. Kim, J. W., Ahn, H. S., Kim, K. A., Lim, Y., Yun, I. G. 1995. The effect of pleural thickening on the impairment of pulmonary function in asbestos exposed workers. *Tuberc. Respir. Dis.* 42, 923-933.
12. Lee, Y. S., Jang, T. W., Yu, H. D., Jung, M. H., Lee, Y. H., Suh, J. Y., Bur, B., Lee, J. S. 1999. A case of asbestosis. *Korean J. Occup. Environ. Med.* 11, 119-124.
13. Lilis, R., Daum, S., Anderson, H., Sirota, M., Andrews, G., Selikoff, I. J. 1979. Asbestos disease in maintenance workers of the chemical industry. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 330, 127-135.
14. Loh, I. K. 1982. Asbestosis among sheetmetal workers. *Tuberc. Respir. Dis.* 29, 213-219.
15. Ministry of labor. 2003. *Annual report of physical examination health diagnosis in Korean workers, 2001*.
16. Ministry of labor. 2004. *Annual report of physical examination health diagnosis in Korean workers, 2002*.
17. Ministry of labor. 2005. *Annual report of physical examination health diagnosis in Korean workers, 2003*.
18. Murphy, R. L., Becklake, M. R., Brooke, S. M., Gaensler, E. A., Gee, B. L., Goldman, A. M., Kleinerman, J. I., Lewinsohn, H. C., Mitchell, R. S., Utell, M. J., Weill, H. 1987. The diagnosis of nonmalignant diseases related to asbestos. *Am. Rev. Respir. Dis.* 136, 1516-1517.
19. Ohlson, C. G., Rydman, T., Sundell, L., Bodir, L., Hogstedt, C. 1984. Decreased lung function in the long term asbestos cement workers: a cross-sectional study. *Am. J. Ind. Med.* 5, 359-366.
20. Paek, D. M., Paik, N. W., Choi, J. K., Son, M. A., Im, J. G., Lee, W. J., Moon, Y. H., Park, J. S., Choi, B. S. 1995. Prevalence of asbestosis in Korean asbestos industry. *Korean J. Occup. Environ. Med.* 7, 46-57.

21. Park, J. I., Yoon, C. S., Paik, N. W. 1995. A study on exposure among asbestos textile workers and estimation of their historical exposures. *J. Korean Soc. Occup. Environ. Hyg.* **5**, 16-39.
22. Park, M. I., Choi, J. S., Choi, H. M., Jang, T. I., Moon, I. H., Kim, J. H., Jang, T. H., Lee, D. H., Jung, M. H., 1995. A case of diffuse malignant pleural mesothelioma with occupational asbestos exposure. *Korean J. Medicine* **48**, 526-530.
23. Yoon, D. Y., Kang, J. W., Lee, H. J., Kim, J. I., Son, J. E., Jung, K. Y., Kim, J. Y., Roh, M. S. 2004. A case of lung cancer caused by long-term asbestos exposure. *Korean. J. Occup. Environ. Med.* **16**, 499-507.
24. Yun, I. G., Park, C. Y., Lee, W. C., Lim, Y., Kim, K. A. 1993. Epidemiological survey on the environmental and health status in asbestos factories. *Korean J. Occup. Environ. Med.* **5**, 137-151.