

□ 원 저 □

석면취급 근로자에서 늑막비후가 폐기능에 미치는 영향

가톨릭대학교 의과대학 산업의학센터 직업병과

김지원 · 안형숙 · 김경아 · 임 영 · 윤임중

= Abstract =

The Effect of Pleural Thickening on the Impairment of Pulmonary Function in Asbestos Exposed Workers

Jee Won Kim, M.D., Hyeong Sook Ahn, M.D., Kyung Ah Kim, M.D., Young Lim, M.D. and Im Goung Yun, M.D.

Department of Occupational Disease, Catholic Industrial Medical Center, Catholic University Medical College, Seoul, Korea

Background: Pleural abnormality is the the most common respiratory change caused by asbestos dust inhalation and also develop other asbestos related disease after cessation of asbestos exposure. So we conducted epidemiologic study to investigate if the pleural abnormality is associated with pulmonary function change and what factors are influenced on pulmonary function impairment.

Methods: Two hundred and twenty two asbestos workers from 9 industries using asbestos in Korea were selected to measure the concentration of sectional asbestos fiber. Questionnaire, chest X-ray, PFT were also performed. All the data were analyzed by student t-test and chi-square test using SAS. Regressional analysis was performed to evaluate important factors, for example smoking, exposure concentration, period and the existence of pleural thickening, affecting to the change of pulmonary function.

Results:

1) All nine industries except two, airborne asbestos fiber concentration was less than an average permissible concentration. PFT was performed on 222 workers and the percentage of male was 88.3%, their mean age was 41 ± 9 years old, and the duration of asbestos exposure was 10.6 ± 7.8 yrs.

2) The chest X-ray showed normal(89.19%), pulmonary Tb(inactive)(2.7%), pleral thickening (7.66%), suspected reticulonodular shadow(0.9%).

3) The mean values of height, smoking status, concentration of asbestos fiber were not different between the subjects with pleural thickening and others, but age, cumulative pack-years, the duration of asbestos exposure were higher in subjects with pleural thickening.

4) All the PFT indices were lower in the subjects with pleural thickening than in the subjects without pleural thickening.

5) Simple regression analysis showed there was a significant correlation between FEF₇₅ which is sensitive in small airway obstruction and cumulative smoking pack-years, the duration of asbestos exposure and the concentration of asbestos fiber.

6) Multiple regression analysis showed all the pulmonary function indices were decreased as the increase of cumulative smoking pack-years and especially in the indices those are sensitive in small airway obstruction. Pleural thickening was associated with reduction in FVC, FEV₁, PEFR and FEF₂₅.

Conclusion: The more concentration of asbestos fiber and the more duration of asbestos exposure, the greater reduction in FEF₅₀, FEF₇₅. Therefore PFT was important in the evaluation of early detection for small airway obstruction. Furthermore pleural thickening without asbesto-related parenchymal lung disease is associated with reduction in pulmonary function.

Key Words: Asbestos fiber, PFT, Pleural thickening

서 론

내열성, 항장성, 내마모성, 그리고 절연성과 같은 석면만이 갖고 있는 특성 때문에 최근까지 많은 사업장에서 석면이 사용되어지고 있다. 그러나 석면에 의한 여러가지 건강장해가 밝혀지면서 석면 사용의 억제, 대체물개발, 합리적인 작업환경관리 그리고 석면취급 근로자의 건강관리가 법체계적으로 관심을 모으기 이르렀다.

우리나라의 경우 1990년 43개 석면 취급 사업장에 5,114명의 근로자가 취업하고 있었고, 1992년 한 보고에 의하면 이중 약 1/3은 폐업하거나 업종을 변경하여 실제로 석면을 취급하는 근로자의 수는 불분명하다¹⁾.

석면에 의한 건강장해가 처음 밝혀지기 시작한 것은 20세기초 부터로 Murray와 Pancoast에 의하여 처음으로 석면분진의 흡입으로 인한 폐조직의 섬유화가 보고된 이후 20세기 중반 Merewether와 Wagner가 각각 석면분진에 의한 폐암과 중피종을 보고하면서 석면분진이 호흡기 질환을 유발시킬 뿐 아니라 다른 장기에도 발암성이 있음이 증명되었다²⁾.

석면분진의 흡입으로 인한 호흡기 변화중 가장 조기에 그리고 가장 빈번하게 발견되는 것은 늑막변화이

다³⁾. 늑막변화에는 늑막삼출액, 늑막반, 미만성늑막섬유화로 분류되기도 하나 일반적으로 늑막비후를 단순히 석면폭로의 지표로 여기고 간과하는 경우가 많다. 그러나 석면에 관련된 질환은 대부분이 만성적이고 폭로가 중단된 뒤에 질환이 발현되는 경우가 빈번하여⁴⁾, 늑막변화를 나타내는 근로자에 대한 합리적인 관리와 추적검사가 필요할 것으로 생각된다. 더우기 폐실질의 변화없이 늑막변화 만으로도 폐기능의 저하가 증명된 바 있어 앞서 언급한 관리 및 검사의 필요성을 강력하게 뒷받침 해주고 있다^{3,5)}.

그러나 우리나라에서는 석면취급 근로자의 건강장해에 대한 자료가 불충분하며 더우기 늑막 변화에 대한 역학조사나 폐기능 변화에 대한 연구는 거의 찾기 힘든 실정이다.

따라서 저자들은 우리나라 석면취급 근로자들에서 발생하는 늑막변화에 대한 역학조사와 함께 늑막변화에 따른 폐기능의 변화, 그리고 폐기능의 저하에 미치는 인자들에 대한 조사를 실시 하였다.

대상 및 방법

1. 조사대상 사업장 및 근로자

1992년 3월 부터 1992년 11월까지 석면분진을 취급

하는 9개 사업장을 대상으로 하여 각 사업장의 부서별 공기중의 석면농도를 측정하였고 414명의 석면분진 취급 근로자를 대상으로 역학조사가 실시되었다. 그중 폐기능검사를 실시하지 않은 192명을 제외한 222명을 대상으로 흉부사진상 늑막비후와 폐기능의 관계에 대하여 조사하였다.

2. 설문조사 및 이학적 검사

연령, 직업력, 흡연력 및 호흡기 자각증상등에 관한 조사가 작업장을 직접 방문한 의사와의 면담을 통하여 이루어졌으며 이학적 검사가 실시되었다.

3. 흉부 방사선 촬영 및 판독

대상 근로자에 대한 흉부 방사선 촬영 및 판독은 “흉부사진에 의한 진폐증의 국제 분류법 안내서(1980)”에서 권장된 내용에 준하여 실시 되었다.

4. 폐기능 검사

폐기능 검사는 휴대용인 Vitalography-compact (Ctype, UK)으로 FVC, FEV₁, FEV₁/FVC%, PEFR, FEF₂₅, FEF₅₀, FEF₇₅를 측정하였다.

5. 석면분진 측정

작업장내 석면분진의 측정은 석면분진이 비산할 것으로 판단되는 지점을 임의로 선정하여 다음과 같은 방법으로 측정하였다.

1) 작업내 공기의 포집

근로자의 석면폭로 실태는 근로자 호흡위치에서 개인용 시료채취기로 1 liter/minute의 유량으로 30분 이상 1시간 반 사이에서 채취하였다. 채취는 직경이 25mm이고 pore size가 0.8 μ m cellulose ester membrane filter를 5cm down이 부착된 비전도성 cassette에 넣어 포집하였다. 근로자는 각 공장에서 단위 공정중 대표적으로 폭로 될 것으로 추정된 근로자 중에서 임의로 선정하였다. 석면분진의 농도는 한 사업장의 수개부서에서 1회 측정 하였다. 성적에 표시된 석면분진의 농도는 기하 평균값으로 산출하였다.

2) 시료분석

시료분석은 미국 NIOSH와 OSHA에서 추천하는 공

정시험법 NIOSH 7400 방법을 채택하였고 “A”계수규칙을 사용하였다. 이는 acetone/triacetone 방법으로 acetone 증발기로 증기를 발생시켜 투명화하고 triacetone을 넣은 다음 Walton-Beckett graticule이 삽입된 위상차 현미경(Olympus BH-2)를 이용하여 400배 배율서 “A”계수규칙에 따라 길이가 5 μ m 이상이고 길이대 직경비가 3:1 이상인 섬유량 물질을 세었다. 세기는 graticule 필드로 최소 20필드, 최대 100필드까지 세며 100필드 내에서는 섬유의 수에 관계없이 세기를 마쳤다.

6. 자료 분석

모든 연속변수는 평균±표준편차로 표시하였으며 두 군간의 차이는 Student t-test로 분석하였다. 범주형 자료간의 차이는 Chi-square test로 분석하였다. 폐기능 지표들의 변화에 흡연, 분진폭로농도, 분진폭로기간 그리고 늑막비후가 미치는 영향을 알아보기 위하여 단순회귀 분석을 실시하였다. 그리고 각각의 폐기능 지표들을 연령, 성별, 신장, 흡연력(pack-year), 작업장의 석면농도, 석면폭로기간 그리고 흉부사진상 늑막비후의 유무에 대한 선형회귀 모델을 구성하여 분석하였고, 분석은 SAS system(SAS institute, Cary, NC)의 GLM procedure를 사용하였다.

관찰 성적

1. 조사대상 사업장 및 작업부서별 석면농도

조사대상 사업장은 석면 건축자재 제조업 2개소, 자동차부품 제조업 3개소, 석면섬유 제조업소 3개소, 기타 석면 가공업 1개소로 총 9개였으며, 이들 사업장은 모두 온석면(Chrysotile)을 사용하였다. 대상 사업장 9개소중 8개소는 석면분진 농도가 0.157f/cc에서 1.480 f/cc 사이로 모두 허용농도인 2.0f/cc 이하였고, 3번 사업장과 8번 사업장의 혼합부서에서 공기중 석면농도가 허용농도를 초과하였다(Table 1).

조사대상 근로자의 총수는 414명이었으나 폐기능 검사를 실시하지 않은 192명을 제외한 222명의 대상 근로자의 연령 및 성별분포는 Table 2에서 보는바와 같이 남자가 196명(88.3%), 여자 26명(11.7%)이었으며 평균 연령은 41.9 \pm 9.8세 이었고 평균 석면분진 폭로기간은

Table 1. Concentration of Asbestos Fibers in Asbestos Industries

Industry	Average(range) (fibers/cc)	Place of measure	Concentration (fiber/cc)	No of study population (n=222)
1	0.682(0.19~2.08)	mixing	0.23~2.08	125
		cutting	0.19~0.42	
2	0.208(0.09~0.37)	mixing	0.09~0.37	6
		grinding	0.03	
		cutting	0.14	
3	3.360(0.20~7.15)	mixing	0.20-7.15	5
4	0.415(0.18~1.26)	mixing	0.12~0.33	14
		grinding	0.25~0.54	
		thermal molding	0.14~1.26	
5	0.157(0.06~0.50)	mixing	0.15	12
		reeling	0.19	
		loom	0.10	
		weaving	0.06	
		spinning	0.30	
		twisting	0.11	
6	0.375(0.27~0.75)	carding	0.19	31
		thermal molding	0.22~0.42	
		drilling	0.47~0.75	
		grinding	0.27	
		mixing	0.27~0.42	
7	0.768(0.65~1.15)	preforming	0.43~0.50	6
		grinding	0.65	
		molding	1.15	
		cutting	1.01	
8	1.480(0.21~5.04)	drilling	1.03	14
		carding	0.39	
		weaving	0.21	
		spinning	0.51	
		twisting	1.55	
9	0.204(0.06~0.86)	mixing	2.72~5.04	9
		spinning	0.86	
		reeling	0.06	
		mixing	0.10	

1,2: manufacturing of asbestos cement products-sheets, roofing shingles

5,8,9: manufacturing of asbestos textiles

4,6,7: brake lining factory

3: other manufacturing of asbestos-containing products

Table 2. Dermographic and Clinical Data for the Population of Asbestos Workers

	study population (n=222)
Age, yr.	41.9 ± 9.8
Height, cm	166.1 ± 7.2
Working period	10.6 ± 7.8
Sex	
Male, (%)	196(88.3)
Female, (%)	26(11.7)
Smoking status	
Nonsmoker, (%)	57(25.7)
Exsmoker, (%)	16(7.2)
Current smoker, (%)	149(67.1)
Smoking period of current smoker (pack-years)	17.6 ± 9.7
Smoking period of exsmokers (pack-years)	18.9 ± 7.8

mean ± SD

Table 3. Radiographic Findings for 222 Asbestos Workers

Radiographic finding	No. (%)
Normal	198(89.2)
Pulmonary Tb	6(2.7)
Pleural thickening	17(7.7)
Reticulonodular shadow	2(0.9)

10.6±7.8년 이었다.

2. 흉부 방사선 사진소견

총대상 근로자 222명의 흉부 방사선 사진 판독결과는 Table 3에서 보는 바와 같이 이상소견을 보이지 않는 경우 198명(89.19%), 결핵병변이 관찰되는 경우 6명(2.70%), 늑막비후가 보인 경우 17명(7.7%) 그리고 망상 결절성 음영이 의심되는 근로자는 2명(0.9%)이었다. 결핵이 의심되었던 근로자중 1명은 늑막비후가 동반되어 있었다.

결핵병변이 관찰된 근로자들의 객담검사상 결핵균은 발견되지 않았고, 늑막비후가 보인 근로자들에서 결핵성 늑막염의 과거력이 있는 근로자는 대상에서 제외되었다.

Table 4. Personal and Exposure Characteristics in Relation to the Presence or Absence of Pleural Thickening

	No pleural thickening (n=198)	Any pleural thickening (n=16)
Age, yr	41.2 ± 9.7	48.3 ± 5.9*
Height, cm	165.9 ± 7.0	164.2 ± 7.1
Smoking status		
Nonsmoker, (%)	49(24.7%)	6(37.5%)
Exsmoker, (%)	15(7.6%)	1(6.3%)
Current smoker, (%)	134(67.7%)	9(56.3%)
Smoking period of current smoker (pack-years)	16.9 ± 9.5	25.1 ± 10.3*
Working period	10.3 ± 7.8	13.8 ± 7.5*
Dust conc.(f/cc)	0.3 ± 0.6	0.2 ± 0.1

* p<0.05

3. 늑막비후 유무에 따른 차이

석면에 폭로된 근로자에서 늑막비후에 따른 차이를 알아보고자 늑막변화이외의 다른 폐병변을 가지고 있을 근로자를 제외하고 흉부 사진상 이상소견이 없는 198명과 늑막비후만이 관찰되는 16명을 비교하였다. 늑막비후가 관찰되었던 17명중 1명은 결핵병변을 동반하고 있어 제외되었다.

흉부 방사선 사진상 늑막비후가 있는 군과 없는 군을 비교하였을때 연령, 신장, 흡연력, 누적 흡연력(pack-years), 분진 폭로기간 그리고 분진농도의 차이는 Table 4와 같다. 평균 신장, 흡연력과 분진농도는 두군간의 차이가 없었으나 연령, 흡연자의 누적 흡연력, 분진 폭로기간은 늑막비후가 있는 군에서 늑막비후가 없는 군에 비하여 유의하게 증가되어 있었다. 늑막비후군에서 금연자(exsmoker)가 1명이었으므로 두군간의 금연자의 누적 흡연력은 비교하지 않았다(Table 4).

4. 늑막비후 유무에 따른 폐기능의 변화

흉부 방사선 사진상 늑막비후가 있는 군과 없는 군 사이의 폐기능의 차이를 보면 모든 폐기능의 지표들에서 늑막비후가 있는 군이 늑막비후가 없는 군에 비해 감소하는 경향을 보였고, 특히 FVC, FVC의 예측치에

대한 백분율, FEV₁, FEV₁의 예측치에 대한 백분율, PER, PER의 예측치에 대한 백분율, FEF₂₅, FEF₅₀, FEF₇₅의 실측치와 FEF₇₅의 예측치에 대한 백분율에서 유의한 차이를 보였다(Table 5). 그러나 흉부방사선 사진상 늑막비후가 관찰되는 군에서 연령이나 누적흡연력이 증가되어 있어 이군에서의 폐기능 저하가 단순히 늑막비후에 의한 효과인지 다른 교란인자가 관여하였는지는 명확하지 않았다. 따라서 이들 폐기능 지표의 변화에 늑막비후가 미치는 영향을 알아보기 위하여 단순회귀분석과 다중회귀분석을 실시하였다.

Table 5. Pulmonary Function Parameters in Relation to any Pleural Thickening

Pul. function parameter		No pleural thickening(n=198)	Any pleural thickening(n=16)
FVC	L	3.8 ± 0.8	3.3 ± 0.9*
FVC pred.%	%	111.5 ± 19.8	97.1 ± 22.8*
FEV ₁	L	3.0 ± 0.7	2.5 ± 0.8*
FEV ₁ pred.%	%	105.2 ± 19.4	92.8 ± 26.4*
FEV ₁ /FVC%	%	77.5 ± 9.5	75.1 ± 8.5
PER	L/min	479.3 ± 121.5	413.3 ± 119.0*
PER pred.%	%	79.7 ± 25.3	66.9 ± 27.5*
FEF ₂₅	L/sec	6.4 ± 1.9	5.3 ± 1.9*
FEF ₂₅ pred.%	%	54.8 ± 21.4	46.1 ± 24.6
FEF ₅₀	L/sec	3.4 ± 1.3	2.7 ± 1.3*
FEF ₅₀ pred.%	%	63.5 ± 23.6	52.4 ± 24.7
FEF ₇₅	L/sec	1.3 ± 0.9	0.9 ± 0.6*
FEF ₇₅ pred.%	%	46.4 ± 32.9	35.1 ± 20.8*

* p<0.05

5. 석면사업장 근로자들에서 폐기능지표들 변화에 분진농도 그리고 늑막비후가 미치는 영향

흡연, 석면취급기간, 작업장내 석면분진농도가 폐기능에 미치는 영향을 알아보기 위하여 각각의 설명변수와 여러 폐기능지표들간에 단순회귀분석을 실시한바 그 결과는 표6과 같다. 누적흡연력이 클수록, 폭로기간이 길수록, 그리고 분진농도가 높을수록 폐기능지표들은 감소하였으며 특히 소기도폐색의 지표인 FEF₇₅에서 유의하게 변화하였고 누적흡연력은 FEF₅₀의 변화에 유의한 영향을 미쳤다(p<0.05). 늑막비후가 있을때 FVC와 FEV₁가 유의하게 감소하는 것으로 보아 기류의 변화 보다는 폐용량의 감소와 관계되는 것으로 보여지며 PEFR과 FEF₂₅는 늑막비후가 있을때 유의하게 감소함에 비하여 FEF₅₀과 FEF₇₅에는 별다른 영향을 미치지 않는 것으로 보아 소기도 폐색에는 관여하지 않는 것으로 생각되었다.

여러가지 설명변수들을 통합하여 각각의 변수들에 다른변수들의 영향을 보정하기 위하여 다중회귀분석을 실시하였는데, 모든 폐기능지표들은 연령이 증가 할수록, 신장이 작을 수록, 남자에서 보다는 여자에서 감소하는 경향을 보였고, 누적흡연력이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으나 주로 소기도폐색지표에 유의하게 변화하였으며 작업장에 석면섬유농도가 증가 할수록 폐기능이 감소하는 경향이였으며 FEV₁(p<0.01),

Table 6. Changes of Pulmonary Function Parameters According to Smoking, Exposure Duration and Asbestos Fiber Concentration in Industry Using Asbestos, and Pleural Thickening

	FVC ML	FEV ₁ ML	PEFR L/min	FEF ₂₅ L/sec	FEF ₅₀ L/sec	FEF ₇₅ L/sec
Smoking period (pack-years)	-5.921 0.233a	-2.161 0.610	-0.084 0.906	-0.014 0.247	-0.023* 0.005	-0.015* 0.003
Working period	-3.168 0.665	-3.081 0.621	-1.500 0.157	-0.021 0.233	-0.040 0.210	-0.017* 0.026
Dust conc. (f/cc)	-52.355 0.611	-47.419 0.589	-17.872 0.2315	-0.270 0.250	-0.180 0.276	-0.032* 0.034
Pleural thickening	-551.101* 0.012	-463.662* 0.011	-66.059* 0.037	-1.039* 0.044	-0.691 -0.055	-0.353 0.129

a: p-value, *: p<0.05

Table 7. Regression Coefficients for Pulmonary Function Tests Against Age, Sex, Height, Smoking Status, Smoking Pack-Years, Asbestos Fiber Concentration, Exposure Duration and Pleural Thickening

Variable	Coefficient(p-value)					
	FVC(ML)	FEV ₁ (ML)	PEFR(L/min)	FEF ₂₅ (L/sec)	FEF ₅₀ (L/sec)	FEF ₇₅ (L/sec)
Costant	-2366.369	96.716	168.654	8.452	3.175	-1.608
Age,yr	-24.611(0.000)*	-32.322(0.000)*	-3.971(0.000)*	-0.068(0.000)*	-0.047(0.000)*	-0.014(0.078)**
Sex relative to woman	-556.884(0.000)*	-407.547(0.000)*	-77.399(0.005)*	-1.108(0.016)*	-0.557(0.085)**	0.233(0.289)
Height,cm	49.165(0.000)*	29.288(0.000)*	3.562(0.004)*	0.015(0.471)	0.020(0.167)	0.021(0.030)*
Smoking period (pack-years)	-0.671(0.881)	-1.693(0.662)	-0.508(0.503)	-0.019(0.127)	-0.020(0.026)*	-0.013(0.044)*
Dust conc.(env)(f/cc)	-76.596(0.344)	-103.593(0.081)**	-18.895(0.091)**	-0.276(0.217)	-0.261(0.090)**	-0.137(0.095)**
Working period	-7.780(0.269)	-11.402(0.083)**	-2.936(0.013)*	-0.053(0.008)*	-0.023(0.085)**	-0.023(0.041)*
Pleural thickening relative to no pleural thickening	-372.736(0.032)*	-252.905(0.084)**	-46.198(0.096)**	-0.729(0.093)**	-0.420(0.211)	-0.192(0.402)
R-square	0.451	0.418	0.274	0.206	0.213	0.109
residual root mean square error	632.747	546.874	105.977	1.744	1.218	0.833

* p<0.05, **p<0.1

PEFR(p<0.01), FEF₅₀(p<0.1) 그리고 FEF₇₅(p<0.1)에서 유의하였다. 폐기능검사 지표들이 분진폭로기간이 길수록 감소하였으며 FVC를 제외한 모든 폐기능 검사에서 유의하게 변화하였다. 늑막비후가 있을 때 없는 군에 비하여 폐기능이 감소하였으며 FVC(p<0.05), FEV₁(p<0.1), PEFR(p<0.1) FEF₂₅(p<0.1)에서 유의한 변화를 보였다(Table 7).

고 찰

지금까지 우리나라에서 석면분진에 의한 업무상 질병으로 진단된 것은 1993년 석면취급근로자에서 발생한 중피종 1예와 단열재 공장에서의 석면과 규조토 그리고 생석회 배합하는 일을 한 후 석면폐증, 폐암 및 늑막삼출액이 유발된 1예로 총 2예에 불과하다⁹⁾, 석면에 의한 질환은 분진폭로후 질병이 발생되기까지의 잠복기간이 매우 길어 현존하는 질환이 없다 하여도 합리적인 추적검사와 관리가 요구된다는 것은 주지의 사실이다.

석면취급 근로자에서 발생할 수 있는 질환으로는 폐의 간질성 섬유화변화가 특징적인 석면폐증, 폐의 악성종양, 중피종 및 소화기 악성종양 등이 있으며 다른분

진에 비하여 늑막변화가 현저하게 많이 발생됨은 널리 알려진 사실이다^{7,8,9,10)}.

석면폭로에 의한 늑막 변화는 크게 2가지 형태가 있는데, 첫째는 삼출성 반응(exudative response)으로 보통 미만성으로 발생하며 벽측과 장측흉막 그리고 보통 폐실질까지 침범한다. 둘째는 분리성 반응(discrete reaction)으로 주로 벽측흉막에 병변을 보이고 다른부위에 1개 이상의 병소를 동반하는 경우가 많으며 이를 흔히 늑막반(pleural plaque)라고 한다¹¹⁾.

전자의 경우 임상적으로 특발성 늑막삼출액(idiopathic pleural effusion)으로 진단받고 석면관련 질환임을 간과하는 경우가 많다. 늑막천자시 늑막액내 적혈구가 많고 대부분 삼출성(exudative) 성격을 가지며 양성의 임상경과를 가지며 자기한정성(self-limited)로 치료되고 흔히 미만성 늑막 섬유화로 남게된다¹²⁾. 또한 늑막반에 비하여 심한 임상증상과 폐기능장해를 초래하는 것으로 알려져 있다³⁾.

ILO에서는 늑막 삼출액 이외의 늑막 비후를 그위치와 형태에 따라 미만성 늑막 섬유화(diffuse pleural fibrosis), 늑막반(pleural plaque), 횡격막반(diaphragm plaque), 늑간강 비후(CPA obliteration) 분류하여 표시

하고 있다¹⁴⁾. 본 연구대상자에서 늑막변화를 보인 17예 중 미만성늑막섬유화는 한예도 없었으며 모두 늑막반의 형태였다. ILO에서는 또한 늑막반을 그병변의 너비와 길이에 따라 분류하도록 권장하고 있으나 본 연구에서 늑막비후를 보인 예는 17예에 불과하여 세분류하면 각군당 증례수가 적어 분석하기 어려울 것으로 생각되어 세분류는 실시하지 않았다. 따라서 늑막반의 형태별 그리고 그 병변의 침범범위에 따른 폐기능과 석면폭로의 기간 및 정도와의 관계는 좀더 포괄적인 연구에 의하여 밝혀질 수 있을 것으로 생각된다.

석면분진에 대한 첫폭로와 흉부방사선 사진상 늑막반의 출현 사이의 잠복기간은 10년이라는 드물고 대부분이 10~20년 사이이며 20년 이상의 경과기간이 필요한 경우도 종종 있다¹⁵⁾. 이에 비하여 석면폐증은 잠복기간이 더 길어 20년 이상이 필요하며 석면폐증을 보이는 대부분의 예에서 어떤 형태이던지 늑막변화를 동반하였으므로 석면취급 근로자에서 늑막 변화를 보이는 경우 폐기능이상의 진행이나 간질성 변화, 다른 석면관련 질환으로의 진행에 초점을 두고 추적조사 및 관리를 해야 될 것으로 생각된다.

석면폭로후 폐기능 장애로는 제한성 및 폐색성 장애가 모두 보고되고 있는데 소기도 및 대기도 폐색성 변화가 모두 올 수 있으며^{16,17,18,19)}, 특히 Hedenstierna 등에 의하면 소기도 폐색이 초기에 발견되며 이는 석면폭로에 의하여 일차적으로 종말 그리고 호흡성 세기관지에 병변을 보이고 점차로 미만성 간질성 폐섬유화로 진행되기 때문이라고 설명하고 있다²⁰⁾. 따라서 일부 연구자들은 석면폭로 근로자에서 석면에 의한 건강장해 평가시 소기도의 초기변화의 감지가 가능한 폐기능 검사방법을 사용하도록 권고하고 있는바^{21,22)}, 본 연구에서도 소기도 폐색의 민감한 검사 방법인 FEF₅₀과 FEF₇₅를 추가 시행하였는데 석면분진 폭로기간이나 작업장내 석면농도가 증가 할수록 이들 지표들이 유의하게 감소하였으나 대기도 폐색지표 감소는 유의한 차이가 없어 일치하는 결과였다.

작업장내 석면농도가 증가할수록 폐기능 지표들이 감소하는 경향을 보였으나 FEF₅₀과 FEF₇₅에서만 유의한 변화를 보여 석면폭로에 따라 거의 대부분의 폐기능 검사지표가 감소한다는 다른 여러 연구와 완전히 일치

하지는 않았다^{16,23)}. 그 이유는 다음 3가지로 추정해 볼 수 있는데, 첫째 본 연구에서 사용한 작업장내 석면농도는 측정당시의 환경농도일뿐 과거 폭로농도를 완전히 반영하지는 못하였고, 둘째 본 연구에서 석면농도의 측정은 편광 광학현미경을 사용하였는바 이는 해상도가 전자 현미경보다는 떨어져서 약 0.4 μ m 정도로 매우 얇은 섬유양물질은 검출이 불가능하고 또한 길이가 5 μ m 이상인 섬유양 물질만을 세었으므로 이보다 길이가 짧은 석면을 주로 사용하는 작업장은 실제보다 저농도로 산출되었을 가능성이 있다. 셋째 작업장에서 사용되는 석면이외의 폐장에 자극을 줄 수 있는 다른 물질에 대한 분석은 실시하지 않았으므로 이것이 교란인자로 작용하였을 가능성이 있다.

또한 본 연구의 대상이 되었던 9개 석면 사업장에서 현재 모두 온석면(chrysotile)을 사용하고 있는데, 과거에 다른 종류의 석면에 폭로 되었을 수 있으나 우리나라에서 석면취급 사업장을 석면농도 추정등과 함께 정량적이고 합리적으로 관리하기 시작한 것은 최근 수년간의 일 임으로 폭로되었을 수 있는 석면의 종류나 그 정도는 파악하기 어려웠다. 그리고 온석면에 폭로되는 경우 온석면의 침착부위에 섬유성 tremolite가 같이 침착되는 경우가 빈번하고 이는 큐백의 온석면을 채굴하는 광부들의 폐안에서 tremolite가 고농도로 검출되어 증명된 바 있다. 온석면에 오염되어 드어있는 tremolite가 늑막반이나 늑막석회화를 일으키는데 있어 그 섬유 농도와 질환 사이에 폭로-반응곡선의 관계가 온석면 보다 더 깊어 온석면보다는 그안에 들어있는 tremolite에 의하여 늑막변화 및 석면관련 질환이 발생된다고 주장하는 학자들도 있다. 그러나 우리나라에서는 아직까지 석면섬유 성분분석은 시행되지 않고 있어 대상 사업장에서 tremolite오염 여부는 파악하기 어려웠으며 이는 추후 정밀한 검사가 수반되어야 할 것으로 생각된다²⁴⁾.

연령, 폭로기간, 흡연력, 폐실질 섬유화의 존재유무 및 그 정도등의 교란인자들을 보정한 후 늑막비후와 폐기능의 상관관계를 본 연구중 일부에서, 흉부방사선검사상 폐실질의 섬유화가 동반된 석면폭로 근로자와 섬유화가 동반되지 않은 근로자 두군에서 늑막비후와 감소된 폐기능 사이에서 유의한 상관관계는 보이지 않는

다고 하였다^{25,26,27,28}). 한편 Jean Bourbeau는 흉부방사선 검사에서 보이지 않는 이상이 있는 대상자를 Gallium 스캔등의 방법으로 검출하여 제외시킨후, 늑막반이 석면관련 폐실질성 질환유무에 관계없이 폐용적의 현저한 감소와 관계 있는 것으로 보고하였다⁵). 본 연구에서는 석면에 폭로된 근로자에서 연령, 신장, 성별, 흡연력, 분진농도, 분진기간을 보정한 후 늑막비후가 폐기능감소에 미치는 영향을 보았는데 늑막비후가 있는군에서 그렇지 않은 군에 비하여 FVC, FEV₁, PEF_R과 FEF₂₅가 유의하게 감소하였다.

요 약

연구배경: 석면분진의 흡입으로 인한 호흡기 변화중 가장 초기에 그리고 가장 빈번하게 발견되는 것은 늑막변화이다. 늑막변화에는 늑막삼출액, 늑막반, 미만성늑막섬유화로 분류되기도 하나 일반적으로 늑막비후를 단순히 석면폭로의 지표로 여기고 간과하는 경우가 많다. 그러나 석면에 관련된 질환은 대부분이 만성적이고 폭로가 중단된 뒤에 질환이 발현되는 경우가 빈번하여 늑막변화를 나타내는 근로자에 대한 합리적인 관리와 검사가 필요할 것으로 생각된다.

방법: 석면분진을 취급하는 9개 사업장의 작업장 부서별 석면분진농도를 측정하고 석면을 취급하는 업무에 종사하고 있는 222명을 대상으로 하여 설문조사, 흉부 방사선 사진, 폐기능검사를 실시하여 우리나라 석면취급 근로자들에서 발생하는 늑막변화에 대한 역학조사와 함께 늑막변화에 따른 폐기능의 변화, 그리고 폐기능의 저하에 미치는 인자들에 대한 조사를 실시 하였고 모든 성적은 SAS을 이용하여 분석하였다.

결과:

1) 조사대상 사업장은 총 9개 였으며 대상 사업장중 1개소를 제외하고는 석면분진 농도는 허용농도 이하였다. 조사대상 근로자중 폐기능 검사를 실시한 222명을 대상으로 하였고 남자가 196명(88.3%), 여자 26명(11.7%)였으며 평균 연령은 41.9±9.8세 이었고 평균 석면분진 폭로기간은 10.6±7.8년 이었다.

2) 흉부 방사선 소견상 정상소견을 보인 198명(89.19%), 결핵병변이 관찰된 경우 6명(2.7%), 늑막비

후가 보인 경우 17명(7.66%), 망상형 간질성 음영이 의심되는 경우 2명(0.90%)이었다.

3) 늑막비후가 있는 군과 없는 군 사이에 평균신장, 흡연력, 분진농도에는 차이가 없으나, 늑막비후가 없는 군에 비하여 있는군에서 연령, 흡연자의 누적 흡연력, 분진 폭로기간이 유의하게 증가되어 있었다.

4) 늑막비후가 있는 군과 없는 군에서 폐기능의 차이를 보면, 모든 폐기능의 지표에서 늑막비후가 있는 군에서 늑막비후가 없는 군에 비해 유의한 감소를 보였다.

5) 단순회귀분석에서 누적흡연력이 클수록, 폭로기간이 길수록, 그리고 분진농도가 높을 수록 폐기능지표들은 감소하였으며 특히 소기도폐색의 지표인 FEF₇₅에서 유의하게 변화하였고 누적흡연력은 FEF₅₀의 변화에 유의한 영향을 미쳤다.

6) 다중회귀분석시 폐기능지표들이 누적흡연력이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으나 주로 소기도폐색 지표에 유의한 감소를 보였으며, 늑막비후가 있는 군에서 없는 군에 비하여 폐기능이 현저히 감소하였다.

결론: 석면 취급 근로자에서 여러가지 폐기능 검사 항목과 석면분진농도등 영향을 미칠수 있는 인자를 조사한 결과 분진폭로농도와 폭로기간에 따라 FEF₅₀와 FEF₇₅이 특히 민감하게 반응하여 석면에 대한 폐질환의 조기진단을 위하여 도움이 될 것으로 생각되며, 본 연구에서 폐실질병변은 없으나 늑막비후만 관찰되는 경우에도 폐기능이 현저하게 감소한 것으로 미루어 이에 대한 적극적인 관리가 필요하다.

참 고 문 헌

- 1) 윤임중, 박정일, 이원철, 임영, 김경아: 석면취급 작업장의 환경및 근로자에 대한 역학조사. 대한산업의학회지 5:137, 1993
- 2) Documentation of threshold limit values and biological exposure indices. 6th ed, 1991, American conference of governmental industrial hygienists. INC Clinical Ohio 84-89, 1990
- 3) Schwartz DA, Fuortes LJ, Galvin JR, Burmeister LF, Schmidt LE, Leistikow BN, Lamarte FP, Merchant JA: Asbestos-induced pleural fibrosis

- and impaired lung function. *Am Rev Respir Dis* 141:321, 1990
- 4) Finkelstein MM: A study of dose-response relationships for asbestos associated disease. *Br J Ind Med* 42:319, 1985
 - 5) Bourbeau J, Ernst P, Chrome J, Armstrong B, Beaklake MR: The relationship between respiratory impairment and asbestos related pleural abnormality in an active work force. *Am Rev Respir Dis* 142:837, 1990
 - 6) 정장영, 안형숙, 김지원, 김경아, 윤임중, 김한옥, 최영미, 송정섭 : 석면분진폭로에 의하여 석면폐증과 늑막삼출액, 폐암이 합병된 1예. 결핵 및 호흡기 질환 41:651, 1994
 - 7) Nicholson WJ, Perkel G, Selikoff IJ: Occupational exposure to asbestos: Population at risk and projected mortality 1980-2030. *Am J Ind Med* 3:259, 1982
 - 8) Walker Am, Loughlin JE, Friedlander EF, Rothman KJ, Dreyer NA: Projections of asbestos related disease 1980-2009. *J Occup Med* 25:409, 1983
 - 9) Hughes JM, Weill H: Asbestos exposure: Quantitative assessment of risk. *Am Rev Resp Dis* 133:5, 1983
 - 10) Lilienfeld DE, Mandel JS, Coin P, Schuman LM: Projection of asbestos related disease in the United States 1985-2009. *Cancer. Br J Ind Med* 45:283, 1988
 - 11) Margaret R, Becklake: Asbestos related disease of the lung and other organs: Their epidemiology and implications for clinical practice. *Am Rev Respir Dis* 114:187, 1976
 - 12) Eisenstadt HB: Benign asbestos pleurisy. *JAMA* 192:419, 1965
 - 13) Eisenstadt HB: Pleural effusions in asbesetosis. *N Engl J Med* 290:1025, 1974
 - 14) International Labor Office: Guidelines for the use of International Labor Organization(ILO). International classification of radiographs of pneumoconiosis. Geneva: International Labor Office, 1980
 - 15) Hillerdel G: Pleural plaques. Thesis. Acta Universitatis upsaliensis, 1980
 - 16) Finkelstein M: Pulmonary function in asbestos cement workers: A dose response study. *Br J Ind Med* 43:406, 1986
 - 17) Ohlson C-G, Rydman T, Sundell L, Bodir L, Hogstedt C: Decreased lung function in the long term asbestos cement workers: A cross-sectional study. *Am J Ind Med* 5:359, 1984
 - 18) Kalacic I: Chronic nonspecific lung disease in cement workers. *Arch Environ Health* 26:84, 1973
 - 19) Kalacic I: Ventilatory lung function in cement workers. *Arch Environ Health* 26:84, 1973
 - 20) Hedenstierna G, Alexandersson R, Kolmodin-Hedman B, Szamosi A, Tollg J: Pleural plaques and lung function in construction workers exposed to asbestos. *Eur J Respir Dis* 62:111, 1981
 - 21) Begin R, Cantin A, Berthinume Y, Boileau R, Pelogin S, Masse S: Airway function in the lifetime nonsmoking older asbestos workers. *Am J Med* 75:631, 1983
 - 22) Kilburn KH, Warshaw RH, Einstein K, Bernstein J: Airway disease in non smoking asbestos workers. *Arch Environ Health* 40:293, 1985
 - 23) Dahlvist M, Alexandersson R, Hedenstierna G: Lung function and exposure to asbestos among vehicle mechanics. *Am J Ind Med* 22:59, 1992
 - 24) 김경아, 정치경: 온석면에 의한 건강장해. *한국의 산업의학* 33:149, 1994
 - 25) Baker EL, Dagg T, Green RE: Respiratory illness in the construction trades. I. The significance of asbestos associated pleural disease among sheet metal workers. *J Occup Med* 27:483, 1985
 - 26) Jarholm B, Larsson S: Do Pleural plaques pro-

- duce symptoms? A brief report. *J Occup Med* **30:345**, 1980
- 27) Oliver LC, Eisen EA, Greene R, Sprine NL: Asbestos related pleural plaques and lung function. *Am J Ind Med* **14:649**, 1988
- 28) Jarvholm B, Senden A: Pleural plaques and respiratory function. *Am J Ind Med* **10:419**, 1986