

석면에 장기간 노출된 퇴직한 수리조선업 근로자의 폐영상-단순흉부촬영 및 고해상전산화단층촬영 소견과 그 유병률-

동아대학교 의과대학 영상의학교실, 산업의학교실¹⁾, 예방의학교실 및 환경유전역학연구회²⁾

김기남 · 김정일¹⁾ · 이기남 · 정갑열¹⁾ · 김준연²⁾

— Abstract —

Imaging Findings among Retired Workers Who Were Long-term Exposed to Asbestos -Lung and Pleural Diseases Prevalence on Chest Radiograph and HRCT-

Ki Nam Kim, Jung Il Kim¹⁾, Ki-Nam Lee, Kap Yeol Jung¹⁾, Joon Youn Kim²⁾

Department of Radiology, Occupational Medicine¹⁾,
Preventive Medicine and The Research Society of Environmental Genetic Epidemiology²⁾,
College of Medicine, Dong-A University

Purpose: To determine imaging findings among retired workers who were long-term exposed to asbestos. Lung and pleural diseases prevalence were studied on chest radiograph and HRCT.

Materials and Methods: Eighteen workers who were long-term exposed to asbestos occupationally in shipyards were examined by chest radiographs (PA and lateral view) and HRCT (high-resolution computed tomography).

Results: In 12 of 18 subjects (66.7%), asbestos-related pleural abnormalities were evident in diaphragmatic, lateral chest wall and costophrenic angle of the pleura on chest radiographs. The thickness of pleural plaques at the lateral chest wall varied. Diffuse pleural thickening was evident in 2 workers. Parenchymal abnormalities were not found on chest radiographs. On HRCT, pleural thickening was observed in 16 of 18 subjects (88.9%), in the areas of juxtavertebral, diaphragmatic, anterior, lateral, mediastinal and fissural pleura. Curvilinear subpleural lines representing early parenchymal asbestosis were found in the lower posterior lung in three of 18 subjects (16.7%).

Conclusions: In long term asbestos-exposed workers, the asbestos-related pleural disease was 66.7% on chest radiographs and 88.9% on HRCT. The authors suggest that this group should be followed up periodically

Key Words: Asbestos, Radiograph, HRCT

서 론

우리나라에서는 석면 관련 폐암이 1994년에 처음 보고 되었으며(Jung et al, 1994), 2000년까지 석면에 의한 직업성 폐암으로 인정된 경우는 4건이었다(Kang et al, 2001). 이후 13년간 석면포를 지급하고 수거하는 작업과

석면포를 이용하여 가끔씩 시험을 한 안전관리자에서 발생한 악성중피종을 보고하였으며(Lim et al, 2001), 최근에는 Yoon 등(2004)이 수리조선업 근로자의 석면에 의한 직업성 폐암 증례를 보고하였다.

현재 청석면, 갈석면의 경우 수입금지 품목으로 정해져 있고, 청석면과 갈석면을 제외한 석면은 제조 또는 사용

〈접수일: 2006년 1월 19일, 채택일: 2006년 4월 14일〉
교신저자: 김 정 일 (Tel: 051-240-2917) E-mail: kimji@dau.ac.kr

* 이 논문은 2005학년도 동아대학교 학술연구비(신진과제)에 의하여 연구되었음.

시 노동부장관으로부터 허가를 받아야 하는 유해물질로 정해져 있어 수입량이 대폭 감소하고 있는 추세이다. 그러나, 석면에 의한 건강장애는 노출이 중단되었다 하더라도 이전에 노출되었던 근로자에게서 지속적으로 발생하고 있으며, 향후에도 이러한 경향은 지속될 것으로 예상된다. 현재 노출되는 근로자는 적절한 의학적 감시를 받고 있지만, 장기간 노출되었다 퇴직한 근로자에 대한 지속적인 의학적 감시는 미비한 실정이다.

국내에서의 역학조사를 보면 Yun 등(1993)이 석면취급근로자 375명의 단순흉부촬영에서 흉막비후 17례와 흉막석회화 3례를 보고하였다. 이 연구에서 10년 이상 근무한 군이 10년 미만 근무한 군에 비하여 흉부사진 이상 소견의 교차비가 4.45이었다. Paek 등(1995)은 석면취급근로자 139명의 단순흉부촬영에서 석면폐증 또는 흉막비후 10례를 보고하였다. 그러나 단순흉부촬영과 고해상 전산화단층촬영(CT)을 동시에 검사한 연구는 매우 적은 실정이다.

이에 저자들은 Yoon 등(2004)이 보고한 증례와 동일한 사업장에서 장기간 근무하였던 퇴직근로자들에 대해 단순흉부촬영과 고해상 CT 검사를 수행하였던 바, 그 소견 및 유병률을 보고하는 바이다.

대상 및 방법

1. 연구대상

경남에 소재하는 수리조선소에 근무한 후 퇴직한 근로자 18명을 대상으로 하였다. 이들은 모두 수리조선소에서 배관공 또는 영선반에서 근무하였으며 주로 조선소에서 사용하는 단열재 사용 작업 중에 석면에 노출된 직업력을 가지고 있었다. 전원 남성이었으며 평균 연령이 60.8세 이었고 57세부터 65세 사이의 연령으로 매우 비슷하였다. 11명이 흡연자 또는 이전흡연자이었으며, 이들의 흡연력은 평균 20.7갑년이였다. 평균 근무기간은 28.2년으로 전원 20년 이상 동일한 조선소의 같은 환경에서 근무한 매우 동질성이 높은 집단이었다(Table 1).

2. 방사선 검사

대상자는 같은 날에 후진면 및 측면 단순흉부촬영과 고해상 CT를 시행하였다. 고해상 CT는 흉막-폐(pleuroparenchymal) 조건 2000/-700 HU (Hounsfield unit), 종격동 조건 350/-50 HU로 흉기에서 2 cm 간격, 1 mm 두께로 얻었다. 필요할 경우 복와위 영상을 얻어서 증가음영과 의존적 증가음영과의 감별이 용이하도록 하였다. 두 명의 흉부 방사선과 전문의가 흉막과 폐실질의 이상소견과 분포에 대해 분석하였으며 의견이 다를 경우 회의를 통하여 합의하였다. 결핵 등 다른 질환과의 편견을 최대한 줄이기 위하여 석면에 노출되었다는 사실 외에는 더 이상의 직업력 및 과거병력에 대한 정보를 알지 못하게 하였다.

후진면 및 측면 단순흉부촬영은 국제노동기구 판독기준(ILO, 1980)에 따라서 판독하였으며, 흉막비후의 유무와 위치(횡격막, 외측흉벽, 늑골횡격막각), 두께, 길이, 석회화에 따라 분류하였다. 흉막비후의 범위가 끊어지지 않는 평활한 흉막비후로서 폐실질과 불분명한 경계를 보일 때를 미만성 흉막비후(diffuse pleural thickening, DPT)라 하고, 폐 조직과 분명한 경계를 이루는 흉막비후를 흉막플라크(plaque)로 하였다. 각각의 플라크를 측면상(in profile)의 두께를 mm 단위로 측정하여 5 mm 이하를 a, 5 mm 초과에서 10 mm 이하를 b, 10 mm 를 초과하는 경우를 c로 나누고, 측면상과 정면상(en face)의 길이를 합한 것이 흉벽 길이의 4분의 1 이하일 경우를 1, 4분의 1 초과에서 2분의 1 미만일 경우를 2, 2분의 1을 초과할 경우를 3으로 하였다. 폐실질 이상은 역시 ILO 기준에 따라 분류하여 10 mm 기준으로 소음영과 대음영, 또한 소음영은 모양과 크기에 따라 분류하였다. 그 외 단순흉부촬영에서 보이는 추가소견을 기록하였다.

고해상 CT에서도 먼저 흉막의 이상을 살펴보고, 좌우, 위치(횡격막, 후외측흉벽, 늑골횡격막각, 종격동, 전방), 석회화의 동반 유무를 보고, 두께와 측면영상에서의 침범길이를 눈금이 표시된 줄자를 이용하여 mm 단위로 최대 10 cm까지 측정하였고, 병변이 떨어져 있는 경우에

Table 1. Characteristics of the subjects

Sex	Male	18
	Female	0
Age (years)	Mean ± SD	60.8 ± 2.0
smoking	Smoker or ex-smoker	11
	Non-smoker	7
Tenure (years)	Mean ± SD	28.2 ± 4.6

는 각각을 더하여 그 합으로 나타내었다. 폐실질 이상은 초기 석면폐의 소견인 흉막하 폐실질의 선상 음영이나 소엽간이나 소엽내 간질의 비후, 원형 무기폐 등의 변화, 그 외에도 흡연 관련 변화나 이전 결핵의 흔적을 살펴보았다.

결 과

단순흉부촬영에서 총 18례 중 12례(66.7%)에서 흉막병변이 관찰되었다(Table 2). 흉막플라크의 위치는 횡격막 단독으로 비후된 경우가 5례, 횡격막과 늑골횡격막이 동시에 비후된 경우와 횡격막과 외측흉벽이 동시에 비후된 경우가 각각 3, 2례이었다. 그리고 외측흉벽 단독으로 침범된 소견은 2례에서 관찰되었다. 전체적으로 횡격막이 10례, 늑골횡격막과 외측흉벽이 각각 3, 4례이었다. 외측흉벽 흉막플라크의 두께는 a가 3례, b가 1례에서 보였고, 길이는 1이 4례, 2가 1례에서 보였다. 흉막플라크를 가진 12례중 2례는 미만성 흉막비후를 동시에 보였다. 흉막플라크의 석회화는 횡격막에서만 4례 관찰되었다(Fig. 1A). 그 외 단순흉부촬영에서 보이는 추가소견은 3명에서 폐 상부에 비활동성 결핵이 의심되었고, 석면과 관련된 폐실질 병변이 의심되는 소견은 관찰되지 않

았다.

고해상 CT에서는 16례(88.9%)에서 흉막비후가 관찰되었으며, 위치는 척추 주위 13례, 횡격막 11례, 전방 5례, 외측 3례, 종격동 1례, 폐간열 1례의 순이었다. 동반된 석회화는 7례에서 보였다(Fig. 1B). 두께는 1 mm부터 1.3 cm까지 이었고, 길이는 2 cm부터 47 cm 이상까지 매우 다양하였다. 3명(16.7%)에서 흉막비후 근처의 하폐 기저부에 흉막하 곡선(subpleural line)이 나타나는 석면폐증의 초기 소견이 보였다(Fig. 1C).

단순흉부촬영에서 흉막비후가 보이고 고해상 CT에서는 보이지 않았던 부위(단순촬영 가양성)는 흉막하 지방층이나 늑간근이 두꺼워진 경우였다. 고해상 CT에서만 보인 흉막비후 4례 중 1례는 횡격막 위치였고, 3례는 척추 주위에 짧고 미약하면서 석회화가 동반되지 않은 경우였다(Fig. 2A, 2B).

고 찰

1980년대 말 이후에는 선박을 건조하거나 수리할 때 석면의 사용이 감소되고 있어 노출량이 적을 수 있으나, 이미 오래전에 석면을 사용하여 건조된 배를 수리하는 경우에는 석면에 상당량 노출된다. 또한 선박의 기관 및 배

Table 2. Summary of findings on chest radiograph and HRCT

Age	Sex	Tenure (years)	Chest radiograph		HRCT	
			Pleural thickening	in profile width/extent/en face extent	Pleural thickening	max. width /sum of extent (cm)
58	m	35			Ld	0.1/2
61	m	35	R [†] d [†] , L [†] d, Rw [§] , Lw	DPT, a/2/1, a/1/1	Rd, Ld, Rjux , Ljux, Rant [¶] , Rfiss [*]	1/47- ^{†††}
62	m	31			Rjux, Ljux	0.1/9
62	m	31	Rd (cal ⁺⁺), Ld, c ^{††}		Rd (cal), Rjux (cal), Ljux, Rant, Lant	0.5/25
61	m	30	Lw	a/1/1	Rjux, Ljux	0.1/10
61	m	30	Rd (cal), Ld (cal)		Rd (cal), Ld(cal), Rjux, Ljux	0.1/14
59	m	30				
59	m	29			Rjux, Ljux	0.1/7.5
63	m	28	Rd, Ld, Rw, Lw	a/1/No, a/1/No	Rd, Rjux, Ljux, Rant, Lant, Rlat , Llat	1/33.5
63	m	28	Ld, Lc		Rd (cal), Ld, Rjux, Ljux	0.7/20-
61	m	28	Rd		Rd	0.5/13
57	m	26	Ld		Ld (cal), Rjux (cal), Ljux (cal), Lant	0.1/14
65	m	26	Ld		Rd (cal), Ld, Rjux, Ljux	0.5/22.5-
59	m	26			Rjux, Ljux	0.5/10
60	m	25	Lw	b/1/1	Rjux, Rant, Llat	0.1/9
62	m	25	Rd (cal), Ld (cal), Lc	DPT	Rd (cal), Ld (cal), Lmed ^{***} (cal)	1/12
61	m	24	Rd (cal), Ld		Rd (cal), Rjux, Ljux (cal), Rlat, Llat	1.3/5
61	m	21				

* ; right, †; diapragmatic pleura, ‡; left, §; chest wall, ||; juxstaverterbral, ¶; anterior, **; fissural, ++; calcification, ††; costophrenic angle, §§; right lower lobe, |||; lateral, ¶¶; left lower lobe, ***; mediastinal, †††; not less than or more

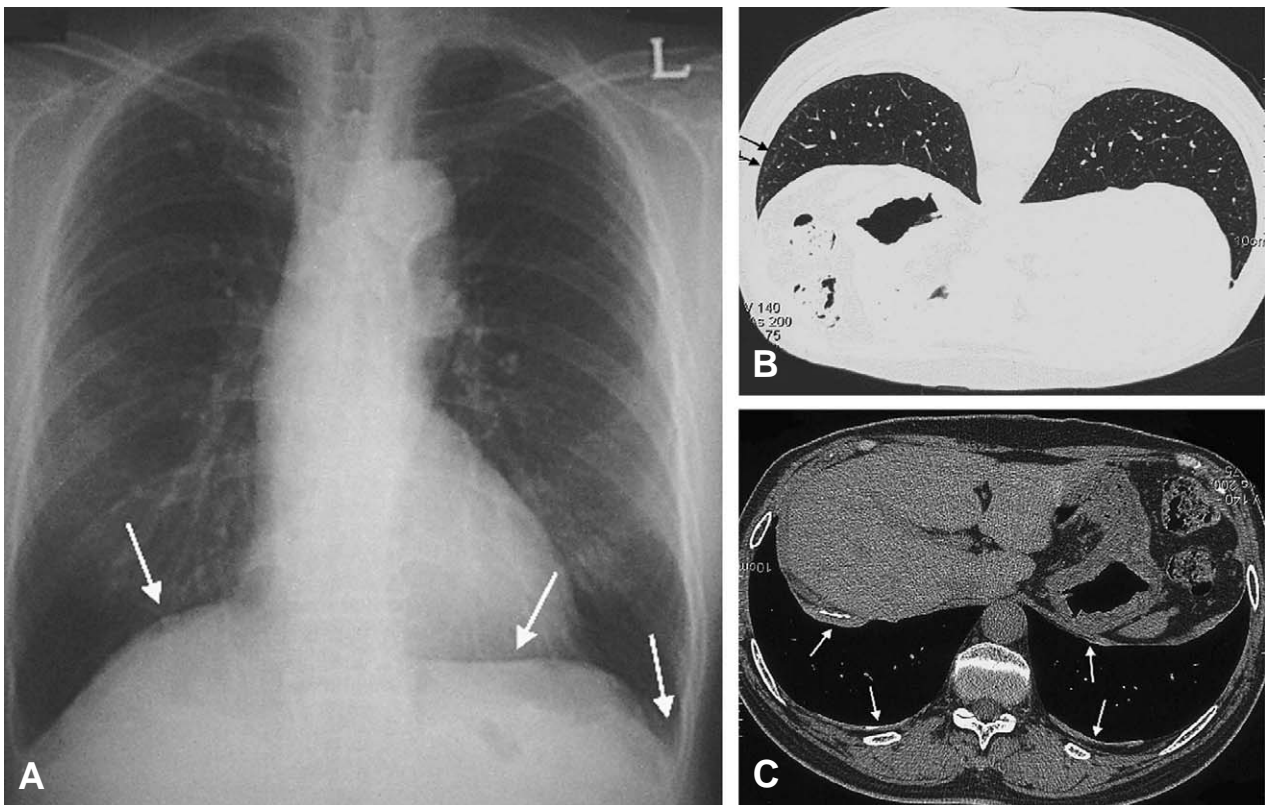


Fig. 1. (A) A posteroanterior radiograph shows multiple pleural plaques (arrows) that affect the both diaphragm and left costophrenic angle. Right diaphragmatic plaque shows calcification. (B) Axial CT scan obtained with mediastinal settings shows calcified right diaphragmatic and juxtavertebral plaques (arrows) and non-calcified left juxtavertebral plaque. (C) Axial high-resolution CT scan obtained with the patient in a prone position shows a subpleural curvilinear opacity (arrows) thought to represent peribronchiolar fibrosis.

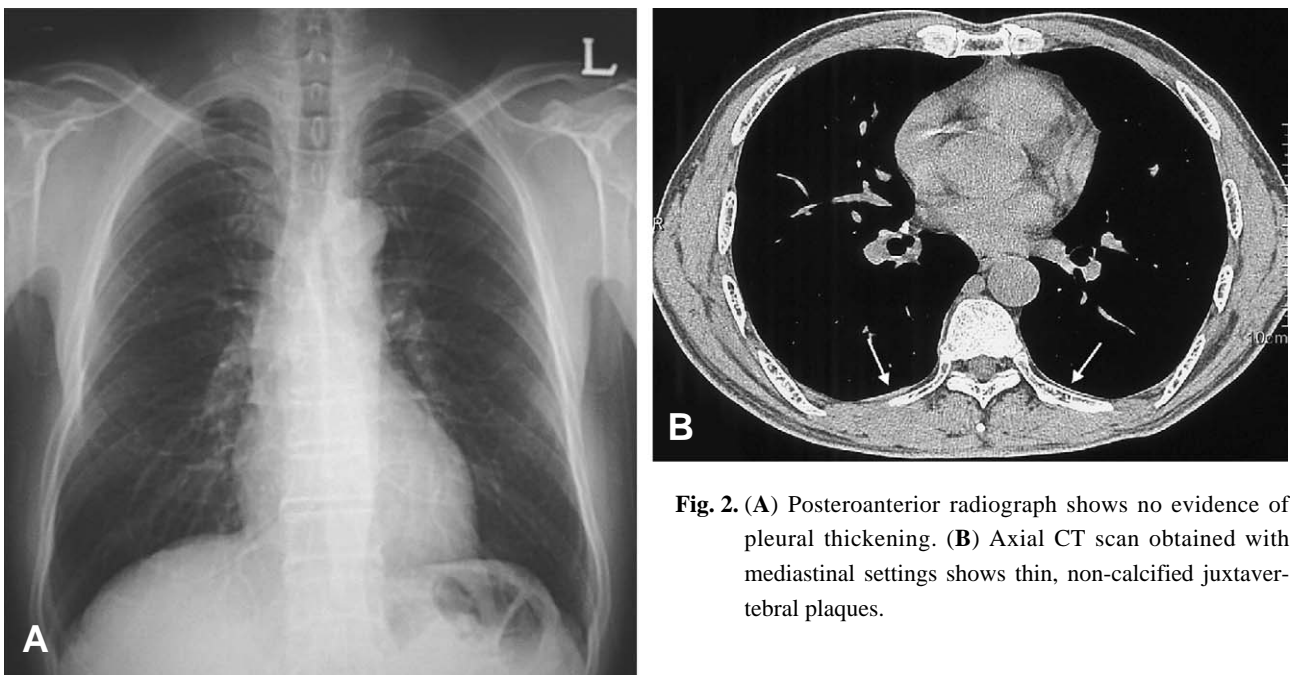


Fig. 2. (A) Posteroanterior radiograph shows no evidence of pleural thickening. (B) Axial CT scan obtained with mediastinal settings shows thin, non-calcified juxtavertebral plaques.

관의 단열을 위해서 여전히 석면포를 사용하고 있는 실정이다. 본 연구의 대상이었던 퇴직자들이 작업하였던 작업장에서 보일러 보온재 커버 교체 및 폐기관 수리작업과 발전기의 보온단열재 교체작업과 석면포 제거, 재단, 부착 작업부서에 대한 측정결과 평균 분진 노출농도는 33.792 mg/m^3 로 허용농도를 초과하였으며, 석면 노출농도 또한 1.423 개/cc로 허용농도를 초과하였다(Yoon et al, 2004). 따라서 이전의 작업환경이 더욱 더 열악하였다고 가정한다면 퇴직 근로자들은 아주 장기간 상당한 양의 석면에 노출되었을 것으로 사료된다. 영선반의 경우 작업장 전체를 돌아다니기 때문에 개개인의 노출 정도를 평가하기가 용이하지 않았다.

국내에서의 역학조사를 보면 Yun 등(1993)이 석면취급근로자 375명의 단순흉부촬영에서 흉막비후 17례와 흉막석회화 3례를 보고하였다. 총 5개 사업장의 139명의 근로자를 대상으로 10년 이상 석면분진 노출력이 있는 근로자의 후전면 및 좌우 흉부방사선 검사 및 고해상 CT를 실시하여 4명(3%)을 석면폐로 진단하였다(Pack et al, 1995). 1998년에는 국내에서 보일러 설치 및 배관작업(boilermaker)을 약 30년 정도 한 후 흉막 악성 중피종이 발생한 예가 보고되었다(Kang et al, 1998). 이 환자의 흉막 조직에서 석면 섬유 농도, 그 중 백석면의 농도가 높았다. 1999년 보고된 석면폐증 1례는 백석면을 주로 취급하는 자동차 브레이크 제작공장 근로자로 30년의 노출력을 가지며, 흉막플라크와 폐간질 섬유화가 보였다(Lee et al, 1999).

대부분 30년 이상 노출되었던 석면 단열재 생산공장 근로자 2,907명을 대상으로 한 단순흉부촬영에서 11.6%는 폐실질의 섬유화 소견만을, 23.9%는 석면관련 흉막병변만을, 48.7%는 폐와 흉막 모두 이상소견을 보여 84.3%가 이상소견을 보였다(Lilis et al, 1991). 단순흉부촬영은 초기변화에 대한 민감도가 상대적으로 낮을 수 있으며, 정상 단순흉부촬영 소견을 보인 169명의 석면노출 근로자의 33%가 고해상 CT에서 석면폐증에 부합하는 비정상 소견을 보인다고 보고하였다(Staples et al, 1989). 본 연구는 연구대상이 18명으로 유병률을 논하기에 미흡하지만, 단순흉부촬영에서는 67%, 그리고 고해상 CT에서는 89%의 이상소견을 보여 향후 고위험군에 대한 고해상 CT검사를 고려해야 할 것으로 사료된다.

흉막플라크는 석면 관련 흉막병변 중 가장 흔한 소견으로 폭로된 지 20-30년 후에 생기는 것이 보통이며, 노출량과 무관하고 노출 후 기간이 중요하다고 알려져 있다. 대부분 증상이 없이 우연히 발견되고, 후외측 흉벽이나 횡격막 표면의 벽측 흉막(pleural)에 생기고 비교적 세포성분이 없는 섬유조직 덩어리로 10~15%에서 석회화를 보인다. 장측 흉막(visceral pleura)에서도 생

길 수 있으나 폐첨부와 횡격막각 부위는 보통 제외된다. 횡격막 표면에 생긴 경우에 특이적인 소견이라 할 수 있다(Friedman et al, 1988; Staples, 1992; Roach et al, 2002). 발생기전은 잘 알려져 있지 않으나, 림프관을 따라 도달한 석면섬유에 의한 염증반응으로 이해하고 있다. 대부분의 연구에서 고해상 CT와 고식적인 흉부 CT로 95% 이상의 민감도를 보인다고 하고 최근에는 다검출기 저용량 CT로도 고해상 CT에 못지 않은 민감도와 특이도를 보고하고 있다(Remy-Jardin et al, 2004).

미만성 흉막비후는 끊어지지 않은 평활한 흉막비후로 대부분 흉막삼출 이후에 장측 흉막의 비후와 섬유화로 생기고 벽측 흉막과 광범위한 유착이 생긴다. 석면 외의 여러가지 이유의 흉막삼출로 인해 생길 수 있으므로 흉막플라크에 비해 석면 노출에 덜 특이적인 소견이다(Friedman et al, 1990).

석면폐증은 흉막비후의 유무와 관계없이, 석면섬유에 대한 폐실질의 섬유화를 칭하는 것으로 노출량과 섬유화의 정도가 관련있는 것으로 알려져 있다. 주로 하폐의 기저부에 세기관지 주위의 섬유화에 의한 무기폐로 흉막하 곡선(subpleural curvilinear line), 불규칙한 소음영이나 선상 음영(parenchymal band)등이 생기며, 발생기전은 석면섬유에 의해 모인 중성구와 대식세포가 분비하는 화학주성인자(chemotactic factor), 섬유화인자(fibrogenic mediator)에 의한 섬유화가 호흡세기관지 주위에 생기면서 시작된다고 알려져 있다. 때로는 중력 작용부위의 일시적인 폐포허탈이 흉막하 곡선처럼 보일 수 있으며 이러한 경우 복외위에서 CT를 다시 시행하여 음영이 소실 여부를 확인하는 것이 도움이 된다(Yoshimura et al, 1986; Akira et al, 1991).

원형 무기폐(round atelectasis)도 석면 관련 폐병변으로 알려져 있으나, 흉막병변이 있는 경우 어떤 질환에서도 생길 수 있으므로 특이도가 비교적 낮다(Friedman et al, 1988; Gamsu, 1989; Roach et al, 2002).

석면 관련 흉막 및 폐실질 질환에는 효과적인 치료 없기 때문에 고해상 CT의 진단이 보상 문제의 결정에 관계된 경우가 아니면 중요하지 않을 수도 있다. 그러나 진단방사선과 의사에게 단순흉부촬영보다는 확신을 가진 진단을 내릴 수 있도록 도와준다(Aberle et al, 1988a, Aberle et al, 1988b; Staples et al, 1989; Klaas, 1993).

본 연구는 장기간 석면에 노출된 근로자의 석면 관련 흉막질환(asbestos-related pleural disease)의 유병률이 고해상 CT에서는 90% 정도로 매우 높았고, 단순흉부촬영에서도 역시 67%로 높다는 사실을 보여 준다. 따라서 이 집단에 대한 정기적인 영상검사가 필요하다고 사료된다.

요 약

목적: 장기간 석면에 노출되었던 퇴직한 조선소 근로자에서 단순흉부촬영과 고해상 CT소견 및 그 유병률을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 수리조선소에서 배관공 또는 영선반에서 근무한 후 퇴직한 근로자 18명을 대상으로 하여 후전면 및 측면 단순흉부촬영과 고해상 CT를 시행하였다. 이들은 모두 조선소에서 사용하는 단열재 사용 작업 중에 석면에 노출되었다.

결과: 단순흉부촬영에서 총 18례 중 12례(66.7%)에서 흉막병변이 관찰되었다. 흉막플라크의 위치는 횡격막 단독으로 비후된 경우가 5례로 가장 많았으며, 외측흉벽 흉막플라크의 두께는 a가 3례, b가 1례에서 보였고, 길이는 1이 4례, 2가 1례에서 보였다. 흉막플라크를 가진 12례 중 2례는 미만성 흉막비후를 동시에 보였다. 흉막플라크의 석회화는 횡격막에서만 4례 관찰되었다. 석면과 관련된 폐질환병변이 의심되는 소견은 관찰되지 않았다. 고해상 CT에서는 16례(88.9%)에서 흉막비후가 관찰되었으며, 위치는 척추 주위 13례, 횡격막 11례 등이었다. 동반된 석회화는 7례에서 보였다. 두께는 1 mm부터 1 cm까지 이었고, 길이는 2 cm부터 47 cm 이상까지 매우 다양하였다. 3명(16.7%)에서 흉막비후 근처의 하폐 기저부에 흉막하 곡선이 나타나는 석면폐증의 초기 소견이 보였다.

결론: 장기간 석면에 노출된 근로자의 석면 관련 흉막병변의 유병률이 매우 높아 장기적인 추적검사가 필요하다고 사료된다.

참고문헌

Aberle DR, Gamsu G, Ray CS, Feuerstein IM. Asbestos-related pleural and parenchymal fibrosis: detection with high-resolution CT. *Radiology* 1988a;166:729-34.

Aberle DR, Gamsu G, Ray CS. High-resolution CT of benign asbestos-related diseases: clinical and radiographic correlation. *AJR* 1988b;151:883-91.

Akira M, Yokoyama K, Yamamoto S, Higashihara T, Morinaga K, Kita N, Morimoto S, Ikezoe J, Kozuka T. Early asbestosis: evaluation with high-resolution CT. *Radiology* 1991;178:409-16.

Friedman AC, Fiel SB, Fisher MS, Radecki PD, Lev-Toaff AS, Caroline DF. Asbestos-related pleural disease and asbestosis: a comparison of CT and chest radiography. *AJR* 1988;150:269-75.

Friedman AC, Fiel SB, Radecki PD, Lev-Toaff AS. Computed tomography of benign pleural and pulmonary parenchymal

abnormalities related to asbestos exposure. *Semin Ultrasound CT MR* 1990;11:393-408.

Gamsu G, Aberle DR, Lynch D. Computed tomography in the diagnosis of asbestos-related thoracic disease. *J Thorac Imaging* 1989;4:61-7.

Guidelines for the use of ILO international classification of radiographs of pneumoconioses. 1980 ed. Geneva, international labour office, 1980. occupational safety and health series No. 22 (Rev).

Jung JY, Ahn HS, Kim JW, Kim KA, Yun IG, Kim HW, Choi YM, Song JS. A case of asbestosis, pleural effusion and lung cancer caused by long-term occupational asbestos exposure. *Tuberc Respir Dis* 1994;41(6):651-7 (Korean).

Kang DM, Kim JW, Son BC, Kim JI, Woo JC, Lee JT. A case of malignant pleural mesothelioma combined with asbestosis in a boilermaker and plumber. *Korean J Occup Environ Med* 1998;10(4):610-17 (Korean).

Kang SK, Ahn YS, Chung HK. Occupational cancer in Korea in the 1990s. *Korean J Occup Environ Med* 2001;13(4):351-9 (Korean).

Klaas VE. A diagnostic approach to asbestosis, utilizing clinical criteria, high resolution computed tomography, and gallium scanning. *Am J Ind Med* 1993;23:801-9.

Lee YS, Jang TW, Yu HD, Jung MH, Lee YH, Suh JY, Hur B, Lee JS. A case of asbestosis. *Korean J Occup Environ Med* 1999;11(1):119-24 (Korean).

Lilis R, Miller A, Godbold J, Chan E, Selikoff IJ. Radiographic abnormalities in asbestos insulators: effects of duration from onset of exposure and smoking. Relationships of dyspnea with parenchymal and pleural fibrosis. *Am J Ind Med* 1991;20:1-15.

Lim HS, Kim DH, Choi JK, Kang SK. A case of malignant mesothelioma occurred to occupational safety manager tested asbestos blanket. *Dongguk J Med* 2001;8:148-56 (Korean).

Paek DM, Paik NW, Choi JK, Son MA, Im JG, Lee WJ, Moon YH, Park JS, Choi BS. Prevalence of asbestosis in Korean asbestos industry. *Korean J Occup Environ Med* 1995;7(1):46-57 (Korean).

Remy-Jardin M, Sobaszek A, Duhamel A, Mastora I, Zanetti C, Remy J. Asbestos-related pleuropulmonary diseases: evaluation with low-dose four-detector row spiral CT. *Radiology* 2004;233:182-90.

Roach HD, Davies GJ, Attanoos R, Crane M, Adams H, Phillips S. Asbestos: When the dust settles - an imaging review of asbestos-related disease. *Radiographics* 2002;22:S167-84.

Staples CA, Gamsu G, Ray CS, Webb WR. High resolution computed tomography and lung function in asbestos-exposed workers with normal chest radiographs. *Am Rev Respir Dis* 1989;139:1502-8.

Staples CA. Computed tomography in the evaluation of benign asbestos-related disorders. *Radiol Clin North Am* 1992;30:1191-207.

Yoon DY, Kang JW, Lee HJ, Kim JI, Son JE, Jung KY, Kim JY, Roh MS. A case of lung cancer caused by long-term asbestos exposure. *Korean J Occup Environ Med* 2004;16(4):499-507 (Korean).

Yoshimura H, Hatakeyama M, Otsuji H, Maeda M, Ohishi H,

Uchida H, Kasuga H, Katada H, Narita N, Mikami R, Konishi Y. Pulmonary asbestosis: CT study of subpleural curvilinear shadow. work in progress. *Radiology* 1986;158:653-8.

Yun IG, Park CY, Lee WC, Lim Y, Kim KA. Epidemiological survey on the environment and health status in asbestos factories. *Korean J Occup Environ Med* 1993;5(1):137-51 (Korean).