

전국 진폐요양기관 흉부 방사선분야 실태조사 결과 최초 보고¹

이원정 · 박재성² · 김성진³ · 고경선⁴ · 추상덕 · 박소영 · 최병순

목적: 흉부 방사선촬영 장치 및 촬영기술, 판독환경 등은 진폐 소견 및 합병증 진단에 영향을 미칠 수 있다. 전국 33개 진폐요양기관은 그동안 흉부 방사선분야 정도관리에 대한 외부평가를 받은 적이 없다. 이와 같은 배경 하에 우리 연구소에서는 처음으로 전국 33개 진폐요양기관 흉부 방사선분야 실태를 조사하여 의미 있는 결과를 얻었고, 그 결과로부터 정도관리의 필요성에 대해 언급하고자 한다.

대상과 방법: 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 진폐건강진단기관 평가표를 이용하여 촬영기술, 화질, 판독환경에 대해 평가하였다. 화질평가는 각 진폐요양기관마다 10장씩 무작위 추출하여 진폐 판독 정도관리교육을 이수하고 판독경험이 많은 2명의 흉부 영상의학과 전문의로부터 평가를 받은 후 평균값으로 비교하였다. 정도관리 적합 기관(60점 이상)과 부적합 기관(60점 미만)으로 나누어 촬영기술, 화질 및 판독환경에 대해 비교하였다.

결과: 적합 기관이 부적합 기관보다 촬영기술(75.8 ± 9.1 vs. 40.8 ± 13.6 , $p < 0.001$), 화질(68.3 ± 5.8 vs. 47.8 ± 9.4 , $p < 0.001$) 그리고 판독환경(78.3 ± 15.8 vs. 18.3 ± 21.9 , $p < 0.001$) 평가에서 통계적으로 유의하게 높았고, 촬영, 화질 및 판독환경평가에서 부적합 기관은 각각 36.4%, 30.3% 그리고 21.2%였다.

또한, 진폐 촬영 정도관리 교육을 받은 기관이 받지 않은 기관보다 촬영기술(68.7 vs. 53.2 , $p=0.032$), 화질(65.3 vs. 56.6 , $p=0.039$), 판독환경(76.2 vs. 47.0 , $p=0.005$) 평가에서 유의하게 높은 결과를 보였다.

결론: 진폐요양기관의 흉부 방사선분야 정도관리 수준은 매우 낮았으며, 요양기관 간에도 큰 차이를 보였다. 따라서, 진폐요양환자에게 흉부 방사선분야 양질의 의료서비스를 제공하기 위해서는 진폐요양기관이 지속적으로 향상된 정도관리가 이루어질 수 있도록 지도 및 감독이 필요하다.

영상의학분야에서 정도관리(quality assurance)는 의료서비스를 받는 수혜자들에게 적정수준 이상에서 검사가 이루어지기 위한 일련의 과정으로 검사장비의 성능 및 유지보수, 시설, 사용자 교육 등이 포함되며, 이는 피검자에게 최소한의 손실(비용, 방사선 피폭 등)로 최대한의 이익(조기 진단)을 주기 위한 진단적 가치가 높은 영상 획득으로 이어진다.

영상의학분야의 법적인 제도하에서 정도관리는 한국산업안

전보건공단 산업안전보건연구원(이하 산업안전보건연구원)에서 1996년부터 특수건강진단기관을 대상으로 흉부 방사선분야에 대한 진폐 정도관리가 처음으로 시행되었다. 그 후 재정건전화특별법에 근거한 특수의료장비의 설치 및 운영에 관한 규칙이 2003년도에 발효되면서 2004년도부터는 특수의료장비에 속하는 CT, MRI, 유방촬영에 대한 정도관리가 한국의료영상품질관리원(Korean Institute for Accreditation of Medical Image, 이하 KIAMI)으로부터 정기적으로 시행되고 있으며(1), 최근에는 초음파검사도 법적인 제도하의 정도관리 필요성이 제기되면서 점점 강화, 확대될 것으로 전망한다.

최근 들어 대형 의료기관을 중심으로 영상의학분야의 진단능력 향상을 위한 정도관리의 필요성을 인식하여 자율적으로 실시하는 기관이 증가하는 추세에 있지만, 중, 소 병원에서는

¹근로복지공단 직업성폐질환연구소

²순천향대학교 부천병원 영상의학과

³충북대학교병원 영상의학과

⁴산업안전보건연구원 직업병연구센터

본 연구는 2008년도 진폐요양기관 실태조사 자료 중 일부 결과를 분석하였음

이 논문은 2010년 4월 13일 접수하여 2010년 7월 27일에 채택되었음.

장비 도입이나 성능관리를 위한 유지 보수 등의 경제적인 부담과 교육에 대한 관심부족으로 인해 여전히 법적인 제도하에서 정도관리가 이루어져야 할 필요성이 있다.

한편, 진폐요양기관(medical institution for pneumo-

coniosis, 이하 MIP)은 진폐증으로 진단된 후 합병증이 동반되어 요양 승인이 된 환자들의 요양관리를 시행하는 특수 의료기관으로 일부 요양기관을 제외하고, 대부분 중, 소 병원이며, 진폐합병증(pneumoconiotic complication)의 추적관리를 위

Table 1. Guidelines for Evaluation of Image Quality

평가 항목	우수	아날로그 보통	부족	우수	디지털 보통	부족
필름-증감지 조합의 적절성	100%적절	80%이상	80%미만	-	-	-
	20	8	0	-	-	-
폐야의 음영도	18	7.2	3.6	18	7.2	3.6
종격동 및 횡격막과 중첩된 폐부분의 투과도	15	6	3	18	7.2	3.6
폐혈관 및 종격동 윤곽의 선예도	12	4.8	2.4	18	7.2	3.6
기관 및 근위기관지 윤곽의 선예도	10	4	2	18	7.2	3.6
피검자의 자세 적합 및 blurring 현상	8	3.2	1.6	18	7.2	3.6
영상에 얼룩, 번색, 로울러 자국 등	7	2.8	1.4	-	-	-
필름-증감지의 밀착성	5	2	1	-	-	-
(아) 증감지 인공물 유무	무	-	유	우수	폐야外	폐야內
(디) 인공물 유무	5	-	1	10	4	2
평가 점수 합계						

Table 2. Guidelines for Evaluation of Radiological Technique

평가 항목	아날로그			디지털		
120 Kvp에서의 사용가능한 최대 관전류용량	120 kvp 이상 300 mA 이상 10	120 kvp 이상 250 mA 이상 2	120 kvp 이상 200 mA 이하 0	120 kvp 이상 300 mA 이상 10	120 kvp 이상 250 mA 이상 2	120 kvp 이상 200 mA 이하 0
관전압 _____ Kvp	120 kvp 이상 10	111-119 kvp 2	110 kvp 이하 0	120 kvp 이상 10	111-119 kvp 2	110 kvp 이하 0
관전류 _____ mA						
노출시간 _____ sec	0.03 이하 7	0.04-0.05 1.4	0.06이상 0	0.03 이하 7	0.04-0.05 1.4	0.06 이상 0
자동노출 여부 _____						
그리드 비 (Non Grid는 0점 처리)	12:1 이상 3	10:1 1.2	8:1 이하 0.6	12:1 이상 3	10:1 1.2	8:1 이하 0.6
필름-증감지조합의적절성	100% 15	80%이상 6	80%미만 0	- -	- -	- -
(아) 필름-증감지의 밀착성	우수	보통	부족	2k * 1.5k이상	-	2k * 1.5k이상
(디) 관독용모니터 해상도(PACS)	2	0.8	0.4	10	-	0
(아) 증감지 인공물 유무	무	-	유	5년 미만	-	5년 이상
(디) 관독용모니터 사용기간 (PACS)	3	-	0.6	7	-	2.8
(아) 영상에 얼룩, 번색, 로울러 자국 등	우수	보통	부족	실시	-	미실시
(디) 관독용 모니터, CR, DR 유지보수계약	3	1.2	0.6	6	-	0
(아) densitometer 측정 및 관리*	주 1회	월 1회	3월 1회	100%	-	미차단
(디) 관독실 자연채광 완전 차단여부	5	2	1	5	-	0
(아) densitometer 측정/관리 기록부 [†]	월 1회	2월 1회	3월 1회	가능	-	가능
(디) 관독실 조도 조절 [‡]	5	2	1	5	-	0
	우수	보통	부족	우수	보통	부족
폐야의 적정음영도	10	4	2	10	4	2
종격동 및 횡격막과 중첩된 폐부분의 투과도	10	4	2	10	4	2
폐혈관 및 종격동 윤곽의 선예도	7	2.8	1.4	7	2.8	1.4
기관 및 근위기관지 윤곽의 선예도	5	2	1	5	2	1
피검자의 자세 적합, blurring, 인공물 유무 등	5	2	1	우수 5	폐야外 2	폐야內 1
평가 점수 합계						

Note.—*: 측정 및 관리 하지 않는 경우, 0점 처리. [†]: 4월이상 1회 또는 영상기록부 없는 경우, 0점 처리. [‡]: 주변밝기 10 Lux이하 유지 가능여부

해 단순흉부방사선촬영이 주기적으로 시행되고 있다.

또한, 진폐요양환자의 진폐합병증 진행 과정 및 치료 효과를 정확하게 진단하기 위해서는 민감도가 높은 컴퓨터단층촬영(computed tomography, 이하 CT 촬영)이 유용하지만(2), 고가의 검사비용으로 제한적으로 이용된다.

진폐요양기관에서 비교적 쉽고 저렴한 진단 비용 등으로 주된 진단방법으로 사용되고 있는 단순 흉부 방사선영상의 진폐 합병증 소견은 흉부방사선촬영장치, 촬영 기술, 촬영자의 숙련 정도, 시설 및 환경 등에 의해 영향을 받을 수 있는데(3-5), 진폐요양기관은 매우 낮은 수준을 보이고 있다(6).

이와 같은 배경 하에 우리연구소에서는 처음으로 전국 33개 진폐요양기관의 흉부 방사선분야 정도관리 실태를 조사하였고, 의미 있는 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

대상과 방법

연구 대상

2008년 8월 4일부터 8월 27일까지, 국내에서는 처음으로 전국 33개 진폐요양기관을 대상으로 연구자가 직접 방문하여 흉부 방사선분야 정도관리 실태를 조사하였다.

평가 항목 및 흉부 영상

산업안전보건연구원 특수건강진단기관 및 진폐건강진단기관 평가표를 참조하여 진폐요양기관 특성에 맞게 수정 및 보완하여 만들어진 조사표(디지털촬영 및 아날로그촬영기관 각각 별도)를 이용하여 진폐요양환자의 흉부 진단에 사용되는 방사선촬영 장치 및 성능, 시설, 유지보수, 흉부 촬영조건, 판독실

환경, 진폐 촬영 정도관리 교육 수료 및 CT 촬영 장치의 설치 현황 등을 조사하였다.

화질평가를 위해 모든 진폐요양기관으로부터 당해연도 6월 30일 이전에 마지막으로 촬영한 진폐 요양환자의 흉부 후-전면 영상(thoracic postero-anterior image)을 받은 후, 각 기관마다 10장씩 무작위로 추출하였고, 10장 미만인 1개 기관은 모든 영상을 평가대상으로 하였다. 디지털영상은 복사본을 CD로, 아날로그영상은 원본을 받았다.

화질, 촬영기술 및 판독환경 평가

화질평가를 위해 추출된 모든 영상은 산업안전보건연구원에서 시행하는 진폐 판독 정도관리 교육을 이수하고 판독경험이 많은 흉부 영상의학과 전문의 2명을 위촉하여 산업안전보건연구원에서 연 1회 실시하는 진폐 정도관리에서 사용하는 화질 평가표(Table 1)에 따라 평가를 시행한 후 점수화시켜 비교하였다(7). 화질평가 실시 전 모든 영상은 의료기관 및 환자 정보(이름, 등록번호 등)에 대해 평가자가 알 수 없도록 한 후, 정도관리 규정에 맞는 판독환경에서 개별적으로 실시하였고, 최종점수는 2명의 평가자 평균값으로 하였다.

촬영기술 및 판독환경평가 또한 화질평가와 마찬가지로 직접 방문 조사한 결과로부터 산업안전보건연구원 진폐 정도관리에서 사용하는 방문평가표(Tables 2, 3)에 따라 평가한 후 비교하였다(7).

통계처리 방법

진폐요양기관의 단순 흉부촬영 장치와 및 CT 촬영 장치의 성능 및 설치 현황과 단순흉부촬영에 사용되는 조건(관전압,

Table 3. Guidelines for Evaluation of Reading Environment

촬영 방법	평가 항목	등급 및 점수		
아날로그	판독대 스크린의 청결상태의 적정성	우수 20	보통 8	부족 4
	판독대의 밝기의 적정성(Lux)	5,000 이상 20	-	5,000 이하 0
	자연채광 차단 of 적정성	100% 차단 20	-	100% 미차단 0
	판독실의 조도 조절 여부	가능 20	-	불가능 0
	ILO 표준사진 구비 여부	구비 20	-	미구비 0
	평가 점수 합계			
디지털	판독용 모니터 사용기간	5년미만 20	-	5년이상 8
	판독용 모니터 해상도	2k * 1.5k 이상 20	-	2k * 1.5k 이상 0
	자연채광 완전차단 여부	100% 차단 20	-	100% 미차단 0
	판독실 조도의 주변밝기 10Lux이하 유지 가능 여부	가능 20	-	불가능 0
	판독용 모니터 유지보수 계약관리 실시 여부	실시 20	-	미실시 0
	평가 점수 합계			

관전류, 조사시간, 그리드 비)의 빈도를 알아보았고, 촬영기술, 화질 및 관독환경 평가결과의 평균값으로 적합(60점 이상)과 부적합(60점 미만)기관으로 나누어 빈도와 두 기관 간에 평균의 차이를 비교하였다.

진폐 촬영 정도관리에 대한 교육 수료 여부에 따라 촬영기술, 화질 및 관독환경 평가결과의 평균값을 비교(student t-test)하였고, 모든 통계분석은 SPSS 14.0을 사용하여 분석하였다.

결 과

단순흉부방사선촬영장치

방사선 발생장치의 용량을 나타내는 최대 관전압은 전국 33개 진폐요양기관 중 125 kv가 10개 기관이었고, 150 kv는 23개 기관이었다. 최대 관전류는 500~799 mA 23개 기관(69.7%)으로 가장 많았고, 800~999 mA와 1,000 mA 이상이 각각 5개 기관씩이었다. 단순흉부방사선촬영장치가 사용된

기간에서는 5년 이하 23개 기관, 6년 이상이 10개 기관이었다.

단순흉부방사선촬영 방법은 9개 기관(27.3%)에서 아날로그촬영이 이루어지고 있었고, 디지털촬영은 24개 기관(72.7%)으로 CR (computed radiography, imaging plate 사용)과 DR (digital radiography, flat-panel 사용)이 각각 13, 11개 기관이었다(Table 4).

단순흉부방사선촬영 조건

진폐요양환자의 단순흉부방사선촬영에 사용된 조건에서 관전압은 120 kVp 이상이 18개 기관(54.5%)으로 가장 많았고, 110~119 4개 기관, 100~109 6개 기관, 5개 기관은 100 kVp 미만을 사용하고 있었다. 관전류는 300~500 mA 미만인 경우가 19개 기관(57.6%)으로 가장 많았고, 300 mA 미만과 500 mA 이상이 각각 9개, 5개 기관 순으로 낮았다. 조사시간은 0.03 초 이하가 18개 기관(54.5%)으로 가장 많았고, 0.04~0.05 초 10개 기관, 0.06초 이상 5개 기관이었다. 그리

Table 4. Equipment of Simple Chest Radiography

N = 33

Parameters			N	%	Guidelines [†]
Generator capacity	Max. kv	125	10	30.3	125 or greater
		150	23	69.7	
	Max. mA	500~799	23	69.7	300 or greater
		800~999	5	15.2	
		≥1000	5	15.2	
Used-duration (year)		≤5	23	69.7	retest every 3-year
		6~10	5	15.2	
		≥11	5	15.2	
Modality	Analog	Film	9	27.3	
	Digital	CR*	13	39.4	
		DR [†]	11	33.3	

Note.— * ; Computed radiography is used the imaging plate. [†] ; Digital radiography is used the flat-panel detector.

[†] ; Quality assurance for pneumoconiosis by Occupational Safety and Health Research Institute

Table 5. Parameters Used with Simple Chest Radiography

N = 33

Parameters		No.	%	Guidelines*
Tube voltage (kVp)	< 100	5	15.2	120 or greater
	100~109	6	18.2	
	110~119	4	12.1	
	≥120	18	54.5	
Tube current (mA)	< 300	9	27.3	300 or greater
	300~499	19	57.6	
	≥500	5	15.2	
Exposure time (sec)	≤0.03	18	54.5	0.03 or under
	0.04~0.05	10	30.3	
	≥0.06	5	15.2	
Grade ratio	Non	1	3.0	10:1 or greater
	8:1	8	24.2	
	10:1	7	21.2	
	Above 12:1	17	51.5	

Note.— * ; Quality assurance for pneumoconiosis by Occupational Safety and Health Research Institute

드 비는 17개 기관(51.5%)이 12:1 이상이었고, 10:1 7개 기관, 8:1 8개 기관, 1개 기관은 그리드를 사용하지 않았다(Table 5).

컴퓨터단층촬영장치 설치 현황

CT 촬영 장치는 전체 33개 진폐요양기관 중 28개 기관(84.8%)에서만 설치되어 있었고, 5개 기관(15.2%)은 설치되어 있지 않았다. CT 촬영 장치가 사용된 기간은 설치된 24개 기관 중 14개 기관(50%)이 5년 이하였고, 6~10년과 11년 이상이 각각 7개 기관씩이었다. 고식적인 CT (conventional CT) 장치는 6개 기관에서 설치되었고, 나선형 CT (spiral CT)가 설치된 기관은 22개 기관으로 1채널 장치(single channel detector)인 경우가 14개 기관으로 가장 많았고, 3개 기관은 64 채널 장치(64 channel detector)가 설치되어 있었다(Table 6).

촬영기술, 화질 및 판독환경 평가 결과

전국 33개 진폐요양기관 중에서 촬영기술에서 적합(60점 이상)으로 평가받은 기관은 21개 기관(63.6%)이었고, 부적합(60점 미만)으로 평가받은 기관은 12개 기관(36.4%)이었다.

Parameters		N	%
Installation	No	5	15.2
	Yes	28	84.8
Used-duration (year)	≤5	14	50.0
	6~10	7	25.0
	≥11	7	25.0
Grade	Conventional	6	21.4
	SCT*	22	78.6

Note.— * ; Spiral CT, single channel detector=14, 2 CD=2, 4 CD=1, 16 CD=2, 64 CD=3

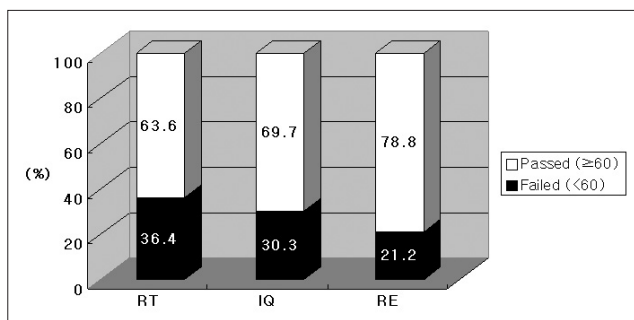


Fig. 1. Graph shows that frequency between passed and failed groups in RT (Radiological technique), IQ (Image quality) and RE (Reading environment). Mean score of RT is statistically significantly higher in passed group than that in failed group (75.8 ± 9.1 vs. 40.8 ± 13.6 , $p < 0.001$). Mean score of IQ is statistically significantly higher in passed group than that in failed group (68.3 ± 5.8 vs. 47.8 ± 9.4 , $p < 0.001$). Mean score of RE is statistically significantly higher in passed group than that in failed group (78.3 ± 15.8 vs. 18.3 ± 21.9 , $p < 0.001$).

화질에서는 적합으로 평가받은 기관이 23개 기관(69.7%)이었고, 부적합으로 평가받은 기관은 10개 기관(30.3%)이었으며, 판독 환경에서는 적합으로 평가받은 기관이 26개 기관(78.8%)이었고, 부적합으로 평가받은 기관은 7개 기관(21.2%)이었다(Fig. 1).

진폐 촬영 정도관리 교육

진폐 촬영 정도관리 교육을 받은 기관(educated institutions)이 촬영기술(68.7 vs. 53.2, $p = 0.032$), 화질(65.3 vs. 56.6, $p = 0.039$), 판독환경(76.2 vs. 47.0, $p = 0.005$)에서 교육을 받지 않은 기관(uneducated institutions)보다 통계학적으로 유의하게 높았다(Fig. 2).

고 찰

본진에 노출되었던 근로자가 흉부 방사선영상에서 보이는 특이적인 소견으로 진폐증으로 진단된 후 법적 합병증(활동성 폐결핵, 흉막염, 만성기관지염, 폐기종(경도 이상 심폐기능 장애 동반 시), 기관지확장증, 기흉, 폐성심, 비정형미코박테리아감염, 원발성 폐암, 고도 심폐기능 장애, 한쪽 폐의 1/2 이상을 차지하는 대음영 소견 및 진폐 의증에서 활동성 폐결핵 등이 있을 경우)이 동반되어 요양 승인을 받으면 지정된 진폐요양기관에서 입원 치료를 할 수 있다(산재보험법 시행령 제35조).

의료기술의 발달로 흉부 질환의 진단에 민감도가 높은 진단 방법이 소개되고 있음에도 불구하고, 단순 흉부방사선촬영은 적은 비용과 쉽고 편리한 검사, 세계적으로 널리 사용하고 있는 분류방법(ILO, 2000) 등으로 진폐증을 진단하고 요양관리하는 데 있어 앞으로도 표준 진단방법으로 이용될 전망이다(2, 8).

진폐 소견을 발견하는데 민감도를 높이기 위해서는 촬영 기술(radiological technique)과 정도관리(quality assurance)

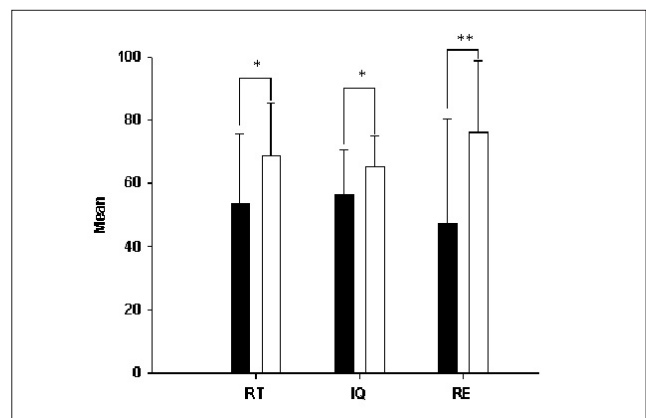


Fig. 2. Educated institutions showed significant high scores in RT (68.7 vs. 53.2, $p = 0.032$), IQ (65.3 vs. 56.6, $p = 0.039$) and RE (76.2 vs. 47.0, $p = 0.005$) than uneducated institutions. (■) uneducated institutions, (□) Educated institutions. * ; $p < 0.05$, ** ; $p < 0.01$

의 향상으로 화질이 우수한 영상을 얻을 수 있음으로써 가능하기 때문에(3), 국제노동기구(International Labour Office 이하, ILO) 흉부 방사선영상 분류 가이드라인에서도 장치의 성능, 촬영 기술, 조사 시간, 촬영 거리, 관전압, 사진 농도 등의 규정과 촬영자 교육 및 관독자의 역할에 대해 언급하고 있다(9, 10).

전국 33개 진폐요양기관의 흉부 방사선촬영 장치도 일부 기관을 제외하고 오랜 기간 사용으로 노후 뒀음에도 불구하고 성능은 모두 ILO 기준을 충족하고 있었다. 하지만, ILO 규정(1980)이 만들어지고 20여 년의 오랜 시간이 흐르면서 급속한 의료기술의 발달과 더불어 디지털시스템이 출현하였고, 장치의 성능 또한 많이 향상된 만큼 그 규정도 시대 흐름에 따라 바뀔 필요가 있지만, 여전히 아날로그시스템 규정에서 변화가 없다.

전국 33개 진폐요양기관의 장치 성능은 진폐 정도관리 기준을 만족하고, 진단용 방사선발생장치의 안전관리에 관한 규칙에 따라 매 3년마다 정기검사를 받아 왔기 때문에 일정 수준을 유지하여 진폐요양환자의 진단에 사용하기에 적합한 것으로 생각한다.

장치의 성능 및 용량에 관련이 있는 관전압, 관전류 및 조사 시간 등의 설정조건에 따라 화질 및 선량에도 영향을 미치기 때문에(11) 최고의 흉부영상을 얻을 수 있는 촬영조건을 법적으로 규정하고 있다. 진폐요양기관에 설치된 흉부 방사선촬영 장치의 용량은 정도관리 규정에서 정하는 기준을 충족시킬 수 있음에도 불구하고 흉부 방사선촬영 조건 규정을 준수하지 않는 기관이 일부 있었던 것은 장치의 튜브(방사선 발생 장치)를 보호할 목적이거나 진폐 촬영 정도관리 교육을 받지 않아 정도관리 규정을 알지 못한 데서 비롯된 결과(Fig. 2)로 여겨진다.

관전류(mA)와 조사시간(sec)은 환자의 피폭 선량(mAs)에 직접적인 관계가 있고, 관전류의 보상(300 mA 이상)으로 인한 짧은 조사시간(0.03 sec 이하)은 호흡이나 심장과 같이 불수의적인 움직임에 의한 폐야의 좋은 해상도를 유지하는 데 필

요하다. 더구나 진폐요양환자는 대부분 고령으로 호흡기질환을 앓고 있어 숨을 참기가 어려운 만큼 보다 더 짧은 조사시간을 사용해서 해상력이 높은 영상을 얻어야 한다.

흉격막과 심장 뒤 혈관 등 종격동을 관찰할 수 있는 관용도가 넓은 영상을 얻기 위해서는 고관전압을 사용(120 kVp 이상)해야 하지만 120 kVp 이상의 고관전압을 사용하면 산란선 발생의 증가로 화질을 떨어뜨려 폐결절을 발견하는데 민감도가 떨어질 수 있다(12). 따라서, 고관전압에서 효율적인 산란선 제거 목적으로 10:1 이상의 그리드 비를 사용할 것을 권장하고 있지만, 8개 요양기관에서 규정에 미달하였고, 1개 요양기관에서는 그리드를 사용하지 않고 있었다(Fig. 3).

전국 33개 진폐요양기관 중 5개 기관에서 CT 촬영 장치가 설치되어 있지 않았다. 물론, CT 촬영 장치는 진폐요양기관에 법적으로 갖춰야 할 장비는 아니지만, 요양환자가 요양 기간에 응급을 요하는 폐질환 등이 생겼을 때, 정밀검사를 위해서 반드시 필요하고, 요양환자의 특성상 고령이면서 폐질환을 갖고 있어 호흡으로 인한 해상도 저하를 방지하기 위해서는 나선형 CT를 이용한 짧은 시간 내에 검사가 이루어져야 한다.

촬영기술, 화질 그리고 관독환경 순으로 부적합 기관(평균 60점 미만)의 빈도가 낮았는데, 촬영기술평가에서는 장치의 성능은 규정을 충족하고 있었기 때문에 흉부 촬영조건의 관전압과 조사시간 규정미달 기관이 각각 45.5% 씩으로 부적합의 주된 요인이었고, 화질평가에서는 관전압, 관전류 그리고 조사 시간 등 흉부 촬영조건이 평가결과에 영향을 줄 수 있지만(11), 오히려 촬영자의 소홀함에서 오는 기술적인 요인(Fig. 4)과 특히, 아날로그촬영에서는 현상기, 암실 등 영상 출력장치의 관리부실(6)이 디지털촬영에서는 디텍터의 종류가 영향을 미쳤을 것으로 생각한다(13, 14). 특히 관독환경 평가에서 적합기관과 부적합기관의 차이가 컸는데, 관독실을 갖추고 있



Fig. 3. This medical institution for pneumoconiosis was not using the grid. The score of RT and IQ were 28.6, 43.3, respectively.



Fig. 4. The chest image digitized from analog radiograph found that a defect of technical quality which was not completely shown at the chest wall and costophrenic angle of right side (IQ score=38.2).

지 않은 2개 요양기관이 전혀 점수를 얻지 못한 게 가장 주요한 요인으로 생각된다.

또한, 산업안전보건연구원 평가 기준(적합, 60점 이상)에 따라, 촬영기술, 화질 및 판독환경평가에서 적합 판정을 받은 일부 요양기관도 최저 기준에 근접하여 결코 만족할 만한 수준이 아니었고 요양기관 간에도 큰 편차를 보였다.

산업안전보건연구원에서 실시하는 특수건강진단기관 진폐정도관리 교육은 현재 국내에서 유일한 흉부촬영 및 판독 정도관리 교육이다. 촬영교육을 수료한 기관이 촬영기술, 화질 및 판독환경 평가에서 수료하지 않은 기관보다 통계학적으로 유의하게 높은 평가($p < 0.05$)를 받음으로써 정도관리 교육은 진폐요양기관의 흉부 방사선분야 정도관리 향상을 위해 반드시 필요하다(Fig. 2).

진폐소견 판독에서 판독자내, 간에 편차는 결코 해결될 수 없는 문제로 알려졌지만, 국제적으로 널리 통용되고 있는 ILO 흉부 방사선영상 판독 가이드라인에 따라 아날로그 표준사진(22장)을 참조함으로써 줄일 수 있기 때문에(15), 진폐소견 판독의 신뢰도 향상을 위해 ILO 아날로그 표준사진은 반드시 구비되어야 한다. 하지만, 본 실태조사에서 전국 33개 진폐요양기관 중 17개 요양기관만이 ILO 아날로그 표준사진을 갖고 있었고, 이들 요양기관도 관리 상태로 보아 실제 업무에서는 참조하지 않는 것으로 판단되었다. 또한, 디지털영상과 아날로그 사진은 검사 방법과 영상처리 등의 차이로 화질과 진폐소견이 다를 수 있는데(6, 16), ILO 아날로그 표준사진을 가진 14개 요양기관은 디지털촬영을 하고 있어 표준 디지털영상의 개발 및 보급이 필요하였다.

디지털촬영은 검출기의 종류에 따라 검출양자효율(detective quantum efficiency, 이하 DQE), 변조전달함수(modulation transfer function, 이하 MTF) 및 역동 범위(dynamic range) 등의 효율 차이로 화질에 미치는 영향도 다를 수 있는데(13, 14), 본 연구의 화질평가 결과에서 DR 촬영기관이 CR 촬영기관 보다 높게 나타났지만 통계적인 유의성은 없었다(67.3 ± 5.7 vs. 64.2 ± 8.3 , $p=0.304$). 이 결과는 본 연구의 목적에 맞지 않아 결과에 포함하지 않았지만, 이전의 연구결과와 일치함을 보였고, 검출기 중에서 가장 효율이 높은 것으로 보고(13, 14)된 바 있는 amorphous silicon type이 표준 디지털영상 개발에 적합할 것으로 생각한다.

본 연구는 다음과 같은 제한점을 갖고 있다.

첫째, 산업안전보건연구원 디지털촬영 평가 가이드라인에서 아날로그촬영과 마찬가지로 120 kVp 이상의 고관전압 사용을 권장하고 있지만, 최근 연구결과에서 디지털촬영은 영상의 질은 유지하면서 관전압을 낮출 수 있기 때문에 선량을 절감할 수 있는 것으로 보고하였다(11). 따라서, 이 부분은 지금까지의 연구결과를 참고로 향후 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각한다. 둘째, 고찰에서 언급한 "화질, 판독환경평가에서 부적합에 미치는 요인"은 평가 자료의 특성상 객관적인 분석을 통해 증명하지 못하고, 저자가 자료 검토 중에 느낀 개인적인 견해가 일부 포함되었지만 과거 연구결과가 저자의 의견을 대변해 주고 있다. 셋째, 보다 광범위하게 조사했지만, 객관적인 분

석을 위해 산업안전보건연구원 가이드라인에 따라 분석할 수밖에 없었다. 앞으로는 진폐요양기관 특성에 맞는 보다 광범위하고 객관적인 평가가 이루어질 수 있는 가이드라인 개발이 필요하다.

본 연구는 실태조사로 부터 단면적으로 분석한 결과이기 때문에 일부 제한점이 있었지만, 그동안 정도관리의 필요성이 제기되었던 진폐요양기관에 대한 최초 보고라는 점에서 의미가 있고, 진폐요양 제도개선에 기초자료로 사용할 것으로 기대한다.

이상에서 살펴본 바와 같이, 진폐요양기관의 흉부 방사선분야 정도관리는 낮은 수준을 보이고 있었으며, 요양기관마다 큰 편차를 보이고 있었다.

따라서, 진폐요양기관의 흉부 방사선분야 정도관리의 질적인 향상을 위해서는 교육을 통해 흉부영상의 화질향상 필요성을 주지시키고, 진단적 가치가 높은 흉부영상을 얻을 수 있도록 화질향상에 관련된 요인 및 최신지견을 습득할 기회를 제공하여 자율적인 정도관리를 유도하면서, 지속적인 정도관리가 이루어질 수 있도록 지도 및 감독이 필요하다.

참 고 문 헌

1. 최준일, 나동규, 김학희, 신용문, 안국진, 이재영. 영상의학검사의 정도관리. *대한영상의학회지* 2004;50:317-331
2. 최병순. 진폐증의 연구와 진단을 위한 방사선학적 방법들의 비교: 단순 방사선검사와 컴퓨터 단층촬영. *대한산업의학회지* 1995;7:390-424
3. Weill H. Diagnosis of asbestos-related disease. *Chest* 1987;91:802-803
4. Goodman LR, Wilson CR, Foley WD. Digital radiography of the chest: promises and problems. *AJR Am J Roentgenol* 1988;150:1241-1252
5. Wagner GR, Attfield MD, Parker JE. Chest radiography in dust-exposed miners: promise and problems, potential and imperfections. *Occup Med* 1993;8:127-141
6. 이원정, 고경선, 박재성, 김성진, 추상덕, 박소영 외. 진폐요양기관의 흉부 디지털촬영과 아날로그촬영의 정도관리 비교. *방사선기술과학* 2010;33:85-91
7. 2010년 특수건강진단기관 (정기)진폐정도관리 실시 공고 [Internet]. 인천: 한국산업안전보건공단. [cited: July 10, 2008]. Available from: <http://oshri.kosha.or.kr/board?tc=RetrieveBoardViewCmd&boardType=A&contentId=208741&pageNum=1&urlCode=T1Y|404|371|board&tabId>
8. Pham QT. Chest radiography in the diagnosis of pneumoconiosis. *Int J Tuberc Lung Dis* 2001;5:478-482
9. ILO. *Guidelines for the use of ILO international classification of radiographs of pneumoconioses*. Geneva: International Labour Office, 1980
10. ILO. *Guidelines for the use of ILO international classification of radiographs of pneumoconioses*. Geneva: International Labour Office, 2000
11. 박보람, 성동욱. 디지털 흉부 방사선 촬영에서의 관전압과 관전류량의 변화에 의한 화질과 피폭선량 비교 연구. *대한영상의학회지* 2010;62:131-137
12. Woodard PK, Slone RM, Sagel SS, Fleishman MJ, Gutierrez FR, Reiker GG, et al. Detection of CT-proved pulmonary nodules: comparison of selenium-based digital and conventional screen-film

- chest radiographs. *Radiology* 1998;209:705-709
13. Bacher K, Smeets P, Vereecken L, De Hauwere A, Duyck P, De Man R, et al. Image quality and radiation dose on digital chest imaging: comparison of amorphous silicon and amorphous selenium flat-panel systems. *AJR Am J Roentgenol* 2006;187:630-637
 14. Schaefer-Prokop C, Neitzel U, Venema HW, Uffmann M, Prokop M. Digital chest radiography: an update on modern technology, dose containment and control of image quality. *Eur Radiol* 2008;18:1818-1830
 15. 최병준. 진폐소건의 판독에 영향을 미치는 요인. *대한산업의학회지* 1997;9:614-627
 16. Takashima Y, Suganuma N, Sakurazawa H, Itoh H, Hirano H, Shida H, et al. A flat-panel detector digital radiography and a storage phosphor computed radiography: screening for pneumoconiosis. *J Occup Health* 2007;49:39-45

J Korean Soc Radiol 2010 : 63 : 431-438

The First Report on Evaluating the Thoracic Radiology of the Medical Institutions for Pneumoconiosis in Korea

Won-Jeong Lee, DrPH., Jai Soung Park, M.D.², Sung Jin Kim, M.D.³, Kyung-Sun Ko⁴, Sang-Deok Chu, M.D., So Young Park, M.D., Byung-Soon Choi, M.D., DrPH.

¹Occupational Lung Diseases Institute, COMWEL

²Department of Radiology, Soonchunhyang University Bucheon Hospital

³Department of Radiology, Chungbuk University Hospital

⁴Center for Occupational Disease Research, OSHRI

Purpose: The pneumoconiotic findings on chest radiograph for pneumoconiosis are affected by the technique, the equipment and the reading environment. We report here on the results of evaluating the thoracic radiology of the Medical Institutions for Pneumoconiosis (MIPs).

Materials and Methods: For the first time, we visited the MIPs to evaluate the thoracic radiography that is used to treat patients with pneumoconiotic complications, and this included evaluating the equipment and the technical parameters for thoracic radiography, the computed tomography, the education for quality assurance health care and the reading environment. We used the guideline published by the Occupational Safety and Health Research Institute (OSHRI). Ten images were randomly picked from the MIPs for evaluating the image quality, and then these were rated by two experienced chest radiologists for pneumoconiosis according to the criteria of the OSHRI.

Results: Of the 33 institutions, the failed group (mean < 60) scored 36.4% for radiological technique (RT), 30.3% for image quality (IQ) and 21.2% for the reading environment (RE). There were statistically significant differences between the passed and failed groups for RT (75.8 ± 9.1 vs. 40.8 ± 13.6 , $p < 0.001$), for IQ (68.3 ± 5.8 vs. 47.8 ± 9.4 , $p < 0.001$) and for RE (78.3 ± 15.8 vs. 18.3 ± 21.9 , $p < 0.001$). The group that received education was significantly higher for the RT (68.7 vs. 53.2, $p = 0.032$), the IQ (65.3 vs. 56.6, $p = 0.039$) and the RE (76.2 vs. 47.0, $p = 0.005$) than that for the group that didn't receive education.

Conclusion: The MIPs need surveillance and education for improving the quality assurance health care in thoracic radiography for treating patients with pneumoconiosis and who have complications.

Index words : Pneumoconiosis
Thoracic radiography
Quality assurance health care

Address reprint requests to : Won-Jeong Lee, DrPH., Clinical Research Team, Occupational Lung diseases Institute, COMWEL, 95, Il-dong, Sangnok-gu, Ansan-si, Gyeonggi-do 426-858, Korea.
Tel. 82-31-5001-806 Fax. 82-31-5001-811 E-mail: atomlwj@kmedi.or.kr