

Effect of External Quality Assurance Evaluation for Chest Radiography: 3-Year Follow-Up in the Medical Institution for Pneumoconiosis

흉부방사선분야 외부 정도관리 평가의 효과: 진폐요양기관 3년 실태조사

Won-Jeong Lee, DrPH, Byung-Soon Choi, MD, DrPH

Clinical Research Team, Occupational Lung Diseases Institute, Korea Workers' Compensation & Welfare Service, Ansan, Korea

Purpose: The aim of this study was to determine the effect of external quality assurance (QA) evaluation for chest radiography in the medical institution for pneumoconiosis (MIP).

Materials and Methods: The chest radiography of the MIPs were evaluated for a radiological technique (RT), image quality (IQ), and reading environment (RE), during a 3-year follow up according to the Korean guidelines. Same methods were implemented each year to ensure that the results are reliable. RT, IQ, and RE were compared between examination and medical care (EMP), and only medical care (MCP) for pneumoconiosis, film-screen (FSR) and digital (DR) radiography. Uneducated and educated for QA during a 3-year follow up referencing with 2008 were realized.

Results: RT and IQ of the MIPs showed a significantly higher score in 2009 and 2010 compared with 2008 ($p < 0.01$). However, RE was not significantly improved. The score of RT, IQ, and RE of the EMPs were higher than those of MCPs every year, and FSR showed a lower score in all evaluations, although, more improvement was seen than the DR.

Conclusion: The chest radiography of the MIPs showed a significant effect as a result of a repeated external QA evaluation. However, the MIPs need to transfer from FSR to DR, and maintain a continuous QA evaluation for the MCPs.

Index terms

Pneumoconiosis
Thoracic Radiography
Quality Assurance Health Care

Received December 26, 2011;

Accepted January 31, 2012

Corresponding author: Won-Jeong Lee, DrPH
Clinical Research Team, Occupational Lung Diseases
Institute, Korea Workers' Compensation & Welfare
Service, 87 Guryong-ro, Sangnok-gu, Ansan 426-858,
Korea.

Tel. 82-31-500-1806 Fax. 82-31-500-1811

E-mail: atomljw@daum.net

Copyrights © 2012 The Korean Society of Radiology

서론

영상의학분야에서 정확하고 신뢰성 있는 진단결과를 얻기 위해서는 장비, 시설 및 촬영기술 등의 정도관리(quality assurance)가 매우 중요하다(1, 2).

국내 진폐요양기관(medical institution for pneumoconiosis; MIP)은 진폐요양환자의 치료 경과를 추적 및 관찰하기 위하여 흉부방사선촬영(chest radiography)이 표준 진단방법으로 사용되고 있는데, 2008년도에 처음 실시한 흉부방사선분야 정도관리 평가 결과에서 기관 간에 큰 차이와 함께 매우 낮은 수준을 보이고 있었다(3). 또한, 대부분 중·소 병원으로 경제적인 여건과 정도관리에 대한 낮은 인식으로 자율적인 정도관리를 기대할 수 없어 진폐요양기관의 흉부방사선분야 정도관리 향상을 위하여 우리 연구소에서는 매년 정기적으로 실태조사를 실시하

였고, 그 결과를 근거로 워크숍을 개최하여 해당 기관 관리자 및 사용자에게 정도관리의 필요성을 주지시키고, 진단적 가치가 우수한 영상을 얻을 수 있는 시설 및 촬영기술과 최적의 관독환경 등에 관한 전문지식을 습득할 수 있는 기회를 제공하였다(4-7).

국내에서는 특수건강진단기관(진폐정밀진단기관 포함)의 흉부방사선분야와(8) 특수의료장비에 속하는 유방촬영용 장치, 투시촬영용 장치, 전산화단층촬영 장치 및 자기공명영상촬영 장치에 대해 법적인 제도하에서 외부 정도관리 평가가 실시되고 있지만(9), 이러한 제도적인 정도관리에 대한 반복적인 평가가 얼마만큼의 향상을 가져왔는지는 알 수 없었다.

이에, 본 연구에서는 진폐요양기관 흉부방사선분야 정도관리에 대해 2008년도부터 3년 동안 매년 반복 평가로부터 얻은 결과를 분석하여 외부 평가가 정도관리 향상에 실효성이 있는

지 알아보았다.

대상과 방법

진폐요양기관

2008년도부터 2010년도까지 매년 7~8월에 전국에 있는 진폐요양기관의 흉부방사선분야 정도관리 실태를 조사한 후, 산업안전보건연구원 진폐정밀건강진단기관 흉부방사선분야 정도관리 평가표를 이용하여 촬영기술 및 판독환경분야, 화질분야로 나누어 평가하였다(8). 평가결과의 신뢰성 확보를 위해 3년 동안 각 분야 평가표와 방문평가 연구원, 화질분야 평가에 참여한 2명의 영상의학과 전문의는 모두 동일하였다.

연도별 진폐요양기관 수는 2008년도와 2009년도에는 각각 33개 기관이었고, 2010년도에는 29개 기관이었다. 진폐 정밀/요양기관[진폐정밀건강진단과 진폐요양환자의 합병증 치료를 실시하는 기관(examination and medical care for pneumoconiosis; EMP)]과 요양기관[진폐요양환자의 합병증 치료만 실시하는 기관(medical care for pneumoconiosis; MCP)]은 2008년도와 2009년도에는 각각 17개와 16개 기관이 있었고, 2010년도에는 각각 15개와 14개 기관이 있었다. 디지털촬영은 2008년도 24개(72.7%), 2009년도 27개(81.8%), 2010년도 24개(82.8%) 기관에서 실시하고 있었고, 한 개 기관은 2009년도부터 디지털촬영을 실시하였지만 판독은 레이저 필름으로 출력하여 필름-스크린 판독환경에서 실시하였다. 디지털촬영 기관의 빈도는 정밀/요양기관에서는 2008년도 82.4%, 2009년도 88.2%, 2010년도 93.3%였고, 요양기관에서는 2008년도 62.5%, 2009년도 75.0%, 2010년도 71.4%였다.

촬영기술, 판독환경 및 화질분야 평가

촬영기술 및 판독환경분야 평가는 연구원이 직접 방문하여 서류 및 시설 확인, 담당자의 면담을 통해 진폐요양환자의 흉부 진단에 사용되는 방사선촬영장치 성능 및 촬영조건, 판독실 환경, 흉부촬영정도관리 교육 수료 등에 대해 조사한 자료로부터 평가 항목에 따라 실시하였다(3).

화질분야 평가를 위해서는 모든 진폐요양기관으로부터 당해 연도 6월 30일 이전에 마지막으로 촬영한 진폐요양환자의 흉부 후-전면 영상(thoracic posteroanterior image)을 확보하여 (디지털영상, 복사본; 필름-스크린영상, 원본) 각 기관마다 10장씩 무작위로 추출하였다. 화질 평가를 위해 선택된 모든 영상은 산업안전보건연구원서 시행하는 진폐 판독정도관리 교육을 이수하고 진폐 판독경험이 많은 흉부영상의학과 전문의 2명이 화질 평가 항목에 따라 3점 척도(1 = 부족, 2 = 보통, 3

= 우수)로 실시하였다(3). 화질 평가 실시 전 모든 영상은 기관명 및 환자 정보(이름, 주민번호, 본진노출기간 등)에 대해 평가자가 알 수 없도록 한 후, 자연채광이 차단되고 조도 조절이 가능한 정도관리 규정에 맞는 판독환경에서 개별적으로 실시하였고, 2명의 평가자 평균값을 분석에 사용하였다.

통계처리 방법

모든 통계분석은 SPSS 14.0(Chicago, IL, USA)을 이용하여 연속 변수(continuous variables)는 평균값을 비교(Student *t*-test)하였고, 범주형 변수(categorical variables)는 빈도를 비교(Chi-square test)하여 통계적인 유의성을 검증하였다. 촬영기술 및 판독환경분야, 화질분야 평가 점수의 평균값으로 3년 동안의 변화를 알아 보았고, 각 분야 평가 점수에 대해 진폐정밀/요양기관과 요양기관 간에, 필름-스크린촬영기관과 디지털촬영기관 간에 차이를 연도별로 비교하였다. 또한, 흉부촬영정도관리 교육을 수료한 방사선사가 촬영 담당으로 선임되어 있는 경우를 교육 수료기관으로, 수료하지 않은 방사선사가 촬영 담당으로 선임되어 있는 경우는 교육 미수료기관으로 분류하여 각 분야 평가 점수를 비교하였다. 흉부촬영정도관리 교육은 2008년도에는 산업안전보건연구원에서 실시한 특수건강진단기관(진폐정밀진단기관 포함)을 대상으로 실시한 교육을 수료한 경우에만 인정하였고, 2009년도부터는 본 연구소에서 실시한 진폐요양기관 흉부방사선분야 워크숍에 참석한 경우도 수료한 것으로 인정하였다(4, 5, 7). 각 분야 평가결과에 영향을 미치는 일부 비교 가능한 평가 항목에 대해 장치, 촬영 조건, 판독실로 나누어 2008년도를 기준으로 매년 변화를 교차 분석을 통해 알아보았다. 각 분야 평가결과가 국내 진폐촬영정도관리 기준에 적합한 기관(평균 ≥ 60)의 빈도 변화를 알아보았다.

결과

전체 진폐요양기관의 연도별 변화

흉부방사선분야 정도관리에 관련된 일부 평가 항목의 3년간 빈도 변화를 Table 1에서 보여주고 있다. 2008년에서 2010년도로 갈수록 일부 항목을 제외하고 대부분 향상을 보였다. 장치의 성능이 매년 향상되었고, 촬영조건에서는 관전류, 관전압, 조사시간에서 향상을 보였다. 하지만, 필름-스크린촬영에 해당하는 필름/증감지 적합성과 필름 농도측정에서는 전혀 향상을 보이지 않았다. 판독환경에서는 필름-스크린촬영에 해당하는 국제노동기구 표준 아날로그 사진을 보유하고 있는 기관의 빈도는 변화를 보이지 않았지만 조도 조절과 자연 채광 차단의

Table 1. Frequency Change in Each Item Related to Chest Radiography during 3-Year Follow Up

Item		2008 (n = 33)		2009 (n = 33)	2010 (n = 29)
Equipment	Generator (Max. mA)	< 800	23 (69.7)	21 (63.6)	18 (62.1)
		≥ 800	10 (30.3)	12 (36.4)	11 (37.9)
		p-value	Reference	0.602	0.581
	Generator (Max. kv)	125	11 (33.3)	10 (30.3)	7 (24.1)
		150	22 (66.7)	23 (69.7)	22 (75.9)
		p-value	Reference	0.792	0.764
	Modality	AR	9 (27.3)	6 (18.2)	5 (17.2)
		DR	24 (72.7)	27 (81.8)	24 (82.8)
		p-value	Reference	0.378	0.517
	Grid ratio	Below 10 : 1	16 (48.5)	13 (39.4)	8 (27.6)
		Above 12 : 1	17 (51.5)	20 (60.6)	21 (72.4)
		p-value	Reference	0.457	0.172
Exposure condition	Tube voltage (kVp)	< 120	15 (45.5)	13 (39.4)	7 (24.1)
		≥ 120	18 (54.5)	20 (60.6)	22 (75.9)
		p-value	Reference	0.618	0.162
	Tube current (mA)	< 300	9 (27.3)	7 (21.2)	3 (10.3)
		≥ 300	24 (72.7)	26 (78.8)	26 (89.7)
		p-value	Reference	0.566	0.164
	Exposure time (sec)	> 0.03	15 (45.5)	9 (27.3)	4 (13.8)
		≤ 0.03	18 (54.5)	24 (72.7)	25 (86.2)
		p-value	Reference	0.125	0.009
	Film/Screen matching [†]	No	5 (55.6)	3 (50.0)	3 (60.0)
		Yes	4 (44.4)	3 (50.0)	2 (40.0)
		p-value	Reference	1.000*	1.000*
	Film density measurement [†]	No	7 (77.8)	6 (100.0)	5 (100.0)
		Yes	2 (22.2)	0 (0.0)	0 (0.0)
		p-value	Reference	0.486*	0.470*
Reading room	ILO standard films [†]	No	5 (55.6)	4 (57.1)	3 (60.0)
		Yes	4 (44.4)	3 (42.9)	2 (40.0)
		p-value	Reference	1.000*	1.000*
	Light control	No	18 (54.5)	13 (39.4)	10 (34.5)
		Yes	15 (45.5)	20 (60.6)	19 (65.5)
		p-value	Reference	0.218	0.286
	Daylight interception	No	16 (48.5)	9 (27.3)	5 (17.2)
		Yes	17 (51.5)	24 (72.7)	24 (82.8)
		p-value	Reference	0.076	0.043
	Reading monitor resolution [†]	< 5 M	0 (0.0)	1 (3.7)	1 (4.2)
		5 M	24 (100.0)	26 (96.3)	23 (95.8)
		p-value	Reference	1.000*	1.000*
	QA of reading monitor [†]	No	9 (37.5)	4 (14.8)	4 (16.7)
		Yes	15 (62.5)	23 (85.2)	20 (83.3)
		p-value	Reference	0.064	0.068
Education for QA		No	12 (36.4)	8 (24.2)	7 (24.1)
		Yes	21 (63.6)	25 (75.8)	22 (75.9)
		p-value	Reference	0.284	0.387

Data are expressed as the number of institution with percent. p-value of 2010 were calculated by 29 institutions matched with 2008.

Statistical analysis was performed using Chi-square test with referencing 2008.

Note. —*Fisher test.

[†]Film-screen radiography.

[†]Digital radiography.

QA = quality assurance

Table 2. Change of Quality Assurance Score for Radiological Technique, Image Quality, and Reading Environment during 3-Year Follow Up

Year	Radiological Technique		Image Quality		Reading Environment	
	Mean \pm SD	p-Value	Mean \pm SD	p-Value	Mean \pm SD	p-Value
2008 (n = 33)	63.1 \pm 20.2	Reference	62.1 \pm 11.8	Reference	66.4 \pm 28.5	Reference
2009 (n = 33)	75.2 \pm 10.7	0.005	71.8 \pm 10.5	0.002	74.1 \pm 26.7	0.724
2010 (n = 29)	78.2 \pm 12.2	0.000	73.3 \pm 11.3	0.001	74.1 \pm 23.0	0.770

Statistical analysis was performed by Bonferroni test of Anova with referencing 2008.

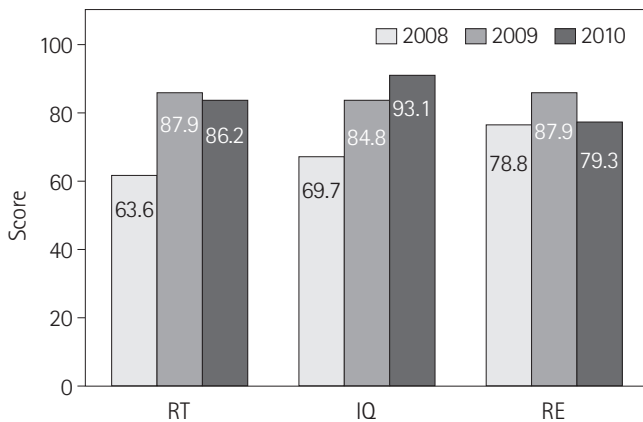


Fig. 1. Graph shows that frequency of passed institutions (mean \geq 60) in radiological technique ($p = 0.026$), image quality ($p = 0.016$), and reading environment ($p = 0.925$) during 3-year follow up. Statistical analysis was calculated by linear by linear of Chi-square test. Note.—IQ = image quality, RE = reading environment, RT = radiological technique

시설은 개선되었다.

Table 2에서는 2008년도를 기준으로 매년 변화된 평가 점수의 통계학적인 분석 결과를 보여주고 있다. 촬영기술분야와 화질분야 평가 점수는 2008년도에 비해 매년 유의하게 상승하였지만, 판독환경분야는 2008년도에 비해 2009년도에서만 상승하였고 2010년도는 2009년도와 같은 점수를 보였다. 또한, 촬영기술분야와 판독환경분야에서는 기관 간의 편차가 감소하는 경향을 보였고, 세 분야 모두 2008년도에 비해 2009년도에서 평가 점수가 큰 향상을 보였지만 2010년도에서는 향상 폭이 적었다.

각 분야 평가 점수로부터 국내 진폐촬영정도관리 기준에 적합한 기관의 빈도 변화를 분석한 결과(Fig. 1), 화질분야는 매년 꾸준히 적합한 기관의 빈도가 증가하였지만($p = 0.016$), 촬영기술분야와 판독환경분야에서는 2008년도에 비해 2009년도에는 증가하였지만 2010년도에는 오히려 약간 감소하였다.

진폐 정밀/요양기관과 요양기관 간의 비교

Table 3은 2008년도부터 2010년도까지 매년 흉부방사선분야 정도관리 평가에 관련된 항목들의 정밀/요양기관과 요양기관 간의 빈도 차이의 변화를 보여주고 있다. 장치의 성능을 나

타내는 최대 관전류, 최대 관전압은 정밀/요양기관보다 요양기관이 매년 높은 향상을 보여 2010년도에는 두 기관 간에 차이가 적어졌고, 관전류, 조사시간, 그리드비에서는 두 기관 모두 매년 향상을 보이면서 2010년도에는 기관 간에 유의한 차이를 보이지 않았다. 관전압, 조도 조절, 자연 채광 차단은 두 기관 모두 매년 향상을 보였지만 2010년도에는 정밀/요양기관이 매우 높은 수준을 보인 반면, 요양기관은 여전히 매우 낮은 수준을 보임으로써 정밀/요양기관의 향상 폭이 큰 것으로 나타났다($p < 0.05$). 필름-스크린촬영에서 필름/증감지 적합성, 필름 농도측정 및 국제노동기구 표준 아날로그 사진 보유와 디지털촬영에서는 판독용 모니터 해상도 적합성 및 유지보수 실시는 두 기관 모두 개선되지 않았다. 또한, 흉부촬영정도관리 교육 수료 빈도는 매년 요양기관에서 큰 향상을 보임으로써 2008년도와 2009년도에는 두 기관 간에 큰 차이를 보였던 것이 2010년도에서는 유의한 차이를 보이지 않았다.

2008년부터 2010년까지 매년 실시한 촬영기술 및 화질분야, 판독환경분야 평가에서 정밀/요양기관이 요양기관보다 높은 점수를 보였다(Fig. 2). 촬영기술분야 평가에서 정밀/요양기관보다 요양기관이 2008년도에 비해 2009년도와 2010년도에서 큰 폭으로 상승($p < 0.05$)하면서 두 기관 간에 차이도 적어졌다. 화질분야 평가에서는 요양기관이 2008년도에 비해 2009년도와 2010년도에서 크게 향상되었고, 촬영기술분야나 판독환경분야 평가 점수에 비해 정밀/요양기관과 가장 적은 점수 차이를 보였다. 판독환경분야에서는 요양기관이 매년 꾸준한 상승을 보였지만 촬영기술분야나 화질분야에 비해 낮은 평가 점수를 보였고, 정밀/요양기관과도 가장 큰 점수 차이를 보였다.

필름-증감지촬영기관과 디지털촬영기관 간의 비교

촬영기술분야와 화질분야 평가에서 디지털촬영기관은 매년 꾸준한 상승세를 보였지만, 필름-스크린촬영기관은 2008년도에 비해 2009년도에 급격한 상승을 보인 후 2010년도에는 오히려 감소하였다(Fig. 3). 판독환경분야는 필름-스크린촬영기관이 매년 꾸준한 향상을 보였지만 촬영기술분야와 화질분야 평가 점수에 비해 디지털촬영기관과 큰 차이를 보였다. 촬영기술분야 평가는 2008년도에 필름-스크린촬영기관이 디지털촬영

Table 3. Comparison of Items Related to Chest Radiography between EMP and MCP during 3-Year Follow Up

Item			2008 (n = 33)			2009 (n = 33)			2010 (n = 29)		
			EMP (17)	MCP (16)	p-Value	EMP (17)	MCP (16)	p-Value	EMP (15)	MCP (14)	p-Value
Equipment	Max. mA	< 800	9 (52.9)	14 (87.5)	0.057	7 (41.2)	14 (87.5)	0.006	7 (46.7)	11 (78.6)	0.077
		≥ 800	8 (47.1)	2 (12.5)		10 (58.8)	2 (12.5)		8 (53.3)	3 (21.4)	
	Max. kv	125	2 (11.8)	8 (50.0)	0.026	2 (11.8)	8 (50.0)	0.026	2 (13.3)	5 (35.7)	0.215
		150	15 (88.2)	8 (50.0)		15 (88.2)	8 (50.0)		13 (86.7)	9 (64.3)	
	Modality	AR	3 (17.6)	6 (37.5)	0.259	2 (11.8)	4 (25.0)	0.398	1 (6.7)	4 (28.6)	0.169
		DR	14 (82.4)	10 (62.5)		15 (88.2)	12 (75.0)		14 (93.3)	10 (71.4)	
	Grid ratio	≤ 10 : 1	6 (35.3)	10 (62.5)	0.118	3 (17.6)	10 (62.5)	0.008	2 (13.3)	6 (42.9)	0.109
		≥ 12 : 1	11 (64.7)	6 (37.5)		14 (82.4)	6 (37.5)		13 (86.7)	8 (57.1)	
Exposure condition	Tube voltage (kVp)	< 120	4 (23.5)	11 (68.8)	0.009	3 (17.6)	10 (62.5)	0.008	1 (6.7)	6 (42.9)	0.035
		≥ 120	13 (76.5)	5 (31.3)		14 (82.4)	6 (37.5)		14 (93.3)	8 (57.1)	
	Tube current (mA)	< 300	4 (23.5)	5 (31.3)	0.708	2 (11.8)	5 (31.3)	0.225	1 (6.7)	2 (14.3)	0.598
		≥ 300	13 (76.5)	11 (68.8)		15 (88.2)	11 (68.8)		14 (93.3)	12 (85.7)	
	Exposure time (sec)	> 0.03	6 (35.3)	9 (56.3)	0.227	1 (5.9)	8 (50.0)	0.007	1 (6.7)	3 (21.4)	0.330
		≤ 0.03	11 (64.7)	7 (43.8)		16 (94.1)	8 (50.0)		14 (93.3)	11 (78.6)	
	Film/Screen matching [†]	No	0 (0.0)	5 (83.3)	0.048*	0 (0.0)	3 (75.0)	0.400*	0 (0.0)	3 (75.0)	0.400*
		Yes	3 (100.0)	1 (16.7)		2 (100.0)	1 (25.0)		1 (100.0)	1 (25.0)	
	Film density measurement [‡]	No	2 (66.7)	5 (83.3)	1.000	2 (100.0)	4 (100.0)	NA	1 (100.0)	4 (100.0)	NA
		Yes	1 (33.3)	1 (16.7)		0 (0.0)	0 (0.0)		0 (0.0)	0 (0.0)	
Reading room	ILO standard films [†]	No	1 (33.3)	4 (66.7)	0.524	0 (0.0)	4 (80.0)	0.143*	0 (0.0)	4 (80.0)	0.333*
		Yes	2 (66.7)	2 (33.3)		2 (100.0)	1 (20.0)		1 (100.0)	1 (20.0)	
	Light control	No	6 (35.3)	12 (75.0)	0.022	0 (0.0)	13 (81.3)	0.000*	1 (6.7)	9 (64.3)	0.002
		Yes	11 (64.7)	4 (25.0)		17 (100.0)	3 (18.8)		14 (93.3)	5 (35.7)	
	Daylight interception	No	4 (23.5)	12 (75.0)	0.003	0 (0.0)	9 (56.3)	0.000*	0 (0.0)	5 (35.7)	0.017*
		Yes	13 (76.5)	4 (25.0)		17 (100.0)	7 (43.8)		15 (100.0)	9 (64.3)	
	Reading monitor resolution [†]	< 5 M	0 (0.0)	0 (0.0)	NA	0 (0.0)	1 (8.3) [†]	0.444*	0 (0.0)	1 (10.0) [†]	0.417*
		5 M	14 (100.0)	10 (100.0)		15 (100.0)	11 (91.7)		14 (100.0)	9 (90.0)	
	QA for reading monitor [†]	No	6 (42.9)	3 (30.0)	0.678	2 (13.3)	2 (16.7)	1.000	2 (14.3)	2 (20.0)	1.000
		Yes	8 (57.1)	7 (70.0)		13 (86.7)	10 (83.3)		12 (85.7)	8 (80.0)	
Education for QA		No	1 (5.9)	11 (68.8)	0.000	0 (0.0)	8 (50.0)	0.001*	2 (13.3)	5 (35.7)	0.215
		Yes	16 (94.1)	5 (31.3)		17 (100.0)	8 (50.0)		13 (86.7)	9 (64.3)	

Data are expressed as the number of institution with percent.

Statistical analysis was performed using Chi-square test with referencing 2008.

Note. —*Fisher test.

[†]AR.[‡]DR.

AR = analog radiography, DR = digital radiography, EMP = examination and medical care for pneumoconiosis, MCP = medical care for pneumoconiosis, NA = not applicable, QA = quality assurance

영기관보다 유의하게 낮은 점수를 보였지만 2009년도와 2010년도에는 유의한 차이를 보이지 않았고, 디지털촬영기관은 2008년도에 비해 2010년도에 유의하게 향상된 점수를 보였다. 화질분야 평가에서는 디지털촬영기관이 2008년도에 비해 2009년도와 2010년도에 유의한 향상을 보였다. 판독환경분야 평가 점수는 2008년도에 필름-스크린촬영기관과 디지털촬영기관 간에 통계적인 유의한 차이를 보였고, 2010년도에서는 2009년도에 비해 디지털촬영기관은 오히려 약간 감소한 반면

필름-스크린촬영기관은 크게 향상되어 두 기관 간에 점수 차이가 적어졌다.

흉부촬영정도관리 교육 이수료기관과 수료기관 간의 비교

흉부촬영정도관리 교육 이수료기관과 수료기관 간에 2008년도에는 촬영기술분야와 화질분야, 판독환경분야 평가 점수에서 모두 통계적인 유의한 차이를 보였으나($p < 0.05$) 2009년도에서는 촬영기술분야와 판독환경분야에서만 두 기관 간에

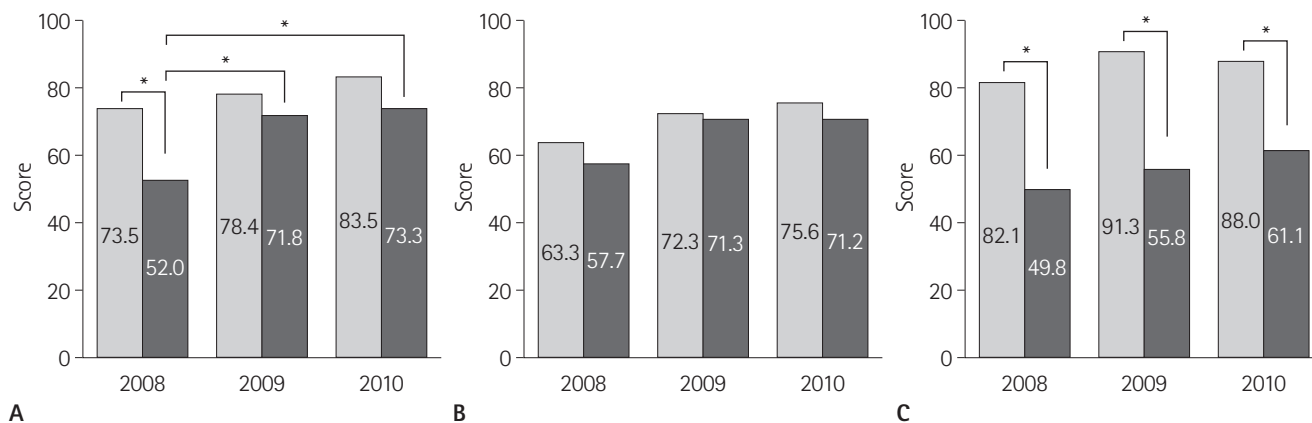


Fig. 2. Comparison of quality assurance score for radiological technique (A), image quality (B), reading environment (C) between examination and medical care (■) and medical care (■) for pneumoconiosis during the 3-year follow up. Note.—* $p < 0.05$

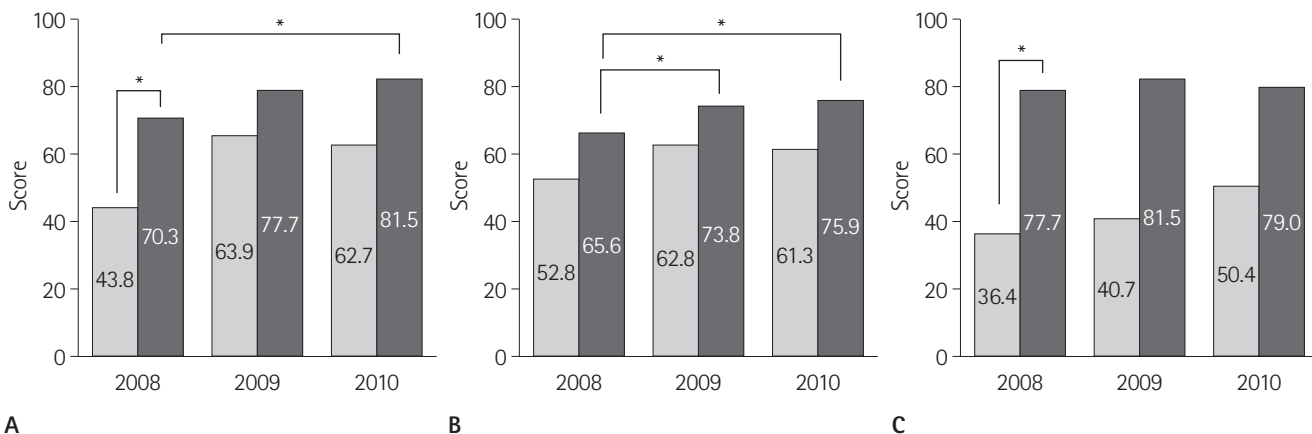


Fig. 3. Comparison of quality assurance score for radiological technique (A), image quality (B), reading environment (C) between film-screen radiography (■) and digital radiography (■) during the 3-year follow up. Note.—* $p < 0.05$

Table 4. Comparison of Quality Assurance Score for RT, IQ and RE between Uneducated and Educated Institutions during 3-Year Follow Up

	2008 (n = 33)			2009 (n = 33)			2010 (n = 29)		
	Uneducated (12)	Educated (21)	p-Value	Uneducated (8)	Educated (25)	p-Value	Uneducated (7)	Educated (22)	p-Value
RT	53.2 (22.5)	68.7 (16.9)	0.032	68.3 (9.8)	77.4 (10.2)	0.036	74.3 (8.2)	79.5 (13.1)	0.333
IQ	56.6 (13.9)	65.3 (9.4)	0.039	66.7 (10.7)	73.5 (10.1)	0.111	69.3 (7.9)	74.6 (12.1)	0.290
RE	49.3 (30.7)	76.2 (22.5)	0.007	57.0 (31.5)	79.5 (23.0)	0.035	65.1 (29.7)	76.9 (20.5)	0.246

Data are expressed as mean with standard deviation, and analyzed by Student *t*-test.

Note.—IQ = image quality, RE = reading environment, RT = radiological technique

유의한 점수 차이를 보였다(Table 4). 2010년도에는 두 기관 간에 모든 분야 평가 점수에서 유의한 차이를 보이지 않았다.

고찰

국내 진폐요양기관의 흉부방사선분야 정도관리 실태조사를 처음 실시한 2008년도에 비해 2009년도와 2010년도로 갈수록 장치의 성능이 향상되어 2010년도 평가에서는 29개 모든

진폐요양기관의 흉부촬영장치의 성능이 정부에서 고시한 규정(노동부 고시, 120 kVp 이상, 300 mA 이상)에 적합하였다. 하지만, 진폐요양환자 촬영에서는 X-선 관구의 수명 연장을 위해 정도관리 규정에 적합하지 않은 낮은 관전압과 관전류, 높은 조사 시간을 사용(10)하고 있는 기관이 있었고, 오래 전에 만들어진 정부의 규정도 장치의 성능 향상과 더불어 새로운 규정으로 바뀔 필요가 있었다.

방사선의 흡수 차이가 큰 폐야, 심장 후방이나 종격동, 횡격

막 등의 흉부 진단에 적합한 관용도가 넓은 영상을 얻기 위한 고관전압 촬영(120 kVp 이상)은 환자 피폭 선량을 감소시킬 수 있지만(11) 산란선의 증가를 가져와 화질을 떨어뜨리기 때문에(12, 13) 높은 그리드비(12 : 1 이상)를 사용해야 하는데(14, 15) 낮은 그리드비를 사용하는 기관이 있었다. 하지만, 디지털촬영에서는 필름-스크린촬영과는 다른 낮은 관전압에서 디텍터의 효율이 높은 것으로 알려져 있음에도(13) 국내 흉부 촬영가이드라인에서 고관전압 촬영을 권고하고 있어 고관전압 디지털촬영을 실시하고 있는 진폐요양기관의 빈도가 높았다.

촬영기술분야와 화질분야 평가에서 2008년도 기준으로 2009년도와 2010년도에 유의한 향상을 보인 것은 최근 디지털 촬영 장치가 설치되면서 성능(최대 관전압과 관전류) 향상으로 인한 고관전압 사용 증가와 함께 고관전류 사용으로 조사 시간의 단축과 필름-스크린촬영에 비해 우수한 영상을 얻을 수 있었기 때문이다(16). 또한, 판독환경분야는 2008년도에 비해 조도 조절과 자연 채광 차단 시설 개선이 2009년도와 2010년도의 평가결과 향상에 영향을 미쳤을 것으로 여겨진다.

정밀/요양기관과 요양기관 모두 2010년도 평가 점수에서 2008년도와 2009년도에 비해 향상된 결과를 보였지만, 1997년부터 시작되어 진폐촬영정도관리에 의무적으로 참여해야 하는 정밀/요양기관보다 현행법상 진폐촬영정도관리에 참여할 의무가 없는 요양기관의 촬영기술분야, 화질 및 판독분야 평가 점수가 상대적으로 낮았다. 따라서, 요양기관에 대한 중점적인 정도관리 개선이 필요하였고, 일부 정밀/요양기관도 만족할 만한 수준은 아니었다.

정밀/요양기관보다 요양기관이 흉부촬영정도관리 교육, 자연 채광 차단, 조사 시간, 관전류, 관전압, 그리드비 평가 항목에서 매년 큰 폭으로 향상되었고, 2010년도에는 관전압, 조도 조절, 자연채광 차단을 제외하고 다른 평가 항목들은 두 기관 간에 유의한 차이를 보이지 않았다. 하지만, 매년 판독환경분야 평가 점수가 정밀/요양기관보다 요양기관이 유의하게 낮았던 것은 요양기관에서 높은 빈도를 보인 필름-스크린촬영에 해당하는 평가 항목이 개선을 보이지 않은 데서 비롯된 결과로 필름-스크린촬영을 실시하는 진폐요양기관은 디지털촬영으로 전환이 필요하였다. 하지만, 진폐요양기관이 그동안 사용해 오던 필름-스크린촬영에서 디지털촬영으로 전환함으로써 정도관리 향상과(16) 업무의 효율성을 가져올 수 있지만(17) 많은 초기 투자 비용이 필요하고, 필름-스크린촬영에서 사용자의 정도관리가 가능했던 부분이 디지털촬영에서는 특수한 장비 및 전문 기술이 요구되어 외부 전문가를 통한 정도관리로 비용이 증가할 수 있다.

우리 연구결과에서 새로운 기술이 적용된 디지털촬영기관이

필름-스크린촬영기관보다 모든 분야 평가에서 높은 점수를 보임으로써 진폐요양기관이 디지털촬영으로 전환함으로써 정도관리 향상을 기대할 수 있지만(16) 추가 재료가 필요하지 않는 재촬영과 과도한 노출에도 적절한 영상을 얻을 수 있어(15) 방사선에 의한 환자 피폭은 오히려 증가할 수 있다(18). 최근에 보고된 연구결과에서도 진폐요양기관에서 흉부촬영을 위해 사용되는 선량은 화질과 유의한 관련성을 보이지 않아 진폐요양환자에게 불필요한 선량이 조사되고 있는 것으로 나타났다(18).

3년 동안 정도관리 평가 점수를 보면 필름-스크린촬영기관이 디지털촬영기관보다 모든 분야 평가 점수에서 큰 상승을 보였으나 2010년도 평가 점수에서 여전히 매우 낮은 점수를 보였고, 특히 판독환경분야 평가 점수에서 필름-스크린촬영기관과 디지털촬영기관 간에 큰 차이를 보인 것은 필름-스크린촬영에서 비교적 정도관리가 잘 실시되었던 기관이 디지털촬영으로 전환하였기 때문이다.

진폐 소견 판독을 위해서는 국제노동기구의 표준 아날로그 사진을 참조해야 하는데(19) 필름-스크린촬영기관에서도 구비하지 않은 기관이 있었고, 심지어 디지털촬영기관에서도 표준 아날로그 사진을 참조하여 판독이 이루어지고 있었다. 필름-스크린촬영기관에서는 반드시 표준 아날로그 사진을 구비하여 진폐 소견을 판독할 때마다 참조하는 한편 디지털촬영기관에서는 최근에 국내에서 개발한 표준 디지털 영상(20)을 참조해서 신뢰성 있는 판독결과를 얻을 수 있어야 한다.

정도관리 수행 및 향상을 위해 사용자 교육은 매우 중요하다(2). 2008년도 흉부방사선분야 정도관리 처음 평가 후 매년 흉부촬영정도관리 교육을 수료한 기관의 빈도가 증가하였다. 2008년도에 수료기관과 미수료기관 간에 촬영기술분야와 화질분야 평가 점수에서 유의한 차이를 보였던 것이 2010년도에는 두 기관 간에 모든 분야 평가 점수에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 이는 워크숍이나 전문 교육에 의한 영향이 아니더라도 연구원의 매년 방문 실태조사에서 전문 지식이나 정도관리 방법 등을 전달한 교육이 정도관리 평가 점수 향상에 영향을 미친 것으로 생각할 수 있다. 하지만, 일부 사용자만 반복적으로 흉부촬영정도관리 교육을 받는 경우가 있어 교육을 받은 사용자가 부재 중일 때 교육을 받지 않은 사용자가 촬영을 실시하는 기관도 있었다. 따라서, 전인적인 흉부촬영정도관리 교육과 함께 교육을 이수한 사용자만 촬영할 수 있도록 하는 인종제가 필요할 것으로 생각된다.

실태조사 결과로부터 평가 후 분석한 본 연구는 다음과 같은 제한점을 갖고 있었다. 첫째, 우리 연구결과에서 보인 바와 같이 촬영기술분야와 화질분야, 판독환경분야에서 전반적으로 향상된 점수를 보였다. 하지만, 실제 이러한 결과가 진폐요양

환자의 진단에 얼마나 유효한 영향을 미쳤는지는 알 수 없었다. 둘째, 촬영기술분야와 화질분야, 판독환경분야의 평가에 관련된 비교 가능한 일부 항목에 대해서만 매년 빈도 변화를 분석하였고, 모든 항목의 변화를 고려하지 못했다. 셋째, 국내 흉부 디지털촬영 가이드라인도 필름-스크린촬영과 마찬가지로 고관전압을 권고하고 있는데, 디지털촬영은 필름-스크린촬영과는 다른 관전압 범위에서 높은 효율을 보인다는 연구결과(13, 21)를 참고로 계획된 추가적인 연구를 통해 디텍터에 따른 적정 관전압 설정이 필요하다. 넷째, 필름-스크린촬영에서 흉부전용필름과 증감지를 사용하는 것처럼 디지털촬영에서는 모니터에 보여지는 영상은 같을지라도 영상을 얻는 과정에서 디텍터간의 특성과 효율차이(15, 22)는 화질에도 다르게 영향을 미칠 수 있는데(18) 구분하여 분석하지 못했다.

이상의 결과에서 보인 바와 같이 진폐요양기관 홍보방사선 분야 정도관리가 2008년도 처음 평가 후 매년 꾸준한 향상을 가져올 수 있었던 것은 실태조사 후 워크숍을 통한 정도관리 필요성 및 목적, 정도관리에 대한 개선점과 사용자 교육뿐만 아니라, 실태조사를 위한 방문 평가에서 연구원의 전달 교육이 효과가 있었던 것으로 여겨진다.

또한, 진폐요양기관에 대한 실태조사를 통한 정도관리의 반복적인 평가는 진폐요양환자의 홍보방사선분야 질 관리 향상에 기여하였을 것으로 사료되지만 2010년도 평가결과에서 필름-스크린촬영기관과 요양기관은 여전히 낮은 수준을 보이고 있어, 디지털촬영으로 전환함으로써 좀 더 향상된 정도관리를 기대할 수 있을 것으로 생각되고 요양기관에 대한 정도관리를 강화할 필요가 있었다.

참고문헌

- 환자의 진단에 얼마나 유효한 영향을 미쳤는지는 알 수 없었다. 둘째, 촬영기술분야와 화질분야, 판독환경분야의 평가에 관련된 비교 가능한 일부 항목에 대해서만 매년 빈도 변화를 분석하였고, 모든 항목의 변화를 고려하지 못했다. 셋째, 국내 흉부 디지털촬영 가이드라인도 필름-스크린촬영과 마찬가지로 고관전압을 권고하고 있는데, 디지털촬영은 필름-스크린촬영과는 다른 관전압 범위에서 높은 효율을 보인다는 연구결과(13, 21)를 참고로 계획된 추가적인 연구를 통해 디텍터에 따른 적정 관전압 설정이 필요하다. 넷째, 필름-스크린촬영에서 흉부전용필름과 증감지를 사용하는 것처럼 디지털촬영에서는 모니터에 보여지는 영상은 같을지라도 영상을 얻는 과정에서 디텍터간의 특성과 효율차이(15, 22)는 화질에도 다르게 영향을 미칠 수 있는데(18) 구분하여 분석하지 못했다.
- 이상의 결과에서 보인 바와 같이 진폐요양기관 흉부방사선분야 정도관리가 2008년도 처음 평가 후 매년 꾸준한 향상을 가져올 수 있었던 것은 실태조사 후 워크숍을 통한 정도관리 필요성 및 목적, 정도관리에 대한 개선점과 사용자 교육뿐만이 아니라, 실태조사를 위한 방문 평가에서 연구원의 전달 교육이 효과가 있었던 것으로 여겨진다.
- 또한, 진폐요양기관에 대한 실태조사를 통한 정도관리의 반복적인 평가는 진폐요양환자의 흉부방사선분야 질 관리 향상에 기여하였을 것으로 사료되지만 2010년도 평가결과에서 필름-스크린촬영기관과 요양기관은 여전히 낮은 수준을 보이고 있어, 디지털촬영으로 전환함으로써 좀 더 향상된 정도관리를 기대할 수 있을 것으로 생각되고 요양기관에 대한 정도관리를 강화할 필요가 있었다.
- ### 참고문헌
1. Thiele DL. Quality control in diagnostic radiology--a United States perspective. *Australas Phys Eng Sci Med* 1996; 19:97-105
 2. Bosnjak J, Ciraj-Bjelac O, Strbac B. Implementation of quality assurance in diagnostic radiology in Bosnia and Herzegovina (Republic of Srpska). *Radiat Prot Dosimetry* 2008;129:249-252
 3. Lee WJ, Park JS, Kim SJ, Ko KS, Chu SD, Park SY, et al. The first report on evaluating the thoracic radiology of the medical institutions for pneumoconiosis in Korea. *J Korean Soc Radiol* 2010;63:431-438
 4. Choi BS. Occupational Lung Diseases Institute. Workshop for quality assurance in the medical care institutions for pneumoconiosis. In Lee WJ. *Chest radiography*. Ansan: Occupational Lung Diseases Institute, 2008:355-375
 5. Choi BS. Occupational Lung Diseases Institute. Workshop for quality assurance in the medical care institutions for pneumoconiosis. In Lee WJ. *Chest radiography*. Ansan: Occupational Lung Diseases Institute, 2009:277-297
 6. Choi BS. Workshop for radiologists in quality assurance of the medical care institutions for pneumoconiosis. Ansan: Occupational Lung Diseases Institute, 2010:145-268
 7. Choi BS. Workshop for quality assurance in the medical care institutions for pneumoconiosis. In Lee WJ. *Chest radiography*. Ansan: Occupational Lung Diseases Institute, 2010:355-504
 8. 2010 quality assurance for pneumoconiosis. Incheon: Occupational Safety and Health Research Institute. [cited: Mar 10, 2010]. Available from: <http://oshri.kosha.or.kr/board?tc=RetrieveBoardViewCmd&boardType=A&contentId=208741&pageNum=1&urlCode=T1|Y|404|371|board&tabld>
 9. Choi JI, Na DG, Kim HH, Shin YM, Ahn KJ, Lee JY. Quality control of medical imaging. *J Korean Radiol Soc* 2004;50: 317-331
 10. Gray JE, Archer BR, Butler PF, Hobbs BB, Mettler FA Jr, Pizutiello RJ Jr, et al. Reference values for diagnostic radiology: application and impact. *Radiology* 2005;235:354-358
 11. Regano LJ, Sutton RA. Radiation dose reduction in diagnostic X-ray procedures. *Phys Med Biol* 1992;37:1773-1788
 12. Launder JH, Cowen AR, Bury RF, Hawkrig P. Towards image quality, beam energy and effective dose optimisation in digital thoracic radiography. *Eur Radiol* 2001;11: 870-875
 13. Uffmann M, Neitzel U, Prokop M, Kaban N, Weber M, Herold CJ, et al. Flat-panel-detector chest radiography: effect of tube voltage on image quality. *Radiology* 2005; 235:642-650
 14. Doyle P, Martin CJ, Gentle D. Dose-image quality optimisation in digital chest radiography. *Radiat Prot Dosimetry* 2005;114:269-272
 15. Uffmann M, Schaefer-Prokop C. Digital radiography: the balance between image quality and required radiation dose. *Eur J Radiol* 2009;72:202-208
 16. Lee WJ, Ko KS, Park JS, Kim SJ, Chu SD, Park SY, et al. A

- quality assurance on digital chest radiography in medical institution for pneumoconiosis: compared with analog radiography. *J Radiol Sci Technol* 2010;33:85-91
17. Mattoon JS. Digital radiography. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2006;19:123-132
 18. Lee WJ, Kim SJ, Park JS, Seon JR. Relationship of image quality and radiation dose for chest radiography in the medical institutions for pneumoconiosis: a comparison to the Korean diagnostic reference level. *J Korean Soc Radiol* 2012 inpress
 19. International Labour Office. *Guidelines for the use of ILO international classification of radiographs of pneumoconioses, revised edition 2000*. Geneva: International Labour Office, 2002
 20. Lee WJ, Choi BS, Kim SJ, Park CK, Park JS, Tae S, et al. Development of standard digital images for pneumoconiosis. *J Korean Med Sci* 2011;26:1403-1408
 21. Park B, Sung DW. A comparative study of image quality and radiation dose with changes in tube voltage and current for a digital chest radiography. *J Korean Soc Radiol* 2010;62:131-137
 22. 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

흉부방사선분야 외부 정도관리 평가의 효과: 진폐요양기관 3년 실태조사

이원정 · 최병순

목적: 진폐요양기관의 흉부방사선분야 정도관리 향상에 외부 평가가 영향을 미치는지 알아보았다.

대상과 방법: 전국 진폐요양기관 흉부방사선분야 정도관리에 대해 2008년도부터 3년 동안의 실태조사 결과를 국내 가이드라인을 이용하여 동일한 방법으로 촬영기술분야, 화질분야와 판독환경분야로 나누어 평가하였다. 일부 비교 가능한 평가 항목과 각 분야(촬영기술, 화질, 판독환경) 평가 점수를 2008년도를 기준으로 정밀/요양기관과 요양기관, 필름-스크린촬영기관과 디지털촬영기관, 흉부촬영정도관리 교육 수료기관과 미수료기관 간에 평균을 비교하여 3년간의 변화를 분석하였다.

결과: 전체 진폐요양기관의 촬영기술분야와 화질분야는 2008년도에 비해 2009년도와 2010년도에 유의하게 높은 점수를 보였지만($p < 0.01$) 판독환경분야는 유의한 차이를 보이지 않았다. 정밀/요양기관이 매년 모든 분야 평가결과에서 요양기관보다 높은 점수를 보였고, 필름-스크린촬영기관이 디지털촬영기관보다 모든 분야 평가 점수에서 큰 상승을 보였으나 2010년도 평가 점수에서 여전히 매우 낮은 점수를 보였다.

결론: 진폐요양기관의 흉부방사선분야에 대한 반복적인 외부 정도관리 평가는 유효한 효과를 보였다. 하지만, 필름-스크린촬영기관은 디지털촬영으로 전환이 필요하였고, 요양기관에 대한 정도관리는 계속 유지되어야 할 필요가 있었다.

근로복지공단 직업성폐질환연구소