

이동형 방사선 발생장치 차폐물 설치에 관한 연구

김형균 · 성동근 · 조경미 · 김상범 · 김재영 · 최준호

차의과학대학교 부속 구미 차병원 영상의학과

A study on Protector Performance Evaluation According to X-ray Scattering Distribution of Portable Radiation System

Hyong Gyun Kim · Dong Keon Sung · Kyong Mi Cho · Sang Beom Kim ·
Jae Young Kim · Jun Ho Choi

Department of Radiology, CHA Gumi Medical Center, CHA University

Abstract

This study, "The study about performance evaluations of mobile cover for X-ray's diffusion and distribution in mobile radiation" is based on the rules of mobile defense apparatus for radiation producer in 2006. To use the mobile cover for X-ray for diagnosis has been compulsory in common wards except operation rooms, emergency rooms and intensive care units. we have confirmed the effect in arbitrary shielding material after Quality Control was carried out for accuracy in an experiment of mobile photographing equipment. The performance evaluation was conducted with the fabrics of selenium, 0.2 mmPb, 0.1 mmPb and aluminiums. Considering the result, we choosed 0.1 mmPb and attached cover to mobile photographing equipment. We have finished making the cover after drew up the draft to attach cover to mobile photographing equipment through the modeling and the structural analysis. the process of the study is that we assembled the manufactured structures and carried out the practical experiment to take the photograph after attaching the fabric of 0.1 mmPb to mobile photographing equipment. It is need of additional theses hereafter that we compare the result between the part to improve for safety besides convenience in photographic experiment about clinical radiation and the effect of covering the diffusion in condition attached the cover.

Key Words : X-ray, Protector, Portable radiation system

I. 서론

1895년 W.C. Röntgen이 X선을 발견한 이후 100여 년

이 논문은 2009년 5월 25일 접수하여 2009년 7월 24일 채택되었음.

Corresponding Author: 김형균

(730-728) 경상북도 구미시 형곡동 855번지

차의과학대학교 부속 구미차병원 영상의학과

Tel: (054) 450-9752 Fax: (054) 450-9740

E-mail: inug7818@hanmail.net

동안 의학에 이용 되어 의학 발전에 지대한 공헌을 하였다¹⁾.

특히 임상의학 부분에서 X선을 이용한 검사는 필수 불가결의 존재가 되었다고 해도 과언이 아니다. 병원에 입원중인 환자들 중 거동이 불가능 하거나 가능 하더라도 많이 움직일 수 없는 환자일 경우 병실 또는 응급실 그 이외의 장소에서 이동 촬영 장비를 이용하여 검사를 시행한다²⁾. 이때 검사를 받는 환자는 검사의 목적이 존재 하므로 방사선 피폭에 의한 실보다 이득이 확실히

많기 때문에 검사를 받게 되지만 검사에서 산란선이 발생하게 되므로 주위에 있는 다른 환자, 보호자, 의료인 등 기타 여러 사람에게는 이득이 없는 간접 피폭의 원인이 된다³⁾. 이에 2006년 이동형 방사선 발생장치 방어 시설에 관한 규칙이 개정 되면서 수술실, 응급실, 중환자실을 제외한 일반 병실에서의 이동형 진료용 X선 방어 칸막이의 사용은 필수가 되었다⁴⁾. 이에 본 연구에서는 이동형 진료용 X선 방어 칸막이의 사용이 아닌 이동형 방사선 촬영 장비에 직접 차폐 장치를 부착하기 위해 차폐율, 차폐물의 중량, 장비의 안전성을 고려하여 차폐장치를 연구하고 더불어 방사선사와 환자, 보호자, 의료인 등 기타 여러 사람들의 방사선 노출을 최소화하여 업무의 효율성을 개선 할 수 있는 방법에 대해 알아보고자 하였다.

II. 실험 방법

1. 실험 모드

연구 기간은 2009년 1월부터 8월까지 대학교 부속 병원에서 일반 병실과 동일한 환경 하에서 2차에 걸쳐 실시하였으며, 실험에 의해 측정된 값을 기준으로 차폐물을 선정 하였으며, 차폐구조는 컴퓨터 3차원 모델링으로 먼저 구성 한 후 실제 도면을 그려 치수를 구하고 차폐물을 제작하였다.

2. 실험 장치

1) Mobile X-ray equipment

Model: Shimadzu cordless mobile X-ray system
MUX-100H series



Fig.1. Mobile X-ray System

2) kVp meter

Type: Victoreen/USA
Model: NERO-8000

3) Dose meter

Type: Radical/JAPAN
Model: Radical 2026C

4) Ionization chamber

Model: CAPINTEC-PM05

5) Phantom

Type: Whole body Kyoto Kagaku/JAPAN
Model: PBU-31



Fig. 2. KVP Mete



Fig. 3. Ionization Chamber



Fig. 4. Phantom

3. 실험 방법

1) Mobile X-ray equipment quality control

이동촬영 검사장비의 신뢰도를 높이기 위해 안전관리 항목 중 관전압과 조사선량의 재현성 검사를 실시하였다. 관전압 검사는 실험과 동일하게 SID 100 cm, 관전압 68 kVp, 관전류 6.3 mAs 로 고정 한 후 Quality Control 하였다.

2) Measurement of free space scatter dose

2009년 1월부터 8월까지 대학교 부속 병원에서 일반병실과 동일한 환경에서 실험을 실시하였다. 장치는 QC를 실시한 Shimadzu MUX-100H 이동형 방사선장비, 흉부 팬텀 PB-31, 방사선측정기 Radical 2026C를 phantom으로부터 30, 90, 150, 200 cm 거리의 각 방향과 30×30, 60×60, 90×90 cm 공간에서 ionization chamber를 이용하여 측정 하였으며 촬영 조건은 68 kVp, 6.3 mAs, 부위는 흉부 촬영 A-P로 하였다. 실제 사용된 차폐물질은 셀레늄 1 mm, 0.2 mmPb, 0.1 mmPb, 1 mmAl을 측정지점 마다 사용하여 산란선을 측정하고 동일한 거리에서 차폐를 하지 않고 얻어진 값과 비교하였다. 실험한 측정값을 바탕으로 가장 효율적인 차폐물을 선택하여 이동검사 촬영장비에 직접 부착설치 하기 위해 설계 와 제작을 하였다.

Ⅲ. 실험 결과

실험 방법에 의한 측정값을 바탕으로 가장 효율적인 차폐물질을 찾기 위해 차폐 전, 셀레늄 천 0.2mmPb, 0.1 mmPb, 알루미늄 을 사용 하여 이동 촬영 장치의 좌측, 전면부, 우측, 공간부의 측정값을 구했다.

1. 차폐 물질별 측정값

가장 우수한 차폐물질을 찾기 위해 차폐전, 셀레늄천, 0.2 mmPb, 0.1 mmPb, 알루미늄을 사용하여 3방향으로 거리, 공간별 산란선 측정값을 5회 측정하여 평균값을 구했다.

대표적으로 좌측 방향의 30 cm거리에서 897.2 μ R, 800.5 μ R, 5.26 μ R, 17.9 μ R, 97.5 μ R의 차폐물질별 측정 값이 측정 되었으며, 공간에서는 16.3 μ R, 470.5 μ R의 산란선이 측정되었다. 또한 0.2 mmPb과 0.1 mmPb의 경우 90 cm 거리, 60×60 cm 공간부터는 방사선 산란선이 거의 검출 되지 않음을 알 수 있다(Table 1,2,3).

측정값을 이용하여 세로측 방사선량과 가로측 측정거리별 비교에서는 전체적으로 거리에 반비례하여 방사선량이 급격히 감소함을 알 수 있으며 차폐 전과 비교하여 0.2 mmPb, 0.1 mmPb, 알루미늄, 셀레늄 천으로 차폐 효과가 우수함을 알 수가 있었다(Fig. 5,6,7).

Table 1. 이동 촬영 장치의 좌측 거리, 공간별 측정 산란선 값 (단위 : μ R)

	30	90	150	200	30×30 cm	60×60 cm	90×90 cm
차폐전	897.2	95.02	30.06	18.52	-	-	-
셀레늄 천	800.54	97.66	29.76	18.14	-	-	-
0.2 mm 납	5.26	0	0	0	-	-	-
0.1 mm 납	17.9	3.55	0.95	0	16.3	6.55	1.65
알루미늄	497.5	76.65	20.5	11.55	470.5	161.15	82.1

Table 2. 이동 촬영 장치의 전면부 거리, 공간별 측정 산란선 값 (단위 : μ R)

	30	90	150	200	30×30 cm	60×60 cm	90×90 cm
차폐전	889.6	80.18	18.5	4.18	-	-	-
셀레늄 천	712.8	75.48	23.12	13.98	-	-	-
0.2 mm 납	4.98	0	0	0	-	-	-
0.1 mm 납	16.8	0.5	0	0	11.95	2.85	0
알루미늄	507	85.3	27.4	16.9	577.5	156	98.85

Table 3. 이동 촬영 장치의 우측 거리, 공간별 측정 산란선 값 (단위 : μ R)

	30	90	150	200	30×30 cm	60×60 cm	90×90 cm
차폐전	690.8	93.38	30.66	17.28	-	-	-
셀레늄 천	689.94	92.72	28.676	17.02	-	-	-
0.2 mm 납	5.28	0	0	0	-	-	-
0.1 mm 납	25.3	5.5	0	0	19.05	7.7	3.35
알루미늄	607.5	51.9	16.6	9.55	460	159.95	82.25

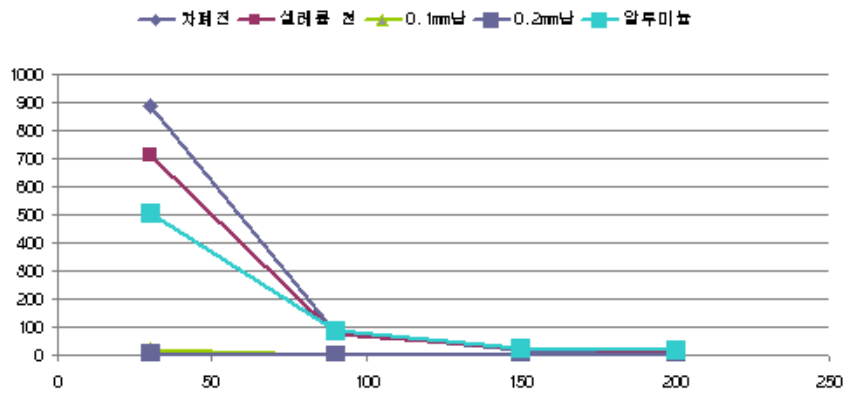


Fig. 5. 이동 촬영 장치 좌측 거리별 산란선량 비교

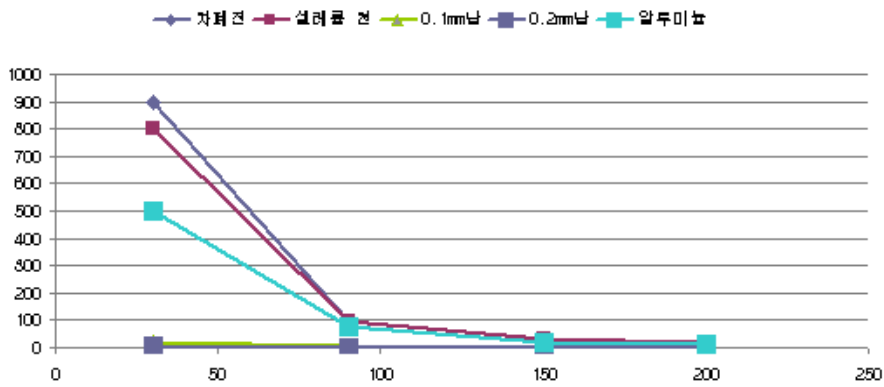


Fig. 6. 이동 촬영 장치 전면부 거리별 산란선량 비교

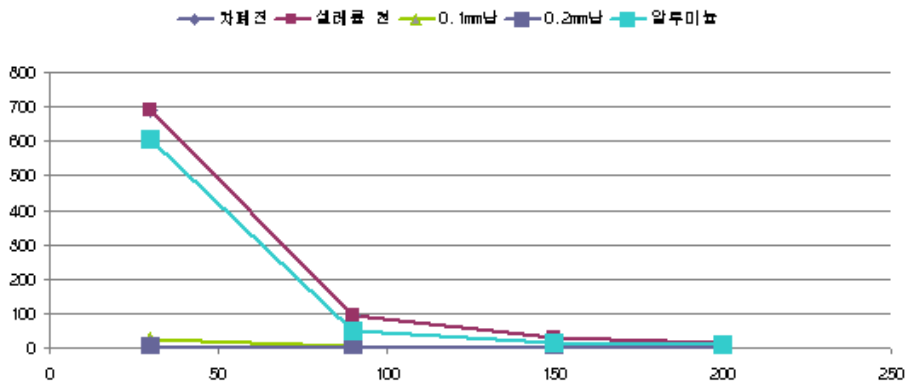


Fig. 7. 이동 촬영 장치 전면부 거리별 산란선량 비교

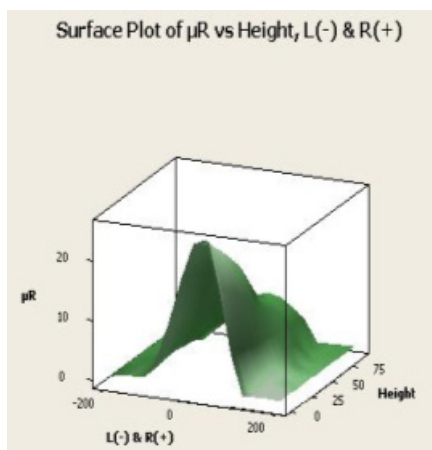


Fig. 8. 0.1 mmPb의 좌,우 거리공간별 산란선량 3차원 비교

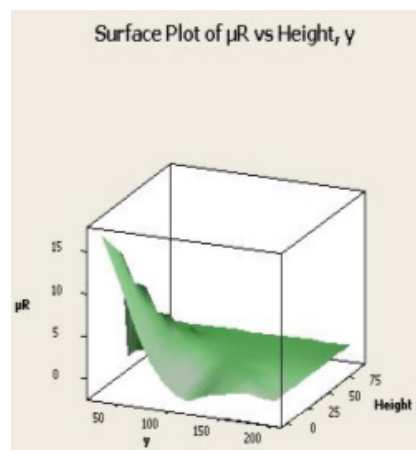


Fig. 9. 0.1 mmPb의 전면부 거리공간별 산란선량 3차원 비교

0.1 mmPb의 측정값에 의한 거리와 공간을 모두 표현한 3차원 그래프에서는 피사체 중심에서 거리와 공간이 멀어 질수록 방사선 산란선량이 급격히 낮아지는 것을 입체적으로 알 수가 있었다(Fig. 8, 9).

2. 차폐 물질별 차폐율

차폐 효과가 우수한 물질을 찾기 위해 차폐를 하기 전 상태에서의 산란선량값을 기준으로 4가지 물질에 대

한 차폐효과 즉 차폐율을 비교했다. 차폐를 하기 전의 상태에서 차폐율이 0라고 했을 때 0.2 mmPb, 0.1 mmPb은 각 거리별 차폐율이 96.4% 이상의 우수함을 알 수가 있었다. 셀레늄 천의 경우 150 cm, 200 cm의 경우 측정값을 구하는 실험상의 오류로 표시하지 않았다(Table 4, 5).

3. 차폐물질 설치에 대한 무게실험

차폐체를 설치하기 위해서는 차폐율이 우수한 차폐물질이라도 무게가 중요하기 때문에 물질별 무게실험을 실시하였다. 실험한 Apron 3개의 무게는 11.7 kg, 0.2 mmPb의 차폐무게는 3.0 kg, 0.1 mmPb의 차폐무게는 1.6 kg으로 0.2 mmPb이 상대적으로 46.6% 더 무거웠다(Fig. 10).

Table 4. 거리에 대한 방향별 평균 측정값 (단위 : μ R)

	30	90	150	200
차폐전	825.86	89.52	26.4	13.31
셀레늄 천	734.42	88.62	-	-
0.2 mm 납	5.17	0	0	0
0.1 mm 납	20	3.18	0.31	0
알루미늄	537.33	70.95	21.5	12.66

Table 5. 차폐 물질별 차폐율 (단위 : %)

	30	90	150	200
차폐전	0	0	0	0
셀레늄 천	11.1	1	-	-
0.2 mm 납	99.4	100	100	100
0.1 mm 납	97.6	96.4	98.8	100
알루미늄	65.1	20.7	78.6	5

4. 차폐 구조에 대한 3차원 Modeling

도면 과 실제 제작에 앞서 3차원 모델링을 구성하여 고정방법, 구조물 형태 등 전체적인 부분을 사전에 확인 하였다(Fig. 11).

5. 도면 설계 및 제작

3차원 모델링을 참조하여 실제도면의 설계를 하였으며 도면에 의한 실치수를 확인한 후 제작과 조립을 하였다(Fig. 12, 13, 14). 실제 구조물의 다리부분은 일반 카메라 고정식다리를 이용하여 알곤용접 하였고 길이가 조정 되도록 하여 사용상 편리를 생각했다(Fig. 15). 또한 최종 차폐물을 이동 촬영장비에 부착 시 납 천을 분리할 수 있도록 제작하여 이동이 간편하게 하였다(Fig. 17).

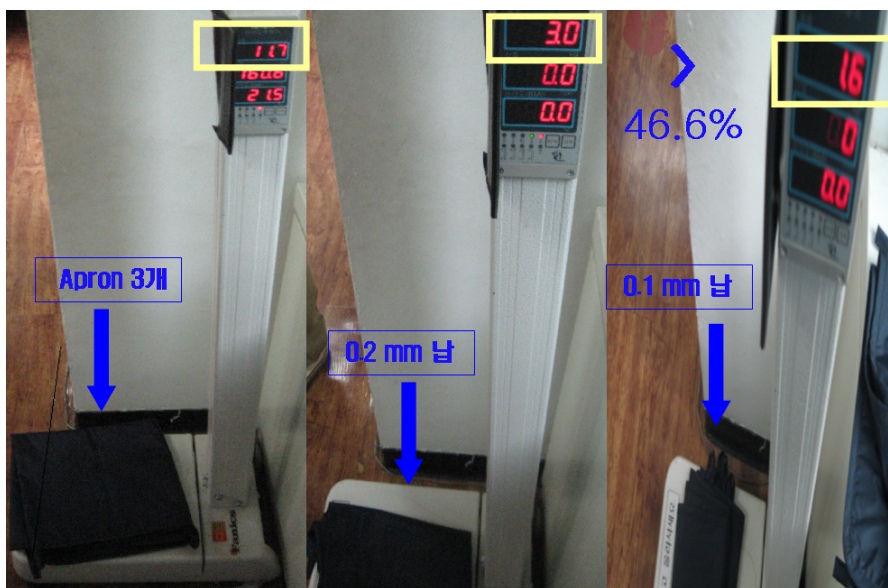


Fig. 10. 차폐 물질에 대한 무게 측정(단위 : kg)

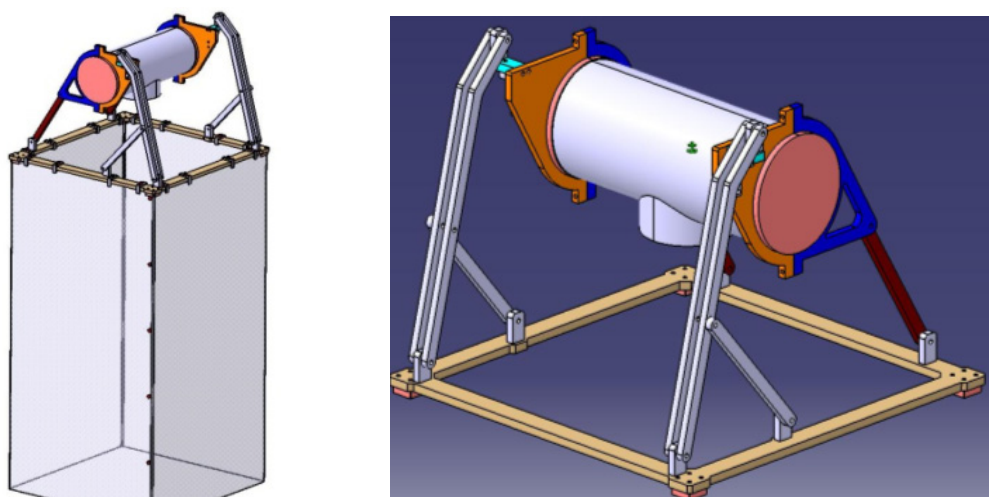


Fig. 11. 차폐 구조에 대한 3차원 modeling

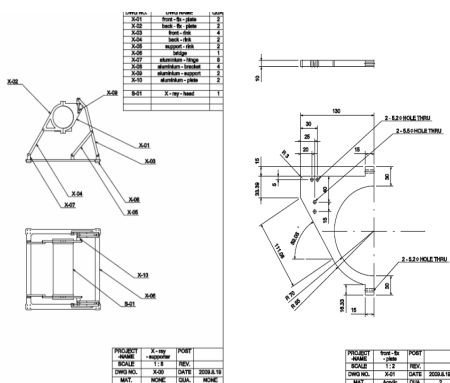


Fig. 12. 차폐 구조물 설계도면

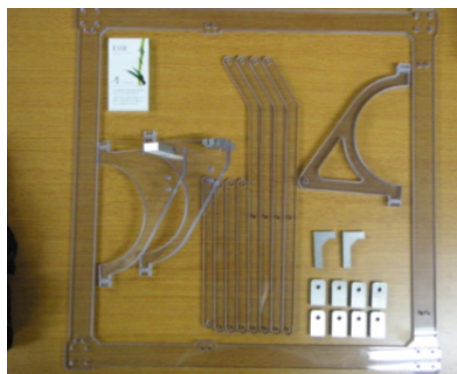


Fig. 13. 차폐 구조물 제작

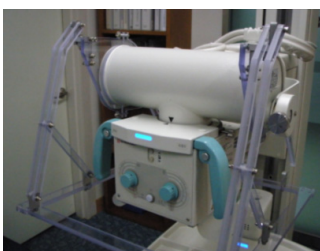


Fig. 14. 차폐 구조물 조립



Fig. 15. 차폐구조물 카메라다리



Fig. 16. 0.1 mmPb 차폐 납 분리



Fig. 17. 차폐 체 부착 후 검사

IV. 결론

본 연구에서는 Shimadzu cordless mobile X-ray system을 사용하여 4가지 차폐물질에 대한 방사선 산란성능평가를 바탕으로 실제 차폐물을 제작하였다. 이러한 과정의 실험결과를 통해 아래와 같은 최종 결론을 얻었다.

1. 본 연구의 실험결과 0.2 mmPb이 차폐효율이 가장 우수하였지만 무게, 차폐율, 장비의 안전성을 고려하였을 때 0.1 mmPb로 차폐물을 부착 하는 것이 가장 이상적이란 결론을 얻었다.
2. 이동 촬영 장비 구조상 부착 방법은 여러 가지 방안이 있었으나 tube housing에 부착 하는 방법이 가장 안전 하였으며 또한 전체적인 무게를 견디기에 효과적이란 결론을 얻었다.
3. 실험결과와 중량, 구조, 부착 방법 등을 고려하여 3차원 모델링을 계획 하였으며 모델링을 바탕으로 설계도를 작성하였고, 중량최소화를 위해 경량 수지재질로 최종 제작하였다. 또한 카메라 다리를 이용한 높낮이 조절 기능은 실제 검사 후 장비의 관리부분에 상당히 효율적이었다.
4. 본 차폐장치의 개발로 효율적인 업무 환경조성과 환자, 보호자 및 관련 종사자의 실제적인 방사선 피폭감소와 그로 인한 심리적인 건강증진에 큰 기여를 하였다. 하지만 신뢰할 수 있는 객관적인 자료는 앞으로 좀 더 연구가 필요하다.
5. 본 연구의 결론을 바탕으로 향후 차폐체의 무게를 좀 더 줄일 수 있는 방법과 tube의 각도사용 및 쉽게 탈부착 하는 방법에 대해 지속적인 연구가 진행된다면 보다 발전된 개선된 연구 성과가 나오리라 확신 한다.

참고문헌

1. 방사선 안전관리 시리즈 No 17, 행정 간행물 등록번호, 11-1470000-001681-01.
2. 안봉선 외: portable 흉부 촬영 시 공간산란선량에 관한 연구, 대한방사선기술학회지, 2, 2000.
3. 권덕문 외: 이동형 X선 촬영에서 공간산란선량분포 측정, 대한방사선 기술학회지, Vol. 24, No. 1, 2001.
4. 의료법 37조 2항, 진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙.

5. 유현선 외: X-선 Mobile 검사 시 간접피폭선량 측정에 대한 고찰, 대한 PACS 기술학회지, 10, 2006.
6. 이광성 외: 진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙 개정에 따른 이동형 방사선 검사 시 방사선 방어 칸막이 사용의 실효성, 전국방사선사 춘계 학술대회 초록 집, 4, 2008.
7. 여운식 외: 이동형 방사선 촬영장비로 촬영 시 거리에 따른 산란선량의 비교, 방사선기술학회지, Vol. 99, No. 4, 2008.
8. 김성규 외: 영상의학과 이동검사 영역의 공간선량 분포에 대한 측정 및 분석, 대한 디지털 의료영상학회 논문지, Vol. 11, No. 1, 2009.
9. 고신관 외: Introduction of Radiologic Science, 의료 방사선영상과학연구회편, 고문사, 2007.
10. 연세대학교 의과대학 진단방사선교실: 진단 방사선학, 고려의학, 1997.
11. 의학신보 1973. 5. 14일자 21호 근거.
12. 의학사 1976. 12. 30일자 581호 근거.
13. 이충희: 기술동향 분석 보고서, 한국 과학 기술 정보 연구원, 11, 2002.
14. 권달관 외: 최신 방사선 기기학, 고문사, 8, 1990.