

# 1차 의료기관의 엑스선 발생장치 정도관리에 관한 현황조사: 광주광역시 지역을 중심으로

동경래<sup>\*.†</sup>, 이선주<sup>\*</sup>, 권대철<sup>‡</sup>, 구은희<sup>§.||</sup>, 정재은<sup>!.#</sup>, 이규수<sup>\*\*</sup>

<sup>\*</sup>광주보건대학 방사선과, <sup>†</sup>조선대학교 원자력공학과, <sup>‡</sup>신홍대학 방사선과, <sup>§</sup>서울대학교 영상의학과, <sup>||</sup>순천향대학교 물리학과, <sup>!</sup>남부대학교 디지털경영정보학과, <sup>#</sup>삼육의료원 의공학실, <sup>\*\*</sup>한려대학교 방사선학과

2010년 2월 22일 접수 / 2010년 3월 8일 1차 수정 / 2010년 3월 15일 2차 수정 / 2010년 3월 19일 채택

현대 의학에서 방사선 이용 영역이 확대되고 비중이 커짐에 따라 개인 피폭선량을 줄이기 위한 노력을 하고 있는 가운데 가장 중요한 문제로 대두되고 있는 것이 방사선 기기에 관한 정도관리이다. 그래서 광주광역시 1차병원을 5개의 구로 나누어 각 구에서 임의로 10개소의 병원을 선정하여 정도관리 항목들의 실제 측정 실험과 광주지역 정도관리 현황에 대해 알아보려 한다. 실험은 관전압, 관전류, 조사시간의 재현성 시험, 조도측정, 반가층 측정, 중심선속 일치 실험을 시행하였으며, 관전압 재현성 실험 결과 전체 50군데의 병원 합격률은 95.3%로 나타났고 관전류와 조사시간은 각각 77.0%의 합격률을 보였다. 조도는 86.0%의 합격률을 보였다. 반가층은 52.0%의 합격률을 보여 네 개의 실험 중 가장 낮은 합격률을 보였다. 중심선속 일치실험에서는 대체로 1.5° 이내로 중심선속이 일치하였으나 전체 50군데 중 30.0%가 중심선속이 3°이내로 벗어났다. 설문조사 결과로는 58.0%가 정도관리 주기에 대해 알고 있다고 답했으며, 50명 모두 현재 근무하는 병원에서 정도관리에 관한 교육을 받은 적이 없다고 답했다. 비교적 정도관리는 잘 이루어지고 있었지만 가장 시급한 문제는 정도관리의 중요성에 관한 인식이다. 따라서 방사선 작업 종사자들에게 전문적으로 안전관리에 관한 교육과 정확한 방사선 정도관리를 시행한다면 방사선 작업 종사자와 환자에 대한 피폭을 줄일 수 있으며 또한 적은 선량으로 질 높은 영상을 만들 수 있을 것으로 사료된다.

중심어: 정도관리, 재현성, 조도, 반가층, 중심선속

## 1. 서론

방사선 촬영은 질병의 진단, 치료, 예방 등에 필수적인 중요한 역할을 하고 있음에도 방사선의 피폭으로 인한 장애 가능성과 사람들의 좋지 않은 인식이 아직까지 존재하는 것이 사실이다. 이에 맞물려 엑스선 촬영 발생 장치의 효율적이고 지속적인 품질관리를 통해 질 높은 영상을 제공하고 최소한의 선량으로 최대의 효율을 얻는 것을 방사선사의 의무로 여기고 있다[1].

재현성과 직선성이 좋지 않아 필름의 농도가 적절하게 나타나지 않고 사진이 선명하게 표현되지 않으며 자동현상기의 관리를 소홀히 하여 재촬영이 요구되는 경우도 있다. 이 모든 문제들로 인해 필요 없이 선량이 과다 조사되어 피폭이 높아 질수도 있고, 과소 조사되어 영상의 질이 감소되는 경우도 있습니다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 WHO, NCRP, FDA, AAPM 등 국제기구나 단체에서 품질 및 성능관리 프로그램을 개발하여 그것을 권고하고 있다. 이에 국내에서는 보건복지부고시로서 시

험기준이나 시험방법을 제한해오다가 1995.1.6 진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙(보건복지부령 제3호)이 공포되어 관리가 이루어지게 되었다. 이를 토대로 사전품질관리와 사후성능관리가 이루어지고 있어 방사선발생장치에 대한 안전 및 성능관리가 이루어지고 있으며 이후로 보건복지가족부령 제25호(1996.5.18), 제 186호(2001.1.13), 제234호(2003.1.14), 제349호(2006.2.10)가 개정 공포되었다. 2004년 이후 MRI, CT, mammography는 특수의료장비로 확대되어 현재에 이르고 있다. 따라서 국내에서는 보건복지부령 방사선발생 장치의 안전관리에 관한 규칙에 의거하여 장치의 성능관리를 하여야 한다. 이를 통하여 우수한 화질의 영상을 제공하여 질병치료를 우선하며 아울러 술자 및 환자에 대한 방사선으로부터의 안전 또는 전기적인 안전을 최우선으로 하고 장비의 교체주기를 연장하여 경제적인 도움을 얻을 수 있는 효과를 얻게 된다. 하지만 현재 대부분의 병원에서는 정기적인 성능검사를 대행업체에 일임하여 실시하고 있으나 형식적인 면에 치우치고 있는 실정이다 [2].

본 연구는 광주광역시 1차 의료 기관을 구별로 나누어

책임저자 : 권대철, dckweon@shc.ac.kr, 신홍대학 방사선과  
경기도 의정부시 호원1동 117번지 신홍대학 방사선과

임의로 10개씩 병원을 선정하여 진단용 엑스선 발생장치의 재현성, 조도, 반가층과 중심선속 일치성을 측정하고, 정도관리(quality control: QC)를 실시하여 성능검사 기준에 적합한지 평가하고 각 병원에 근무하는 방사선 작업종사자에게 설문조사를 통해 안전관리의 인식도를 알아보고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 연구 대상 및 실험 항목

광주광역시를 동구, 서구, 남구, 북구, 광산구의 5개 구 별로 나누어 각 구에서 임의로 10개씩의 1차 의료 기관을 선정하여 진단용 엑스선 발생장치의 재현성, 조도, 반가층과 중심선속 일치실험을 시행하였다.

### 2.2 실험기기

실험 기기는 각 병원의 진단용 엑스선 발생 장치를 사용하였으며 Multi-Function Meter Model 240A (Gammex RMI Inc., Middleton WI, USA), X-ray Test Device Model 4000M+ Ion Chamber 6000-528 (Victoreen, Japan), Collimator Test Tool (Radiation Measurements, USA), 중심선속 일치는 Beam Alignment Test Tool (Radiation Measurements, USA), 엑스선 필름자동현상기는 Automatic X-ray Film Processor DSP5000 (Doosan, Korea), 필름 카세트는 8 X 10 inch Film Cassette (Kodac, Japan), 엑스선 필름 (Konica, Japan), 조도는 Unfors Luxi (Unfors, Sweden) 를 사용하여 측정하였다.

### 2.3 실험 방법

조사대상 병원을 직접 방문하여 진단용 엑스선 발생 장치에 1대당 관전압은 60, 80, 100 kVp, 관전류는 100, 200 mA, 조사시간은 0.1, 0.2 sec의 노출조건으로 측정기에 10회씩 노출하고 그 값을 평균 내어 관전압, 관전류, 조사시간의 백분율평균오차(percent average error, PAE) 값을 이용하여 식(1)로 구하였다. 조도는 광조사야를 4등분한 값의 평균값으로 구하였고 반가층은 식(2)번을 통하여 구한 알루미늄 두께로 수치를 구하였다. 중심선속은 beam alignment test tool의 필름 상에 나타난 두 점이 두개의 원 안에 들어 왔는지 여부를 평가하여 각 구의 병원별로 어느 정도 중심선속이 벗어났는지 확인하였다.

#### 2.3.1 관전압, 관전류, 조사시간의 재현성 시험

관전압, 관전류, 조사시간의 정확도 시험은 보건복지가족부령 제349호에 의거 백분율평균오차의 값을 구하여 식(1)과 같이 평가하였다.

$$PAE = \frac{X_p - \bar{X}}{X_p} \times 100(\%) \quad (1)$$

$X_p$  : 관전압의 설정치

$\bar{X}$  : 측정치의 산출평균치

관전압(kVp)의 백분율평균오차는 설정치에 대하여  $\pm 10\%$ 이내 이어야하며, 관전류(mA)는  $\pm 15\%$ 이내 이어야 하고, 관전류량(mAs)의 평균백분율 오차는 변압기장치와 인버터식장치의 경우  $\pm 15\%$ 이내이고, 콘덴서식장치인 경우 10 mAs 미만일 때 설정치에 대한 오차는  $\pm 2$  mAs, 10 mAs 이상인 경우  $\pm 20\%$ 이내 이어야 한다. 또한 조사시간의 백분율평균오차는 설정치에 대하여 단상장치일 경우  $T < 10$  펄스는  $\pm 0$  펄스,  $T \geq 10$  펄스는  $\pm 10\%$ 이내이고, 다상정류장치일 경우  $T < 0.01$  초는  $-1.5 \sim +0.06$  초,  $0.04$  초  $T \geq 0.01$  초는  $\pm 20\%$ 이내,  $T \geq 0.04$  초는  $\pm 10\%$ 이내이며, 인버터식장치일 경우  $T < 0.01$  초는  $\pm 0.01$  초,  $T \geq 0.01$  초는  $\pm 10\%$  이내로 정해져 있다.

#### 2.3.2 조도 측정

엑스선관 초점과 테이블간 거리를 100 cm 되게 하고 광조사야를 4등분하여 좌측 상단부터 각각의 중앙에서 1 번씩 측정하여 평균값을 구한다. 진단용 방사선 발생장치의 검사기준 제 4조 제1항에서 실내 조도가 0인 상태에서 조사야 조절기구로부터 투과되는 광조사야의 조도는 100 cm에서 평균조도가 100 lux 이상이어야 한다.

#### 2.3.3 반가층 측정

엑스선관 초점과 선량계 간 거리를 100 cm 되게 하고 엑스선 조사야는 검출기 면적 크기의 좁은 선속으로 한다. 선량계를 0으로 맞추고 검출기 중심에 엑스선 조사야 중심을 위치시킨다. 지시치를 80 kVp, 200 mA, 0.1 sec로 맞추고 Al filter가 없는 상태에서  $E_0$ 로 직접 조사선량 값을 표시한다. Al filter가 없는 상태에서 조사하여 나온 값을 1/2로 계산한 후 그 값보다 적은 수치가 나타날 때 까지 Al filter를 1 mm씩 차례로 엑스선관에 붙여서 조사한 후 그 값을 측정한다.  $E_a$ 를  $E_0$ 의 절반보다 약간 큰 조사선량 지시값, 그리고  $t_a$ 를 이에 해당하는 Al 두께라고 하고  $E_b$ 를  $E_0$ 의 절반보다 약간 적은 조사선량 지시값, 그리고  $t_b$ 를 이에 해당하는 Al 두께라고 할 다음 식(2)의 공식을 사용하여 HVL값을 계산하였다.

$$HVL = \frac{t_a \ln(2E_a/E_0) - t_b \ln(2E_b/E_0)}{\ln(E_a/E_b)} \quad (2)$$

#### 2.3.4 중심선속 일치시험

테이블에 수평계를 이용하여 수평을 확인한 후 SID (source to image distance)를 100 cm로 고정하고 collimator test tool을 테이블 위에 놓고 엑스선 조사야를 제한기구의 침금이 표시된 면적만큼 조사야를 맞춘다. Collimator test tool 위에 beam alignment test tool을 올려놓고 조사한다. steel ball상이 첫 번째 원 안에서 겹쳐지면 중심선속이  $0.5^\circ$ 이내에 수직입사 된 것이고 첫 번째 원 안에 포착되면 중심선속이  $1.5^\circ$  빗나간 것이고

두 번째 원 안에 포착되면 중심 선속은 3°정도 기울어 진 것이다.

### 3. 결과

#### 3.1 관전압에 대한 재현성 평가

환자의 두께에 따라서 변화하는 관전압은 엑스선 사진의 대조도와 선예도, 사진농도에 영향을 주기 때문에 정확하여야하며, 환자의 피폭선량을 경감하는 역할을 하는 중요한 인자이다. 따라서 본 실험의 각 구별 관전압에 대한 재현성평가에서 동구의 병원 중 30번의 kVp 테스트에서 26번의 결과치가 정상범위 안에 들어서 약 86.7%의 합격률을 보였고 kVp별로 나누어 보았을 때는

60 kVp에서는 90.0%, 80 kVp에서는 70.0%, 100 kVp에서는 100%가 정상범위 안에 들었다. 서구의 병원에서는 29번의 결과치가 정상범위 안에 들어서 약 97.0%의 합격률을 보였고 kVp별로는 60, 80 kVp에서 100%, 100 kVp에서 90%가 정상 범위 안에 들었다. 남구의 병원에서는 전체의 실험결과가 다 정상범위 안에 들었다. 북구의 병원에서는 28번의 결과치가 정상범의 안에 들어서 약 93.3%의 합격률을 보였고 60, 80 kVp에서는 90.0%, 100 kVp에서는 100%가 정상범위 안에 들었다. 광산구도 남구와 같이 전체의 결과가 다 정상범위 안에 들었다. 50군데의 병원 전체의 합격률은 95.3%이고 각 kVp 별로 나누어 봤을 때는 60 kVp에서는 96.0%, 80 kVp에서는 92.0%, 100 kVp에서는 98.0%가 정상범위 안에 들었다(Table 1).

Table 1. Measurement Result of Tube Voltage Reproducibility of X-ray.

(Unit: %)

Hospital class	Tube voltage(kVp)	Dong-gu	Seo-gu	Nam-gu	Buk-gu	Gwangsan-gu
1	60	-11.7	-2.2	1.6	-11.5	-0.6
	80	-13.0	-1.5	-1.6	-2.1	-0.9
	100	-3.2	5.4	-1.1	2.3	-0.3
2	60	1.1	-2.9	-4.1	-8.3	-2.4
	80	3.6	-2.5	4.3	2.3	-4.8
	100	5.2	-1.7	7.5	2.2	-5.8
3	60	2.6	-4.4	-0.6	8.8	-2.4
	80	0.2	0.6	0.2	4.6	-4.9
	100	1.1	0.9	-0.6	5.6	-3.7
4	60	-0.2	1.4	-1.6	1.2	-2.2
	80	1.2	4.4	-1.8	1.4	-1.9
	100	4.5	5.2	0.8	6.8	-6.7
5	60	7.0	-4.4	6.6	-0.1	2.5
	80	19.3	-1.7	3.6	4.5	1.8
	100	11.5	-0.3	-1.2	8.1	1.9
6	60	0.1	1.7	4.5	-0.9	-1.2
	80	11.2	2.4	-2.3	-3.4	-1.3
	100	7.6	6.6	4.1	1.1	-0.3
7	60	-1.7	-4.6	0.9	-8.9	-1.0
	80	0.9	-9.9	0.5	4.6	-1.7
	100	7.9	11.4	1.1	5.4	0.7
8	60	-1.4	5.5	6.8	2.4	6.3
	80	-1.5	-3.0	4.6	-1.1	5.1
	100	-0.9	-1.7	6.7	0.7	2.8
9	60	6.9	2.9	-1.6	-2.5	-1.2
	80	1.0	2.1	-1.3	-11.2	-1.9
	100	-1.1	-2.9	-1.3	0.6	-0.9
10	60	-0.6	7.2	8.9	1.4	5.1
	80	5.7	1.3	5.8	0.9	5.1
	100	-1.2	2.8	3.9	0.6	3.1
Pass		26(86.7%)	29(97.0%)	30(100%)	28(93.3%)	30(100%)
Fail		4(13.3%)	1(3.0%)	0(0%)	2(6.7%)	0(0%)

### 3.2 관전류에 대한 재현성 평가

엑스선관에 인가된 관전류는 발생하는 엑스선량을 결정함으로써 항상 일정치로 유지해야 한다. 본 실험의 각 구별 관전류에 대한 재현성 평가에서 동구의 위치에 위치한 20번의 관전압 테스트 중 19번의 결과치가 정상범위 안에 들어서서 약 95.0%의 합격률을 보였고 관전압별로는 100 관전압에서는 100%, 200 mA에서는 90.0%가 정상범위 안에 들었다. 남구의 병원에서는 19번의 결과치가 정상범위 안에 들어 동구와 마찬가지로 약 95.0%의 합격률을 보였고 100 mA에서는 90%, 200 mA에서는 100%가 정상범위 안에 들어왔다. 서구와 북구, 광산구에서는 모든 결과치가 정상범위 안에 들었다. 전체 50군데의 병원의 합격률은 98.0%였고 100 mA와 200 mA 둘 다 98.0%가 정상 범위 안에 들었다(Table 2).

### 3.3 조사시간에 대한 재현성 평가

조사시간은 엑스선 사진의 농도를 좌우하며, 선예도에

영향을 미치는 인자이다. 따라서 본 실험의 각 구별 조사시간에 대한 재현성 평가에서 동구의 병원 중 20번의 sec테스트 중 15번의 결과치가 정상범위 안에 들어서서 약 75.0%의 합격률을 보였고 sec별로는 0.1 sec에서는 70%, 0.2 sec에서는 80.0%가 정상범위 안에 들었다. 서구의 병원에서도 약 75.0%의 합격률을 보였고 0.1 sec에서는 70.0%, 0.2 sec에서는 80.0%가 정상범위 안에 들어왔다. 남구의 병원에서는 18번의 결과치가 정상범위 안에 들어서서 90%의 합격률을 보였고 0.1 sec와 0.2 sec에서 모두 90.0%가 정상 범위 안에 들어있었다. 북구의 병원에서는 약 70.0%가 정상범위 안에 들었고 0.1 sec에서는 50.0%, 0.2 sec에서는 90.0%가 정상범위 안에 들어있었다. 광산구의 병원에서는 75.0%가 정상범위 안에 있었고 0.1 sec에서는 70.0%, 0.2 sec에서는 80.0%가 정상범위 안에 있었다. 전체 50개소의 병원 합격률은 77.0%였다(Table 3).

Table 2. Measurement Result of Tube Current Reproducibility of X-ray.

(unit : %)

Hospital class	Tube current(mA)	Dong-gu	Seo-gu	Nam-gu	Buk-gu	Gwangsan-gu
1	100	-0.6	0	0	0.8	0
	200	-0.4	0	-0.1	-0.2	-0.2
2	100	0	-0.4	0.4	-11.4	0.6
	200	0	0.1	-0.4	-2.7	-3.8
3	100	0	-0.2	0.8	0.8	0.4
	200	-18.1	-2.4	0	-1.9	0.2
4	100	0	6.8	0.6	0	0
	200	0	1.8	-0.8	0	-0.3
5	100	0	0	-9.0	-2.0	0.8
	200	0	-0.3	0.3	-5.2	0
6	100	0	8.8	-22.4	-1.6	0
	200	0	1.3	-2.7	0	-0.1
7	100	0	-0.6	0	0	0
	200	0	-5.8	0	-0.2	0
8	100	0	0.4	0	0.4	0
	200	-0.8	5.1	0	-1	0
9	100	0	0	0	0.4	0
	200	0	-13.4	0	-0.1	0
10	100	-1	0	0.2	-1	-0.4
	200	-1.5	0	0.2	-0.4	-0.3
Pass		19(95.0%)	20(100%)	19(95.0%)	20(100%)	20(100%)
Fail		1(5.0%)	0(0%)	1(5.0%)	0(0%)	0(0%)

**Table 3.** Measurement Result of Exposure Time Reproducibility of X-ray. (Unit : %)

Hospital class	Exposure time(sec)	Dong-gu	Seo-gu	Nam-gu	Buk-gu	Gwangsan-gu
1	0.1	-27.0	4.3	3.8	1.0	10.4
	0.2	-3.0	5.7	0.8	3.4	3.7
2	0.1	4.1	4.2	3.9	16.2	-3.2
	0.2	2.6	5.1	2.3	0.7	11.1
3	0.1	3.6	9.0	1.7	-5.4	-7.6
	0.2	2.5	20.5	5.5	-4.8	-5.1
4	0.1	-96.1	6.6	19.0	19.2	-40.1
	0.2	-10.2	2.2	12.1	4.8	-0.6
5	0.1	-25.4	-27.0	6.3	5.6	5.4
	0.2	-0.5	1.1	4.5	2.3	3.7
6	0.1	7.6	12.6	4.4	19.8	-82.0
	0.2	2.7	1.3	0.1	0.8	-6.3
7	0.1	11.8	-1.8	4.0	15.0	7.8
	0.2	2.6	7.6	2.6	13.0	13.5
8	0.1	13.4	3.6	7.5	7.4	8.01
	0.2	-1.4	10.1	2.4	5.3	2.1
9	0.1	-41.0	4.4	3.5	3.0	8.0
	0.2	-3.8	2.5	2.2	0.9	1.6
10	0.1	2.4	80.4	5.3	14.6	8.1
	0.2	12.7	2.6	2.6	3.4	5.6
Pass		15(75.0%)	15(75.0%)	18(90.0%)	14(70.0%)	15(75.0%)
Fail		5(25.0%)	5(25.0%)	2(10.0%)	6(30.0%)	5(25.0%)

**Table 4.** Measurement Result of Intensity of Illumination. (Unit : lx)

Hospital class	Dong-gu	Seo-gu	Nam-gu	Buk-gu	Gwangsan-gu
1	22.5	30.7	7.0	17.2	31.5
2	24.2	0	3.7	33.0	27.0
3	21.7	37.2	23.0	4.2	19.0
4	9.0	24.7	10.5	25.7	34.0
5	10.2	6.0	13.7	25.2	23.7
6	24.7	36.2	23.5	10.5	30.7
7	23.0	27.0	24.0	7.2	24.5
8	20.2	26.5	12.0	24.7	10.5
9	25.7	8.2	30.2	24.2	30.0
10	25.0	12.0	24.2	40.2	23.2
Pass	9(90.0%)	8(80.0%)	8(80.0%)	8(80.0%)	10(100.0%)
Fail	1(10.0%)	2(20.0%)	2(20.0%)	2(20.0%)	0(0.0%)

### 3.4 조도측정에 관한 비교

진단에 사용하는 의료용 엑스선장치에는 엑스선의 조사야를 조절할 수 있는 엑스선 가변 조리개가 있으며, 이것은 인체에 유해한 엑스선을 최대한 차폐하는 측면에서 이용선추의 면적이 엑스선의 유효면적을 초과하지 못하도록 되어있다. 또한 초점의 엑스선 및 산란선을 차폐하

며 엑스선 영상의 화질에 영향을 미치는 인자이다. 따라서 본 실험의 각 구별 조도측정에서 동구의 병원 10군데 중 9군데가 정상범위 안에 들었으며 동구는 90.0%의 합격률을 보였고 서구, 남구, 북구의 병원에서는 8군데가 정상범위 안에 들어와 80.0%의 합격률을 보였다. 광산구의 병원에서는 10군데가 다 정상범위 안에 들어 100%

의 합격률을 보였다. 조도측정의 결과 광산구가 10개의 병원 모두 들어와 5개의 구 가운데서 가장 높은 합격률을 보였으며 전체 50군데의 병원 합격률은 86.0%이다 (Table 4).

### 3.5 반가층 측정에 관한 비교

엑스선관에서 발생하는 엑스선의 선질은 관전압에 의해서 지배되는데 관전압이 일정해도 엑스선관용기의 고유여과, 가변 콜리메이터의 고유여과, 부가필터의 의해서 방사되는 엑스선 선질은 다르게 되므로 반가층 측정이 필요하다. 따라서 본 실험의 각 구별 반가층 측정에서 동구와 서구의 병원은 각각 6군데가 정상범위 안에 들어와 60.0%의 합격률을 보였다. 남구와 북구는 5군데로 50.0%의 합격률을 보였고 광산구는 4군데의 병원이 정상범위인 2.3 mmAl 안에 들어 40.0%의 합격률을 보였다. 반가층 측정 결과 광산구가 가장 낮은 합격률을 보였으며 동구와 북구가 60.0%로 가장 높은 합격률을 보였다. 전체 50군데의 합격률은 52.0%이다(Table 5).

### 3.6 중심선속 일치실험에 관한 비교

엑스선 영상의 질을 평가할 때 가장 기본적인 요소 중의 하나가 중심선속이 일치하지 않을 경우로서 목적장기 등의 정확한 정보를 얻지 못하고 격자를 사용할 경우 엑스선관에 평행축보다 수직축이 맞지 않을 때는 cut off 현상이 생겨 영상이 왜곡되어 나타나게 된다. 따라서 본 실험의 각 구별 중심선속 일치실험에서 중심선속이 정확히 일치한 병원은 동구에서는 1군데, 서구와 남구에서는 2군데, 북구에서는 4군데, 광산구에서는 3군데가 있었다. 중심선속이 1.5°이내에 수직입사 된 곳은 동구에서는 5군데, 서구에서는 3군데, 남구, 북구, 광산구에서는 각각 4군데씩 있었다. 중심선속이 1.5°벗나간 곳은 동구, 서구, 북구, 광산구에서 각각 1군데씩, 남구에는 한 군데도 없는 것으로 나타났다. 3° 이내로 벗나간 곳은 동구에서는 3군데, 서구와 남구에서는 4군데씩, 북구와 광산구에서는 2군데씩 있었다. 중심선속이 3°이상 벗어난 곳은 없었다(Table 6)(Fig. 1).

**Table 5.** Result of Half Value Layer Test.

(Unit : mmAl)

Hospital class	Dong-gu	Seo-gu	Nam-gu	Buk-gu	Gwangsan-gu
1	2.2	3.0	2.0	3.1	2.1
2	2.5	3.2	2.2	2.3	4.1
3	2.0	2.1	2.1	2.1	2.3
4	3.0	2.2	3.4	3.0	4.1
5	1.0	3.1	3.3	2.2	1.6
6	2.4	2.4	2.9	3.9	2.9
7	2.0	2.1	1.7	2.0	2.8
8	1.9	2.1	2.2	3.0	2.1
9	3.1	1.3	3.4	2.2	3.0
10	2.0	1.7	2.5	1.9	2.0
Pass	6(60.0%)	6(60.0%)	5(50.0%)	5(50.0%)	4(40.0%)
Fail	4(40.0%)	4(40.0%)	5(50.0%)	5(50.0%)	6(60.0%)

**Table 6.** Result of Beam Perpendicularity Test.

(Unit: No. of place)

Classification (Angle)	Dong-gu	Seo-gu	Nam-gu	Buk-gu	Gwangsan-gu
0°	1	2	2	4	3
>1.5°	5	3	4	4	4
1.5°	1	1	0	1	1
>3°	3	4	4	2	2

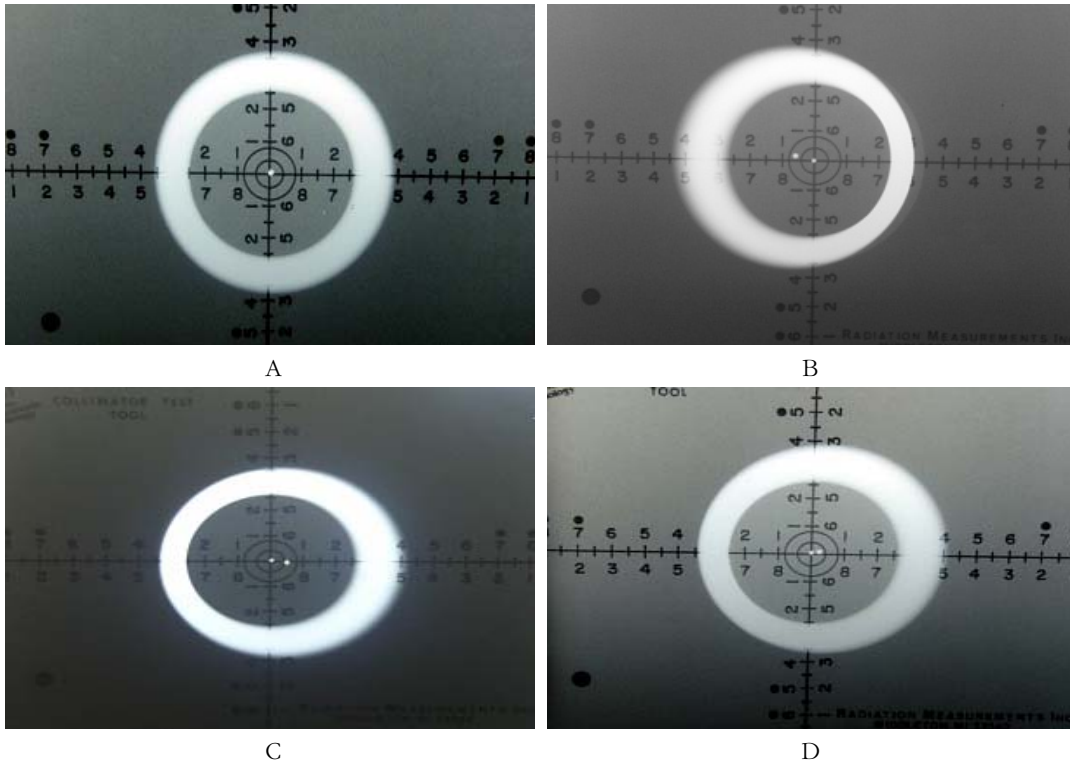


Fig. 1. Image distortion of beam alignment test tool. A, Beam perpendicularity. B, Beam within 1.5° perpendicular incidence. C, Beam miss 1.5° perpendicular incidence. D, Beam within 3° perpendicular incidence.

Table 7. A Standard of Reproduction of X-ray.

Test item	A standard comparison	
	The ministry of health and welfare	JIS and KSA
Reproduction of exposure dose	0.05(5%) and less	0.1(1%) and less

### 3.7 방사선사들의 정도관리에 대한 인식도 조사

각 병원에 근무하는 방사선사에게 설문조사를 한 결과 정도관리의 최소 검사 주기에 대해 알고 있다는 질문에 58.0%가 ‘그렇다’라고 답했고 ‘그렇다’에 답한 방사선사들은 3년 주기로 기기들에 대한 정도관리를 실시하고 있는 것으로 답했다. 그리고 현재 근무하고 있는 병원에서 정도관리에 관한 교육을 받은 적이 있다는 질문에는 50명 모두 ‘한 번도 없다’라고 답했다.

## 4. 고찰

진단용 엑스선 촬영장치는 장치의 노후, 외부전력의 불안정성, 촬영실 내부의 온도와 습도에 대한 변화로 인한 촬영 장치의 성능이 저하되므로 방사선기기의 체계적인 점검은 필수적이다[3,4]. 엑스선 발생장치 점검시 고려해야 할 사항은 측정 중 전원전압은  $\pm 0.2\%$  이내여야

하고 온도는  $20^{\circ}\pm 15^{\circ}\text{C}$ , 상대습도는  $65\pm 20\%$ , 기압은 760~1060 mmHg의 환경 조건을 유지해야 한다[5]. 주위 환경 또한 기기에 영향을 미치므로 수시로 체크해 주어야 한다. 또한 기본적인 기기의 동작 원리나 이용 응용 등의 세부사항을 잘 숙지하여 주기적으로 숙지 할 필요성이 있다. 점검 항목으로는 접지설비 확인시험, 외장누설전류시험, 조사선량의 재현성 시험, 조도시험, 조사야와 광조사야의 일치시험, 반가층 시험 등이 있다[6,7]. 그 중 관전압, 관전류, 조사시간의 안정성으로 인하여 항상 똑같은 출력이 얻어지도록 X선 발생장치를 지속적으로 관리해야 하며 재현성이 좋지 않으면 엑스선 사진의 대조도, 선예도, 사진농도 등이 나빠질 수 있다. 이러한 요소들에 문제가 생기면 방사선사가 중요하게 생각해야 할 환자의 피폭으로 인해 많은 문제들이 초래 될 수 있다. 또한 디지털 엑스선 시스템에서는 영상의 질에 영향을 미치므로 기준을 정하고 있다[8].

관전압 60, 80, 100 kVp, 관전류 100, 200 mA 조사시간 0.1, 0.2 sec를 설정하여 multi-function meter로 측정

한 후 재현성을 평가하기 위해 CV(coefficient of variation)와 PAE 값을 구해 평가하였다[9]. 엑스선 조사 선량의 재현성 평가의 변동계수 기준은 Table 7과 같다.

엑스선 발생에서 관전압은 일정해야 한다. 그러므로 Baorong 등은 피크 관전압을 측정하였고[10], 유용한 피크 관전압을 측정할 필요성이 있다. Ramírez-Jiménez 등은 시스템의 오류가 1-8% 정도라고 보고하여 관전압의 정확도를 보고하였다[11].

PAE는 kVp는  $\pm 10\%$ 이내, mA는  $\pm 15\%$ 이내, sec는 방사선 기기가 단상 장치일 경우  $\pm 10\%$  이내로 규정되어 있다[12]. 반가층은 선질을 측정하는 한 방법으로 관전압을 80 kVp에 맞추고 Al 차폐체를 이용하여 4000M+에 측정된 값으로 구했는데 검사측정기관의 시설 기준 제 4조에는 측정 관전압이 60 kVp일 경우 최소 반가층은 1.3 mmAl, 80 kVp일 경우 2.3 mmAl로 규정되어 있다[13].

조도는 FFD(focus to film distance)를 100 cm로 유지하여 광조사야를 4등분하여 왼쪽 상단부터 각각의 중앙에서 조도계로 수치를 측정하였는데 실내조도가 0일 때 100 lux 이상이어야 정상범위인데 본 실험에서는 실내조도를 0으로 맞추지 못해서 다른 자료들의 실내조도 평균치인 90 lux를 기준으로 해서 결과를 평가하였다.

중심선속 일치 실험은 FFD를 100 cm로 설정하고 엑스선을 조사하여 beam alignment test tool를 통과하는 엑스선의 중심이 수직으로 입사 하였을 경우 FFD의  $\pm 2\%$  이내여야 한다. 엑스선 촬영장치의 성능을 높이고 효율적인 운영을 위해서 촬영장치에 연결되어 있는 접지 저항치가 의료용 엑스선발생장치 기준에서 정해져 있는 값(제3종 접지공사, 100  $\Omega$ )[14]에 들어가도록 해야 할 것이며, 정확한 관전압, 관전류, 조사시간으로서 안정된 엑스선 출력이 얻어지도록 발생장치를 항상 calibration 한 측정기를 이용하여 정기적인 성능관리가 필요하다. 따라서 여러 가지 요인 등을 잘 고려하고 점검하여 적은 선량으로 질 높은 영상을 만드는데 최선을 다해야하며 무엇보다도 방사선 기기의 정도관리에 관한 인식 변화가 가장 먼저 일어나야 한다고 사료된다.

## 5. 결론

관전압 테스트에서는 50개소의 병원 전체의 합격률이 95.3%, 관전류 테스트에서 합격률은 98.0%로 두 개의 실험 모두 높은 합격률을 보였지만 조사시간 테스트에서 합격률은 77.0%로 가장 낮은 합격률을 보여 조사시간의 관리가 가장 시급한 것으로 보여 진다. 조도 테스트에서는 전체 병원 합격률이 86.0%였고 반가층 테스트에서는 전체 합격률이 5.02%에 불과해 선질의 관리가 모든 실험 중에 가장 문제가 되고 있다고 생각한다. 중심선속

테스트에서 중심선속이 정확하게 일치한 곳은 북구로 나타났으며, 중심선속이 3° 이상으로 빗나간 곳은 서구와 남구로 나타났다. 정도관리에 관한 설문조사결과 과반수 이상이 최소검사주기를 알고 있었으며 정도관리에 대한 교육은 한 번도 받은 적이 없다 라고 답해 정도관리에 대한 교육이 절실히 필요한 것으로 사료된다. 따라서 앞으로는 전문적으로 정도관리에 대한 안전관리 교육을 철저히 시킴으로써 방사선사가 올바른 기기 사용으로 개인과 환자에 대한 피폭을 줄일 수 있도록 많은 노력과 연구가 필요할 것이다.

## 참고문헌

1. 김정민. 정류방식에 따른 진단용 X-선 장치의 출력 비교. 대한방사선기술학회지 1997;20(2):34-43.
2. Park JH, Im IC, Dong KR, Kang SS. A performance evaluation of diagnostic X-ray unit depends on the hospitals size. J Radiat Prot. 2009;34(1):31-36.
3. Stanton L, Lightfoot MA, Mann S. A Penetrator for field kV calibration of diagnostic X-ray machine. Radiology 1966;87:87-98.
4. Ardran GM, Crooks HE. Checking Diagnostic X-ray beam quality. Br J Radiol. 1968;41:183-198.
5. 김성철, 이우철, 김정민. X선 진단영역 에너지 측정을 위한 Photo-Diode 선량계(PD-2000)의 개발. 2000;23(2):139-141
6. 허준. 정도관리와 화상평가. 대한방사선기술학회지 2000;23(2):3-12
7. 김영근, 김영일, 김화근. 의료영상 정보학 실험. 신광출판사, 2008:105-110.
8. Schreiner-Karoussou A. Review of image quality standards to control digital X-ray systems. Radiat. Prot. Dosimetry 2005;117(1-3):23-25.
9. 김성수, 허준, 이선숙, 이인자, 김성철. 진단용 X선 장치의 콜리메타의 실태조사. 대한방사선기술학회지 1994;17(1):65-70.
10. Baorong Y, Kramer HM, Selbach HJ, Lange B. Experimental determination of practical peak voltage. Br. J. Radiol. 2000;73(870):641-649.
11. Ramírez-Jiménez FJ, López-Callejas R, Benítez-Read JS, Pacheco-Sotelo JO. Considerations on the measurement of practical peak voltage in diagnostic radiology. Br J Radiol. 2004;77(921):745-750.
12. 보건복지가족부: 보건복지가족부령 3~349호. 진단용 X선발생장치의 안전관리에 관한규칙. 2006.
13. 고신관, 안봉선, 장상섭, 최중운, 신영순. 진단용 X선 발생장치의 X선 출력에 관한 연구. 대한방사선기술학회지 1995;18(2):61-73.
14. 보건복지가족부령 제234호. 진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙 진단용 방사선발생장치의 검사기준(제4조 제1항 관련). 접지설비확인시험 항목. 2003.



## Actual Condition of Quality Control of X-ray Imaging System in Primary Care Institution: focused on Gwangju Metropolitan City

Kyung-Rae Dong<sup>\*,†</sup>, Seun-Joo Lee<sup>\*</sup>, Dae-Cheol Kweon<sup>‡</sup>, Eun-Hoe Goo<sup>§,||</sup>, Jae-Eun Jung<sup>¶,#</sup> and Kyu-Su Lee<sup>\*\*</sup>

<sup>\*</sup>Department of Radiological Technology, Gwangju Health College University,

<sup>†</sup>Department of Nuclear Engineering, Chosun University,

<sup>‡</sup>Department of Radiologic Science, Shin Heung College University,

<sup>§</sup>Department of Radiology, Seoul National University Hospital,

<sup>||</sup>Department of Physics, Soonchunhyang University,

<sup>¶</sup>Department of Digital Management and Information, Nambu University,

<sup>#</sup>Department of Biomedical Engineering, Sahmyook Medical Center,

<sup>\*\*</sup>Department of Radiological Science, Hanlyo University

**Abstract** - With the expanded use of radiation in modern medical practices, the most important issue in regards to efforts to reduce individual exposure dose is quality assurance. Therefore in order to study the present condition of quality assurance, the Gwangju Metropolitan City area was divided into five districts each containing ten hospitals. Four experiments were conducted: a reproducibility experiment for kVp, mA, and examination time (sec) intensity of illumination; half-value layer (HVL) measurement; and beam perpendicularity test matching experiment. The tube voltage reproducibility experiment for all fifty hospitals resulted in a 95.33% passing rate and mA and examination time both resulted in a 77.0% passing rate. The passing rate for intensity of illumination was 86.0% and 52.0% for HVL, which was the lowest passing rate of all four factors. For the beam perpendicularity test matching experiment, generally the central flux is matched to within 1.5°. Of all fifty hospitals 30.0% were beyond 3°. The results of the survey showed that 58% responded that they knew about quality assurance cycle. All fifty respondents stated that they have not received any training in regards to quality assurance at their current place of employment. Although quality assurance is making relative progress, the most urgent issue is awareness of the importance of quality assurance. Therefore, the implementation of professional training focusing on safety management and accurate quality assurance of radiation will reduce the exposure to radiation for radiologists and patients and higher quality imaging using less dosage will also be possible.

**Keywords** : Quality Assurance, Reproducibility, Intensity of Illumination, HVL, Beam Perpendicularity