

간접촬영용 X-선 발생장치 성능 평가

— An ability test for the use of indirect radiographic unit —

동아대학교병원 진단방사선과

임 인 철

— 국문요약 —

목 적 : 측정을 통한 장치의 성능관리 평가로 임상실무에서의 능력배양과 정확한 관전압, 조사시간, 출력선량을 측정하는 기술을 익히고 병원에서 사용 중인 간접촬영용 X-선 발생장치 성능현황을 파악하기 위함이다.

재료 및 방법 : 관전압, 조사시간, 출력선량 측정기를 이용하여 10개 대학병원 간접촬영용 X-선 발생장치(원내,외 각 10대)를 이용하였다.

결 과 : 관전압 정확도 시험 PAE 판정에 의해 부적합한 간접촬영기는 3대가 나왔으며, 조사시간의 정확도 시험에서는 2대, 또한 조사선량의 재현성 시험에서도 조사선량에 대한 변동계수를 계산한 결과 3대가 나왔다. 3가지 성능검사에서 원외(이동차량)의 부적합한 간접촬영기는 5대, 원내는 3대로 원외(이동차량)의 간접촬영기가 원내보다 부적합한 것이 높게 나타났다.

결 론 : 간접촬영기의 성능을 일정하게 유지함으로써 방사선 피폭경감, 화질관리, 재촬영 감소 등에 의해 환자에게 양질의 의료서비스를 제공할 수 있는 여건을 마련할 수 있을 것이다. 따라서 정기적인 성능검사가 필요하다고 사료된다.

중심단어 : 관전압, 조사시간, 출력선량, 간접촬영

I. 서 론

간접촬영은 X-선 형광상을 한 장의 작은 필름에 축소된 영상으로 촬영하는 방법¹⁾으로 의료기기의 발전으로 선예한 상을 얻을 수 있게 되었다. 현재 산업검진이나 일반검진에서 주로 사용되고 있으며, 촬영상은 실물체의 형광상을 작은 필름에 촬영하므로 영상은 축소 되어진다. 영상의 축소비율은 형광상의 크기와 이것을 촬영하는 필름의 크기에 따라 결정된다고 할 수 있다. 다른 X-선 발생장치에 비해 간접촬영기는 낮은 의료보험 수가로 인하여 관리소홀과 정기검사면에서도 떨어져 다른 장비에 비해 무관심속에 있어 정기적인 성능검사 평가가 필요한 장비로 생각이 든다. 먼저 간접촬영장치의 성능검사를

위해서는 우선 정확도가 높은 측정기의 확보와 사용방법을 완전히 숙지하여 정확한 성능검사를 하여야 할 것이다. 그로 인해 저자는 우선 관전압, 조사시간, 출력선량을 평가하기 위하여 측정기를 이용하여 측정하면서 현장 조사와 함께 간접촬영기의 성능평가^{2~3)}를 하게 되었다. 이번 실험을 통해서 동일한 조건에서 얼마나 정확한 X-선 출력이 발생하는지, 또한 측정을 통한 장치의 성능관리 평가를 하면서 임상실무에서의 능력배양과 정확한 조사시간을 측정하는 기술을 익히고 그 규정치가 얼마인지 확인하고자 하였다. 그러므로 본 연구에서는 부산시내 대학병원의 간접촬영용 X-선 발생장치의 성능평가를 위해 관전압, 조사시간, 출력선량의 정확도 실험을 하여 그 결과를 보고한다.

II. 실험 방법

1. 실험대상

본 연구실험은 부산광역시내에 위치하는 대학병원, 종합병원 10군데를 선정하여 간접촬영용 X-선 발생장치(원내, 외 각 10대)를 대상으로 하였다.

2. 실험도구

1) 모델명 - UNFORS

- ① Digital kVp meter(RAD/FLU, for 55~145 kVp)
- ② Exposure time meter(msec, sec, for 20~155 kV)
- ③ Dose meter(mR, for 50~150 kV)

2) 생산국 - 스웨덴

3. 실험방법

조사대상 10개 대학, 종합병원을 직접 방문하여 간접 촬영 X-선 발생장치(원내, 외 각 10대)에 1대당 관전압측정기, 조사시간측정기, 출력선량측정기에 10회씩 exposure를 하고 그 값을 평균 내어 관전압, 조사시간의 PAE^{2~8)}와 조사선량의 CV를 구하여 재현성^{2~7)}을 조사하였다.

4. 평가 및 기준

1) 관전압 및 조사시간의 정확도 시험^{4~8)}

관전압 및 조사시간의 정확도 시험은 백분율평균오차(Percent average error, PAE)를 구하여 평가하였다.

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

X_p : 관전압의 지시치

\bar{X} : 측정치의 산출평균치

관전압과 조사시간의 평균백분율 오차는 IEC 및 보건 복지부고시에 따라서 관전압 $\pm 5\%$ 이내로 정하고 있다⁴⁾.

2) 조사선량 재현성 시험^{4~7,9)}

조사선량 재현성(Reproducibility)시험은 조사선량에 대한 변동계수(Coefficient of variation, CV)를 계산하여 평가하였다.

$$CV = \frac{SD}{\bar{X}} = \frac{1}{\bar{X}} \left(\sum_{i=1}^n \frac{(X_i - \bar{X})^2}{n-1} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$= \frac{1}{\bar{X}} \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

SD : 조사선량 측정치 모집단에 대한 표준편차

\bar{X} : 조사선량 측정치의 평균치

X_i : i 번째의 조사선량 측정치

n : 측정횟수(10회)

조사선량 재현성 결과치의 변동계수는 0.05이하 이어야 한다.

III. 실험결과

1. 관전압의 정확도 시험

관전압의 정확도는 매우 중요하다. 환자의 두께에 따라서 변화하는 관전압은 사진 대조도와 농도를 좌우하게 하고 환자의 피폭선량을 경감하는 역할을 하게되는 중요한 인자^{2~5,12)}이다. 따라서 본 실험에서 얻어진 관전압의 정확도 시험결과는 Table 1, 2와 같다.

Table 1. Result of correctness test for tube voltage(hospital outside)

Hospital	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Test tube voltage (kVp)	86	110	87	120	84	90	80	95	90	84
Mean value (\bar{X})	74.9	107.0	83.4	114.5	74.8	89.1	77.5	95.0	86.8	81.0
PAE (%)	-12.9	-2.7	-4.1	-4.6	-11.0	-1.0	-3.1	0	-3.6	-3.6
Decision (P or I)	I	P	P	P	I	P	P	P	P	P

Table 2. Result of correctness test for tube voltage(hospital inside)

Hospital	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Test tube voltage (kVp)	110	97	89	89	82	80	90	80	95	84
Mean value (\bar{X})	107.6	95.1	85.2	86.6	82.6	82.1	78.7	81.5	95.2	81.9
PAE (%)	-2.2	-2.0	-4.3	-2.7	+0.7	+2.6	-12.6	+1.9	+0.2	-2.5
Decision (P or I)	P	P	P	P	P	P	I	P	P	P

Table 3. Result of correctness test for exposure time(hospital outside)

Hospital	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Test tube voltage (kVp)	0.3	0.1	0.75	0.2	1.2	0.02	0.3	0.03	0.6	1.2
Mean value (\bar{X})	0.29	0.096	0.73	0.24	1.15	0.019	0.31	0.03	0.62	1.18
PAE (%)	-3.3	-4	-2.7	+20	-4.2	-5	+3.3	0	+3.3	-1.7
Decision (P or I)	P	P	P	I	P	P	P	P	P	P

Table 4. Result of correctness test for exposure time(hospital inside)

Hospital	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Test tube voltage (kVp)	0.15	0.1	0.37	0.25	0.4	0.3	0.3	0.12	0.3	0.14
Mean value (\bar{X})	0.145	0.097	0.381	0.252	0.42	0.29	0.31	0.125	0.249	0.138
PAE (%)	-3.3	-3	+3.0	+0.8	+5	-3.3	+3.3	+4.2	-17	-1.4
Decision (P or I)	P	P	P	P	P	P	P	P	I	P

Table 5. Result of repeatability test for exposure dose(hospital outside)

Hospital	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Test condition	86 kVp 100 mA 0.3 sec	110 kVp 80 mA 0.1 sec	87 kVp 100 mA 0.75 sec	120 kVp 100 mA 0.2 sec	84 kVp 80 mA 1.2 sec	90 kVp 100 mA 0.02 sec	80 kVp 80 mA 0.3 sec	95 kVp 200 mA 0.03 sec	90 kVp 100 mA 0.6 sec	84 kVp 100 mA 1.2 sec
Mean value (\bar{X})	187.7	106.6	57.86	96.15	458.6	2.721	78.15	89.37	64.77	611.6
SD	1.19	2.21	4.42	3.38	5.81	0.12	3.25	2.54	3.89	2.35
CV	0.006	0.02	0.08	0.04	0.01	0.04	0.04	0.03	0.06	0.003
Decision (P or I)	P	P	I	P	P	P	P	P	I	P

Table 6. Result of repeatability test for exposure dose(hospital inside)

Hospital	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Test condition	110 kVp 200 mA 0.15 sec	97 kVp 100 mA 0.1 sec	89 kVp 100 mA 0.37 sec	89 kVp 80 mA 0.25 sec	82 kVp 80 mA 0.4 sec	80 kVp 200 mA 0.3 sec	90 kVp 200 mA 0.3 sec	80 kVp 200 mA 0.12 sec	95 kVp 25 mA 0.3 sec	84 kVp 200 mA 0.14 sec
Mean value (\bar{X})	369.4	98.89	8.083	178.0	230.9	325.5	143.6	126.4	86.91	210.3
SD	2.84	2.19	0.23	4.32	2.73	3.28	4.12	3.13	5.10	4.89
CV	0.007	0.02	0.03	0.02	0.01	0.01	0.03	0.02	0.06	0.02
Decision (P or I)	P	P	P	P	P	P	P	P	I	P

2. 조사시간의 정확도 시험

조사시간은 X-선 사진의 농도를 좌우하며, 선예도에 영향을 미치고 촬영 시 촬영부위와 목적에 따라 결정된다. 따라서 본 실험에서 얻어진 조사시간의 정확도 시험 결과는 Table 3, 4와 같다.

3. 출력선량의 재현성 시험

출력선량은 관전압, 관전류, 조사시간, 촬영거리, 총여과 및 조사야 등의 여러 인자들에 의해서 변화된다. 장치의 성능에 따라 동일한 조건이라 하더라도 발생하는 출력선량은 다르게 나타날 수 있다. X-선 발생장치는 일정한 촬영조건에서는 항상 일정한 방사선량이 발생되어야 한다. 따라서 본 실험에서 얻어진 출력선량의 재현성 시험결과는 Table 5, 6과 같다.

IV. 고 찰

간접촬영기의 성능평가는 대체적으로 적합여부를 볼 때 10개 대학, 종합병원 원외, 원내 간접촬영기 20대 중 관전압 정확도 시험에 따라 PAE 판정에 의해 부적합한 간접촬영기는 3대가 나왔다. 또한 조사시간의 정확도 시험은 2대가 나왔으며, 조사선량의 재현성 시험에서도 조사선량에 대한 변동계수를 계산한 결과 3대가 나왔다. 3가지 성능검사에서 원외(이동차량)의 부적합한 간접촬영기는 5대, 원내는 3대로 원외(이동차량)의 간접촬영기가 이번 실험에서 부적합한 것이 원내보다 높게 나타났다. 그 이유는 원내는 장비를 고정하여 사용하는 것에 비해, 원외는 차량을 이동함에 따라 충격이나, 사용자의 빈번한

교체의 요인으로 저하된 것으로 사료된다. 이에 간접촬영기의 성능을 높이고 효율적인 운영을 위해서 본 저자는 몇 가지 주위 할 점과 방법을 제시¹⁰⁾하고자 한다.

먼저 전기적 안전의 확보를 위하여 반드시 어어스를 접속시키고, 접지저항치가 의료용 X-선장치 기준에서 정해져 있는 값 안에 들어가도록 해야 할 것이며 고장을 미연에 방지하기 위해 제조회사가 지정하는 기간 안에 반드시 전반적인 점검을 실시해야 할 것이다. 또한 겨울철에 온도에 의한 렌즈의 흐림이 생기지 않게 하기 위하여, 항시 silicagel로 관리해야 할 것이며, 형광판의 감도가 떨어지면 촬영선량의 증가와 연결되므로 메이커가 권하는 기간마다 형광판을 신품과 교환해야 할 것이다. 그러므로서 calibration 한 측정기를 이용하여 정기적인 성능평가를 해야 할 것이다.

이와 같이 모든 것들을 시행한 후, 간접촬영기의 성능을 일정하게 유지함으로써 방사선 피폭경감, 화질관리, 재촬영 감소 등에 의해 "방사선진단의 의료영상 질 관리 수준을 향상시켜 환자에게 정확한 의료영상정보를 제공할 수 있는 고화질 진료서비스를 제공"¹¹⁾할 수 있는 여건을 마련할 수 있을 것이다. 따라서 이를 위해서는 정기적인 성능검사가 필요하다고 사료된다.

V. 결 론

동일한 관전압, 조사시간, 조사선량의 설정치에서 연속하여 10회 측정된 결과치를 기록하여, 그 값의 평균치와 표준편차, 변동계수를 구하여 장비성능의 적합여부를 평가하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 관전압의 정확도 시험결과는 원외(이동차량)장치가

- 20%, 원내가 10%가 부적합 하였다.
2. 조사시간의 정확도 시험결과는 원외(이동차량)장치가 10%, 원내가 10%가 부적합 하였다.
 3. 조사선량의 재현성 시험결과는 원외(이동차량)장치가 20%, 원내가 10%가 부적합 하였다.
 4. 관전압 정확도 시험결과는 원외(이동차량), 원내 20대 중 적합 17대, 부적합 3대로 부적합 상태가 17.6%로 나타났다.
 5. 조사시간의 정확도 시험결과 원외(이동차량), 원내 20대 중 적합 18대, 부적합 2대로 부적합 상태가 11.1%로 나타났다.
 6. 조사선량 재현성 시험결과 원외(이동차량), 원외 20대 중 적합 17대, 부적합 3대로 부적합 상태가 17.6%로 나타났다.

3. 강세식 외 6 : 진단용 X-선 장치 정도관리 실험, pp.32-69, 청구문화사, 2003
4. 대한방사선협회 : 진단용방사선안전관리(2), 성능관리편, pp.15-70, 대학서림, 1998
5. 일본방사선기기공업회 : 의용화상, 방사선기기 Handbook, pp.55-85, 전자계측출판사, 1995
6. NCRP report : Quality Assurance for Diagnostic Imaging Equipment, No.99, 1988
7. AAPM, report : Basic Quality in Diagnostic Radiology, No.4, 1978
8. Glenn F. Knoll : Radiation detection and measurement, pp.42-55, John wiley and Sons, New York, 1979
9. Japan Industries Assosiation of Radiation Apparatus : Medical imaging and Handbook of Radiation Installation, pp.43-57, Electron measurement publishers, 1995
10. 진료영상학회 : 진료영상학(4), p. 50, 1997
11. 정경모 : 진단방사선 영상진단 검사자 실명제에 관한 연구, p.4, 2003

참 고 문 헌

1. 전문대학방사선과교수협의회 : 방사선촬영학 Ⅲ, pp.134-144, 1987
2. 김영일 : 진료영상 Q.C, pp.82-125, 대학서림, 1993

• Abstract

An ability test for the use of indirect radiographic unit

In Cheol Im

Dept. of Diagnostic Radiology, Dong-A University Medical Center

Purpose : Raise ability cultivation in presence at a sicked business by performance management estimation of device through measurement. Also Learn a technology that measure exact tube voltage, exposure time, output dose. And it is to grasp photofluorography X-ray generator existing circumstances using at hospital.

Material & Method : Investigated Photofluorography X-ray generator(inside, outside each 10) of 10 university hospitals using tube voltage, exposure time, output dose measuring instrument.

Result : Photofluorography device that tube voltage correctness is incongruent by examination PAE decision came out 3, and at exposure time correctness examination 2 incongruent, Also 3 that calculate coefficient of variation about exposure in repeatability examination of exposure were incongruent. Inappropriate photofluorography device is 5 outside hospital(mobile unit) and the thing in hospital was 3 in 3 kind of efficiency test. It appeared high that photofluorography device outside hospital is more incongruent than thing in hospital.

Conclusion : May ready situation that can offer patient medical service of good quality by radiation exposure reduction, image quality administration, retake decrease etc. by keeping performance of Photofluorography device. Therefore, is considered that need on-time efficiency test.

Key word : Tube voltage, Exposure time, Output dose, Photofluorography