

# 검출기 측정방법에 따른 PAE값의 변화

## Change of PAE according to Detector Measurement Method

임인철

가야대학교 방사선학과

In-Chul Im(icim@kaya.ac.kr)

### 요약

본 연구는 검출기 측정방법에 따라 관전압 정확도 검사결과인 PAE값이 어떻게 달라지는지 알아보고자 한다. 실험방법으로는 측정거리와 X선관 각도, 방향에 따른 PAE값의 변화실험에서는 초점과 측정기간의 거리를 100cm, 80cm, 60cm에 위치시킨 상태에서 관전압지시치는 70kVp, X선관 각도는 음극, 양극측으로 5°, 10°, 15°, 20°, 25°, 30°로 맞추어 측정하고, 관전압지시치에 따른 PAE값의 변화실험에서는 관전압 60kVp, 70kVp, 80kVp, 90kVp, 100kVp를 설정하고 소초점과 대초점을 전환하며 측정하였다. 측정거리와 X선관 각도, 방향에 대한 PAE값의 결과를 보면 100cm일 경우에는 음극측에서 전체적으로 PAE값이 높게 나타났으며 80cm, 60cm일 경우에는 양극측에서 높게 나타났다. PAE값의 변동율은 100cm일 경우 음, 양극측 모두 안정적으로 나타났으며 80cm, 60cm일 경우에는 불균형적으로 나타났다. 관전압지시치에 따른 PAE값의 결과로는 대초점보다는 소초점이 높게 나타났으며, 지시치가 클수록 높게 나타났다. 오차 범위는 지시치가 클수록 적게 나타났다.

■ 중심어 : | PAE(백분율평균오차) | 관전압 | X선관 | 초점 |

### Abstract

The aim of this study is to investigate PAE, as the result of the test of kVp accuracy, according to detector measurement method. Based on the indicated value of 70kVp, each distance between a focus and a kVp meter was 100cm, 80cm and 60cm and the angle of X-ray tube was set on 5°, 10°, 15°, 20°, 25° and 30°. Each indicated value, 60kVp, 70kVp, 80kVp, 90kVp and 100 kVp, was used compare Small focus with Large focus. As a result, PAE on the side of cathode was higher than it on the side of anode in the case of 100cm and PAE on the side of anode was higher in the case of 80cm and 60cm. The coefficient rate was stable both the side of cathode and anode in the case of 100cm and it was fluctuated in the case of 80cm and 60cm. PAE in the case of Small focus was higher than Large focus and it was disproportionate to an indicated value. Error rate was in inverse proportion to the indicated value.

■ keyword : | Percent Average Error | Tube Voltage | X-tube | Focus |

## 1. 서론

X선 장치의 성능관리는 임상에서 설치되어 사용 중인 X선 장치가 최초의 성능을 유지하면서 정상적으로

동작하고 있는가를 정기적으로 측정하여 확인하는 것으로 그 중 X선 장치의 성능을 평가하기 위해서는 관전압측정이 매우 중요하다. 먼저 X선 장치의 성능검사를 하기 위해서는 정확도가 높은 측정기와 검사자가 측정

기의 사용방법을 완전히 숙지하여 정확한 검사를 하여야 한다. 발생하는 X선의 에너지에 따른 사진효과는 매우 크게 영향을 받는다[1]. 환자의 두께에 따라서 변화하는 관전압은 X선 사진의 대조도와 선예도, 사진농도에 영향을 주기 때문에 정확하여야 하며 환자의 피폭선량을 경감하는 역할을 하게 되는 중요한 인자이다[2]. 또한 X선 장치의 성능평가를 위하여 측정된 관전압의 백분율평균오차 PAE(Percent Average Error)를 구하여 진단용 X선발생장치의 적합성 여부를 결정할 수 있는 허용오차의 범위 내에 들어가는지를 조사한다.

관전압측정기로서는 접속형과 비접속형이 있는데 접속형은 X선 장치의 회로에 계측기를 직접 접속시켜 측정할 수 있는 것이며 직접적이고 정확하나 조작성 번거롭고 비용이 많이 들어 임상(병원)에서는 거의 사용하지 않고 제작사나 연구소 등에서 사용되고 있다. 반면 비접속형은 X선관에서 방출된 빔이 계측기에 조사된 실제의 X선량에 의해 측정할 수 있는 것을 말하며 측정방법이 간편하고 비용이 적게 들어 임상에서 쉽게 사용할 수 있는 측정기로서 최근에 많이 제품화되어 X선 장치의 성능관리용으로 사용되고 있다[3][4].

관전압의 정확도 시험은 “진단용 방사선발생장치의 안전관리에 관한 규칙” 보건복지가족부령 제112호에 의거하여 실제측정치의 값에 PAE를 이용하여  $\pm 10\%$ 이내의 값으로 평가하고 있으며 그 값은 적을수록 정확도가 더 높다고 할 수 있다. 그러나 측정거리나 각도, 방향변화, 또한 지시치의 변화에 따라서 그 값이 달라질 것으로 생각이 들어 이 실험을 하게 되었다. 그 배경으로는 촬영검사에 있어서 각도변화와 거리를 가까이하여 촬영하는 경우가 많이 있기 때문이다. 그 예로 흔히 촬영하는 Towns, Law, Caldwell, Zygomatic arch 등 Axial, Tangental로 인한 촬영이다. 이럴 때 지시치 관전압의 정확도가 맞지 않으면 재촬영과 환자방사선피폭문제, 화질저하 등을 야기 시킬 수 있는 것이다. 따라서 관전압의 근소한 차이는 X선 사진의 대조도나 사진농도에 영향을 주기 때문에 관전압값은 정확하여야 한다. 그러므로 그에 맞는 오차범위의 노출조건을 감안해야 할 것이다.

이에 본 실험을 통하여 측정거리와 X선관 각도, 방향

변화에 대한 PAE값과 또한 지시치 변동에 따른 PAE값의 변화를 알아보고 임상(병원)에서 촬영할 때 적용하고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 실험방법

#### 1.1 측정거리와 X선관 각도, 방향에 대한 PAE값의 변화실험

진단용 방사선발생장치와 관전압측정기를 이용하여 측정거리(초점과 측정기)를 100cm, 80cm, 60cm에 위치시킨 상태에서 지시치관전압 70kVp, 관전류 100mA, 조사시간 0.1초에 맞추고 X선관 각도를 0°, 5°, 10°, 15°, 20°, 25°, 30°에 따라 측정하였다[그림 1].



그림 1. 측정거리와 각도변화에 따른 관전압정확도 시험

#### 1.2 관전압지시치에 따른 PAE값의 변화실험

관전압지시치 60kVp, 70kVp, 80kVp, 90kVp, 100kVp를 맞추고 소초점과 대초점을 전환하며 측정하였다.

### 2. 평가

검출기에 X선을 10회 조사하여 평균값을 구한 후 PAE값을 “진단용 방사선발생장치의 안전관리에 관한 규칙” 보건복지가족부령 제112호에 의거하여 평가하였다.

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

$X_p$  : 관전압의 지시치

$\overline{X}$  : 측정치의 산출평균치

관전압의 백분율평균오차는 지시치에 대하여  $\pm 10\%$  이내 이어야 한다[5].

### 3. 실험기기

- 1) Digital kVp meter(Gammex, RMI245) - 비접촉형
- 2) 각도기
- 3) 줄자
- 4) 진단용 방사선발생장치(R-500-125, DKII-525R)
  - 제조국 : 한국
  - 제조년월일 : 2006. 12
  - 최종 정기검사 : 2009. 12. 22
  - 재현성 : 0.03
  - 백분율평균오차(PAE) : 6.1
  - 종합판정 : 적합



그림 2. 관전압 측정기와 진단용 방사선발생장치

### III. 결과

1. 측정거리와 X선관 각도, 방향(음극측, 양극측)에 대한 PAE값 차이의 결과는 [표 1]과 같다.

표 1. 측정거리와 X선관 각도, 방향에 따른 PAE값의 차이

지시치	각도	100cm		80cm		60cm	
		음극	양극	음극	양극	음극	양극
70kVp	0°	6.1		5.9		6.2	
	5°	6.4	5.9	5.6	5.9	6.0	6.6
	10°	6.3	6.1	6.0	6.0	6.0	6.4
	15°	6.3	6.0	4.4	5.9	6.4	6.9
	20°	6.0	5.9	5.7	6.3	5.0	7.1
	25°	6.3	6.0	5.9	5.9	5.6	6.3
	30°	6.1	5.6	6.0	5.3	6.0	6.1
	평균	6.2	5.9	5.6	5.8	5.8	6.5

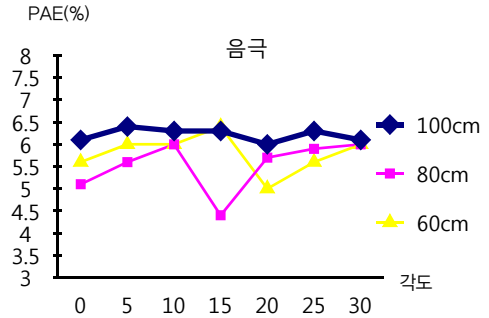


그림 3. 측정거리와 X선관 각도, 방향에 따른 PAE값의 차이(음극측)

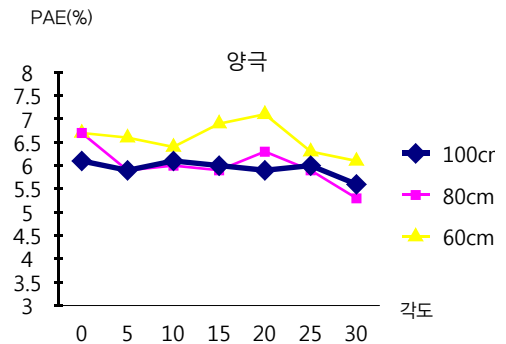


그림 4. 측정거리와 X선관 각도, 방향에 따른 PAE값의 차이(양극측)

초점과 측정기간의 거리가 100cm일 경우에는 음극, 양극측의 PAE값의 평균값은 6.2, 5.9로 전체적으로 음극측이 높게 나타났으며 80cm 경우에는 5.6, 5.8 60cm는 5.8, 6.5로 양극측에서 높게 나타났다. 또한 PAE값의 변동율은 100cm일 경우 음, 양극측 모두 안정적으로 나타났다으며 80cm, 60cm일 경우에는 불균형적으로 나타났다.

2. 관전압지시치에 따른 PAE값의 결과는 [표 2]와 같다.

표 2. 관전압지시치에 따른 소초점과 대초점 PAE값의 차이

지시치 (kVp)	Small focus		Large focus		오차범위
	산출 평균치(kVp)	PAE (%)	산출 평균치(kVp)	PAE (%)	
60	56.4	6.0	60.8	1.3	4.7
70	65.6	6.3	67.5	4.0	2.3
80	74.0	7.5	76.0	5.0	2.5
90	83.2	7.6	84.0	6.7	0.9
100	90.3	9.7	91.0	9.0	0.7
평균		7.4		5.2	

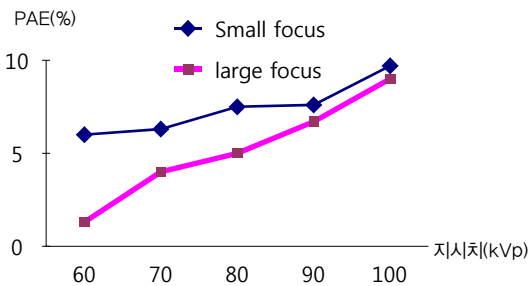


그림 5. 관전압지시치 변동에 따른 소초점과 대초점 PAE값의 차이

관전압지시치 변동에 따른 PAE값의 결과로는 소초점, 대초점의 평균 PAE값은 7.4, 5.2로 소초점에서 높게 나타났으며, 지시치가 클수록 높게 나타났다. 오차범위는 지시치가 클수록 적게 나타났다.

#### IV. 고찰

관전압 정확도 시험의 중요성은 먼저 관전압의 변화에 따른 환자의 피폭이 있을 수 있으며 영상의 질에 직접적인 영향을 끼칠 수가 있다. 관전압의 가장 중요한 기능은 투과력이다. 즉 X선이 피사체 조직을 투과하는 정도를 말하며, 관전압의 변화는 투과력의 변화로 이어진다. 그러므로 높은 에너지를 가진 X선은 조직 투과력이 커서 필름에 도달하는 양이 많아지므로 필름농도를 진하게 한다[6].

이번 실험을 통해 측정거리와 X선관 각도, 방향변화, 관전압지시치 변화에 따라 평균적으로 관전압 정확도가 달라지는 현상을 알 수 있었다. 물론 검출기의 방향,

위치, 각도, 거리의존성에 의해 약간의 차이가 있을 수는 있다. 그 결과로 검출기의 필터 장축은 X선관의 관측에 대해 반드시 직각으로 설치하지 않으면 안된다. 또한 X선관 양극 내에서 발생한 X선은 타킷에 의한 자기흡수에 의해 양극측에서 선량이 감소된다[7]. 이런 문제로 heel effect의 영향과 오차요인에 따라 약간의 차이는 있을 수 있을 것이다.

본 실험을 하기 전에 먼저 장비에 대한 신뢰성을 알아보았다. 2006년 12월에 제조된 장비로 최종 정기검사를 2009년 12월에 받은 장비로 적합 판정을 받은 장비이다. 진단용 방사선발생장치의 성능 및 신뢰성을 평가하는 재현성 시험에서는 실험을 통해 변동계수가 0.05 이하이면 신뢰성이 높다고 평가하는데 60kVp일 경우 0.006, 80kVp일 경우 0.002, 80kVp일 경우 0.001로 나타난 점으로 보아 장비의 신뢰성은 높게 평가된 장비라 할 수 있다.

이런 점을 감안하여 본 실험의 결과를 보면 초점과 측정기간의 거리가 100cm일 경우에는 음극측에서 전체적으로 PAE값이 높게 나타났으며 80cm, 60cm일 경우에는 양극측에서 높게 나타났다. 결국 거리가 가까울수록 음극측보다는 양극측에서 관전압 정확도가 떨어진다 사실을 알 수 있었다. 그러므로 초점과 필름간의 거리를 가까이 해서 촬영 할 경우에는 X선관을 음극측 방향으로 촬영하는 것이 재촬영을 감소시킬 수 있을 것이다. 또한 PAE값의 변동율은 100cm일 경우 음, 양극측 모두 안정적으로 나타났으며 80cm, 60cm일 경우에는 불균형적으로 나타났다. 이는 거리에 따른 지시치 관전압과 실제 관전압의 차이는 정류방식에 따른 차이에서 오는 것은 아니며 개개의 장치마다의 주기적 검사에 의한 조정이 문제가 된다고 한다[8]. 한편으로는 초점과 검출기간의 거리를 100cm에 두고 실험을 하여야 된다는 사실을 입증 할 수 있을 것이다. 그런 반면에 책자마다 약간 다르게 초점과 검출기간의 거리를 81cm[9], 100cm로 언급하는 경우도 있다. 관전압지시치 변동에 따른 PAE값의 결과로는 대초점보다는 소초점이 높게 나타났으며, 지시치가 클수록 높게 나타났다. 오차범위는 지시치가 클수록 적게 나타났다. 그러므로 지시치를 높이고 촬영 할 경우에는 이를 감안하여 촬영

을 하여야 할 것이다. 또한 PAE값을 구하는 산출평균치를 구하기 위해 노출횟수를 보면 책자 또는 논문에 의하면 3회 이상, 5회 이상, 7회 이상, 10회 이상으로도 사용하고 있다. 이 또한 일치해서 사용해야 할 과제라고 생각한다. 앞으로도 이 분야에 많은 연구가 있어야 할 것으로 사료된다

## V. 결론

관전압측정기를 이용하여 측정거리와 X선관 각도, 방향변화, 지시치에 따라 PAE값이 달라지는 현상을 이번 실험을 통해서 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

초점과 측정거리의 거리가 100cm일 경우에는 음극측에서 전체적으로 PAE값이 높게 나타났으며 80cm, 60cm일 경우에는 양극측에서 높게 나타났다. 또한 PAE값의 변동율은 100cm일 경우 음, 양극측 모두 안정적으로 나타났으며 80cm, 60cm일 경우에는 불균형적으로 나타났다. 관전압지시치에 따른 PAE값의 결과로는 대초점보다는 소초점이 높게 나타났으며, 지시치가 클수록 높게 나타났다. 오차범위는 지시치가 클수록 적게 나타났다.

그러므로 이런 현상을 감안하여 노출조건을 주어야 할 것이다. 그러기 위해선 정확도가 높은 측정기와 사용방법과 평가방법을 알고 의료기관에서 사용되고 있는 방사선발생장치를 수시로 성능평가를 하여야 할 것으로 사료된다.

1994.

- [5] 진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙, 보건복지가족부령 제112호, 제4조 1항, 2009.
- [6] 김영근, *의료영상정보학 실험*, 신광출판사, 2007.
- [7] 강세식, *방사선기기 정도관리 및 실험*, 정문각, 2000.
- [8] 김정민, *진단용 X선 장치의 출력과 정도에 관한 실험적 연구*, 국민대학교 대학원, 1996.
- [9] 강세식, *진단용 X선장치 정도관리 실험*, 청구문화사 2006.

## 저 자 소 개

임 인 철(In-Chul Im)

정회원



- 2006년 12월 : 고신대학교 보건학과(보건학박사)
- 2005년 ~ 현재 : 가야대학교 방사선학과 교수
- 2008년 ~ 현재 : 방사선사고지원단(U-REST)

<관심분야> : 방사선, 진단용방사선발생장치 정도관리, 보건

## 참 고 문 헌

- [1] 김정민, 김성철, *고신관, 방사선기기 & 관리실험*, 대학서림, 2000.
- [2] 김영일, *진료영상기기 Q.C*, 대학서림, 1996.
- [3] K. H. Kyong, "Practice of performance measurement in diagnostic x-ray equipment," J. K.S.R.T. Vol.8, No.1 pp.90-95, 1985.
- [4] 허준, *방사선화상기술헌 실험 실습*, 대학서림,