ISSN : 1976-0620

http://dx.doi.org/10.7742/jksr.2012.6.6.447 "Journal of the Korean Society of Radiology, Volume 6, Number 6"

# Performance Measurement of Diagnostic X Ray System

Ingyu You[*,**], Cheonghwan Lim[*], Sangho Lee[***], Mankoo Lee[****]

*Department of Health Care, Hanseo University[*],*
*Department of Diagnostic Radiology, Hallym University Hospital[**]*
*Department of Radiological Science, Seonam University[***]*
*Dept. of Radiologic Technology Wonkwang Health Science University[****]*

# 진단용 X선 발생장치의 성능 측정

유인규[*,**], 임청환[*], 이상호[***], 이만구[****]

한서대학교 보건의료학과[*], 한림대학교병원 영상의학과[**], 서남대학교 방사선학과[***], 원광보건대학교 방사선과[****]

## Abstract

To examine the performance of a diagnostic X-ray system, we tested a linearity, reproducibility, and Half Value Layer(HVL). The linearity was examined 4 times of irradiation with a given condition, and we recorded a level of radiation. We then calculated the mR/mAs. And the measured value should not be more than 0.1. If the measured value was more than 0.1, we could know that the linearity was decreased. The reproducibility was analyzed 10 times of irradiations at 80kVp, 200mA, 20mAs and 120kVp, 300mA, 8mAs. The values from these analyses were integrated into CV equation, and we could get outputs. The reproducibility was good if the output was lower than 0.05. HVL was measured 3 times of irradiation without a filter, and we inserted additional HLV filters with 0, 1, 2, 4 mm of thickness. We tested the values until we get the measured value less than a half of the value measured without additional filter. We tested the linearity, the reproducibility, and HVL of 5 diagnostic X-ray generators in this facilities. The linearity of No. 1 and No. 5 generator didn't satisfy the standard for radiation safety around 300mA~400mA and 100mA~200mA, respectively. HVL of No.1 generator was not satisfied at 80kVp. The outputs were higher in the three-phase equipment than the single-phase equipment. The old generators need to maintain and exchange of components based on the these results. Then, we could contribute to getting more exact diagnosis increasing a quality of the image and decreasing an expose dose of radiation.

Key Words : Linearity, Reproducibility, HVL

## 요약

본 연구는 진단용 X선 발생장치의 성능을 검사하기 위해 직선성(Linearity), 재현성(reproducibility) 및 반가층(Half Value Layer; HVL)을 실험하였다. 직선성(Linearity)은 설정된 조사조건으로 한 장비 당 4회씩 조사하여 측정된 선량을 기록하고 mR/mAs를 구하여 측정하였으며, 측정값이 0.1을 초과하면 직선성이 떨어지는 것을 알 수 있다. 재현성(Reproducibility)은 80kVp, 200mA, 20mAs와120kVp, 300mA, 8mAs의 조건으로 10회 조사하여 변동계수



이 논문은 2011년도 원광보건대학교 교내 연구비 지원에 의해 연구되었습니다.
Corresponding Author: Cheonghwan Lim E-mail:LCH116@hanseo.ac.kr, Tel: +82-(0)41-660-1056
Addr. Hanseo Univ, Haemi-myeon, Seosan-sii, Chungcheongnam-do, Korea,
Received : October 04, 2012 Revised : December 02, 2012 Accepted : December 21, 2012

(CV) 공식에 대입하여 측정한 값이 0.05안에 포함되면 양호하게 나타나는 것을 알 수 있다. 반가층(Half Value Layer: HVL)은 filter가 없을 때 설정된 조건으로 3회 조사하여 측정한 후 부가필터용 반가층 물질로 사용하여 필터의 두께를 0, 1, 2, 4 mm로 바꾸어 가며 부가필터가 없을 때의 $\frac{1}{2}$이하인 측정값이 나올 때 까지 측정한다. 현재 본원에서 사용하는 진단용 X선 발생장치 5대를 대상으로 직선성, 재현성, 반가층을 측정한 결과 직선성은 1번 장비에서는 300mA~400mA, 5번 장비에서는 100mA~200mA 부근에서 양호하지 않았으며, 반가층 측정에서는 80kVp 측정치에서 1번 장비에서 검사기준을 만족하지 못하였다. 출력은 단상에 비해 삼상장치가 높게 나왔다. 실험을 통하여 밝혀진 결과를 토대로 정기적인 장비관리와 노후 된 장비의 교환 등이 이루어진다면 장비 사용의 효율성을 극대화 할 수 있으며, 방사선 피폭선량을 줄임과 동시에 영상의 화질을 향상시킬 수 있어 정확한 진단에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

중심단어: 직선성, 재현성, 반가층

## Ⅰ. 서론

최근 의과학의 발달과 함께 의료산업의 발전에 힘입어 각종 의료기기를 이용한 질병의 진단기술이 급속히 발전하고  있을 뿐만 아니라 그 사용 범위와 빈도가 증가하고 있는 추세이다[1]. 그 중에서도 진단용 X선 발생장치는 질병의 초기 및 최종진단의 목적으로 그 활용도가 꾸준히 증가하고 있다. X선의 투과력은 인체 내부의 모든 구조와 국부적인 관찰을 위한 의료분야에서 진단용 방사선 의료기기의 핵심이 되었으며, X선을 인체에 조사하여 사진을 촬영하고, 그 내부 구조의 상태를 알 수 있게 된 이래, 임상적 응용의 발전에 중요한 기여를 하게 되었다[2].

1925년경에는 열전자 X선과 변압기식 고전압 발생장치가 개발되어 대부분의 X선 발생장치는 상용교류전원을 이용하여 교류고압을 발생시키고, 이 교류를 정류한 직류 고전압을 X선관에 인가하여 X선을 발생시키는 정류관형 변압기식 고압발생장치가 주로 사용되어 왔다[3]. 이후 원리적으로 소형, 경량화가 어렵고 관전압의  맥동률이 커서 X선 발생효율이 매우 낮고 출력제어 장치의 동작이 정밀하지 못해 신뢰성이 문제점으로 지적되어 이를 개선하기 위한 연구가 진행되어 오던 중 새로운 전력변환과 제어장치 부분에 있어서 고속 스위칭능력을 갖는 전력용 반도체스위칭 소자를 이용한 인버터식 X선 발생용 장치가 개발이 되었고 진단용 X선장치에 인버터기술을 이용하여 1983년에 Toshiba사에서 처음으로 개발하여 1985년 이후 인버터식 X선 장치가 실용화된 후 현재는 인버터 방식이 진단용X선 장비의 대부분을 차지하고 있다. 인버터 방식은 진단 방사선 영역에서 요구하는 최소의 방사선 피폭으로 최상의 화상정보를 얻을 수 있고, 장치의 소형, 경량화 할 수 있으며 높은 X선 출력에도 불구하고 정확한 제어가 가능하기 때문이다[4].

진단용 X선 발생기기는 인체 각 부위의 X선 투과와 촬영 시 최소한의 피폭량으로 정확한 진단을 하기 위한 순시 대전력 발생기와 고밀도 에너지, 고내구성, 재현성 및 정밀한 제어성 등의 조건이 요구된다. 그러나 의료기관에 설치되어 사용되고 있는 동일한 인버터식 X선 장치라도 설치 조건과 사용 년수 등에 따라서 출력과 선명도의 차이가 있고, X선상의 화질과 환자의 피폭선량이 다르다고 할 수 있다[5].

의료기관에서 사용 중인 진단용 X선 장치는 정류방식의 차이에 따라 기기의 출력과 정확도등 여러 가지 요소에 의하여 촬영의 결과가 다르게 나타나, 정확한 장치의 사용과 알맞은 촬영조건의 선택이 중요하다. 최근에는 영상전송장치(Picture Archiving and Communications System; PACS)가 의료기관에 많이 보급이 되어 영상획득에 CR(Computed Radiography), DR(Digital Radiography) 장비를 선택하여 사용하고 있다.

본 연구의 목적은 진단용 방사선 발생장치의 정기검사를 통과한 CR과 DR 인버터식 X선 발생장치를 정류방식에 따라 분류하여 진단의 화질을 좌우하는 X선 장치의 출력과 선질을 평가하고자 한다. 주요 평가방법은 장시간 사용 시에도 연속적으로 그 특성이 재현

ISSN : 1976-0620



될 수 있어야 하는 재현성(Reproducibility), 화질 구현에 중요한 평가 요소인 관전류와 조사시간이 변화되어도 mAs가 일정하면 X선량은 항상 일정 출력량을 나타내는 직선성(Linearity), 불균등한 연속스펙트럼을 갖고 있는 X선의 여과능력을 측정하여 선질을 평가하는 반가층(Half Value Layer)을 이용하였다.

## Ⅱ. 실험 대상 및 방법

### 1. 실험기기

최고 관전압이 150kVp 인 진단용 X선발생장치 CR, DR 장비 총 5대를 가지고 재현성(Reproducibility), 직선성(Liearity), 반가층(HVL)을 측정하였다. 진단용 X선 발생장치의 재원은 다음과 같다.

- 1-Room (KXO-15R)

Power Supply Requirements : Single-Phase

Line Frequency : 50/60 Hz

Inherent Filtration : 1.5 mmAl

Addition Filtration : 2.0 mmAl

- 2. 3-Room(EPEX SYMPHONY/OMNIFLEX)

Power Supply Requirements : Three-Phase

Line Frequency : 60Hz

Inherent Filtration : 1.5 mmAl

Addition Filtration : 2.0 mmAl

- 5-Room(KXO-50G)

Power Supply Requirements : Single- Phase

Line Frequency : 50/60Hz

Inherent Filtration : 0.5 mmAl

Addition Filtration : 1.2 mmAl

- 9-Room(UD150L-RII)

Power Supply Requirements : Three-Phase

Line Frequency : 50/60Hz

Inherent Filtration : 1.0 mmAl

Addition Filtration : 1.0 mmAl

출력 검출기로는 검·교정을 마친 Ion Chamber (Model 20X6-60E Electrometer)를 이용하여 측정하였다 (Fig. 1).

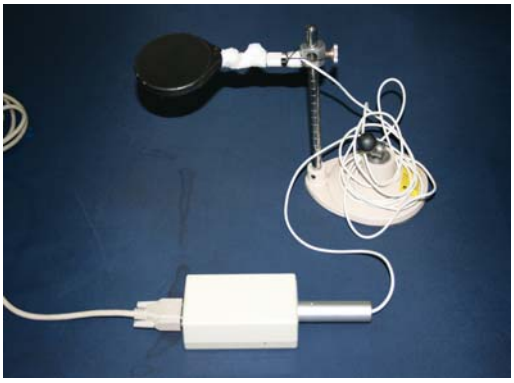

Fig. 1. Ion Chamber

### 2. 실험방법

1) **출력의 재현성**(Reproducibility)

관전압(kVp), 관전류(mA), 조사시간(sec), 촬영거리 등 일정한 발생조건에서 조사하였을 때 항상 일정한 출력선량이 나오는가를 알아보는 것을 의미하는 것으로 X선 출력이 동일조건을 반복 사용할 때 어느 정도 안정되어 있는가를 평가하는 기준이 된다. 다양한 임상촬영조건 중에서 재차 동일 조건이 설정되었을 때 먼저 출력과 그 다음의 출력이 어느 정도 일치하는가를 변동계수(Coefficient of Varian: CV)로 나타낸다. 실험방법은 X선관 초점과 검출기간 거리를 100cm으로 하고, 조사야를 20×20cm로 조정한 후 80kVp, 200mA, 20mAs와 120kVp, 300mA, 8mAs 조건으로 각각 10회 측정하였다. 출력의 재현성의 관한 진단용 발생장치의 검사기준에서는 조사선량에 대해서 변동계수는 0.05이하로 설정하며, 변동계수는 측정한 조사선량의 평균치에 대한 표준편차로 변동계수는 식(1)과 같다.

$$CV = \frac{S}{X} \leq 0.05 \quad \cdots\cdots \text{식(1)}$$

단, $S = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{(X_i - X)^2}{n-1}}$ 이고

$S$ : 조사선량 측정치 모집단에 대한 표준편차

$X$ : 측정치의 평균치

$X_i$ : $i$번째의 조사선량측정치

$n$ : 측정회수

### 2) 출력의 직선성(Linearity)

관전압(kVp)과 mAs를 일정하게 하고 관전류(mA)와 조사시간(sec)을 변경시켜 발생되는 선량을 측정하고, 그 각각의 조건에서 일정한 선량이 나오는가를 알아보는 것을 의미한다. 따라서 관전류와 조사시간이 변화되어도 mAs가 일정하면 X선량은 항상 일정하여야 한다. 실험방법은 X선관 초점과 검출기간 거리를 100cm로 하고 조사야를 20×20cm로 한 후 80kVp에서 mAs의 설정은 가장 일반적으로 사용하고 있는 mAs를 기준으로 해서 조사시간을 선택한다. 본 실험에서는 20mAs에서 100mA, 200mA, 320mA, 400mA로 변경하면서 각각 4회 측정하였다. 출력의 직선성의 대한 변동계수는 식(2)와 같다.

$$\frac{X_1 - X_2}{X_1 + X_2} \leq 0.1 \quad \text{.....(2)}$$

여기서 $X_1$, $X_2$은 각각 최고치의 평균/mAs와 최저치의 평균/mAs이고, 변동계수는 조사선량인 경우 0.1 이하가 되어야 한다.

### 3) 반가층(Half Value Layer) 측정

반가층이란 흡수체 투과 후의 강도가 투과 전의 강도의 반이 되는 흡수체의 두께를 말한다. 즉 우리가 사용하는 불균등 X선에 대한 선질 평가에 이용되고 있다. X선관 장치의 초점에서 발생하는 X선은 불균등한 연속스펙트럼을 갖고 있다. 이 중 에너지가 낮고 파장이 긴 광자들은 대부분 피사체에 흡수되어 방사선 피폭량을 증가시키는 요인이 되고 있다. 이 광자를 여과하기 위하여 X선이 발생되어 나오는 창에 여과판이 부착되어 있는데 이 여과판의 여과능력을 측정하는 것이 매우 중요하다. 실험방법은 X선관 초점과 검출기간 거리를 100cm로 하고 조사야를 20×20cm로 한 후 filter가 없을 때 조사선량을 3회 측정한 후 부가필터용 Al을 반가층 측정 물질로 이용한다. 반가층 측정용 물질을 0, 1, 2, 4mm로 바꾸어 가며 부가필터가 없을 때의 ½이하가 될 때 까지 측정한다(Fig. 2).

Fig. 2. HVL test

선질 측정을 위한 반가층 공식은 식(3)과 같다.

$$HVL = \frac{T_b\left(I_n \frac{2E_a}{Eo}\right) - T_a\left(I_n \frac{2E_b}{E_O}\right)}{I_n \frac{E_a}{E_b}} \quad \text{..... 식(3)}$$

$E_O$: Al 흡수판이 없는 경우의 선량

$E_a$: $E_o$의 $\frac{1}{2}$보다 약간 큰 선량

$E_b$: $E_o$ 의 $\frac{1}{2}$보다 약간 작은 선량

$T_a$: $E_a$ 일 때의 Al의 두께

$T_b$: $E_b$ 일 때의 Al의 두께

진단용 X선 장치 및 발생장치에 대한 반가층 시험은 장치의 조사조건에 따라 시험했을 때 기준 관전압에 따른 최소 반가층 이상이어야 한다. 60kVp에서는 Al의 최소값이 1.3mm이상, 80kVp에서는 Al의 최소값이 2.3mm이상, 100kVp에서는 Al의 최소값이 2.7mm이상을 기준으로 하고 있으나 일반적으로 80kVp에서 Al의 최소값인 2.3mm이상을 기준으로 하고 있다.

ISSN : 1976-0620



## Ⅲ. 실험결과

### 1. 출력의 재현성(Reproducibility) 결과

재현성 측정결과 모든 진단용 장치에서 동일한 조건에서 출력의 변동계수(CV)가 0.05 이하에 포함되어 양호하게 나타났다(Table 1).

Table 1. Reproducibility

| Equipment | KV | mA | mAs | Mean(mR) | SD | CV | Evaluation |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| No. 1 (Single phase) | 80 | 200 | 20 | 100.3 | 0.357 | 0.0035 | 0 |
| | 120 | 300 | 8 | 49.96 | 0.341 | 0.0068 | 0 |
| No. 2 (Three phase) | 80 | 200 | 20 | 154.2 | 0.097 | 0.0005 | 0 |
| | 120 | 300 | 8 | 138.8 | 0.082 | 0.0005 | 0 |
| No. 3 (Three phase) | 80 | 200 | 20 | 132.9 | 0.184 | 0.0013 | 0 |
| | 120 | 300 | 8 | 116.2 | 0.123 | 0.001 | 0 |
| No. 5 (Single phase) | 80 | 200 | 20 | 85.14 | 0.151 | 0.0017 | 0 |
| | 120 | 300 | 8 | 110.3 | 0.271 | 0.0024 | 0 |
| No. 9 (Single phase) | 80 | 200 | 20 | 107.3 | 0.151 | 0.0014 | 0 |
| | 120 | 300 | 8 | 100.2 | 0.708 | 0.007 | 0 |

변동계수가 0.0005~0.007 범위 내에 있으므로 본 실험에 사용된 모든 진단용 장비에 대한 출력의 재현성은 성능관리가 잘 되고 있었으며, 동일한 조건하에서는 2, 3번 장비 즉 3상장비가 재현성이 상대적으로 1, 5, 9번 단상장비에 비하여 우수하였으며, 동일한 조건하에서 출력을 보면 상대적으로 3상장비인 2, 3번 장비가 단상장비에 비해 평균 30%이상 양호하게 평가되었다.

### 2. 출력의 직선성(Linearity) 결과

직선성 측정결과 전체적으로는 직선성이 양호하게 측정이 되었으나 1번 단상장비에서는 320~400mA, 5번 단상장비에서는 100~200mA에서 출력의 직선성이 변동계수 0.1을 넘어 양호하지 않게 측정되었다(Table 1).

Table 2. Linearity

| Equipment | KV | mA | mAs | Mean(mR) | mR/mAs | Linearity | Evaluation |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| No. 1 (Single phase) | 80 | 100 | 20 | 94.725 | 4.736 | | |
| | 80 | 200 | 20 | 100.725 | 5.0362 | 0.03 | 0 |
| | 80 | 320 | 20 | 87.625 | 4.381 | 0.069 | 0 |
| | 80 | 400 | 20 | 63.625 | 3.181 | 0.15 | × |
| No. 2 (Three phase) | 80 | 100 | 20 | 147.7 | 7.385 | | |
| | 80 | 200 | 20 | 153.8 | 7.69 | 0.02 | 0 |
| | 80 | 320 | 20 | 153.4 | 7.67 | 0.019 | 0 |
| | 80 | 400 | 20 | 151.1 | 7.555 | 0.01 | 0 |
| No. 3 (Three phase) | 80 | 100 | 20 | 131.375 | 6.568 | | |
| | 80 | 200 | 20 | 133.375 | 6.668 | 0.007 | 0 |
| | 80 | 320 | 20 | 133.875 | 6.693 | 0.001 | 0 |
| | 80 | 400 | 20 | 133.075 | 6.653 | 0.002 | 0 |
| No. 5 (Single phase) | 80 | 100 | 20 | 56.375 | 2.818 | | |
| | 80 | 200 | 20 | 85 | 4.25 | 0.202 | × |
| | 80 | 350 | 20 | 109.775 | 5.488 | 0.001 | 0 |
| | 80 | 400 | 20 | 109.425 | 5.471 | 0.038 | 0 |
| No. 9 (Single phase) | 80 | 100 | 20 | 118.075 | 5.903 | | |
| | 80 | 200 | 20 | 121.175 | 6.058 | 0.012 | 0 |
| | 80 | 320 | 20 | 121.875 | 6.093 | 0.002 | 0 |
| | 80 | 400 | 20 | 117.35 | 5.867 | 0.018 | 0 |

변동계수를 보면 기준치 0.1이하로 볼 때 3상 장비인 5번 장치가 가장 양호하게 평가되었다.

### 3. 반가층(Half Value Layer) 측정결과

X선의 강도를 반으로 줄이는데 필요한 흡수체의 두께를 구하는 반가층 측정결과 80kVp에서 반가층이 2.3mmAl 이상을 권고 사항으로 하였을 때 단상 1번 장비를 제외한 모든 진단용 X선 장비에서는 양호하게 측정이 되었다(Table 3).

Table 3. HVL

| Equipment | $E_O$ | $E_a$ | $E_b$ | $T_a$ | $T_b$ | $HVL$ | Evaluation |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| No. 1 (Single phase) | 102.1 | 52.9 | 39.3 | 2 | 3 | 2.1197 | × |
| No. 2 (Three phase) | 240.2 | 145.2 | 119.5 | 2 | 3 | 2.9742 | 0 |
| No. 3 (Three phase) | 214.2 | 130.6 | 107.5 | 2 | 3 | 3.0191 | 0 |
| No. 5 (Single phase) | 172.2 | 99 | 85 | 3 | 4 | 3.9156 | 0 |
| No. 9 (Single phase) | 178.2 | 93.6 | 78.9 | 3 | 4 | 3.2719 | 0 |

## Ⅳ. 고찰

진단용 X선장비의 출력의 재현성(Reproducibility)을 정류방식에 따라 구분하여 측정한 결과 변동계수는 설정치 안에 포함되어 양호하게 평가되었으나, 출력의 변동계수를 보면 3상장비는 촬영조건에 변화에도 큰 변화가 없으나 단상장비는 촬영조건의 따라 변화폭이 3상장비에 비해 상대적으로 차이가 있었다. 이는 관전압의 차이에 따른 맥동률이 X선 출력선량에 영향을 주어 상대적으로 3상장비의 출력이 양호했기 때문이다[6].

출력의 직선성(Linearity)은 미국의 FDA의 규정에 의하면 "이웃하는 관전류 조정단계 사이에 mAs에 대한 선량이 ±10%(직선성: 0.1)이내에 일치하여야 한다"로 규정되어 있고, 진단용 X선 발생장치의 검사항목에는 직선성에 대한 검사는 포함되어 있지 않으나, 한국공업규격(KS)에는 출력의 직선성을 이웃하는 설정치에서의 직선성으로 나누어 규정하고 있다[7].

반가층(HVL )측정은 한국공업규격(KS)이나 일본공업규격(JIS) 및 미국보건성(USA-Department of Health: Education and Welfare)에 의하면 X선 장치의 정격 관전압에 따라 총 여과를 공통적으로 정하고 있다[8].

방사선 진단 시 이용되고 있는 장치에 대한 설치 및 이용규정에 있어서는 국제기구나 단체에서 품질 및 성능관리프로그램을 개발, 권고를 하고 있다. 이에 따라 국내에서는 보건복지부고시로서 시험기준이나 시험방법을 제한해 오다가 식품의약품안전청이 1995년 제정한 "진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙"이 공포되어 사전 품질관리와 사후 성능관리가 이루어지게 되었다[9]. 현재는 진단용 발생장치에서 특수의료 장비까지 확대되어 안전관리를 시행하고 있다. 병원에서 사용되는 진단용 X선 장비는 3년마다 안전관리에 관한 규정에 의해 정기검사가 실시되고 있으며, 검사기준을 충족하지 못한 장비는 사용을 금지하고 있다[10][11][12]. 따라서 국내에서는 보건복지부령 방사선발생장치의 안전관리에 관한 규칙에 의거하여 장치의 성능관리를 하여야 한다. 하지만 현재 대부분의 의료시설에서는 방사선 안전관리의 의한 정기적인 성능검사를 대행업체에 일임하여 실시하고 있으며 형식적인 면에 치우치고 있는 실정이다. 경기도 소재한 본 대학병원에서 조차 방사선 안전관리의 의한 정기적인 성능검사를 통과한 진단용 X선 발생기에서도 출력의 재현성은 모두 양호하게 나타났으나, 출력의 직선성이나 반가층 측정에서 단상장비는 부적합하였다. 수도권 지역의 일반촬영 장비 정도관리 분석에서는 개인병원 및 교육기관과와 일부 종합병원에서도 진단용 X선 발생장치의 성능검사 결과가 부적합하였다[13]. 이러한 장치의 성능저하가 영상진단에 있어 부적절한 화질을 발생시키고 이는 재촬영률을  높여 피폭량의 증가와 더불어 업무의 효율성을 떨어트리는 결과를 초래할 수 있다[14]. 장비의 성능과 관련된 다른 선행연구에서도 소형병원일수록 장비의 성능은 떨어진다고 보고하고 있으며, 노후화된 장비일수록 성능 검사를 자주 해야 하며, 제조 회사가 지정하는 기간 안에 전반적인 점검을 실시할 것을 권고하고 있다[15].  본원의 출력의 직선성 측정결과 양호하게 나타나지 않는 장비가 발생하였는데 이는 X선 장비의 노후에 따른 결과물로 보여지나 추후 정확한 검사가 요구된다.

반가층은 X선관에서 발생되는 X선이 불균등하기 때문에 이를 평가하는 요소로 사용되고 있다. 에너지가 낮은 X선은 영상에는 관여하지 못하고 환자의 피폭만 증가하게 되므로 필터를 통해 저에너지 X선을 제거해야 하는데 이 선질을 시험하기 위한 방법으로 반가층시험법이 이용되고 있다. 따라서 선질을 규제하

ISSN : 1976-0620



는 국가적 기준에 따라 우리나라에서도 최소 반가층이 규정되어 있는 것이다[16]. 진단용 X선 장치에서는 제작단계에서 규정된 선질이 발생할 수 있도록 해야 하며 임상에서 사용할 때는 선질관리를 통해 피폭선량의 감소와 화질관리가 잘 이루어지도록 할 필요가 있다. 이러한 선질 평가항목인 반가층 시험은 진단용 발생장치의 안전관리규칙 보건복지부령 제349호에 의해 2006년에 개정되어 시행되고 있다.

병원에서 사용되는 진단용 X선 장치가 3년마다 안전관리 규정에 의해 정기검사가 실시됨에도 불구하고[17] 기준치가 벗어난다면 정확도가 높은 측정기를 바탕으로 한 측정기기 업체를 선정해서 성능관리를 시행하고 검사주기도 정기검사 외에 방사선관계종사자들이 자체적으로 기간을 단축하여 진단용 발생장치의 성능을 일정하게 유지하고, 노후된 장비를 교체하여 의료영상 질 관리 수준을 향상시켜 환자에게 정확한 의료정보를 제공할 수 있는 여건을 마련해야 한다. 더불어 우리나라 어느 일부지역 X선 발생장치의 정도관리에 관한 현황조사를 보면 현재 근무하고 있는 병원에서 정도관리에 관한 교육을 받은 적이 있느냐는 질문에 조사한 50명 모두 '한 번도 없다'라고 보고하고 있다[18] 진단방사선 발생장치를 다루는 담당자의 의식전환이 반드시 필요하며 정도관리의 중요성에 대한 인식을 높이는 노력이 필요하다고 사료된다.

## V. 결론

진단용 방사선 발생장치의 정기검사를 통과한 CR과 DR 인버터식 X선 발생장치 5대를 정류방식에 따라 분류하여 진단의 화질을 좌우하는 X선 장치의 출력과 선질을 평가하였다.

출력의 재현성(Reproducibility) 측정결과 모든 진단용 장치에서 동일한 조건에서 출력의 변동계수(CV)가 0.05안에 포함되어 양호하게 나타났다.

출력의 직선성(Linearity) 측정결과 전체적으로 직선성이 양호하게 측정이 되었으나 1번 단상장비에서는 320~400mA에서, 5번 단상장비에서는 100~200mA에서 출력의 직선성이 변동계수 0.1을 넘어 양호하지 않게 측정이 되었다.

선질을 측정하는 반가층(HVL) 측정결과 80kVp에서 반가층이 2.3mmAl 이상을 권고 사항으로 하였을 때 단상 1번 장비를 제외한 모든 진단용 X선 장비에서는 양호하게 측정되었다.

이와 같은 결과로 방사선 발생장치의 안전 및 성능관리의 심각성을 알 수 있었으며, 노후된 장비를 교체하고 양호한 출력을 유지하기 위해 방사선 종사자의 자체적인 성능검사 및 체계적이고 주기적인 성능검사와 그 검사결과에 따른 기술적, 행정적인 조치들이 이루어 져야 한다.

### 감사의글

이 논문은 2011년도 원광보건대학교 교내 연구비 지원에 의해 연구되었습니다.

### 참고문헌

[1] Manny Roman, "Radiology maintenance-circle of quality assurance" Jounal of Clinical Engineering. pp.413~418, 1993.

[2] H. Hino, T. Hatakeyama, M. Nakaoka, "Resonant PWM inverter linked DC-DC converter using parasitic impendance of high-voltage tansforer and its applications to x-ray generator" PESC 188 Record 19th Annual IEEE, Power Electronics Specialists Conference. Vol. 66, No. 6, pp.969-983, 1989.

[3] H. S. Kim, C. Y. Won, D. W. Yoo, S. W. Ha, "A study on High Power Resonant Converter for X-ray Generator", Proceedings of ICPE95, PP. 288-294, 1995.

[4] 강영태. "High frequency방식 X선 장치의 특성" Image Research, Vol. 2, No. 3, pp.15~26, 1994.

[5] 윤종섭, 김춘식, 고신관, "의료용 X선 장치의 유지 및 성능관리에 관한 검토", 대한방사선기술학회지, 제5권, 제1호., pp.2-26, 1992.

[6] 황춘성, "X-선 발생장치의 출력특성에 관한 연구", 조선대학교 산업대학원 전기공학과, 석사학위논문, pp.33-35, 1999.

[7] William M . Flanagan, Hand Book of Transformer Design and Applications, McGraw-Hill Inc, 1992.

[8] Daneil A. Gollnick, "Experimental Radiological Health Physics, Pergamon Press", pp.135-140, 1978.

[9] 김정민, "진단용 엑스선장치의 주기적 성능관리 방안." 식품의약품안전청, 방사선 보건 Newletter, Vol. 19, No. 1, pp.15, 2012.

[10] 보건복지부령 제186호. 진단용 방사선 발생장치의

안전관리의 관한 규칙. 2001.

[11] 보건복지부령 제234호. 진단용 방사선 발생장치의 안전관리의 관한 규칙. 2003.

[12] 보건복지부령 제349호. 진단용 방사선 발생장치의 안전관리의 관한 규칙. 2006.

[13] 강병삼 외, “수도권지역 일반촬영 장비의 정도관리 분석”. 방사선기술과학회지, Vol. 35, No. 2, pp.93-101, 2012..

[14] 김병준, 박덕우, 정병훈. “일반 촬영 장비의 정도 관리 중요성을 위한 기준 평가 연구와 실태조사”. 신구대학교 방사선기술과학, 제25호, pp. 109-116, 2010.

[15] 임인철, 박주훈, 동경래, “병원규모별 진단용X선 발생장치의 성능 평가”, 방사선방어학회지, 제34권, 제1호, pp. 31-36, 2009.

[16] 강세식, “방사선기기 정도관리 및 실험”, 정문각, 2000.

[17] 보건복지부령 제349호. 진단용 방사선 발생장치의 안전관리의 관한 규칙(제4조 2항). 검사 및 측정항목. 2006.

[18] 권대철, 동경래, 이선주, “1차 의료기관의 엑스선 발생장치 정도관리에 관한 현황조사”, 방사선방어학회지, 제35권, 제1호, pp. 34-42, 2010.