

사용년한에 따른 의료용 X선 영상증강장치의 성능변화

Performance Change in Medical X-ray Image Intensifier Tube Depending on Terms of Use

김민정*, 안성민*, 조영권**, 최정현***, 김성철*
가천의과대학 방사선학과*, 대구보건대학 방사선과**, 한서대학교 방사선학과***

Min-Jung Kim(kmjgura@naver.com)*, Sung-Min Ahn(sman@gachon.ac.kr)*,
Young-Kwon Cho(petmen@hanmail.net)**, Jung-Hyun Choi(choijh6995@hanmail.net)***,
Sung-Chul Kim(sckim@gachon.ac.kr)*

요약

임상에서 사용되고 있는 영상증강장치는 사용하는데 따라 경시적으로 변화되어 휘도가 열화되고 성능이 저하되어, 동일한 진단력을 유지하기 위해서 X선 출력을 증가시키게 되어 환자선량이 증가되는 원인이 된다. 하지만 정확한 연구가 많지 않아 국내에 사용 중인 장치를 대상으로 사용에 따른 변환계수와 해상력을 측정해 보았으며, 그 결과 1년 미만의 장치에 대해 사용년한이 6년 미만 되는 장치의 경우 변환계수가 25% 감소되었고, 해상력은 3.4 lp/mm에서 2.5 lp/mm로 감소되어 사용이 증가할수록 환자선량의 증가와 더불어 정확한 검사가 어려워 적절한 관리가 필요한 것으로 나타났다.

■ 중심어 : | 영상증강장치 | 변환계수 | 해상력 | 환자선량 |

Abstract

The image intensifier tube that is clinically used gets changed depending on its terms of use. As the brightness gets deteriorated and the performance gets decrease, the X-ray output needs to be increased to maintain the identical diagnosis outcome. As a consequence, the patients are exposed to the increased radiation. Since not many accurate studies have been made, this study measured the conversion factor and resolution depending on the use of the devices that were currently used in Korea. When comparison was made with a device with less than 1 year-use, the conversion factor of a device with 6 year-use got decreased up to 25% while its resolution was reduced from 3.4 lp/mm to 2.5 lp/mm. Such outcome highlights the necessary measures to be supplemented as the increased terms of use implied also the increased radiation exposure among the patients as well as difficulty to conduct an accurate exam.

■ keyword : | Image Intensifier Tube | Conversion Factor | Resolution | Patient Dose |

I. 서론

X선 TV의 실용화는 1948년 J.W. Coltman (Westinghouse Co.)에 의한 Image Amplifier의 개발에

의해서이다. 이후 1952년 Philips사에서 5 inch의 영상 증강장치를 제품화 하였다[1]. 의료용 X선 영상증강장치(Medical X-ray Image Intensifiers, 이하 영상증강장치)는 X선 투시검사에 있어서 가장 획기적인 변화를 가

*본 연구는 한국연구재단 원자력연구개발사업의 연구과제로 수행되었습니다.(#2009-0084233)

접수번호 : #100408-003

접수일자 : 2010년 04월 08일

심사완료일 : 2010년 06월 24일

교신저자 : 김성철, e-mail : sckim@gachon.ac.kr

저왔을 뿐 아니라, 또한 가장 중요한 역할을 차지하고 있다. 영상증강장치의 성능에 관한 사항은 KS A 4609 (의료용 X선 영상증강 장치)-2006에 자세하게 나타나 있다[2].

입상에서 사용되고 있는 영상증강장치는 사용하는 데 따라 경시적으로 변화되어 휘도가 열화되고 성능이 저하된다. 이에 따라 피사체 대조도가 저하되어 진단능을 유지하기 위해서는 X선 출력을 증가시키게 되며, 피폭 선량을 증대시키는 문제가 발생한다[3]. 하지만 의료피폭은 방사선 피폭에 따른 손실보다는 환자가 얻는 이득이 크다는 이유 때문에 방사선방어의 기본사항 중 선량 한도의 적용을 받지 않는다. 이러한 이유 때문에 국제적으로는 의료피폭에서 선량한도를 정하지 않고 있더라도 의료피폭의 저감화를 위하여 세계보건기구(WHO), PAHO(Pan American Health Organization), OECD/NEA, 국제식량농업기구(FAO), 국제노동기구(ILO) 및 국제 원자력기구(IAEA)가 공동으로 진단 X선 검사시 환자가 받는 선량의 Guidance level을 마련하여 1996년에 권고한 Basic Safety Standards(BBS) No. 115가 있다[4]. 이 Guidance level에 따르면, 흉부 후전방향 검사는 0.4 mGy, 요추 측면검사는 30 mGy이며, 투시검사에서는 25 mGy/min[5]으로 국내의 환자선량 실태를 보면 흉부 후전방향 검사는 0.2 1mGy, 요추측면검사는 16.42 mGy 정도인 반면 투시검사의 경우 41.5~73.9 mGy로 다른 검사에 비해 투시 검사시 환자선량이 많음을 알 수 있다[6]. 하지만 투시 검사시 환자선량에 가장 큰 영향을 줄 수 있는 영상증강장치의 변환계수에 관한 연구가 국내에서는 거의 이루어 지지 않고 있어[3] 정량적인 자료가 필요하다고 생각된다. 이에 저자는 국내에서 사용되고 있는 투시장치의 사용년한에 따른 변환계수를 측정하여, 그 결과를 보고하는 바이다.

II. 실험방법

사용년한에 따른 영상증강장치의 성능을 평가하기 위해 영상증강장치의 성능평가항목 중 가장 중요한 변환계수와 해상력을 측정하였다.

다른 실험 인자에 따른 영향을 최소화하기 위해 동일한 제조회사의 동일한 발생장치와 동일한 영상증강장치(LIF-06SD, Toshiba Co.)의 X선장치 중 설치한지 1년 미만, 3년 미만 및 6년 미만인 총 3대의 장치를 선정하여 실험을 실시하였으며, 관전압 맥동율이 10%이하인 인버터식 장치를 사용하였다.

또한 장치의 성능변화에 따른 영향을 줄이기 위해 진단용방사선안전관리 규정[7]에 의한 관전압, 관전류, 조사시간 및 재현성을 각 각 측정하여 규정에 적합한 장치를 사용하였다.

1. 변환계수 측정

초점에서 영상증강장치의 입사면까지의 거리는 100cm으로 하고 입사 X선의 선질은 관전압 75kVp에서 제 1반가층이 7±0.2 mmAl이 되게 총여과값을 22 mmAl으로 사용하였다[2]. 또한 X선 조사면적은 입사면의 크기와 동일하게 조절하였다.

표 1. 입사 X선의 선질 조건 (KSA 4609)

| 제 1반가층 | 선원과 입사면간의 총여과 | 관전압 |
|------------|---------------|--------|
| 7±0.2 mmAl | 22±0.5 mmAl | 75 kVp |

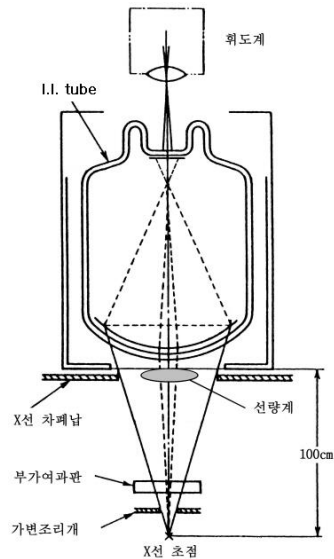


그림 1. 변환계수 측정 개요도

조사선량의 측정은 영상증강장치 입사면 시야 크기의 40%이하 지름을 갖는 Radcal Co.의 2026C Reader와 chamber는 20X6-60E(chamber volume - 60cc)을 사용하였으며, 밝기측정은 Precision Optometer RMI 352(Gammex RMI Co.)를 사용하여 측정하였다[그림 1][그림 2]. 관전압 변화에 따른 변환계수의 변화를 관찰하기 위해 75 kVp, 85 kVp, 95 kVp에서 실시하였으며, 이때 관전류는 입사면의 조사선량이 각각 0.1~1.0 mR/s[2]가 되는 1.8 mA, 1.0 mA, 0.6 mA에서 각 3회씩 측정하였다.



그림 2. 변환계수의 측정 배치도

2. 해상력 측정

해상력의 측정은 초점에서 영상증강장치 입사면의 거리를 100 cm으로 하고, 관전압은 45 kVp, 관전류를 0.8 mA로 고정하여 실시하였다[2]. 또한 해상력차트는 KS A 4902[8] 규정에 의한 R-3W(소화관 투시촬영용)인 Model:07-501(Nuclear Associates Co.)을 사용하여 중심부와 주변부 4곳, 총 5곳의 해상력을 3명의 방사선 관련 종사자가 확대렌즈를 이용하여 시각적으로 관찰 후 평균값으로 사용하였다.

III. 실험결과

1. 변환계수 측정

영상증강장치의 사용에 따른 변환계수를 측정한 결과 1년 미만인 장치는 $238.6 \frac{cd/m^2}{mR/sec}$ 이었으며, 3년 미만인 장치는 192.8, 6년 미만인 장치는 174.8로 6년 정도 사용한 장치의 경우 1년 미만 장치에 비해 약 25%정도 변환계수가 낮게 나타났다. 또한 동일한 장치에서 관전압 변화에 따른 변환계수를 관찰한 결과 1년 미만의 장치의 경우 관전압이 75 kVp에서 95 kVp로 증가함에 따라 약 5%정도가 증가되게 나타났다[표 2][그림 4].



그림 3. 해상력 측정 배치도

표 2. 장치 사용년한에 따른 변환계수 변화

단위: $\frac{cd/m^2}{mR/sec}$

| 장치수명 \ 관전압 | 75 kVp | 85 kVp | 95 kVp |
|------------|--------|--------|--------|
| 1년 미만 | 238.6 | 241.3 | 250.5 |
| 3년 미만 | 192.8 | 204.5 | 209.0 |
| 6년 미만 | 174.8 | 185.9 | 188.6 |

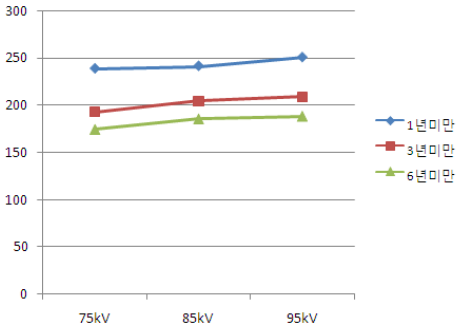


그림 4. 관전압변화에 따른 변환계수 변화

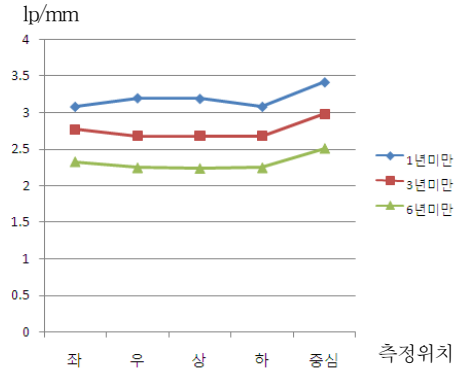


그림 5. 측정위치별 해상력

2. 해상력 측정

영상증강장치의 사용에 따른 측정위치별 해상력의 측정결과 1년 미만 장치의 주변부는 평균 3.13 lp/mm이고, 중심부는 3.42 lp/mm로 나타났으며, 사용을 오래한 6년 미만의 장치에서는 주변부는 평균 2.27 lp/mm, 중심부는 2.51 lp/mm로 나타나, 사용기간에 따라 해상력이 떨어지게 나타났다[표 3][그림 5].

표 3. 측정위치별 해상력

| 측정위치 장치수명 | 단위:lp/mm | | | | |
|--------------|----------|------|------|------|------|
| | 좌 | 우 | 상 | 하 | 중심 |
| 1년 미만 | 3.08 | 3.2 | 3.19 | 3.08 | 3.42 |
| 3년 미만 | 2.77 | 2.68 | 2.68 | 2.68 | 2.98 |
| 6년 미만 | 2.33 | 2.25 | 2.24 | 2.25 | 2.51 |

IV. 고 찰

오늘날 대부분의 X선 영상증강장치는 변환계수를 나타내고 있으며, 변환계수는 영상증강장치에서의 출력 휘도값을 입사 X선 선량율로 나눈값으로 단위로 $\frac{cd/m^2}{mR/sec}$ 를 사용한다. 영상증강장치가 오래되면 변환계수가 낮아지게 되어 환자의 피폭선량이 증가하게 되며, 변환계수가 높을수록 효율이 좋은 영상증강장치가 된다[9].

현재 국내에서 사용되는 영상증강장치는 전량 수입에 의존하고 있으며, 변환계수를 측정하기 위해서는 영상증강장치와 카메라부분을 분리하고, 흡수체 역할을 하는 테이블과 화질을 방해하는 그리드를 분리해야 하는 등 실험에 어려움이 있어서 사용에 따른 성능변화에 관한 정확한 연구가 수행되지 않고 있으며, 국내[3]는 물론 외국[10]에서도 상대변환계수를 측정하는 것이 현실이다. 이에 정확한 변환계수 및 해상력을 측정하기 위해 한국산업표준을 토대로 정확한 실험을 실시하였으며, 김[3] 등에 의한 결과보다는 열화가 낮게 나타났다. 그 이유는 사용년한이 증가하더라도 사용횟수에 따라 많은 영향을 받기 때문이다.

영상증배관의 입력형광면은 구면으로 되어 있고, 출력형광면은 평면으로 이루어져 있어 가장자리로 갈수록 왜곡이 되어 실제 영상보다 더 확대되어 보이게 되며[11], 입력형광면의 주변부에 도달하는 X선의 강도가 중심부보다 약하기 때문에 더 어두워져[12] 해상력이 낮아지게 된다. 본 실험에서는 사용년한에 관계없이 모든 장치에서 중심부가 주변부보다 높은 해상력을 나타내었고, 경시적 변화에 따른 결과는 오래 사용할수록 해상력 또한 감소하는 것을 알 수 있었다.

V. 결론

영상증강장치의 변환효율은 사용에 따른 열화에 의

해서 효율이 저하되게 된다. 열화의 주된 원인은 광전면의 화학 분해효과에 따른 원인과 출력형광면의 형광물질이 사용에 따라 감도가 낮아지는데 입사누적선량이 3,000 R정도가 되면 최초의 약 30%정도가 휘도가 감소된다[13]. 이러한 이유 때문에 사용에 따라서 변환계수가 낮아지게 되면, 동일한 밝기의 진단을 위해서 입사 X선량이 증가되고 이에 따른 환자의 피폭선량이 증가하게 된다.

본 연구에서 사용년한이 1년 미만, 3년 미만 및 6년 미만인 동일 장치를 대상으로 변환계수의 변화 및 해상력의 변화를 관찰하여 본 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

사용한지 1년 미만의 장치와 3년, 6년 사용년한이 증가할수록 변환계수는 250.5~188.6으로 25%정도 낮아졌으며, 관전압변화에 따른 변환계수는 관전압이 증가할수록 변환계수가 높게 나타나, 오래 사용할수록 저관전압 검사일수록 동일한 부위를 검사할 때 환자의 피폭선량이 증가 할 수 있음을 알 수 있다.

또한 해상력의 경우 중심부는 2.51~3.42 lp/mm, 주변부의 경우 2.27~3.14 lp/mm로 주변부의 해상력이 낮고, 오래 사용한 장치일수록 해상력이 낮게 되어 검사시 정확도에 영향을 줄 수 있음을 알 수 있었다.

시간의 변화에 따른 자연적인 열화도 있지만 사용회수에 따른 변화가 크기 때문에 영상증강장치의 수명연장 및 환자의 피폭선량 감소 및 정확한 검사를 위해서는 불필요한 X선의 노광을 최대한 줄여야 할 것이며, 사용 건수가 많은 경우에는 적절한 기간에 영상증강장치의 교환 등을 통해 환자피폭선량을 줄일 수 있는 방법을 적극적으로 모색해야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

[1] 青柳 泰司, 放射線機器工學(I)-X線診斷機器, pp.267-268.
 [2] 한국표준협회, "KS A 4609, 의료용 X선 영상증강장치", 2006.
 [3] 김성철, 신성일, 이선숙, 허준, "X선영상증배관의

상대변환계수 측정에 관한 검토", 대한방사선기술학회지, 제20권, 제2호, pp.28-33, 1997.
 [4] 식품의약품안전청, "환자선량측정 가이드라인. 방사선안전관리시리즈", No.14, 2007.
 [5] IAEA, "International basic safety standards for protection against Ionizing radiation and for the safety of radiation sources. IAEA safety series," No.115, 1996.
 [6] 김유현, 최종학, 김성수, 오유환, 이창엽, 조평근, 강대현, 이영배, 김형철, 김철민, "진단방사선검사에서 환자피폭선량에 관한 연구", 방사선기술과학, 제28권, 제3호, pp.241-248, 2005.
 [7] 진단용방사선발생장치의 안전관리에 관한 규칙, 보건복지가족부령 제1호, 2008.
 [8] 기술표준원, "KS A 4902, X선용 해상력 시험 차트", 2007.
 [9] Fihong Wang and Timothy F. Blackburn, "The AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents," Radiographics, Vol.20, No.5, pp.1471-1477, 2000.
 [10] S. Seguchi, Y. Ishikawa, K. Kuwahara, K. Kawai, I. Ohbo, S. Mizuno, and A. Nakamura, "Study on Measurement Conformity to JIS of Relative Conversion Factor in Image Intensifier," Japanese journal of radiological technology, Vol.53, No.10, pp.1530-1536, 1997.
 [11] 신동철, 오춘석, "X-ray 검사 시스템에서 Image Intensifier의 왜곡 보정", 한국정보처리학회 논문지, 제5권, 제4호, pp.1044-1047, 1998.
 [12] 권달관, 고신관, 박맹조, :최신방사선기기학, 고문사, 1996.
 [13] 강세식, 고신관, 권달관, 권덕문, 김정민, 김홍태, 나수경, 윤철호, 이덕규, 이성길, 이종석, 홍찬규, "방사선기기정도관리 및 실험", pp.96-98, 정문각, 2000.

저 자 소 개

김 민 정(Min-Jung Kim)

준회원



- 2007년 3월 ~ 현재 : 가천의과
학대학교 방사선학과 재학 중

<관심분야> : 방사선선량, 방사선기계

안 성 민(Sung-Min Ahn)

정회원



- 2010년 2월 : 한서대학교 화학과
(이학박사)
- 1998년 3월 ~ 현재 : 가천의과
학대학교 방사선학과 교수

<관심분야> : 핵의학, 방사선관리, 의료선량

조 영 권(Young-Kwon Cho)

정회원



- 2004년 3월 : 전남대학교 수의과
대학 (수의학사)
- 2010년 2월 : 전북대학교 수의영
상의학과 (수의학석사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 대구보건대
학 방사선과 교수

<관심분야> : 핵의학, 수의영상의학, 의료선량

최 정 현(Jung-Hyun Choi)

정회원



- 2010년 7월 : 한서대학교 건강증
진대학원 방사선학과 석사수료
- 2008년 ~ 현재 : 이즈맘여성병
원 초음파실

<관심분야> : 방사선선량, 초음파영상

김 성 철(Sung-Chul Kim)

정회원



- 2009년 8월 : 전북대학교 방사선
과학기술학과 (이학박사)
- 2001년 3월 ~ 현재 : 가천의과
학대학교 방사선학과 교수

<관심분야> : 방사선기기, 의료선량