Journal of Radiation Industry 14(4) : 417~422(2020)

Technical Paper

DR 엑스선장치에서 광조사야와 엑스선조사야 일치도 시험

임 창 선[1,*]

[1]건양대학교 방사선학과

The Light Field and X-rays Field Congruence Test in DR System

Chang-Seon Lim[1,*]

[1]*Department of Radiological Science, Konyang University, 158 Gwanjeodong-ro, Seo-gu, Daejeon 35365, Republic of Korea*

Abstract - The light field and x-rays field congruence value measures how well the collimator regulates the field size and if the area illuminated by the positioning light and the area exposed by x-rays are the same. The light field and x-rays field must be congruent to within ±2% of the focal spot to image receptor distance (SID). This evaluation can be performed by the use of either a collimator test tool or the nine-coins test. In the intensifying screen-film system, x-rays are irradiated twice on a single film, and the congruence value between the light field and the x-rays field is evaluated as a duplicated image. However, in the digital radiography system, unlike the intensifying screen-film system, a new evaluation method is required because it is impossible to obtain duplicated images by irradiating the image receptor twice. Therefore, three methods were devised. That is, the first is the method of using collimator test tool and 6 angle wrench, the second is the method of using a stainless steel ruler drilled at 0.5 cm intervals, and the third is the method of using the nine-coins. Among the three, the third method using nine-coins does not require any special equipment, and is a relatively convenient method that can easily measure the discrepancy between the light field and the x-rays field.

Key words : The light field, X-rays field, Congruence, Digital radiography system

서 론

의료용 방사선은 사람의 질병 진단, 치료 및 연구에 활용되어 질병으로부터 인간의 건강을 보호하고 의학을 발전시키는데 중요한 역할을 해 왔다(여와 고 2013; 조 2004).

의료분야에서 방사선이용은 진단 및 치료에 중대한 이득을 제공하고 있는 반면 방사선의 피폭으로 장해요인이 발생되는 것을 부인할 수는 없다(임 2000).

그리하여 환자의 피폭감소를 위한 연구(김 등 2005; 이와 여 2007; 임 2011)와 방사선관계종사자들의 피폭선량 실태에 대한 연구(최 등 2010; 최 등 2012)들이 이루어져 왔다.

환자 및 방사선관계종사자들의 피폭선량을 줄이기 위해서는 피폭선량에 대한 체계적인 관리뿐만 아니라 누설선량이나 산란선량에 대한 관리도 필수적으로 이루어져야 한다(강과 임 2010).

이러한 점에서 엑스선촬영검사를 위해 환자에게 직접 엑스선의 노출 범위를 조정하는 엑스선조사야는 광조사야와 일치하도록 하여 산란선에 의한 화질 저하의 방지는 물론 재촬영을 줄임으로써 환자에게 불필요한 엑스선 피폭을 줄일 수 있어야 한다(강 등 2006).

* Corresponding author: Chang-Seon Lim, Tel. +82-42-600-8440, E-mail. limso88@hanmail.net

광조사야와 엑스선조사야 적합성의 기준은 진단용방사선발생장치의 안전관리에 관한 규칙에 규정되어 있으며, 광조사야와 엑스선조사야의 주변의 차이는 이용선의 중심이 수직으로 입사했을 경우에 엑스선관 초점(focal spot)과 검출기(Image receptor) 사이의 거리 SID의 ±2% 이내이어야 한다(AAPM 1977; 강 등 2006; Medical Radiology-Canada 2014; 법제처 2020).

그리고 그 시험 방법은 AAPM (American Association of Physicists in Medicine) REPORT No. 4 등에 소개되어 있다(AAPM 1977; Papp 2002; 강 등 2006; Medical Radiology-Canada 2014).

국내 연구에서는 서울, 경기, 경남 지역 진단용 방사선 발생장치의 성능평가에서 광조사야와 엑스선조사야 적합성 조사에서 부적합한 장비가 있다는 보고들이 있다(임과 이 2009; 조 2015).

증감지-필름 시스템에서 광조사야와 엑스선조사야 적합성의 평가는 주로 조사야시험기구를 사용한다. 조사야시험기구 안쪽에 설정된 광조사야에 엑스선을 조사하여 얻은 영상과 광조사야와 엑스선조사야 오차를 측정할 수 있는 눈금이 표시된 조사야시험기구 전체 영상을 한 장의 필름에 얻는 방법이다. 이 방법은 엑스선을 한 장의 필름에 두 번 조사를 통하여 얻은 중복된 영상으로 광조사야와 엑스선조사야의 일치도를 평가한다. 그러나 엑스선 디지털영상시스템에서는 증감지-필름 시스템과는 달리 수상기에 두 번 엑스선조사를 하여 중복된 영상을 얻을 수 없으므로 새로운 평가방법이 요구된다. 이러한 디지털 엑스선촬영장치에서는 광조사야와 엑스선조사야의 일치도를 측정할 수 있는 정확한 방법이 정립되어 있지 않다.

이에 본 연구에서는 기존의 증감지-필름 시스템에서 시험방법을 바탕으로 디지털 엑스선촬영장치에서 광조사야와 엑스선조사야의 일치도를 측정할 수 있는 방법을 고안하여 제시한다.

재료 및 방법

1. 실험 기기 및 재료

사용기기 및 재료는 진단용엑스선발생장치(DR system, Apollon dual system Gemss Korea), 조사야시험기구 및 수평계(Collimator test tool, Model 07-661, Fluke, USA), 선속정렬시험기구(Beam alignment test tool, Model 07-661-7662, Fluke, USA), 금속자(0.5 cm 간격으로 구멍 뚫은 30 cm Stainless steel ruler, Hara Korea), 동전 9개, 육각렌치 3개(Model 8PK-027 Proskit Taiwan), 아크릴판(133×163×2 mm), 이미지 제이(Image J) 프로그램을 사용하였다.

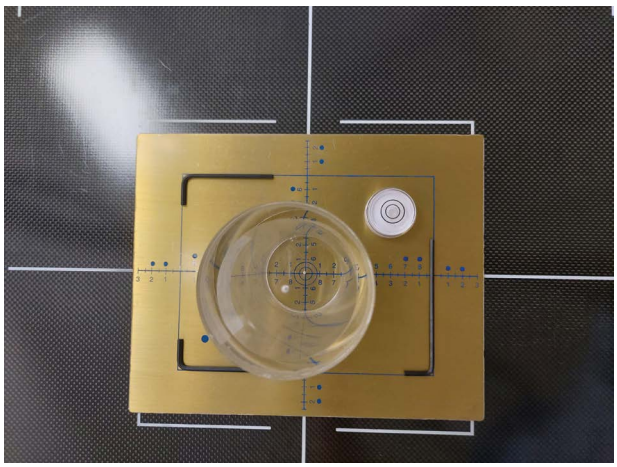


Fig. 1. Test using collimator test tool and 6 angle wrench.

2. 실험 방법

2.1. 조사야시험기구(Collimator test tool)와 6각 렌치를 이용한 방법

수평계로 촬영대의 수평을 확인한 후 Fig. 1과 같은 촬영대 위에서 조사야시험기구(Collimator test tool) 중심을 검출기의 중심에 맞춘다. 정확한 광조사야 설정을 위해 20 cm×25 cm 크기의 조사야시험기구 안쪽 직사각형 14 cm×18 cm의 표시선에 광조사야가 일치하도록 맞춘다. 그리고 표시선에 맞춘 광조사야의 가장자리에 맞추어 엑스선영상에서 광조사야의 가장자리가 뚜렷이 관찰되도록 육각렌치 3개를 Fig. 1과 같이 놓는다. 조사야시험기구에는 가로와 세로 방향으로 0.5 cm 간격의 눈금이 표시되어 있어 엑스선촬영 시 엑스선영상에 나타나도록 제작되어 있다. 따라서 이 눈금을 통하여 광조사야와 엑스선조사야의 오차를 확인할 수 있다.

선속정렬기구(Beam alignment test tool)의 아래쪽 중심에 있는 금속구를 조사야시험기구의 중심에 위치시켜 중심선속이 조사야시험기구의 중심에 입사하는지 확인할 수 있도록 한다.

엑스선관 초점에서 검출기 간의 거리(SID)를 100 cm로 설정한 뒤 55 kVp, 50 mAs 촬영조건으로 조사하여 첫 번째 영상을 얻어 저장한다.

조리개를 첫 번째보다 넓게 하여 조사야시험기구의 외각선에 맞추어 동일조건으로 다시 한 번 조사하여 두 번째 영상을 얻어 저장한다.

첫 번째 촬영 영상은 광조사야에 맞추어 조사한 엑스선조사야 범위를 알기 위한 것이고(A), 두 번째 영상은 광조사야와 엑스선조사야 오차 범위를 확인하기 위한 참고용 보조영상(B)이다. 조사야시험기구에서 엑스선조사야를 벗어난 부분의 눈금 표시는 (A)영상에서는 관찰하기 어려우므로 조사야시험기구에 표시된 눈금을 모두 관찰할 수 있는 (B)영상을 얻

어서 (A)와 (B) 두 영상이 합동이 되도록 겹치면 광조사야와 엑스선조사야의 차이를 확인할 수 있다. 이때 파워포인트에서 (A)영상의 투명도를 조정하여 (B)영상과 겹치게 한 뒤 Image J 프로그램으로 광조사야에서 엑스선조사야가 벗어난 거리를 측정한다.

2.2. 금속자(Stainless steel ruler)를 이용한 방법

수평계로 촬영대의 수평을 확인한 후, 광조사야를 일정하게 유지하기 위하여 일정 규격의 아크릴판(133×163×2 mm)을 촬영대 위에 위치시키고, 광조사야를 아크릴판에 맞추어 설정한다. 아크릴판은 이 시험에서 광조사야를 일정하게 유지하기 위한 것이므로 크기는 관계없을 것으로 생각하며, 이 시험에서는 콜리메이터 아랫면의 크기로 하였다. 그리고 아크릴 위쪽은 광조사야의 경계가 명확히 표시되도록 육각렌치를 위치시킨다.

광조사야 안쪽 아크릴판 위에 Fig. 2와 같이 0.5 cm의 간격으로 구멍을 뚫어 오차를 측정할 수 있도록 제작한 금속자(Stainless steel ruler) 두 개를 가로와 세로로 위치시킨다. 엑스선관의 방향을 알 수 있도록 음극방향에 동전을 올려 두었다.

SID를 100 cm로 조정하고 55 kVp, 10 mAs 조건으로 엑스선을 조사하여 영상을 얻는다. 획득한 영상에서 엑스선조사야 바깥쪽에 위치한 금속자의 구멍을 기준으로 거리를 측정하여 광조사야와 엑스선조사야와의 일치도를 평가한다.

Image J 프로그램을 이용해 광조사야와 엑스선조사야의 차이를 측정한다.

2.3. 9개 동전 시험(Nine-coins test) 방법

Fig. 3과 같이 아크릴판에 광조사야를 맞추고, 광조사야 4개의 각 변에 동전을 두 개씩 서로 옆면이 맞닿도록 한다. 이때 광조사야를 경계선으로 한 개의 동전은 광조사야 안쪽, 다른 한 개의 동전은 광조사야 바깥쪽에 위치시킨다. 엑스선관 음극방향에도 광조사야 안에 동전을 위치시킨다. SID를 100 cm로 조정하고 55 kVp, 10 mAs 조건으로 엑스선을 조사하여 영상을 얻는다. Image J 프로그램을 이용해 광조사야와 엑스선조사야의 차이를 측정한다.

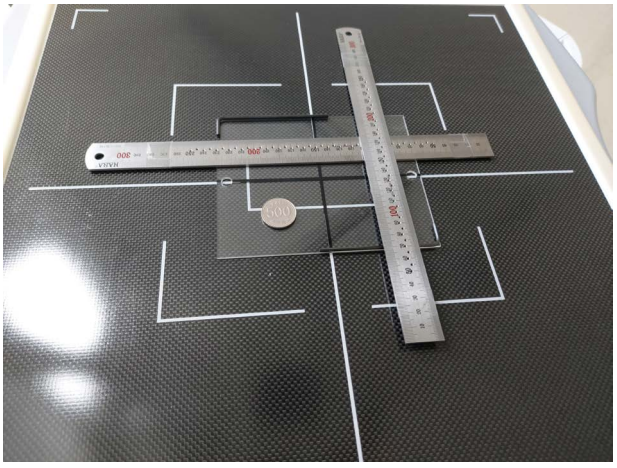


Fig. 2. Test using stainless steel ruler drilled at 0.5 cm intervals.

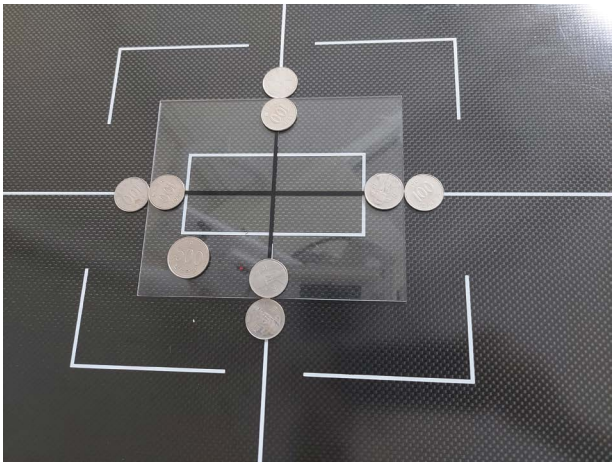
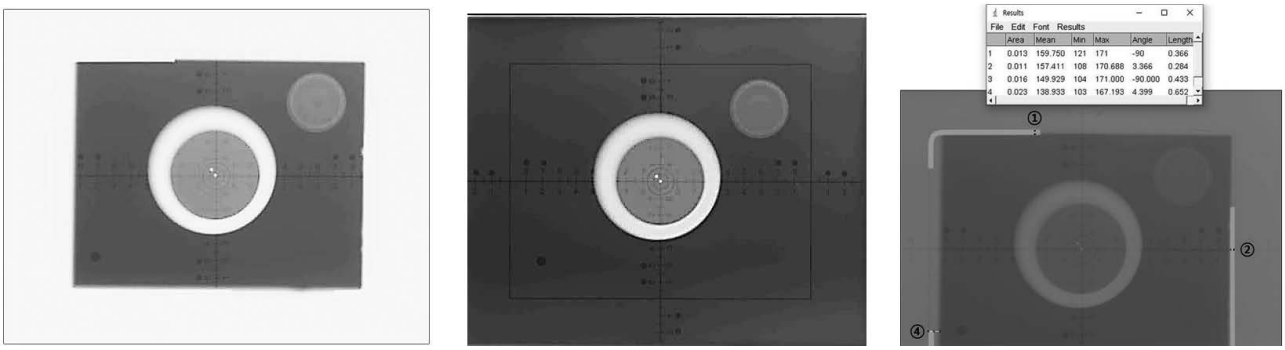


Fig. 3 Nine-coins test.



(a) X-rays field image (b) Reference image (c) Image for misalignment measurement

Fig. 4. The light field and x-rays field misalignment values measured using collimator test tool and 6 angle wrench.

Table 1. The light field and x-rays field congruence value according to the test method

Test method	Misalignment value (SID 100 cm)				Congruence (within ±2 cm)
	Upper	Right	Lower	Left	
Collimator test tool	0.366	0.284	0.433	0.652	Allowed
Metal ruler	0.520	0.566	0.434	0.393	Allowed
Nine-coins	0.251	0.468	0.510	0.430	Allowed

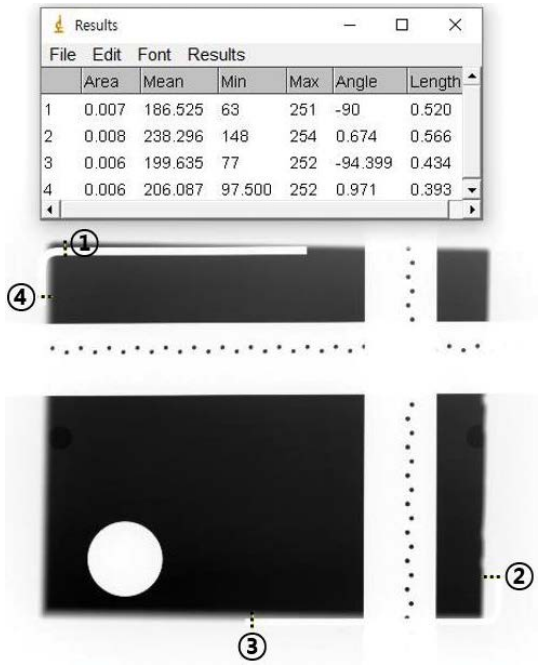


Fig. 5. The light field and x-rays field misalignment values measured using stainless steel ruler.

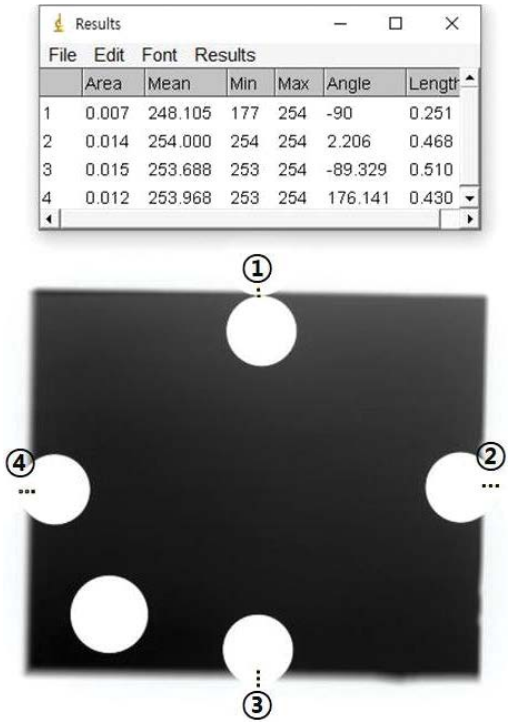


Fig. 6. The light field and x-rays field misalignment values measured using nine coins.

결 과

1. 조사야시험기구와 6각 렌치를 이용한 방법

Fig. 4에서 (a)영상은 조사야시험기구를 촬영대 위에 올려놓고 조사야시험기구 안쪽 14×18 cm의 표시선에 광조사야를 맞춘 뒤, 광조사야를 정확히 표시하기 위하여 광조사야 가장자리에 육각렌치 3개를 위치시켜 촬영한 영상이다.

(b)영상은 조사야시험기구 위에 광조사야에 맞춰 위치시킨 육각렌치와 조사야시험기구에 새겨진 눈금 가운데 엑스선조사야에서 벗어나 있어 잘 관찰되지 않는 눈금을 확인하기 위한 참고용 보조영상이다.

(c)영상은 (a)와 (b)영상을 완전히 겹치게 한 뒤 Image J 프로그램을 이용하여 광조사에서 벗어나 있는 엑스선조사야와의 거리를 측정하기 위한 영상이다.

이 시험에서 광조사야와 엑스선조사야의 측정결과 오차는 Table 1과 같이 위쪽 0.366 cm, 양극측인 오른쪽 0.284 cm, 아래쪽 0.434 cm, 음극측인 왼쪽 0.652 cm로 측정되었다. 따라서 최대 오차는 0.652 cm로 약 0.7%의 오차를 보이고 있으므로 SID 100 cm일 때 SID의 ±2%인 2 cm에 미치지 못하여 적합한 것으로 판정된다.

2. 0.5 cm 간격의 눈금이 표시된 금속자를 이용한 방법

Fig. 5는 0.5 cm 간격의 눈금이 표시된 금속자 두 개를 이용하여 얻은 영상에서 광조사야와 엑스선조사야 사이의 오차를 Image J 프로그램을 이용해 측정한 영상이다. 이 시험에서 광조사야와 엑스선조사야 사이의 오차는 Table 1에서처럼 조사야 위쪽 0.520 cm, 오른쪽 0.566 cm, 아래쪽 0.434 cm, 왼쪽 0.393 cm로 측정되어 최대 오차는 0.566 cm로 약 0.6%의 오차를 보이고 있다.

3. 9개 동전 시험(Nine-coins test) 방법

Fig. 6은 이 시험에 이용된 실제 100원짜리 동전 길이 2.4 cm를 기준으로 광조사야와 엑스선조사야의 불일치된 거리를 측정한 영상이다. 이 시험에서 광조사야와 엑스선조사야의 오차는 Table 1에서처럼 조사야 위쪽 0.251 cm, 오른쪽 0.468 cm, 아래쪽 0.510 cm, 왼쪽 0.430 cm로 측정되어 최대 오차는 0.510 cm로 약 0.5%의 오차를 보이고 있다.

고 찰

광조사야와 엑스선조사야 차이시험은 진단용방사선발생장치의 안전관리에 관한 규칙 [별표1]진단용방사선발생장치의 검사기준 등(법제처 2020)에 규정되어 있는 항목이다.

따라서 진단용방사선발생장치를 신규로 설치하거나 엑스선관을 교체하는 경우 등에도 검사를 하여 광조사야와 엑스선조사야 일치 여부를 평가하여야 하며, 초점과 검출기간 거리 SID의 ±2%의 오차 범위 내에 있어야 한다(AAPM 1977; 강 등 2006; RRCMRT 2010; 법제처 2020).

진단용방사선발생장치의 영상 획득 방법이 증감지-필름 시스템인 경우에는 엑스선조사야와 광조사야 차이 시험방법이 정립되어 있다(AAPM 1977; Papp 2002; 강 등 2006; Medical Radiology-Canada 2014).

증감지-필름 시스템인 경우에는 20 cm×25 cm 크기의 조사야시험기구의 안쪽 직사각형(14 cm×18 cm)에 광조사야가 일치하도록 콜리메이터 조리개를 조절하여 조사야시험기구 아래에 위치한 필름에 엑스선을 조사하고, 동일한 필름에 한 번 더 조리개를 넓혀 동일 조건 또는 첫 번째보다는 약한 촬영 조건으로 필름에 엑스선을 조사한다. 그리고 현상기에서 현상을 하면 한 장의 필름에 두 개의 영상이 중복되어 나타난다.

필름에서는 설정된 광조사야에 첫 번째 엑스선을 조사한 엑스선의 음영이 나타나므로 엑스선조사야를 알 수 있고, 두 번째 촬영으로부터는 조사야시험기구의 눈금이 모두 관찰되므로 광조사야와 엑스선조사야의 차이를 쉽게 알 수 있다.

그러나 디지털영상(Digital Radiography) 시스템에서는 필름과는 달리 검출기에 두 번 엑스선을 조사하여 중복된 영상을 얻을 수 없으므로 엑스선조사야와 광조사야 일치도를 시험하는 데 어려움이 따르고 아직까지 신뢰할 수 있는 알려진 검사방법이 없는 실정이다.

이에 기존의 증감지-필름 시스템에서의 시험방법과 기구를 바탕으로 DR 시스템에서 활용할 수 있는 방법들을 고안하여 시험하였다.

조사야시험기구(Collimator test tool)와 6각 렌치를 이용한 방법과 0.5 cm 간격으로 구멍을 뚫은 금속자(Stainless steel ruler)를 이용한 방법, 그리고 9개의 동전을 이용한 시험방법(Nine-coins test)에서 광조사야와 엑스선조사야 불일치도는 각각 최대 0.7%, 0.6%, 0.5%의 범위에 있었다.

이와 같은 결과로 보았을 때 시험방법에 따른 오차의 변동이 크지 않은 것을 알 수 있었다.

각 시험방법을 비교해 보면 조사야시험기구와 6각 렌치를 이용한 방법은 엑스선조사야 영상과 참고용 보조영상을 얻어 두 영상이 합동이 되도록 중복시키는 과정이 필요하다. 그리하여 엑스선조사야 영상과 광조사야와 엑스선조사야 일치도를 측정할 수 있는 한 장의 영상에서 이미지 제이(Image J)를 이용하여 일치도를 측정한다. 그런데 이 방법은 두 영상이 합동이 되도록 중복시키는 과정이 복잡하고, 시간이 많이 소요되는 단점이 있다.

0.5 cm 간격으로 구멍을 뚫은 금속자를 이용한 방법은 조사야시험기구와 6각 렌치를 이용한 방법보다는 비교적 절차가 단순하지만 별도의 금속자를 제작해야 하는 번거로움이 있다. 9개의 동전을 이용한 시험방법은 별도의 기구가 필요하지 않고 동전의 직경을 알고 있으므로 이미지 제이(Image J)를 이용하여 광조사야와 엑스선조사야의 오차를 영상에서 쉽게 측정할 수 있는 비교적 편리한 시험방법이라고 생각한다.

결 론

엑스선 디지털영상(Digital Radiography) 시스템에서는 광조사야와 엑스선조사야의 차이를 측정하는 별도의 방법이 정해져 있지 않으므로 이에 대한 방안을 고안하여 시험을 해 보았다.

시험방법으로는 기존의 증감지-필름 시스템에서 사용하던 조사야시험기구(Collimator test tool)와 6각 렌치를 이용한 방법, 0.5 cm 간격으로 구멍을 뚫은 금속자(Stainless steel ruler)를 이용한 방법, 9개 동전을 이용한 시험 방법을 시도해 보았다. 이 세 가지 방법에 의한 광조사야와 엑스선조사야의 최대 오차값 사이에는 0.1~0.2%로 큰 차이가 없었다.

이 가운데 9개 동전을 이용한 방법이 별도의 기구가 필요하지 않으며, 광조사야와 엑스선조사야의 불일치를 쉽게 측정할 수 있는 비교적 편리한 방법이다. 따라서 9개 동전 시험 방법을 사용하면 의료기관에서 광조사야와 엑스선조사야 적합성에 대한 점검을 수시로 할 수 있어 환자에 대한 피폭선량을 줄이고, 영상의 왜곡을 방지할 수 있을 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

강보선, 임창선. 2010. 핵의학과에서 환경방사선량 측정에 관한 연구. 한국산학기술학회논문지. **11**(6):2118-2123.

강세식, 권덕문, 김경근, 김영근, 김창규, 이덕규, 이성길, 임인

철, 장영일, 홍찬규. 2006. X-선조사야시험 및 중심선속 일치 시험 In: 진단용 X-선장치 정도관리실험. 2판. 서울. 청구문화사. pp. 87-95.

김유현, 이영배, 김철민, 최종학, 김성수, 이창엽, 조평곤. 2005. 진단방사선영역에서 방사선장치의 이용실태 및 환자피폭선량에 관한 조사연구. 의학물리. **16**(1):10-15.

법제처. http://www.law.go.kr/

여진동. 2007. 복부 단순 방사선 검사 시 피폭선량에 대한 연구. 한국방사선학회논문지. **1**(3):5-10

여진동, 고인호. 2013. 영상의학과 내원 환자의 방사선피폭 인지도에 관한 연구. 한국방사선학회논문지. **7**(5):320-331.

이초희, 임창선. 2011. 머리부 전후방향촬영 시 방사선피폭선량 저감을 위한 부가여과판에 대한 연구. 한국산학기술학회논문지. **12**(7):3117-3122

임인철, 이상훈. 2009. 진단용 X선발생장치의 X선관 가변조리개 성능검사와 조사야일치검사 및 중심선속 일치검사에 대한 평가. 한국콘텐츠학회논문지. **9**(3):250-255.

임재동. 2000. 진단용 방사선 안전관리규칙에 대한 안전관리책임자의 인식도. 연세대학교 석사학위논문. 1-74.

조창호. 2015. 진단용 방사선 발생장치의 성능평가를 통한 적합성에 관한 연구. 을지대학교 보건대학원 석사학위논문. 1-71.

조현철. 2004. 혈관조영실에서 근무하는 방사선작업종사자에 대한 방사선 피폭선량 측정과 방사선 안전관리에 대한 인식과 행동조사. 고려대학교 보건대학원 석사학위논문. 1-71.

최귀남, 전주섭, 김용완. 2012. 방사선관계종사자의 피폭선량에 대한 연구. 한국방사선학회논문지. **6**(1):27-37.

최원근, 김정훈, 강보선, 배석환, 임창선. 2010. 방사선촬영 중 제어실 문의 열린 방향에 따른 차폐효과. 한국산학기술학회논문지. **11**(9):3347-3352.

AAPM REPORT No.4. 1977. BASIC QUALITY CONTROLIN DIAGNOSTIC RADIOLOGY. pp. 18-19. https://aapm.org/pubs/reports/rpt_04.pdf

Medical Radiology-Canada. 2014. https://rrcmrt.wordpress.com/2010/09/13/light x-ray-field-congruence/

Papp J. 2002. Quality Control of Radiographic Equipment In: Quality Management in the Imaging Sciences. Missouri. Mosby Inc., pp. 93-94.

Received: 19 October 2020
Revised: 1 November 2020
Revision accepted: 17 November 2020