

진단용 X선발생장치의 X선관 가변조리개 성능검사와 조사야일치검사 및 중심선속 일치검사에 대한 평가

Evaluation to X-ray Tube Variable Beam Limiting Device Ability Test,
Collimation and Beam Alignment Test of Diagnostic X-ray Unit

임인철, 이상훈
가야대학교 방사선학과

In-Chul Im(icim@kaya.ac.kr), Sang-Hun Lee(shlee@kaya.ac.kr)

요약

본 연구는 경남 김해지역내의 병원에서 사용되고 있는 진단용방사선발생장치 중 일반촬영용장비 40대를 X선관 가변조리개 성능검사와 광조사야와 실제 X선조사야면의 일치검사 및 초점과 가변조리개의 중심선속 일치검사를 통해 장비의 성능을 평가 조사하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

1. 가변조리개 성능검사에서 최대X선조사야시험 결과는 부적절한 장비가 4대(10%), 최소X선조사야시험결과에서는 5대(12.5%)로 나타났다.
2. 광조사야와 X선조사야일치시험 결과에서는 최대허용치인 2%이내가 23대(57.5%), 2%이내를 벗어난 장비가 17대(42.5%)로 나타났다.
3. 중심선속 일치시험 결과에서는 완전일치가 11대(27.5%), 0.5°이내로 벗어난 경우는 11대(27.5%), 0.6°-1.5°

이내가 10대(25%), 1.6°-3°이내가 7대(17.5%), 3°이상인 경우가 1대(2.5%)로 나타났다.

결론적으로 가변조리개 중 일부가 기준치에 떨어진 성능상태에서 사용하고 있었으며, 광조사야와 X선 조사야일치상태 및 중심선속 일치에서도 최대허용치를 벗어난 상태에서 상당수의 장비를 사용하고 있었다. 그러므로 피검자의 방사선 피폭을 최소화하고 영상의 질을 향상시키기 위해서는 주기적이고 지속적인 점검평가를 거쳐 노후화 되었거나 부족한 성능상태의 기기를 수리, 보완해야함을 알 수 있었다.

■ 중심어 : | 가변조리개 | 광조사야 | X선조사야 | 중심선속 일치 |

Abstract

This study performed and evaluated the performance test in 40 general X-ray units among diagnostic X-ray units, which were being used in hospitals of gyeongsangnam-do gimhae-si through X-ray tube variable limiting device ability test, the light field and X-ray field alignment test and collimation and beam alignment test of diagnostic X-ray unit. The results are as follows:

In a variable beam limiting device ability test, the result of maximum X-ray field test showed that 4(10%) of were incongruent while the result of minimum X-ray field test represented that 5(12.5%) of were incongruent.

The result of the light field and X-ray field alignment test showed 23(57.5%) of were within 2% of maximum permissible level and the other 17(42.5%) units were misalignment.

The result of beam alignment test represented that 11(27.5%) coincided and another 11(27.5%) within 0.5° respectively, 10(25%) were 0.6°-1.5° intervals, 7(17.5%) were 1.6°-3° and 1(2.5%) were more than 3°.

■ keyword : | Variable Beam Limiting Device | Light Field | X-ray Field | Beam Alignment |

* 본 논문은 2008년도 가야대학교의 교비지원에 의해서 수행되었습니다

접수번호 : #090108-002

심사완료일 : 2009년 03월 06일

접수일자 : 2009년 01월 08일

교신저자 : 임인철, e-mail : im5371@hanmail.net

I. 서론

진단용 X선 장치의 X선관 용기는 가변조리개를 부착할 의무와 성능, 구조 등 그에 대한 규정을 제시하고 있다[1]. 이것은 인체에 유해한 X선을 최대한 차폐하는 측면에서 이용선속의 면적이 필름의 유효면적을 초과하여 사용하지 못하도록 권고하기 위함이다. 또한 초점의 X선 및 산란선을 차폐, 제한하여 X선 영상의 화질에도 큰 영향을 준다[2]. 용어의 뜻으로는 X선조사야의 크기를 연속적으로 조정하는 수단을 가진 조리개 장치라고 되어 있다. 이 조절기구를 사용함으로써 환자의 피폭선량 감소와 피사체에서 발생하는 산란선 감소와 영상의 대조도를 개선시키는 효과가 있기 때문이다.

조사야는 광조사야와 X선조사야로 나뉜다. 촬영 시 방사선사는 X선이 조사될 면적을 미리 예측하여 촬영할 부위에 대해서 적절히 조사야를 조절한다. 이 때 촬영을 하기 위해 가변조리개 램프를 켜면 그 불빛에 의해 X선이 조사될 면적을 미리 예측하는 것이다. 광조사야와 X선조사야면이 일치하지 않으면 목적하는 영상을 얻을 수 없게 되고 재촬영과 환자 피폭선량의 증가에도 큰 영향을 주게 된다. 그러므로 광조사야와 X선조사야면이 언제나 일치해야 한다는 것이 중요하다. 불일치 원인으로서는 가변조리개를 오랫동안 사용하여 노화된 상태이거나 반사경의 각도 및 위치가 부정확하거나 조리개의 운동방향이나 이동이 부정확했을 때 일어나게 되는 것이다. 또한 X선속의 중심과 가변조리개의 중심선속이 어긋나면 목적장기 등의 정확한 정보를 얻지 못하고 격자를 사용할 경우 cut off현상이 생기기도 하며 이는 기계적인 움직임과 진동에 의해 어긋나기 쉽다[3].

그러므로 본 연구로 현재 임상에서 사용되고 있는 진단용 X선발생장치의 X선관 가변조리개 성능상태와 광조사야와 실제 X선조사야의 일치상태 및 초점과 가변조리개의 중심선속이 얼마나 일치하는지를 실험을 통해서 평가하고 조사하고 그 결과를 병원 기관에 개선책을 제시하고 그림으로써 환자의 방사선피폭을 예방하고 영상의 왜곡현상을 방지함으로써 환자진료에 도움을 주고자 한다.

II. 연구방법

1. 실험대상

경남김해지역 내의 29개 병원에 설치, 운영되고 있는 진단용 X선발생장치 중 일반촬영용장치 40대를 조사대상으로 하였다.

2. 실험기기

Beam alignment test tool(RMI model 162A), Collimator test tool(RMI model 161B)[4], 진단용 X선 발생장치, 수평계, 줄자, Image plate(film cassette), CR reader(자동현상기)

3. 실험방법 및 평가[5-9]

3.1 가변조리개 성능시험

3.1.1 최대X선 조사야

X선관 초점과 필름과의 거리가 65cm인 점에서 가변조리개를 최대로 연 상태에서 램프를 켜 음영이 35x35cm를 초과해서는 안된다.

3.1.2 최소X선 조사야

X선관 초점과 필름과의 거리가 100cm인 점에서 가변조리개를 최소로 닫은 상태에서 램프를 켜 음영이 5x5cm이하이어야 한다.

3.2 광조사야와 실제 X선조사야일치 시험 및 중심선속 일치검사 시험

중심선속 일치 시험기구(Beam alignment test tool)를 조리개 시험기구(Collimator test tool) 중심에 맞추고 밑에 cassette(image plate)를 놓고 X선관 초점에서 필름간의 거리(SID)는 100cm에 두고 두 번 조사시켰다. 첫 번째는 조리개를 조사야시험기구의 직사각형의 각선(14x18cm)에 광조사야가 일치되도록 하고 45kVp, 10mAs로 방사선을 조사하였으며, 두 번째는 조리개를 첫 번째보다 조금 넓히고 42kVp, 10mAs로 조사한 후 현상하였다[그림 1].

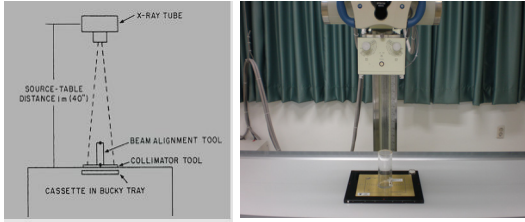


그림 1. 적절한 조사를 위한 조사야와 중심선속 일치 검사기구의 배열

이 때 이용선추의 수직으로 입사했을 시 조사야의 불일치에 대한 최대허용치는 초점과 필름간의 거리(SID) 100cm에 대해 2%(2cm)이내로 평가한다(단, 조사방향이 일정한 것은 1%(1cm) 이내)[그림 2].

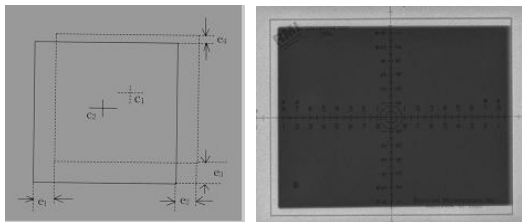


그림 2. 광조사야와 실제X선 조사야의 측정 및 불일치 영상

$$\text{조사야 차이} = 100 \times (e_1 + e_2) / \text{SID}, 100 \times (e_3 + e_4) / \text{SID} \quad (1)$$

또한 X선 중심선의 어긋남은 현상된 필름상에 나타난 상단 금속구와 하단 금속구의 영상을 보고 판단하고 그 두 개의 금속구는 중앙의 2개원으로 측정하며 두 개가 금속구가 겹쳐 나오면 0.5°, 내측연에 한점이 있으면 1.5°(반경 4mm), 외측원에 있으면 3°(반경 8mm)중심이 어긋난 것으로 평가한다[그림 3].

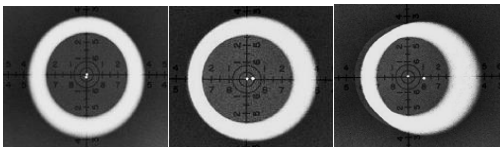


그림 3. 중심선속 일치 시험기구의 두 개의 금속구영상과 판별

III. 연구결과

1. 조사대상의 특성

조사대상 장비(40대)의 제조년도와 각 병원(29개)의 영상획득방법인 CR과 필름시스템의 조사내용 결과는 [표 1]과 같다.

표 1. 조사장비의 특성

변수	내역	대수	%
제조년도	1990 이전	1	2.5
	1991-1995	4	10
	1996-2000	8	20
	2001-2005	23	57.5
	2006 이후	4	10
	계	40	100
시스템	CR	11	37.9
	Film	18	62.1
	계	29	100

1.1 가변조리개 성능검사

가변조리개는 환자의 피폭선량 차폐와 영상의 화질 향상에 중요한 역할을 하고 있다. 따라서 본 실험에서 나타나는 결과는 [표 2]와 같다.

표 2. 가변조리개의 최대, 최소X선조사야검사결과

결과	최대X선 조사야	최소X선 조사야
적당	36	35
부적당	4	5
계	40	40

1.2 광조사야와 X선조사야일치 시험결과

실제 X선이 광조사야와 일치하지 않을 경우 점차적으로 조사야를 넓게 사용하여 환자의 피폭선량을 증가시키는 요인과 산란선 발생으로 화질저하와 재촬영의 원인이 되는 요소가 된다. 따라서 본 실험에서 나타나는 결과는 [표 3]과 같다.

표 3. 광조사야와 X선조사야일치 시험결과

오차범위	2%이내	2%(2cm)-3%(3cm)	3% 이상	계
대수	23	11	6	40

1.3 중심선속 일치검사 시험결과

X선 영상의 질을 평가할 때 가장 기본적인 요소 중의 하나가 중심선속이 일치하지 않을 경우로서 목적장기 등의 정확한 정보를 얻지 못하고 격자를 사용할 경우 X선관에 평행축보다 수직축이 맞지 않을 시 cut off현상이 생겨 영상이 왜곡되어 나타나게 된다. 따라서 본 실험에서 나타나는 결과는 [표 4]와 같다.

표 4. 중심선속 일치검사 시험결과

방향/오차범위	0.5° 이내	0.6°-1.5°	1.6°-3°	3° 이상	계
일치	11	0	0	0	11
평행축	4	2	5	0	11
수직축	7	8	2	1	18
계	22	10	7	1	40

1.4 제조년도에 따른 기기의 불량정도

사용기간에 따라 장비의 움직임이 많은 관계로 X선관 거치대의 비틀림과 나사의 풀림 등으로 불일치되어 나타난다. 따라서 본 실험에서 나타나는 결과는 [표 5]와 같다.

표 5. 제조년도에 따른 기기의 불량정도

종별/제조년도	1990 이전	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006 이후
가변조리개	1		4	2	
광조사야와 X선조사야일치	1		6	6	1
중심선속일치	1	3	5	8	1
계	3	3	15	16	2

IV. 고찰

본 연구는 경남 김해 지역 내 현재 사용되고 있는 진단용방사선발생장치 중 일반촬영용장비를 29개 병원 40대를 조사하였다. 조사대상장비의 특성으로는 한 병원 당 장비 보유수는 약 1.3대로 나타났으며, 사용기간은 주로 5-10년 정도의 장비가 주를 이루고 있었으며, 필름을 사용하는 병원은 18개(62.1%), 나머지 11개(37.9%)병원은 CR을 사용하는 것으로 나타났다. 한 병

원 당 적은 장비 보유수와 필름을 사용하는 병원이 많은 것을 보면 일반촬영용장비에 대한 투자가 떨어지고 보아야 할 것이다. 반면에 진단용방사선발생장치의 안전관리에 관한 규칙 규정에 의거하여 진단용방사선 발생장치의 사용허가증 비치나 정기검사는 잘 이루어지고 있었다. 그럼에도 불구하고 가변조리개 성능검사에서 최대X선조사야시험 검사결과는 부적절한 장비가 4대(10%)로 나타났으며, 최소X선조사야시험 검사결과에서는 5대(12.5%)로 나타났다. 그 중에서는 가변조리개가 작동불능인 상태로 사용하고 있는 병원도 있었다.

광조사야와 X선조사야일치 시험결과에서는 최대허용치인 2%이내가 23대(57.5%), 2%이내를 벗어난 장비가 17대(42.5%)로 나타났다. 이는 김[10] 등에 의한 논문에서 조사한 바에 의하면 서울시내 가동되고 있는 52대의 장비 중에서 2%이내가 80.8%, 2%이내를 벗어난 장비가 19.2%로 조사된 것 보다 높게 나타났다. 또한 중심선속 일치검사 시험결과에서는 완전일치가 11대(27.5%), 0.5°이내로 벗어난 경우는 11대(27.5%), 0.6°-1.5°이내가 10대(25%), 1.6°-3°이내가 7대(17.5%), 3°이상인 경우가 1대(2.5%)로 나타났다. 이 검사에서는 완전일치를 요구하는 반면에 벗어나는 부분이 X선관에 평행축보다는 Cut off현상이 일어날 수 있는 수직축으로 벗어나는 경우가 18대(45%)로 높게 나타났다. 이는 각도를 요구하는 촬영을 하기 위해 X선관을 자주 이동, 회전시킴으로서 나사의 풀림이나 다른 여러 가지 현상으로 보아야 할 것이다. 또한 제조년도에 따른 기기의 불량정도는 최근에 설치된 장비에서도 부적당하게 나타난 점으로 미루어 보아 제조년도에 따른 불량정도와 상관관계는 일치하지 않는 것으로 나타났다. 그러므로 이를 개선하기 위해선 먼저 진단용 X선 발생장치가 있는 검사실에 성능검사를 할 수 있는 실험기구가 먼저 비치되어야 할 것이며, 점검주기 및 점검항목을 만들어 성능검사를 반드시 하여 개선 후 사용함으로써 이런 현상을 줄일 수 있을 것이다. 검사주기로는 진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙에 의하면 가동조리개의 원활동작여부는 일일점검, 광조사야와 X선조사야는 일치하는가에 대해서는 반기에 의해 점검하기로 권고하고 있다[11]. 그러나 이 연구의 결과에 의하면 점

검주기를 검토할 필요가 있다고 사료된다. 이와 같이 성능평가나 방법은 국내에서는 한국공업규격과 진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙 규정에 의하여 정해져 있고 국외에서는 AAPM(American Association Physicists in Medicine)과 NCRP(National Council on Radiation Protection and Measurements)에서 규정이 정해져 있다. 물론 검사자의 능력에 따라 정확한 성능평가의 수치가 약간 차이가 있을 수 있으나 크게 어려운 검사가 아닌 관계로 큰 차이는 없을 것으로 생각한다.

무엇보다 기존 병원에 설치되어 있는 진단용방사선 발생장치의 성능관리를 철저히 해야 할 것이며, 특히 환자의 방사선피폭문제와 산란선으로 인하여 화질저하 등 문제가 많이 생길 수 있는 부분이므로 이 부분에 대한 많은 연구 활동이 이루어져야 될 것으로 사료된다.

V. 결론

경남 김해 지역 내 병원에서 사용되고 있는 진단용 방사선발생장치 중 일반촬영용장비 40대를 X선관 가변조리개 성능검사와 광조사야와 실제 X선조사야면의 일치검사 및 초점과 가변조리개의 중심선속 일치검사를 통해 장비의 성능을 평가 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 가변조리개 성능검사에서 최대X선조사야시험 검사결과는 부적절한 장비가 4대(10%)로 나타났으며, 최소X선조사야시험 검사결과에서는 5대(12.5%)로 나타났다.
2. 광조사야와 X선조사야일치 시험결과에서는 최대 허용치인 2%이내가 23대(57.5%), 2%이내를 벗어난 장비가 17대(42.5%)로 나타났다.
3. 중심선속 일치검사 시험결과에서는 완전일치가 11대(27.5%), 0.5°이내로 벗어난 것 경우는 11대(27.5%), 0.6°-1.5°이내가 10대(25%), 1.6°-3°이내가 7대(17.5%), 3°이상인 경우가 1대(2.5%)로 나타났다.

따라서 이번 실험결과를 통해 가변조리개의 성능상태가 떨어짐을 알 수 있었고, 광조사야와 X선조사야일치상태와 중심선속 일치검사 결과에서도 최대허용치를 벗어난 상태에서 장비를 사용하고 있음을 알 수 있었다.

참고 문헌

- [1] 한국공업규격 KS A 4732, 진단용 X선 가변조리개, 1982.
- [2] 김정민, 김성철, 고신관, 방사선 기기 & 관리실험, 대학서림출판사, p.189, 2000.
- [3] 강세식, 고신관, 권달관, 권덕문, 김정민, 김홍태, 나수경, 윤철호, 이덕규, 이성길, 이종석, 홍찬규, 방사선기기 정도관리 및 실험, 정문각출판사, p.51, 2000.
- [4] <http://www.gammex.com>
- [5] 보건복지부령 제349호, 진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙(제4조 1항), 2006.
- [6] AAPM report, Basic Quality in Diagnostic Radiology, No.4, 1978.
- [7] NCRP report, Quality Assurance for Diagnostic Imaging Equipment, No.99, 1988.
- [8] Collimator and Beam Alignment Test Tool User's Guide Hand Book, Gammex, pp.2-6, 2007.
- [9] 김영일, 진료영상기기 Q.C, 대학서림출판사, pp.205-213, 1996.
- [10] 김성수, 허준, 이선숙, 이인자, 김성철, "진단용 X선장치의 콜리메타의 실태조사", 방사선기술학회지, 제17권, 제1호, p.70, 1994.
- [11] 강세식, 권덕문, 김영근, 김창규, 이성길, 장영일, 홍찬규, 진단용 X선장치 정도관리실험, 청구출판사, p.239, 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

이 상 훈(Sang-Hun Lee)

정회원



- 1992년 2월 : 영남대학교 물리학과(이학박사)
- 1993년 ~ 현재 : 가야대학교 방사선학과 교수
- 1993년 ~ 현재 : 한국물리학회

<관심분야> : 방사선물리, 방사선계측, 동위원소