

Improved X-ray Center Beam Alignment Evaluation Method

Seogyoon Choi

Department of Radiological Science, Catholic University of Pusan

Received: November 5, 2020. Revised: November 27, 2020. Accepted: November 30, 2020

ABSTRACT

X-ray equipment, which is frequently used in radiology and treatment, is the most common and most used equipment in clinical practice. Equipment must provide accurate information to patients through continuous quality control. In case of manual quality control measurement, reproducibility may be poor and there may be a problem with reliability of evaluation results. In this study, an automated program was developed and attempted to measure how much the central ray between the focus of the X-ray tube and the variable aperture of the diagnostic X-ray generator used in clinical practice coincides. As a result of the experiment, it succeeded in calculating the coordinates of the two center points, and the distance between the two points was calculated in pixels and applied to the judgment and the automatic judgment value for whether the center line coincidence is within the normal angle or the abnormal angle is presented. The results of this study are considered to be very helpful in the quality control of the X-ray apparatus.

Keywords: Central ray, Automatic Program, X-ray equipment, Tube angle

I. INTRODUCTION

일반 X선 발생장치는 환자의 질병을 진단하기 위한 임상에서 가장 많이 사용되는 장치중의 하나이다. 방사선 검사 시 진단에 도움을 주지만 피폭으로 인해 잠재적 위험요인이 되고, 소량의 방사선 만으로도 일반인들에게 심리적 불안감을 일으키기 때문에 방사선의 관리가 필요하다. 이와 함께 엑스선 발생장치의 품질관리는 선량관리, 우수한 화질 유지 및 정확한 판독정보를 제공하기 위해서 꼭 필요하다. 엑스선 발생장치의 품질관리를 위해서 국내에서는 진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙이 제정되었고^[2] 보건복지부가족부령 제 349호 등 여러 차례 개정되어 공포되었다.

과거 임상에서 진단용 엑스선발생장치의 중심선 불일치가 얼마나 존재하는 지에 대한 연구가 지역 별로 시행되었다. 김^[3]의 연구에서는 서울시에서 사용한 장비에 대해서 조사하여 발표하였다. 중심

선 일치정도 평가 시 완전 일치를 보인 장비는 27.5% 였고, 나머지 모두 중심선을 벗어난 것으로 보고하였다. 임^[2]의 연구에서도 경남지역을 대상으로 조사하였고, 완전 일치를 보인 장비가 27.5% 였다. 나머지는 중심선이 모두 벗어난 것으로 조사되었다.

기존 연구에서처럼 많은 병원에서 중심선속 불일치가 발생하고 있기 때문에 지속적인 품질관리와 교정이 필요하고 테스트를 할 때에도 정확한 품질관리가 요구된다. 엑스선 영상의 화질을 평가 요소 중 중심선속의 일치 여부는 환자의 해부학 정보에 대해 정확한 정보를 얻는데 방해가 된다. 격자를 사용 할 경우 엑스선 튜브의 평행축에 대해 수직축이 일치하지 않을 시 cut off 현상이 발생하게 되어 문제 현상이 영상의 정보를 왜곡 형태로 나타나게 된다.^[2-4]

진단용 엑스선장치의 중심선속이 일치에 대한 평가와 품질관리는 여전히 필요하다. 수동으로 측

* Corresponding Author: Seogyoon Choi

E-mail: image@cup.ac.kr

Tel: +82-51-510-0585

정하는 기존방식은 재현성 및 정확도에 문제가 있을 수 있다. 본 연구에서는 중심선속 측정의 자동화를 위해서 노력하였고, 업무량이 많은 품질관리 대행업체 및 병원소속의 실무자에게 도움을 주고자 하였다.

II. MATERIALS AND METHODS

1. X-Ray System and Test tools

- General X-Ray system : REX-525RX, Listem, South Korea
- CR image reader : CR30-X CR System, Agfa, Belgium
- IP(image plate) : MD40 IP (11x14), Agfa, Belgium
- Collimator test tool : gammex 161A, USA
- Beam alignment test tool: gammex 161B, USA

2. IMAGE AQUISION

실험을 위한 영상을 얻기 위해서 진단용 엑스선 발생장치를 사용하였다. FFD를 100cm으로 설정하였고, 조리개는 조사야시험기구의 외곽선에 일치하도록 두었으며, 45kVp, 10mAs의 노출조건으로 중심선정렬테스트 기구(Beam alignment test tool)를 향해서 X선을 수직 입사하였다[Fig. 1]. 입사된 정보는 Image plate(film cassette)와 CR을 통해서 영상으로 출력하였다. 중심선정렬테스트 기구는 조리개시험기구(Collimator test tool)의 중심에 맞추고 밑에 Image plate를 놓고 실험을 진행하였다.

3. PROGRAM FOR BEAM ALIGNMENT TEST

자동화된 빔 정렬의 계측을 위하여 다음의 과정으로 개발이 진행되었다. DICOM 영상을 읽어서 흑백영상으로 전환하였다. 영상의 정보량을 축소하여 최소한의 정보로 계측을 시도하였다. 다음 영상을 이진화로 변화해서 필요 없는 정보들을 제거하였다. 이때 최적의 역치 값을 실험적으로 설정하였으며, 역치(0.6 적용)값에 의해서 중심선정렬테스트 기구의 작은 원, 큰 원, 상하부의 중심점들의 모양을 정확하게 추출하였다. 이후 모폴로지 연산중 침

식연산을 이용해서 계측에 에러가 될 수 있는 정보를 제거하였다. 이때 0.3크기의 구 모형이 사용되었다. 다음 중심점의 위치를 찾고 그에 대한 좌표를 계산하였다.

입력영상으로부터 중심점의 좌표를 추출하고 판정을 위한 과정은 아래의 가상코드 방법에 따라 실행하였다.

<i>Pseudo Code</i>
<pre> # pre processing I = read image (dicom) I2 = dicom to gray image (I) I3= bw (I2) % binaryzation I4 = erode(I3) % morphology process # find coordinate [c1x, c1y]= find center point(I4) [c2x, c2y]= find second point(I4) if c2 = 0 QC = normal (under 1.5 degree) else # measure distance(Pixel) x= sort (c1x, c2x) y= sort (c1y, c2y) centroid_x= x(1,1) - x(1,2) centroid_y= y(1,1) - y(1,2) centroid_xy= centroid_x^2 +centroid_y^2 Distance= sqrtm(centroid_xy) % square root # diagnosis if Distance <= 10 % pixel QC = normal (under 1.5 degree) elsief (Distance > 10 or Distance <= 20) QC = bad (under 3.0 degree) else QC = bad (over 3.0 degree) end end </pre>

III. RESULT

실험에 필요한 영상획득은 그림 1 방법에 의해서 영상을 획득하였다. 이때 주의 할 점은 하부에 위치한 빔정렬테스트 기구의 중심점을 조리개시험기구관에 정확히 일치 시키고 단계로 넘어가야 한다. 자동 계측시에는 문제가 없으나 시각적 판단을 병행 할 경우 문제가 된다.



(a) The distance between the x-ray device and the instrument was set to 100 cm



(b) Figure shows the Collimator test tool

Fig. 1. Center line alignment test method using x-ray device.

Fig. 2에서는 중심점이 일치하는 경우와 일치하지 않는 경우에 대해서 영상을 각각 획득하였다.

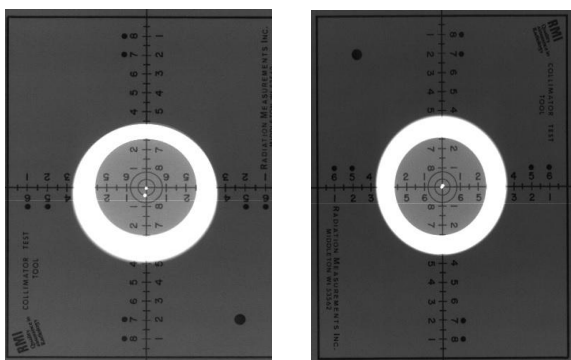


Fig. 2. The figure shows an image with an abnormal tube angle and a normal image.

Fig. 3에서는 획득된 영상을 개발된 프로그램을 이용하여 처리되는 과정을 보여주고 Fig. 2 영상에

대해서 역치값이(0.6) 적용된 이진화 프로세스를 실행한 결과를 나타내었다. 실험결과, 상·하부의 원과 중심점이 모두 성공적으로 나타났다. Fig. 3(a)에서는 작은 원 주변에 거친 정보가 나타났고, 아티팩트도 생성되었다. 그림3(b)에서는 모폴로지 연산을 실행하여 아티팩트 및 거친 정보를 제거하였고, 이진 정보를 구조체 데이터 형식으로 각각 분리하였다. 모폴로지 연산에 침식 연산을 사용하였고 0.3 크기의 원형 모형을 사용하였다. 그림 3(c)에서는 가상코드에서 제시한 방법으로 중심점의 좌표를 생성하는 과정을 나타내었고, 좌표생성 유무를 점으로 원위에 출력하였다.

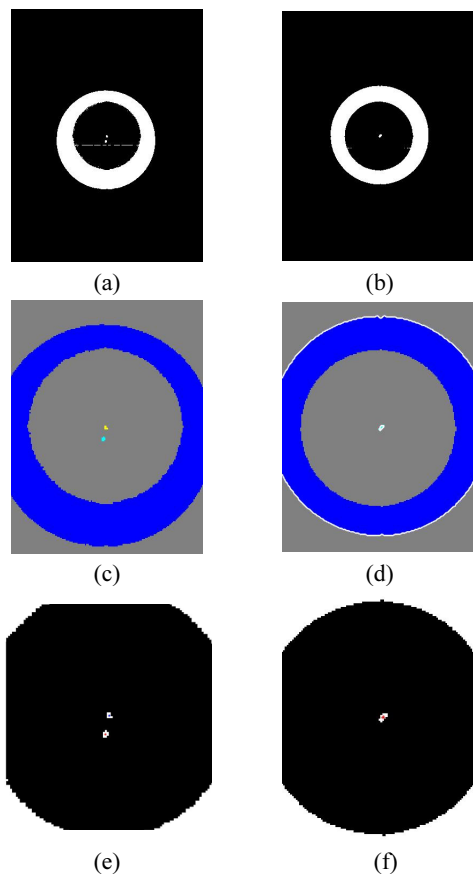
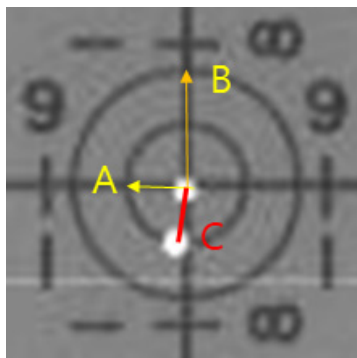


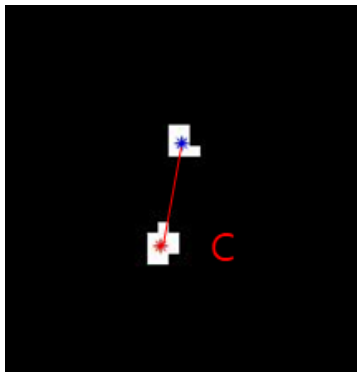
Fig. 3. Central point coordinate automatic extraction process using image processing. (a,c,e) abnormal case. (b,d,f) normal case.

Fig. 4(a)에서는 판정을 위한 조건을 자동 출력하였다. 조리개 시험 기구에서 빔 정렬 각도 이상 유무를 판정하기 위한 큰 원의 반지름은 0.8cm (20pixel)이고 작은 원의 반지름은 0.4cm(10pixel)로 나타났다. X선 중심선의 어긋남은 중심선정렬기구

상단의 포인트와 하단의 포인트 사이의 위치정보를 보고 판단한다. 두 개의 포인트가 겹쳐 나오면 0.5°, 내측원의 지역에 있으면 1.5°(반경 4mm), 외측원에 지역에 있으면 3°(반경 8mm)중심이 어긋난 것으로 평가하였다. 자동프로그램 평가용 영상인 Fig. 4(b)이 중심선정렬테스트 기구의 두 개 포인트는 자동으로 출력되었고, 중심 간의 거리를 픽셀로 계산 하였고 실험결과 9.69 pixel로 계산되었다. 작은 원 이내이기 때문에 1.5°이하로 판정되었다. Fig. 3(f)는 빔 정렬이 일치한 경우 평가영상의 실험과정을 나타내었으며, 이때 최종 판정을 정상으로 자동 판정 되게 출력하였다.



(a) Criteria and Results



(b) Automatic distance measurement between center points in abnormal cases

Fig. 4. Automatic measurement and automatic evaluation process of upper and lower center points using image processing.

IV. DISCUSSION

진단용 엑스선장치의 품질관리 항목 중 본 연구의 주제인 중심선속 정렬에 대한 불량률의 경우는 다음의 원인으로 발생된다. 격자를 사용하여 검사를

할 경우 엑스선 튜브의 평행 축에 대해서 수직축이 정렬되지 않으면 cut off현상이 발생되고 판독에 영향을 주어 환자의 정확한 정보를 얻는데 어려움을 줄 수 있다. 이것의 원인은 지속적인 튜브의 회전과 이동과 물리적인 요인에 인해서 처짐 현상이 발생 하기 때문으로 볼 수 있다. 해당 문제는 제조년에 따른 문제 보다는 사용 환경에 따라 달라질 수 있다. 성능평가 방법은 ‘한국공업규격’ 그리고 ‘진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규정’에 제시되어 있고, 해외의 경우 AAPM(American Association Physicists in Medicine)과 NCRP(National Council on Radiation Protection and Measurements)에 있다^[2]. 의료장비의 품질관리를 위해 자동화를 시도한 연구는 부족하다. 의료기기의 중심점이 일치를 평가하기 위한 자동화 방법을 위한 연구로 강^[5]과 정^[6]의 연구가 있다. 정의 연구에서는 선형가속기의 갠트리가 회전을 할 때 온-보드 영상장치에 대한 회전중심점의 정확도를 측정하기 위해 프로그램을 개발 하였다. 제시한 방법으로 오차계산에 활용하여 수동으로 평가하는 방법을 대체하였다. 강의 연구에서는 방사선 치료에서 표적과 조사 빔의 일치 정도를 평가하는 프로그램을 개발하였고 조사 빔과 표적 사이의 정략적 분석을 위해 프로그램을 이용하였다.

본 연구의 제약점은 다음과 같다. CR영상으로 대상으로 실험하였고 DR장비를 대상으로는 실험을 하지는 못하였으나 중심선 좌표를 자동으로 측정하는 과정에서 약간의 오차가 있을것으로 예상되나 파라미터의 조정으로 해결이 가능하리라 본다. 해당연구는 개발에 중점을 두어 서술하였고 많은 수의 장비로부터 획득된 영상에 대해서 사람이 측정한 결과와 비교하여 분석하지는 못하였다. 향후 연구에서는 다양한 장비에 대해서 비교분석하는 연구를 진행 할 예정이다. 영상의학 분야에서 정도관리를 위한 프로그램 개발은 정도관리 역사에 비해서 매우 부족하고 중심선일치평가의 경우 본 연구에서 제안하는 방법이 유일하다. 향후 정도관리에 대한 요구가 강화되고 있는 시점에서 CT 및 초음파 정도관리에서도 자동화된 정도관리 기법들이 매우 필요 할 것으로 보인다.

IV. CONCLUSION

의료장비의 품질관리를 위한 자동화된 계측방법은 계속적으로 개발 될 필요가 있다. 국내 병원에서는 품질관리를 주기적으로 해야만 한다. 이때 수동으로 측정하는 검사항목들이 많아서 재현성 및 오류의 확률이 늘 존재한다. 본 연구에서 개발한 방법을 진단용 엑스선장치의 품질관리 평가에 적용한다면 정확하고 빠른 결과를 얻는데 도움을 줄 것이라고 판단한다.

Assurance Program for the On-board Imager Isocenter Accuracy with Gantry Rotation", Korean journal of medical physics, Vol. 17, No. 4, pp. 212-223, 2006.

Acknowledgement

이 논문은 2019년도 부산가톨릭대학교 교내연구비에 의하여 연구되었음.

Reference

- [1] S. E. Jung, "Quality management in medical imaging", J Korean Med Assoc, Vol. 58, No. 12, pp. 1009-1111, 2015.
<http://dx.doi.org/10.5124/jkma.2015.58.12.1109>
- [2] I. C. Im, S. H. Lee, "Evaluation to X-ray Tube Variable Beam Limiting Device Ability Test, Collimation and Beam Alignment Test of Diagnostic X-ray Unit", The Journal of the Korea Contents Association, Vol. 9, No. 3, pp. 250-255, 2009.
<http://dx.doi.org/10.5392/JKCA.2009.9.3.250>
- [3] K. R. Dong, S. J. Lee, D. C. Kweon et al, "Actual condition of quality control of X-ray imaging system in primary care institution : focused on gangju metripolitan city", Journal of radiation protection, Vol. 35, No. 1, pp. 34-42, 2010.
- [4] Korean Society for Medical Imaging Information Management, *Medical image quality control practice*, 2nd Ed, JMK Co, Seou. pp. 70-73, 2011
- [5] S. K. Kang, D. H. Oh, B. C. Cho, K. H. Cheong, R. H. Ju, S. S. et al., "Evaluation of the positional accuracy of the delivered beams from the target: A phantom study", Korean journal of medical physics, Vol. 17, No. 4, pp. 192-200, 2006.
- [6] K. H. Cheong, B. C. Cho, S. K. Kang, K. J. Kim, H. S. Bae, T. S. Suh, "Development of Quality

개선된 X선 중심선속정렬평가 측정법

최석윤

부산가톨릭대학교 방사선학과

요 약

영상의학과 진료에 자주 이용되는 X선 장비는 임상에서 가장 보편화되어 있고 가장 많이 사용되는 장비이다. 장비는 지속적인 품질관리를 통해서 환자에게 정확한 정보를 제공해야 한다. 수동으로 측정 할 경우 재현성이 떨어지고 평가결과에 대한 신뢰도에 문제가 있을 수 있다.본 연구에서는 현재 임상에서 사용되고 있는 진단용 X선발생장치의 X선관 초점과 가변 조리개의 중심선속이 얼마나 일치하는지를 자동화된 프로그램을 통해서 측정하고 평가하고자 하였다. 실험결과, 두 개의 평가용 중심점 좌표를 계산하는데 성공하였고 두 점간 거리를 픽셀단위로 계산하여 판정에 적용하였다. 중심선속 일치정도가 정상 각도이내에 존재하는지 비정상 범위인지에 대한 자동판정 값을 제시하였다. 본 연구의 결과는 엑스선장치의 품질관리에 도움을 줄 것으로 판단한다.

중심단어: 중심선속, 자동프로그램, X선 장치, 튜브각도

연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(단독저자)	최석윤	부산가톨릭대학교 방사선학과	교수