

디지털 무선 검출기를 이용한 이동형 X선검사에서 영상품질 저하의 요인분석

- An Analysis of Factors That Affect Image Quality Deterioration in The Potable X-ray Examination on using Digital Wireless Detector -

한서대학교 방사선학과¹⁾ · 전북대학교병원 영상의학과²⁾

유영은^{1,2)} · 임청환¹⁾ · 고주영²⁾

— 국문초록 —

최근 무선 LAN통신 기능을 이용하여 보다 간편하고 빠르게 디지털 방사선 영상을 획득할 수 있는 디지털 무선 이동촬영장치가 개발되어 많은 편의성을 제공하고 있다. 응급 또는 중환자를 대상으로 시행하는 이동촬영(Portable)검사 특성상 발생할 수 있는 초점-격자 간 중심변위와 피사체의 검출기내 위치변위가 영상화질에 미치는 영향을 평가하여 디지털 무선 검출기의 가이드라인을 제시하고자 한다. 본 연구에서 사용된 장비는 Elmo-T6 Digital Mobile X선시스템(SIMAZUSA), e1 Tor(14×17 “Wireless detector), 격자(10:1), Chest & head phantom을 사용하였다. 선량증가에 따른 후처리 영상과 초점-격자 간 중심변위와 두부팬텀의 위치변위 영상을 획득한 후 디지털 영상분석 프로그램 Image J를 사용하여 영상을 비교분석 평가하였다. 선량증가에 따른 영상의 변화에서 0.5 mAs의 선량에서는 영상이 거칠고, 적정선량인 1~2 mAs에서 시각적으로 영상의 차이를 알 수 없었고, 특히 2.5 mAs 부터 픽셀 평균값이 급격히 감소하여 대조도에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 3 mAs 이상에서는 폐부분의 포화현상으로 대조도가 떨어졌다. Image J 프로그램을 이용한 분석결과 초점-격자 간과 두부팬텀의 중심의 위치변위가 커질수록 낮은 픽셀값의 빈도수가 증가하여 표면도의 윤곽형태가 사라져 대조도에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

중환자의 특성상 환자 자세의 어려움, 움직임, 호흡 및 X선관의 변위, 촬영거리의 적용여부에 따라 영상화질을 변화시킬 수 있다는 사실을 방사선사는 정확히 인지하여 검사에 임해야 할 것으로 사료된다.

중심 단어: 디지털 방사선, 디지털 무선 검출기, 위치변위, 대조도, 이동촬영,

I. 서 론

과학의 발달과 컴퓨터 응용 기술의 발전이 X선 영상기술에 도입되면서 Film/Screen 기술을 대체하고 저장 형광

판(Image plate; IP)을 이용한 컴퓨터 방사선(Computed radiography; CR)검사법이 도입되면서 일반 X선 영상도 디지털 시스템으로 전환되었다. 최근에는 CR을 기반으로 발전한 디지털 방사선 검사기술이 영상정보를 직접 디지털 신호로 변환할 수 있는 평판형 검출기(CsI)들이 개발되면서 디지털 방사선(Digital radiography; DR) 검사가 시작되었다. 최근에는 X선 발생장치와 검출기(Detector)를 연결하지 않고 조사되는 X선을 검출하여 영상을 획득하고, 무선 LAN통신기능을 통해 보다 간편하고 빠르게 디지털 방사선 이미지를 얻을 수 있는 이동형 X선장치(Portable)가 개발되어 방사선사들에게 많은 편의성을 제공하고 있다¹⁾.

* 접수일(2014년 4월 30일), 1차 심사일(2014년 5월 12일), 확정일(2014년 6월 10일)

* 이 논문은 2013년도 한서대학교 교비 학술연구 지원 사업에 의하여 연구되었음.

교신저자: 임청환, (356-706) 충남 서산시 해미면 한서1로 46
한서대학교 방사선학과
Tel : 041-660-1056
E-mail : LCH116@hanseo.ac.kr

디지털 촬영으로 이전의 Film/screen방식, CR방식 보다 화질이 향상되고는 있으나 디지털 검출기 특유의 넓은 역동범위와 후처리 능력으로 인하여 조사된 선량에 관계 없이 검출기의 영상밝기를 후처리 과정을 통해 조정할 수 있는²⁾ 능력으로 인하여 검사자 또는 판독자가 선량과다 또는 부족영상들을 인식하지 못할 수 있어 환자선량을 증가시킬 수 있다³⁾.

DR System을 이용하는 일반 영상의학 검사에서 화질에 영향을 미치는 인자는 영상을 획득하는 검출기, 획득한 영상을 처리하는 소프트웨어, 영상을 표현하는 모니터까지 매우 다양하다. 그리고 영상획득 과정에서 초점-격자간 거리(Focus-Grid distance), 격자비(Grid Ratio), 중심 X선 변위(decentering)와 환자자세의 검출기내 위치변위 등 여러 가지 요인들에 의해 영상획득에 장애가 생길 수 있다.

이에 본 연구에서는 침대로 이동하는 환자, 중환자, 수술실 환자들에게 보다 개선된 서비스를 제공하기 위하여 화질개선 능력의 우수성과 역동범위가 넓은 디지털 검출기의 특성을 연구하고자 하였으며, 환자가 이동할 수 없는 특이한 검사적 환경에서 영상획득의 편리성과 후처리 능력, 검출기의 방향 한계성으로 발생할 수 있는 선량증가 요인과 초점-격자간 중심변위와 피사체의 검출기내 위치변위가 영상화질에 미치는 영향을 평가하여 디지털 무선 검출기(Digital wireless detector)의 올바른 가이드 라인을 제시 하고자한다.

II. 연구 장비 및 방법

1. 연구장비

디지털 이동형 X선발생장치(Elmo-T6; DK Medical, Korea), 무선 디지털 검출기(el'Tor wireless detector, CsI(Tl), 3.3kg, 14"×17", (주)부윅스, Korea), 격자(10:1, 200 lines/Inch, 380mm×454mm, F.D 130 CM(초점허용 한계거리: 95 cm - 130 cm), Interspace AL, 제이피아이 헬스케어(주)), Chest Phantom(RANDO® Phantom, Alderson Research Laboratories Inc., Stamford, CT, USA), Head Phantom(RANDO® Phantom, Alderson Research Laboratories Inc., Stamford, CT, USA).

2. 연구방법

1) 선량증가에 따른 영상의 변화를 평가

촬영조건은 관전압 120 kVp, 관전류 250 mA, 촬영

거리 110 cm와 130 cm에서 mAs 조건을 0.5, 1, 2, 2.5, 3, 4, 4.5, 5, 6.3, 7.1, 8, 9, 10으로 변화하면서 영상을 획득하였다.

2) 초점-격자간 중심변위(Focus-grid decentering)

촬영조건은 관전압 80 kVp, 관전류 250 mA, 조사 시간 0.064 sec, 촬영거리는 110 cm와 130 cm로 설정하였고, 비교와 분석을 위한 표준 영상은 중심 X선과 두부 팬텀의 변위없이 격자를 사용하여 실험과 동일한 조건으로 영상을 획득하였다. 두부팬텀을 디지털 검출기의 중심에 위치시키고, 중심 X선만 검출기의 수직(상) 방향, 측(좌)방향, 대각선(좌-상)방향으로 1.5 cm씩 이동하면서 7.5 cm 까지 촬영하였다.

3) 두부팬텀의 위치변위(Head phantom decentering)

환자의 상태가 검사자세에 적합하지 않아, 검출기의 중앙에 검사부위를 위치시킬 수 없는 경우를 가정하여 중심 X선을 검출기의 중심에 일치시키고, 두부팬텀만을 검출기의 수직(상)방향, 측(좌)방향, 대각선(좌-상)방향으로 1.5 cm씩 이동하면서 7.5 cm 까지 촬영하였다.

4) 초점-격자간 중심변위와 두부팬텀의 검출기내 위치의 이중변위(Focus-grid and head phantom decentering)

두부팬텀과 중심 X선을 동시에 검출기의 수직(상)방향, 측(좌)방향, 대각선(좌-상)방향으로 1.5 cm씩 이동하면서 7.5 cm 까지 촬영하였다

5) 디지털 영상분석

디지털 영상분석 프로그램인 Image J(NIH)를 이용하여 픽셀 평균값(Pixel mean)을 구하고 히스토그램(histogram), 표면도(surface plot), 그리고 도형상(plot profile)의 관계를 분석하여 영상의 대조도를 비교하였다.

III. 결 과

1. 선량증가에 따른 영상의 변화

후처리 영상에서는 0.5 mAs의 저선량 부분에서 저농도와 높은 대조도의 영상이 나타났으며, 1~2 mAs에서는 픽셀 평균값의 변화가 적으면서 영상의 낮은 대조도와 적정 농도를 나타냈다(Fig. 1, 2). 특히 2.5 mAs 부터 픽셀 평균값이 급격히 감소하였다(Fig. 1).

3 mAs 이상인 경우에는 폐부분에서 포화 현상이 나타났다(Fig. 2).

2. 픽셀 평균값의 평가

후처리 영상은 중심 X선의 변위가 증가할수록 조사야에 포함되지 않는 부분이 발생하기 때문에 모든 영상의 동일 영역의 데이터를 얻기 위해 X, Y축 좌표값을 동일하게 설정하여 픽셀의 평균값(Pixel Mean value)을 구하였으며(Fig. 1), Image J를 통하여 분석한 결과이다.

1) 초점-격자간 중심변위

110 cm에서는 측(좌) 방향, 대각선(좌-상) 방향으로 변위가 증가하면서 픽셀의 평균값이 증가하였고, 수직(상)

방향의 변위에서는 거의 변화가 없었다. 측(좌) 방향, 대각선(좌-상) 방향의 변위보다는 수직(상) 방향의 변위가 중심의 영상과 큰 차이가 없었다. 130 cm에서는 픽셀의 변화가 매우 안정적 이었다(Fig. 3)

2) 두부 팬텀의 위치변위

중심 X선은 변화없이 두부 팬텀만의 위치변위에서 측정하였다. 110 cm에서 측(좌) 방향으로의 변위 1.5 cm와 3 cm에서 평균값보다 약간 높고, 수직(상) 방향과 대각선(좌-상) 방향 변위는 약간 낮은 픽셀값이 나타났다. 130 cm에서 측(좌)변위는 0 cm과 비슷한 픽셀분포를 나타냈으며, 1.5 cm에서는 수직(상) 방향과 대각선(좌-상) 방향이 낮은 픽셀값을 나타냈다(Fig. 4).

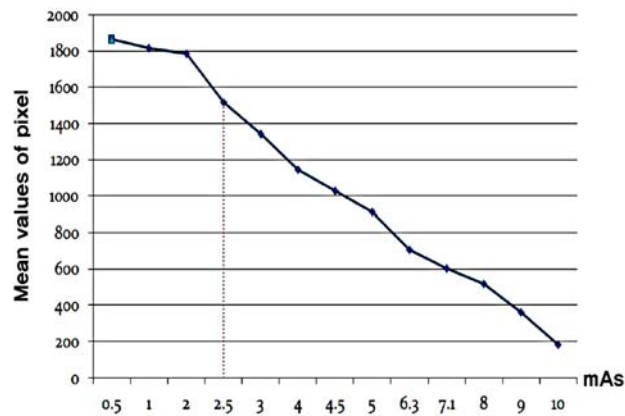


Fig. 1 . Mean values of pixel on raw and processed images by increment of mAs with chest phantom

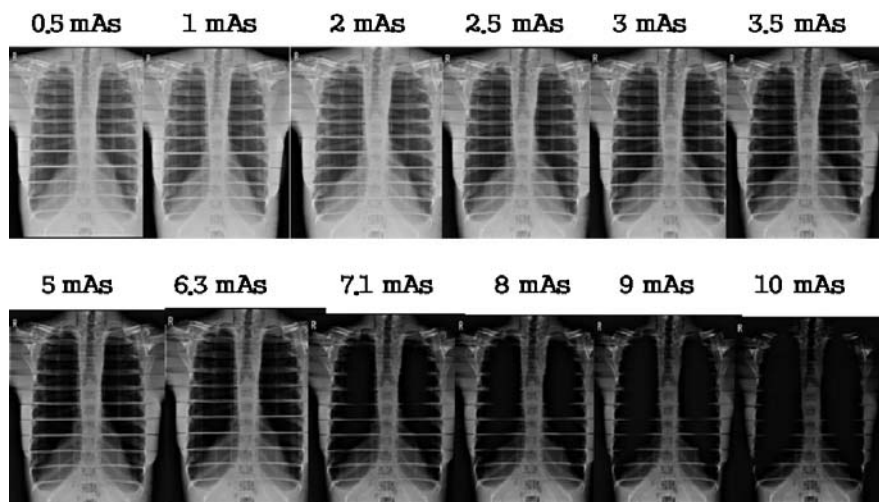


Fig. 2. Processed images by increase of mAs

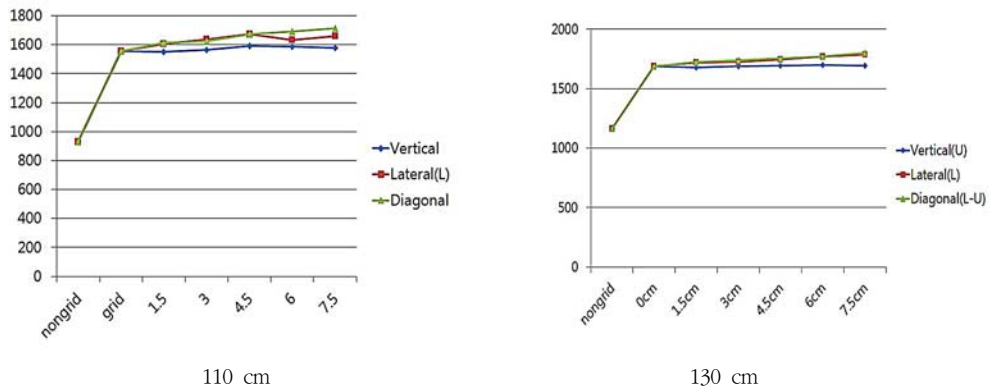


Fig. 3. Focus-grid decentering.

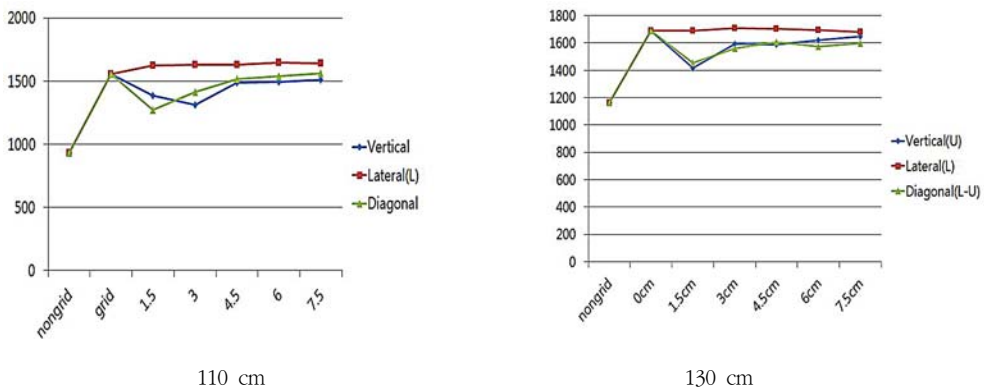


Fig. 4. Head phantom decentering

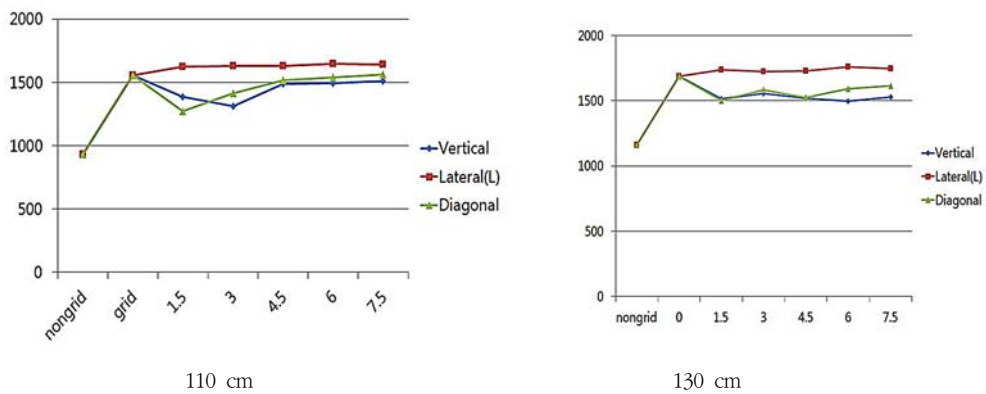


Fig. 5. Combination decentering

3) 초점-격자간 중심변위와 두부팬텀의 검출기내 위치의 이중변위

초점-격자간 중심변위와 두부팬텀의 위치변위가 동시에 발생했을 때 110 cm에서 수직 방향과 대각선(좌-상) 방향으로 변위가 증가함에 따라 픽셀 평균값이 감소하다가 증가하였고, 측(좌) 방향의 변위에서는 변화가 없었다.

130 cm에서도 측(좌)변위는 0 cm과 비슷한 분포를 나타냈으며, 대각선(좌-상)변위는 1.5 cm에서 낮아지다 상승하고, 수직(상)변위는 대각선(좌-상)과 같이 1.5 cm에서 낮아지다 상승하였다. 그러나 측(좌)방향의 변위에서는 변화가 없었다(Fig. 5).

3. 초점-격자간 중심변위에 따른 영상의 후처리 분석

초점-격자간 수직, 측 방향, 대각선 변위에서는 영상의 대조도 차이는 없으며, 각각 상·하 방향, 측 방향, 대각선 방향으로 왜곡현상이 증가하였다(mandible tip 확

인). 두부 Phantom의 위치변위에서는 대조도의 변화는 없으며, 수직변위에서 수직 방향으로 왜곡현상이 나타났다. 측 방향과 대각선 방향에서 변위가 커질수록 경미한 왜곡현상을 보였다. 또한 이중변위에서는 영상의 대조도 감소와 화질저하가 나타났다(Fig. 6).

Section	Lateral	Vertical	Diagonal
Focus-grid decentering			
Head phantom decentering			
Combination decentering			

Fig. 6. Processed head phantom images from lateral, vertical and diagonal decenterings of 7.5cm.

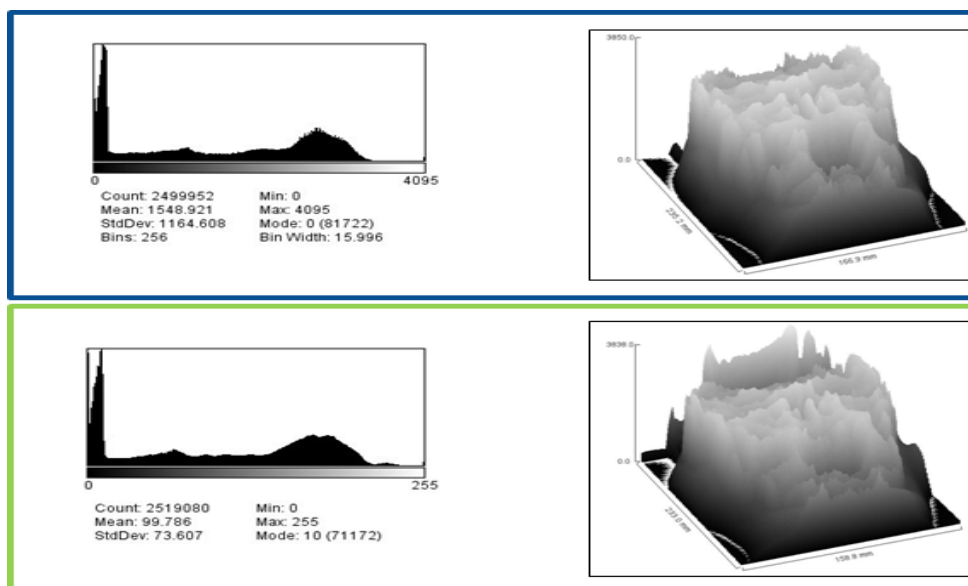


Fig. 7. Histogram and surface plot of head phantom

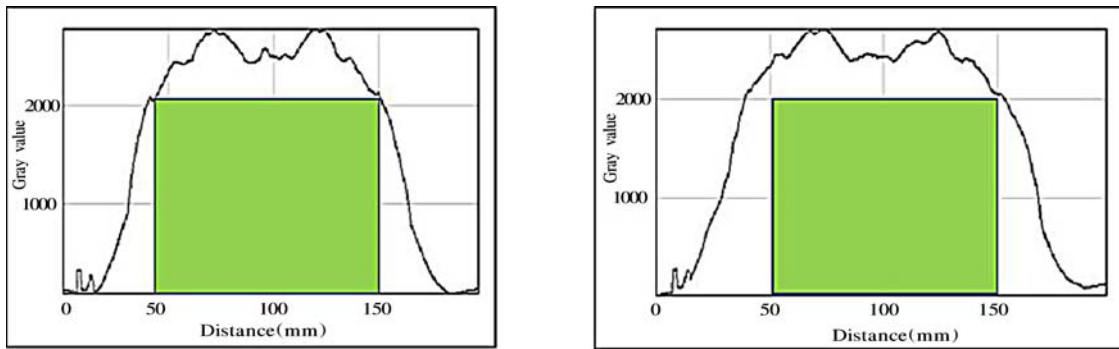


Fig. 8. Plot profiles of the deviation distances from the center and 7.5cm

4. 히스토그램, 표면도, 도형상 평가

획득된 영상에서 히스토그램(histogram)과 표면도(surface plot) 그리고 도형상(plot profile)의 관계를 비교하였다. 변위에 의해 화질이 저하된 영상의 히스토그램은 낮은 픽셀값의 빈도수가 증가하고, 높은 픽셀값의 빈도수가 감소하는 양상을 보였다. 표면도에서는 표면윤곽의 형태가 사라져 대조도에 영향을 미치는 것으로 나타났다(Fig. 7). 변위가 있는 영상의 도형상은 한쪽 방향으로 왜곡된 형태로 나타났다. 특히 측(좌) 방향과 대각선(좌-상) 방향의 변위가 증가할수록 도형상의 한쪽 방향으로 왜곡현상이 증가하는 것으로 나타났다. 영상에서 왜곡현상은 대각선(좌-상) 방향이었으나 도형상에서는 우측으로 넓은 gray scale분포를 보였다(Fig. 8).

IV. 고 찰

과학기술의 발달과 새로운 의료영상 기기의 등장으로 영상을 통한 빠르고 정확한 진단이 가능해졌으며, 의료영상은 현대의학에 없어서는 안되는 중요한 도구가 되었다. 더불어 DR 시스템은 높은 성능 향상으로 높은 관전압과 높은 관전류를 사용한 검사가 가능하고, 검출기의 영상획득 효율의 증가로 적은 선량으로도 우수한 화질의 영상을 획득할 수 있다.

디지털 의료장비의 발전으로 폭 넓은 Dynamic Range와 후처리로 인하여 일정한 품질(quality)의 영상을 Film/Screen시스템에 비하여 검사조건의 오류로 인한 재검사의 발생확률이 현저히 줄어들었다⁴⁾.

디지털 무선 검출기는 디지털 방사선검사를 위한 선이 없는 평판 X선 영상시스템이다. 이동이 가능한 경량의 무

선 디지털 방사선검사 기기로 디지털 영상 생성, 영상 반전, 영상처리, 영상의 확대 및 축소, 영상 이동, window level 조정, 명암 조정 및 여러 가지 기능들을 통해 기존 아날로그 기술로 확인하기 어려웠던 진단 세부사항을 확인할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 일반적으로 시행하는 영상검사의 어느 부위에도 적용이 가능하다는 점과 중환자(Intensive Care Unit; ICU)실 환자와 수술(operated) 환자, 신생아 환자들의 Tube 시술 시행 및 결과를 바로 확인 및 평가, 전송할 수 있어 의료진 및 방사선사에게 매우 유익하고 편리한 장비로서 각광을 받고 있다.

격자는 X선 조사 시 의료영상의 대조도를 향상시키는 목적으로 사용한다. 산란선을 줄이는데 사용하는 격자는 X선 흡수가 적은 중간물질의 박판으로 구성되어 있어 X선 검사에서 피사체로부터 발생하는 산란선이 필름 또는 검출기에 입사되는 양을 감소시켜 대조도를 증가시킨다⁵⁾. 격자비가 높을수록 산란선 투과율이 낮아진다. 격자의 종류로는 Focus 격자, Linear 격자, Cross 격자 등이 있다. Focus 격자는 각 연박판을 섬세한 각도로 초점을 향하여 배열된다. 격자는 일정한 집속거리를 가지고 있으나 격자비가 높을수록, 집속거리가 일치하지 않을 경우 일차선도 차단되어 환자의 노출조건을 증가시킨다. 특히 집속거리가 일치하지 않을 경우에는 cut off 현상이 발생할 수 있다⁶⁾. 영상의 화질과 선량은 격자비, 검사거리, 중심변위에 따라서 달라질 수 있다. 그러므로 검사거리와 사용격자의 적절한 조합에서 검사방법의 효율성을 제고해야 한다²⁾. 본 연구에서는 디지털 무선 검출기와 함께 격자를 사용하여 선량증가에 따른 영상변화의 평가와 초점-격자 중심변위와 두부팬텀의 위치변위 실험을 하였다. 선행 연구자들은 이동검사(portable)의 업무 특성상 격자 사용의 불필요성에 반문을 가질 수 있다. 그러나 복부(abdomen)나 머리(skull) 부위 등 복잡한 구조 및 불투과성 물질이

많은 부위는 영상 품질 저하 및 산란선 발생으로 격자를 사용해야 한다. 방사선사는 X선 이동검사 시 격자를 사용함으로써 환자에서부터 발생하는 산란선을 제거하여 의료 영상의 질을 높여 진단적 가치가 높은 영상을 얻어야 하는 책임과 의무를 가져야 할 것이다.

본 연구의 결과를 분석하여 보면, 선량 증가에 따른 영상의 변화에서 고관전압 120 kVp를 기준으로 선량의 변화에 의한 대조도와 픽셀 평균값을 측정한 결과 1~2 mAs에서 적정값 및 대조도 영상을 얻을 수 있었다(Fig. 1).

FFD 110 cm와 130 cm 실험결과에서 픽셀 평균값은 격자사용 130 cm에서 매우 안정적인결과 분석값을 얻을 수 있었다.

DR용 10:1 격자(200lines/Inch)의 적정한 검사거리라는 130 cm에 대한 본 연구의 결과는 박예원(2014)의 Digital X선 영상장치의 적정 검사거리의 연구 결과⁷⁾에서 제시한 130 cm와 일치함을 나타냈다.

V. 결 론

X선 이동검사는 거동이 불편하거나, 중환자, 수술 또는 수술 후 Follow-up 환자와 같이 불안정한 침대환자의 영상검사를 위한 장비이다. 영상검사를 시행하는데 있어 피폭선량의 증가 및 재검사로 인한 불이익 없이 보다 개선된 서비스를 제공하기 위해 디지털 무선 검출기의 특성을 연구하고자 하였다.

본 연구에서는 중환자 등의 특성상 환자 자세의 어려움, 움직임, 호흡 및 X선관의 변위, 검사거리의 적용여부에 따라 영상화질을 저하시킬 수 있는 요인이 있다는 사실을 방사선사는 정확히 인지하여 검사에 임해야 할 것이다.

참고문헌

1. ViVIX-S Wireless Service Manual, Viewworks Corp., pp. 23: 1-5, 2012.
2. Choi Joon Goo, Analysis on factors of dose increase and image quality reduction in Digital radiation test. Doctoral thesis, Dankook University, p. 76, 2008.
3. Henniga et al. FDA, Technical Electronic product Radiation Safety Standards committee 2001.
4. Yaffe MJ, Rowlands JA, X-ray detectors for digital radiography. Phys Med Bio pp.42:1-39,1997.
5. Radiation image information technology society of Korea, Introductory course to Medical Radiation image information technology, Gomoon Publishing, p119-121, 2002.
6. Seo Won Joo, Image comparison and evaluation based on grid approach distance and grid ratio using Image J program, Korean J Digit Imaging Med. 14(1) May, pp 38: 15-22, 2012.
7. Park Ye Won, A Study on Proper Test Distance of Diagnostic Digital X-ray Imaging Equipment, Thesis for Master's Degree, Han Seo University, 2014.
8. Korea PACS Technology Society, A Study on Medical Imaging Technology of Korea: Text book of PACS and digital imaging. ChungGoo Cultural publishing, 225-227, 2003
9. Kwon Duk Moon, Kim Sung Soo, Kim Young Keun et al.: Study of Medical Image Information on Analog & Digital PACS, Dae Hak Seo Lim, 255-391, 2004
10. Jung Hong Ryang, Lim Chung Hyang and Lee Man Koo, "A Review on Personal Radiation Dose per Radiological Technologists Working at General Hospitals", Radiation Technology and Science, 28(2), pp.137-138, 2005.
11. OH Hyun Joo, Kim Sung Soo, Kim Young Il et al., "A Study on the Directional Dependence of Scatter Ray in Radiography", Radiation Technology Society Publishing of Korea, 18(1), pp.64-65, 1995.
12. Song Jong Soon, "A Study on the Development of Optimization Procedure for Radiological Protection", 19(1), pp.2, 1994.

• Abstract

An Analysis of Factors That Affect Image Quality Deterioration in The Potable X-ray Examination on using Digital Wireless Detector

Young-Eun Yu^{1,2)} · Cheong-Hwan Lim¹⁾ · Joo-Young Ko²⁾

¹⁾*Dept. of Radiological Science, Hanseo University*

²⁾*Dept. of Dignostic Radiology, Chonbuk National University Hospital*

Recently the development of portable digital wireless imaging system, which acquires digital radiation images by using wireless LAN telecommunications function in an easy and fast way, provides lots of convenience for people. Considering the characteristics of portable imaging tests on emergency and critical patients, this study aims to suggest guidelines for Digital wireless detector by evaluating the effect of de-centering of focus-grid and displacement of subject in detector on the quality of image.

The equipments used for this study were Elmo-T6 Digital Mobile X-ray system (SIMAZU Corp.), el' Tor (14×17 "Wireless detector), Grid (10:1) and Chest & head phantom. After acquiring post-processing image according to dose increase and de-centering image of grid-focus and head phantom displacement image, this study compared, analyzed and evaluated these images by using a digital image analysis program by Image J. In the change of images based on dose increase, images were rough in the dose of 0.5 mAs, while there was no difference among images in the proper dose of 1~2 mAs and, especially from 2.5 mAs, average value of pixels radically decreased, affecting contrast.

Over 3 mAs, contrast dropped due to saturation phenomenon of lungs. As the result of analysis using Image J program, with the increase of displacement between focus-grid and head phantom, the frequency of low pixel value also increase, causing the outline of surface image to disappear, which in turn affects contrast.

For better quality imaging, a radiographer must be aware before the time of test that the image quality can be changed based on the critical patient's posture, movement, respiration, displacement of X-ray tube and distance of imaging.

Key Words : Digital radiation, Digital wireless detector, Displacement, Contrast, Portable imaging