

The effect of source to image-receptor distance(SID) on radiation dose for digital chest x-ray examination

권순무^{1*}, 조재환², 박철수³

¹대구보건대학교 방사선과, ²한림국제대학원대학교 방사선학과

³한림성심대학교 방사선과

1. 서론

UNSCEAR의 2000년 보고서에서 방사선검사 횟수가 현저히 증가되고 있으며 유럽연합(EC)이나 OECD 국가의 경우 동일한 영상의학 검사를 시행 하더라도 환자가 받는 선량은 의료기관에 따라 10~100배의 큰 차이를 나타내고 있음을 알 수 있다¹⁾. 진단 의료영역에서 방사선의 사용증가는 환자의 피폭선량 증가로 이어지고 있어 ICRP publication 103에서도 의료영상을 목적으로 수행하는 방사선 검사에 대해서, 환자방어의 최적화를 위해 DRL(Diagnostic Reference Level)을 적용하도록 권고하고 있다²⁾. X선량의 강도는 거리 역자승에 비례하므로 SID(source to image receptor distance)를 증가시키는 것이 방사선량을 감소시킬 수 있는 방법이다. 부적절한 SID 설정은 skin dose를 높이고 결정론적영향의 위험을 높이고 확률론적 방사선 위험에도 유의미한 영향을 끼친다. 대부분의 X선 검사는 흉부촬영을 제외하고 100 cm에 가까운 거리에서 시행되어지고 있으나 2 m의 긴 FFD에서 입상에 적합한 높은 해상도의 영상을 얻을 수 있다는 보고도 있다³⁾. 따라서 본 연구에서는 흉부방사선 촬영에서 SID 증가에 따른 방사선량과 화질의 변화를 알아보았다.

2. 실험방법

본 연구에 사용한 방사선 영상장치는 Cesium iodide-amorphous silicon flat-panel detector, x-ray tube (2P364DK-85, Shimadzu), high-voltage generator(UD150B-40)로 구성되어 있다. Source-phantom-image receptor를 직선상에 배치시키고 SID를 180 cm에서 340 cm까지 20 cm 단위로 증가시키며 방사선량과 화질의 변화를 측정하였다. 방사선량 측정은 Multi function tester(RaySafe Xi, Sweden), Ion chamber(Model 773027, FLUKE Biomedical), Whole body phantom PBU-60 trunk(Kyoto Kagaku)를 사용하여 HVL(half value layer), ESD(entrance surface dose)를 측정하였다. 영상의 화질 변화는 SNR(signal to noise ratio), FOM(figure of merit), CTR(cardio-thoracic ratio), 정성적인 평가로 “European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images”에 따라 “Visual grading analysis”를 실시하였다⁴⁾. 흉부영상의 pixel value는 “Image J”(1.46r/National Institutes of Health, USA)를 이용하였으며 ANOVA test를 위해 SPSS 16.0(SPSS Inc, Chicago, USA)를 사용하였다.

3. 실험결과

HVL은 SID증가에 비례하여 계속 증가함을 관찰할 수 있었으며 이는 air-filter effect에 의해 x-ray beam이 hard해 지고 있음을 보여준다. ESD는 SID 180 cm에서 0.121 mGy, 340 cm에서 0.113 mGy로 6.31%의 감소가 관찰되었다. SID가 증가할수록 x-ray beam이 경화되어 투과력이 증대되므로 피부입사선량은 감소하는 것으로 판단된다. SNR은 SID 180 cm에서 2.16, 280 cm에서 2.24로 작은 변화를 보였으나 300 cm에서 1.98, 340 cm에서 1.12로 급격히 감소되고 있음이 관찰되었다. SID 증가에 따라 x-ray beam이 경화되어 투과력은 증가하나 300 cm 이상의 거리에서는 투과력이 강한 hard x-ray 또한 제거되어 검출에 도달하는 광자수가 감소하고 상대적으로 noise가 증가되어 SNR이 감소되는 것으로 보여진다. FOM 또한 SNR의 변화와 동일한 양상으로 감소되었다.

CTR은 SID 증가에 따라 심장뿐만 아니라 폐의 확대도 같이 감소했기 때문에 변화가 없는 것으로 관찰되었

다. 흉부영상에 대한 VGA 결과, SID 변화에 따른 영상의 질 변화는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($F=1.153$, $p=0.338$).

4. 고찰

X선 노출의 중요한 인자로는 관전압(kV), 관전류(mA), 노출시간(s) 및 SID(cm)가 있다. 그 중 본 연구에서는 SID를 증가시켜 가며 phantom의 흉부영상을 획득하고 선량과 화질의 변화를 알아보았다. SID가 증가에 따라 ESD의 감소를 확인할 수 있었다. J Robinson 등은 SID의 증가에 따른 선량과 화질을 평가하여 SID의 증가가 선량을 감소시킬 수 있는 중요한 요소라고 하였으며 knee 촬영에서 SID를 100 cm에서 176 cm로 증가시킨 결과 ESD는 13.4% 감소가 있었다고 하였다⁵⁾. 영상의 질 평가에서 SNR은 SID 280 cm까지 작은 감소를 보였으나 300 cm 이상에서는 감소의 폭이 증가하였다. 이는 X선량의 감소로 인한 상대적인 noise의 증가를 의미한다. Herrmann 등의 연구에서도 X선을 이용한 진단 영상에서 X-선량이 증가하면 SNR이 개선되며 AEC를 적용하지 않는 검사에서 선량 증가경향이 발생할 수 있다고 하였다⁶⁾. VGA 결과, SID 증가에 따라 다소 감소하였으나 영상의 질 변화는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. Maria 등은 두부 영상에서 SID를 조절하여 유효선량은 19.2%에서 23.9%로 유의하게 감소하였으며, VGA score는 진단적으로 충분한 가치가 있었다고 보고하였다⁷⁾. 본 연구의 제한점으로 흉곽 내 각 장기에 대한 유효선량 측정이 추가된다면 SID 증가에 따른 피폭 선량에 대한 정확한 측정이 가능할 것으로 사료된다.

5. 결론

본 연구는 임상에서 일반적으로 행해지고 있는 흉부 방사선촬영에서 SID 증가에 따른 화질과 선량의 변화를 알아보려고 하였다. 흉부촬영에서 SID 증가에 비례하여 ESD가 감소되었으며 SNR, FOM 측정에서 SID 300cm까지는 180 cm의 영상과 큰 차이를 보이지 않았다. SID가 증가함에 따라 CTR의 변화는 없었으며 주관적인 평가인 VGA에서도 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 흉부방사선 촬영에 있어서 공간적인 제약이 없다면 현재 국내에서 권고하고 있는 180 cm의 SID를 300 cm 범위까지 증가시켜도 화질의 저하없이 환자선량을 감소시킬 수 있을 것으로 판단되어진다.

6. 참고문헌

- [1] UNSCEAR 2000 Report Vol. I Sources and Effects of Ionization Radiation, Annex D Medical radiation exposure, UNSCEAR(2000)
- [2] ICRP: 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Publication 103, Annals of the ICRP Vol. 137, No. 2-4, Pergamon Press, Oxford(2007)
- [3] Hirose M, Ikeda M, Ito K, Ishigaki T, Sakuma S. Considerations for standard chest radiography: the long film-focus distance technique. Nagoya J Med Sci 1993. 55(1-4):33-9
- [4] De Crop, An, et al. "Correlation of contrast-detail analysis and clinical image quality assessment in chest radiography with a human cadaver study." Radiology 262.1 (2012): 298-304.
- [5] Robinson J, McLean D. Extended focal-film distance: an analysis of the factors in dose reduction for the AP knee radiograph. Radiog, 7:165-170, 2001
- [6] Herrmann, C., Sund, P., Tingberg, A., Keddache, S., Mansson, L. G., Almen, A., & Mattsson, S. (2000, April). Comparison of two methods for evaluating image quality of chest radiographs. In Medical Imaging 2000 (pp. 251-258). International Society for Optics and Photonics.
- [7] Maria Joyce, Mark McEntee, Patrick C Brennan, Desiree O'Leary. Reducing dose for digital cranial radiography: The increased source to the image-receptor distance approach. J. Medical Imaging and Radiation Sciences, 2013;44(4):180-187