

◆ 원 저 ◆

양방사선 골밀도 측정 장치의 공간산란선량분포측정

김선철¹ · 원도연¹ · 박창희¹ · 동경래^{2,3}¹대구보건대학교 방사선과 · ²광주보건대학교 방사선과 · ³조선대학교 원자력공학과

Bone Density Spatial Distribution of Radiation Dose Measurement

Seon Chil Kim¹ · Do Yeon Won¹ · Chang Hee Park¹ · Kyung Rae Dong^{2,3}¹Department of Radiologic Technology, Daegu Health College ·²Department of Radiological Technology, Gwangju Health College University ·³Department of Nuclear Engineering, Chosun University

Abstract

In this experiment, how DEXA(Dual-energy X-ray Absorptiometry) bone mineral density was measured using the equipment. In order to maintain the same measurement conditions, bone mineral density measurements of 10 cm thick phantom, with an actual patient at a point when examining the same conditions(100 kVp, 1 mA) and then out to the five doses of radiation and its average was calculated by dividing measured. X-ray dose rate measured at the Research Institute, Sword of the gamma survey meters calibrated MEDCOM Ltd. (Inspector GM counter tube) was used, calibration factor is 1.15. On a horizontal plane around the patient, depending on the distance was significantly reduced dose rate. In addition, orientation 0° head end was higher in the direction of the highest dose rate, 0° 180° direction from the direction towards the higher dose rate reduced to some extent in the direction of all the 120° were able to identify.

Key Words : Bone mineral density, X-ray dose rate, DEXA

I. 서론

방사선을 사용하는 장비인 경우 허용된 범위의 방사선 피폭이라 하더라도 방사선 피폭으로 인한 유해보다 이익이 더 클 경우에만 피폭을 허용하며, 가능한 방사선 피

폭을 줄임으로서 피폭으로 인한 확률적 영향과 비확률적 영향의 발생을 감소시킬 수 있다.¹ 양방사선 골밀도 측정 검사 시 검사실 내 공간에서 산란 X선의 공간선량률분포는 환자는 물론이고, 병원에 근무하는 의료인과 방사선 작업종사자에 있어 피폭을 인지하는데 중요한 지표가 될 수 있음에도 불구하고 지금까지 이 분야의 연구가 미흡하여 막연히 검사실 내에는 산란선이 존재하고 저선량 장치이므로 아주 미비한 피폭을 받는다고만 생각해 온 것이 일반화 된 실정이다.^{2~6} 아울러, 방사선 골밀도 장비 설치 시 방사선작업종사자와 골밀도 장비 사이에 방어벽이 설치되어 있어야 한다. 하지만 거의 모든 중소형

Received March 14, 2011/ 1st Revised March 30, 2011/ 2nd Revised April 05, 2011/ Accepted for Publication April 29, 2011
Corresponding Author: 동경래
(506-701) 광주광역시 광산구 신창동 683-3번지
광주보건대학교 방사선과
Tel: (062) 958-7668 Fax: (062) 958-7669
E-mail: krdong@hanmail.net

병원에서는 이동형 방어벽으로 장비의 저선량 방사선으로 인해 위험성을 느끼지 못한 경우가 대부분이다. 이에 중소형병원에서는 장비 설치 검사 후에는 병원 내 공간적인 요소에 의해 다른 곳에 보관하고 있는 경우가 많다.^{7~10} 현대사회가 고령화 및 평균수명 증가로 인해 특히 골밀도 측정은 노인 및 폐경기전후 여성에서는 꼭 필요한 검사로서 월 평균 검사건수가 100명을 초과하는 병원도 많으며, 촬영 대상인 환자의 피폭은 어쩔 수 없더라도, 저선량이지만 방사선작업종사자와 보호자의 피폭선량경감은 매우 중요하므로 산란된 X선의 공간선량률 분포를 정확히 파악하는 것이 필요하다. 따라서 본 실험에서는 양방사선 골밀도 측정장치를 사용할 때 그 주위에 산란되는 X선의 선량률의 공간분포를 측정하였고 이 공간선량률의 분포도를 작성하여 검사환경에 미치는 유해성에 대해 검토하였다.

II. 실험장치 및 방법

본 실험에서 사용한 골밀도 측정 장비는 DEXA방식 (Dual-energy X-ray Absorptiometry)으로 골밀도 측정의 일반 검사장비로 많이 사용되고 있다. 두 개의 다른 에너지 X선 광자를 사용하여 신체를 통과할 때 감쇠정도를 측정하는 원리로서 저에너지(10~20 keV)는 연조직을 투과하고 고에너지(100 keV)는 골조직을 투과하여 측정

한다. 측정 장비의 모델명은 OSTECORE이며, 측정 부위는 척추(Lumbar spine)와 대퇴골(Femur)부위를 스캔하고 골밀도를 측정하는 장비이다. 골밀도 검사시간은 사전 준비 시간을 포함하여 10분이 소요된다.

골밀도 장비의 특성상 검사 시에는 X선 튜브가 좌우상하로 스캔하기 때문에 정확한 측정을 할 수 없는 바, 동일한 측정조건을 유지하기 위해서 두께 10 cm 골밀도 측정 팬텀을 두고, 한 점에서 검사할 때의 동일 조건(100 kVp, 1 mA)으로 설정 후 5회에 나누어 측정하고 그 평균을 구하였다. X선 선량률 측정은 전문기관에서 검·교정한 MEDCOM사의 감마서베이미터(Inspector GM계수관)를 사용하였으며, 교정인자는 1.15이다.

검사실 내의 자연방사선량은 0.137 μ Sv/hr(연간 1.196 mSv) 이었으며, 수평분포측정지점은 골밀도 장비의 튜브에서 수직으로 입사하는 X선을 중심으로 환자가 누운 면(성인 생식선 평균 높이인 1 m지점)에서 Figure 1과 같이 수평면으로 하여 Head 방향을 0°로 하여 30° 간격으로 반경을 50 cm씩 증가시키면서 측정하여 Equation 1과 같이 공간선량률을 구하였다.

$$E = \frac{\sum_{i=1}^5 E_i \times C_\lambda}{i} \tag{1}$$

E = 공간선량률, E_i = 실 계측치, C_λ = 교정인자 (1.15)

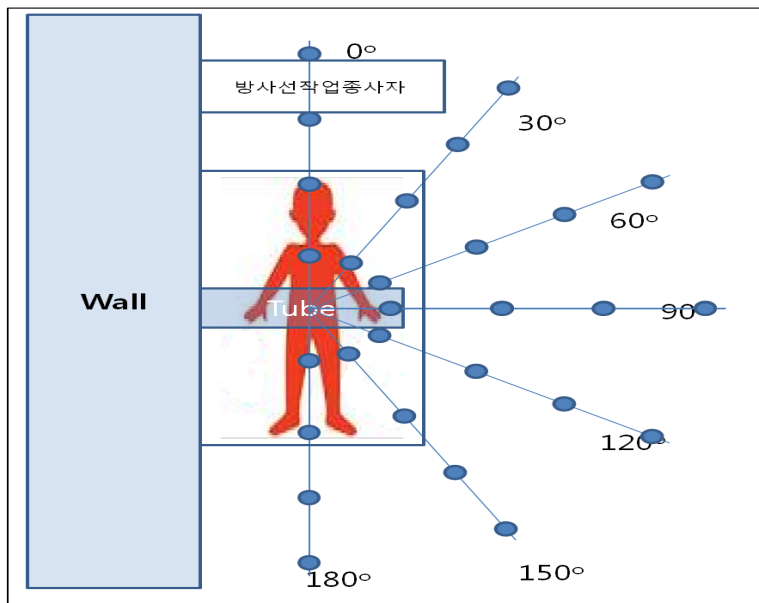


Fig. 1. The spatial dose rate measurement points in the laboratory(Height of 1m from the floor)

Ⅲ. 결과

수평면상의 각 측정지점에서 측정한 5회 평균 산란 X선의 공간선량률을 교정인자를 적용시킨 결과는 Table 1과 같다.

검사테이블에서 환자를 중심으로 한 수평면상에서 거리에 따라 선량률이 크게 줄어들었음을 볼 수 있었다. 0°의 경우 50 cm에서 6.003 $\mu\text{Sv/hr}$, 100 cm에서 4.048 $\mu\text{Sv/hr}$, 150 cm에서 2.404 $\mu\text{Sv/hr}$, 200 cm에서 1.001 $\mu\text{Sv/hr}$ 등으로 현저히 줄어들었음을 볼 수 있다. 또한 Head 방향인 0° 방향의 선량률이 가장 높게

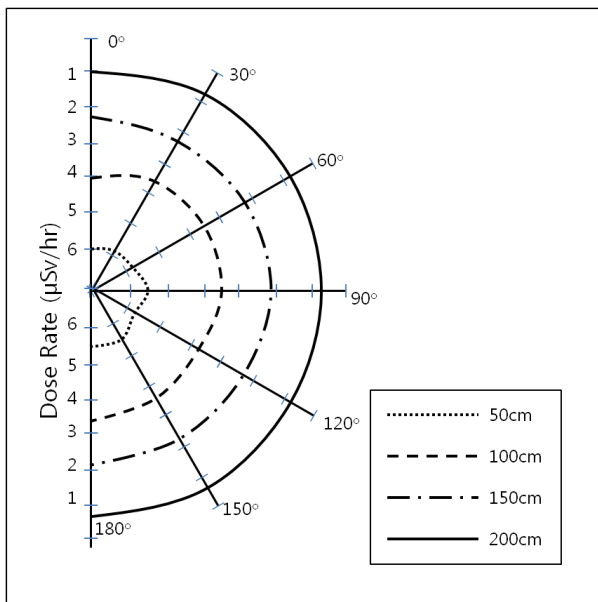


Fig. 2. The spatial dose rate of scattering X-ray on a horizontal plane

나타났으며 100 cm를 기준으로 0°에서 4.048 $\mu\text{Sv/hr}$, 30°에서 3.703 $\mu\text{Sv/hr}$, 60°에서 3.657 $\mu\text{Sv/hr}$, 90°에서 3.531 $\mu\text{Sv/hr}$, 120°에서 3.726 $\mu\text{Sv/hr}$, 150°에서 3.623 $\mu\text{Sv/hr}$, 180°에서 3.473 $\mu\text{Sv/hr}$ 으로 0° 방향에서부터 180° 방향으로 향할수록 선량률이 줄어들다가 120° 방향에서 어느 정도 높아짐을 볼 수 있었다.

Ⅳ. 고찰 및 결론

양방사선 골밀도 측정 장치를 사용하여 환자를 검사하는 동일 조건(100 kVp, 1 mA)으로 환자 중심으로부터 수평면에 산란된 X선의 공간선량률을 측정하였다. 환자를 중심으로 한 수평면상에서 거리에 따라 선량률은 줄어들었으며, 방향은 Head 방향의 선량률이 높게 나타났다. 100 cm 기준에서 나타난 결과를 토대로 법정 근로 시간인 1주에 40시간, 연간 50주로 보았을 때, 계산을 하면 최저 6.946~8.096 mSv/y이며, 조사한 병원의 연건수 대비 가동시간으로 계산하면, 1.041~1.241 mSv/y로 나타난다. 이는 방사선작업종사자의 법정 선량한도인 1년에 50 mSv를 넘지 아니하는 범위에서 5년간 100 mSv로 연평균 20 mSv에 약 1/20에 해당하는 수치이며, 아울러 일반인 피폭 허용치인 1 mSv/y를 넘고 있다. 현재 양방사선 골밀도 측정 장치의 일반적인 구조는 방사선작업종사자와 방사선 골밀도 측정 장치 튜브사이의 거리는 100 cm 내외이고, 이동형 방어벽은 중소병원의 공간 및 규모적인 요인으로 인해 장치 검사 후에는 다른 곳으로 이동시켜 보관하고 있는 실정이다. 따라서, 양방사선 골밀도 측정장비의 공간선량률을 충분히 파악하며 X선 조사 시 방사선작업종사자의 적절한 거리유지와 아

Table 1. The spatial dose rate of scattering X-ray on a horizontal plane (Unit : $\mu\text{Sv/hr}$)

Direction(°) \ cm	50	100	150	200
0	6.003	4.048	2.404	1.001
30	5.911	3.703	2.335	0.851
60	5.854	3.657	2.231	0.805
90	5.612	3.531	2.174	0.736
120	5.716	3.726	2.277	0.817
150	5.555	3.623	2.219	0.771
180	5.486	3.473	2.139	0.702

올리 방어벽을 고정시켜 방사선작업종사자 및 여러 의료인 등에 대한 불필요한 방사선 피폭선량을 줄여야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Ward KA, Cotton J, Adams JE. A technical and clinical evaluation of digital X-ray radiography. *Osteoporos Int* 2003; 14: 389-95.
2. Kim HS, Dong KY, Kim CB. Reduction of the Useless Radiation Exposure to Patients and Improvement of the Skill to Manage the Test according to Minimizing Changes of Posture in Bone Mineral Density. *Journal of the Korea Contents Association* 2009; 9: 228-35.
3. Gundry CR, Miller CW, Ramos E, Moscona A, Stein JA. Dual-energy radiographic absorptiometry of lumbar spine, Clinical experience with two different systems. *J of Radiology* 1990; 174: 539-41.
4. Dong KR, Kim HS, Chung WK. A Study of Equipment Accuracy and Test Precision in Dual Energy X-ray Absorptiometry. *Journal of Radiological and Science and Technology* 2008; 31: 17-23.
5. Gluer CC. Accurate assessment of precision errors : how to measure the reproducibility of bone densitometry techniques. *Osteoporos Int* 1995; 5: 262-70.
6. Kim HS, Dong KR. Increasing Work Efficiency with Prevention of Reinspection for Bone Mineral Density (BMD) Exams. *Journal of the Korea Contents Association* 2009; 9: 174-81.
7. Angela J, Feyerabend JI. Regional variations in bone mineral density as assessed with dual-energy photon absorptiometry and dual x-ray absorptiometry. *J of Radiology* 1993; 183: 467-9.
8. Kim HS, Dong KR, Ryu YH. Accurate Quality Control Method of Bone Mineral Density Measurement (Focus on Dual Energy X-ray Absorptiometry). *Journal of Radiological and Science and Technology* 2009; 32: 361-70.
9. Bonnicks SL, Johnston CC, Kleerekoper M, Lindsay R, Miller P, Sherwood L, et al. Importance of Precision in bone density measurements. *J of Clin Densitom* 2001; 4: 105-10.
10. Kim EH, Shim DO, Dong KR, Kim HS, Kweon DC, Goo EH, et al. Assessment of the Effect of Bone Density and Soft Tissue Thickness on Phantom Measurements. *Journal of the Korean Physical Society* 2010; 57: 1263-9.