

유리선량계의 고선량직선성, 누적선량, 에너지의존성 특성 평가

손기홍¹ · 신상훈² · 이창열³ · 박승우² · 정해조^{1,2} · 이동한² · 최문식² · 지영훈^{1,2} · 김미숙^{1,4} · 김금배^{1,2,4}
과학기술연합대학원대학교¹ · 한국원자력의학원 방사선의학연구소² · 서울시립대학교³
한국원자력의학원 원자력병원 방사선종양학과⁴
E-mail: kbkim@kirams.re.kr

중심어 (keyword) : 유리선량계, 고선량직선성, 누적선량, 에너지의존성

서 론

방사선선량 측정도구에는 이온전리함, Film, TLD(themorluminescent), 유리선량계 등이 있다. 이 중 TLD와 유리선량계는 체내 흡수선량평가등 다양한 용도로써 방사선량을 검증하는 유용한 도구로 사용되고 있다. 유리선량계는 TLD의 우수한 특성을 유지하면서도 더욱 진보된 특성을 나타낸다. 유리선량계는 선질에 대한 균일성, 시간에 따른 퇴행(fading), 재판독 등 여러 측면에서 유용한 방사선량계로 활용되고 있다. 본 연구에서는 유리선량계의 고방사선량 직선성과 누적선량특성을 평가하고자 하고, 광자선과 전자선의 다양한 선질에서 에너지의존성을 평가하고자 한다.

재료 및 방법

선량측정에는 유리선량계 GD-302M을 이용하였다.[2] 이 모델은 고방사선 선량용으로 적용범위는 10 μ Gy - 500 Gy 이다. 본 연구에 사용된 유리선량계는 직경이 1.5 mm, 길이가 12 mm인 원통형이다. 소자간의 편차, 퇴행특성(5개월)은 오차범위가 각각 2 % 이내를 나타낸다.[3] 유리선량계의 판독은 FGD-1000 판독기(Asahi Techno Glass Corporation, Shizuoka, Japan)를 사용하였다. [2]

유리선량계의 고선량직선성을 평가하기 위해 ⁶⁰Co 감마선을 사용하였다. 1 Gy - 50 Gy의 선량을 조사하여 10x10 cm², 피부등가물질 Bolus 깊이

3 cm에 위치시켜 측정값을 평가하였다.

유리선량계의 누적선량평가를 위해 ⁶⁰Co 감마선을 조사하여 10x10 cm²에 5 Gy를 실제실험환경을 위하여 24시간의 간격을 두고 Bolus로 깊이 5 cm지점에 15 Gy까지 조사하였다. 값의 비교를 위해 누적하지 않고 평가한 유리선량계를 이용하였다.

광자선과 전자선의 에너지의존성 평가를 위해서 이온전리함으로 교정된 ⁶⁰Co 조사기 및 선형가속기를 이용하였다. 원자력병원 방사선종양학과와 방사선치료기기를 이용하여 광자선 4, 6, 10, 15 MV 및 전자선 5, 7, 8, 10, 12 MeV를 조사하여 10x10 cm², 각에너지 최대선량지점에 2 Gy를 조사하여 흡수선량을 평가하였다.

결과 및 고찰

1. 고선량직선성

그림 1은 ⁶⁰Co 선원으로 1 Gy를 조사시킨 유리선량계를 기준으로 상대적인 비율을 그래프로 나타낸 것이다. 1 Gy - 50 Gy 사이의 선량직선성은 기준점에 대해서 오차 3 %이내로 평가되었다. 구간을 나누어 분석해보면, 기준점에 대해서 1 Gy - 20 Gy까지는 오차 1 %이내로 측정되었고, 20 Gy - 50 Gy에서는 오차가 평균 5 %를 나타내었다.

2. 누적선량

그림 2의 실선은 ⁶⁰Co 선원으로 선량을 24시간 간격으로 누적한 값이다. 점선은 같은 실험조건에

서 누적하지 않고 단일 조사한 유리선량계를 단계적으로 흡산한 결과값이다. 누적하여 선량을 평가하는 경우 단일조사를 하는 경우에 비해 오차가 1.5 %이내에서 선량이 저평가되었다.

3. 에너지의존성

그림 3은 유리선량계의 에너지에 따른 상대적인비율을 나타낸 것이다. ^{60}Co 선원을 기준으로 오차광자선은 평균 $3.2 \pm 1.4\%$ 이내의 선량분포를 나타내었고, 전자선은 평균 $6.5 \pm 0.7\%$ 이내의 값으로 선량이 저평가되어 측정되었다.

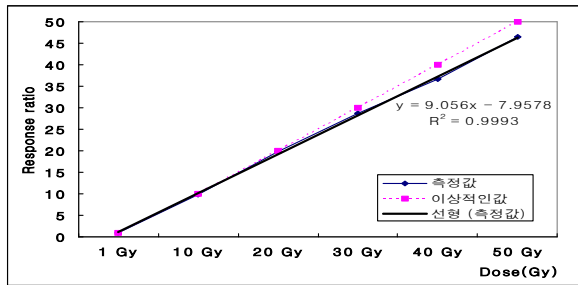


그림 1. 유리선량계의 선량에 따른 직선성 그래프

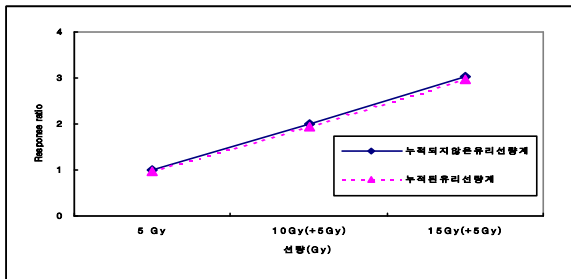


그림 2. 유리선량계의 누적선량 평가 그래프

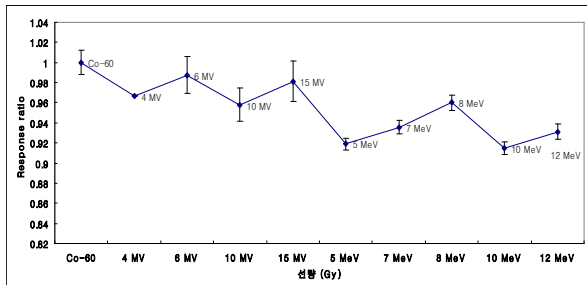


그림 3. 유리선량계의 에너지에 따른 선량분포 그래프
(error bar는 표준오차임.)

결론

본 연구에서는 유리선량계를 이용하여 고선량직선성, 누적선량, 에너지의존성에 대해서 평가하였다. 고선량직선성 평가에서 20 Gy이상에서의 선량평균이 20 Gy 이하의 선량평균에 비해 5배이상 선량이 저평가되었다. 따라서 동물실험등 고선량측정실험을 수행할 시 20 Gy이하로 분배하여 측정하는 것이 효과적이라 사료된다. 누적선량 측정에서는 1.5%이내의 오차를 나타내었다. 이 결과를 토대로 Annealing 과정(5-6시간)을 생략할 수 있어 실험자는 시간을 절약 할 수 있을 것이라 생각된다. 에너지의존성 평가에서는 전자선이 광자선에 비해서 대략 2배 이상 선량이 저평가됨을 발견할 수 있었다.

본 논문에서는 방사선량측정에 사용되는 유리선량계의 특성을 평가하였다. 유리선량계는 500 Gy까지 사용할 수 있다는 점을 감안할 때 고선량직선성 평가를 앞으로 계속해서 수행해야 할 것이다. 아울러 전자선에 대한 다양한 특성평가도 필요할 것이라 사료된다.

감사의 글

이 논문은 교육과학기술부의 재원으로 시행하는 한국 과학재단의 방사선기술개발사업으로 지원받았습니다.

참고 문헌

1. Mizuno, H., et al., Feasibility study of glass dosimeter postal dosimetry audit of high-energy radiotherapy photon beams, Radiotherapy and Oncology 86,258-263 (2008)
2. Technical Report, Explanation Material of RPL Glass Dosimeter. Small Element System. Asahi Technv Glass Corporation, (2000)
3. Jeong-Eun Rah, et al., Experimental evaluation of a glass dosimeter for proton dose measurements; a feasibility study and possible application, 한국의학물리학회추계학술대회 20,72(2009)