

자기장을 이용한 6 MV 광자선의 선량 상승 영역 변조 기술에 관한 유용성 평가

안우상^{1*}, 곽정원², 조병철², 신성수¹, 최원식¹

¹울산의대 강릉아산병원 방사선종양학과

²울산의대 서울아산병원 방사선종양학과

1. 서론

성문암의 경우에는 표적체적(target volume)이 피부와 가까이 위치해 있어 표체면에 충분한 선량을 전달하기 위해서는 전통적으로 저 에너지 광자선(4 MV 또는 Co-60)을 이용하거나 6 MV 이상의 광자선의 경우에는 조직등가물질인 bolus를 선택적으로 사용하여 표체면의 선량을 증가시켜준다. 본 연구의 목적은 자기장을 이용하여 6 MV 광자선의 선량 상승 영역(build-up region)을 변조함으로써 피부 주변의 표적체적에 충분한 선량을 제공하면서 피부 선량 감소(skin sparing) 효과의 가능성을 평가하고자 하였다.

2. 실험방법

5×5×5 cm³ 크기의 두 개의 네오디뮴 영구자석을 양쪽으로 고정하면서 거리를 조절할 수 있는 고정용 장치를 자체 제작하였다. 선원표면간거리(source-to-surface distance, SSD)는 100 cm에서 조사야는 5×5 cm²으로 하였고 효과적인 이차 전자 생성을 위하여 2 cm 두께의 물등가고체팬텀(solid water phantom)을 영구자석 위에 위치시켰다. 0.5T 자기장을 광자선의 수직방향으로 인가한 후, 영구자석 사이의 거리(magnet-to-magnet distance, MMD)와 영구자석과 물팬텀 사이의 거리(magnet-to-surface distance, MSD)에 따른 심부선량백분율(percent depth dose)을 유효부피가 작은 CC13 (IBA Dosimetry, Schwarzenbruck, Germany) 이온전리함을 사용하여 측정하였다. 광자선의 선량 상승 영역을 정량적으로 평가하기 위해 심부선량백분율의 D₀(%), D_{2mm}(%), D_{5mm}(%), D_{10mm}(%)를 비교 및 분석하였다.

3. 결과

자기장을 적용하지 않은 심부선량백분율의 D₀(%), D_{2mm}(%), D_{5mm}(%), D_{10mm}(%)는 4 MV에서 47.5%, 58.7%, 86.2%, 99.7% 이었고, 6 MV에서 38.0%, 49.3%, 76.7%, 95.7% 이었다. MMD=10 cm이고 MSD=2.5 cm의 경우에서 D₀(%), D_{2mm}(%), D_{5mm}(%), D_{10mm}(%)가 43.4%, 59.1%, 82.8%, 98.6%으로 자기장 적용하지 않은 4 MV의 유사한 선량 상승을 보였고, MMD=10 cm이고 MSD=5 cm의 경우에서 D₀(%), D_{2mm}(%), D_{5mm}(%), D_{10mm}(%)가 38.7%, 49.8%, 77.2%, 96.2%으로 자기장 적용하지 않은 6 MV의 유사한 선량 상승을 보였다. MMS=6 cm이고 MSD=2.5 cm의 조건에서는 D₀(%), D_{2mm}(%), D_{5mm}(%), D_{10mm}(%)가 38.8%, 53.4%, 79.6%, 96.6%으로 자기장을 적용하지 않은 4 MV와 6 MV의 각 선량 상승 영역 사이에 분포하였다.

4. 결론

0.5T 자기장을 이용하여 6 MV 광자선의 선량 상승 영역 변조 가능성을 평가하였다. MSD가 증가할수록 피부 선량(D₀(%), D_{2mm}(%)) 감소 효과가 나타났으며, MSD가 감소할수록 충분한 표적체적 선량(D_{5mm}(%), D_{10mm}(%))을 제공함을 보였다. 특히, MMS=6 cm이고 MSD=2.5 cm에서 기존의 6 MV 광자선과 비교하여 표체면에 좀 더 충분한 선량을 제공하면서 유사한 피부 선량을 보여 임상 적용의 가능성을 확인할 수 있었다.