

# 의료용 가속기의 시간인자를 고려한 광중성자 발생에 관한 연구

김정호<sup>1\*</sup>, 한만석<sup>2</sup>, 배석환<sup>3</sup>, 유세종<sup>4</sup>, 김창규<sup>5</sup>

<sup>1</sup>건양대학교 방사선종양학과

<sup>2</sup>강원대학교 방사선학과

<sup>3</sup>건양대학교 방사선학과

<sup>4</sup>건양대학교병원 영상의학과

<sup>5</sup>김천대학교 방사선학과

## 1. 서론

의료용 가속기는 암환자를 대상으로 고에너지 광자선 및 전자선을 이용하여 암을 치료하는 장치이다.<sup>1)</sup> 하지만 10MV 이상의 광자선의 경우 가속기 내의 금속과 핵 반응을 통해 중성자를 발생하게 된다.<sup>2)</sup> 이러한 의료용 선형가속기의 광중성자 발생에 관한 선행 연구가 많았지만, 시간경과에 따른 평가가 이루어진 연구는 없었다.<sup>3)-10)</sup> 이에 본 연구에서는 기존에 평가되지 않았던 시간인자를 고려한 광중성자 발생을 평가하고자 한다.

## 2. 실험방법과 결과

대전 일개 대학에서 운용중인 의료용 가속기인 CLINAC-IX(VARIAN, USA)를 대상으로 BF3 비례계수관(FLUKE, USA)을 이용하여 치료실 내 치료대(A), 치료실 모서리(B), 미로 입구(C), 치료실 외부(D) 지점에서 광중성자 선량률을 측정한다. 조사조건은 10MV 광자선을 이용하며, Gantry angle은 0도, 조사범위는 40X40cm<sup>2</sup>, 선량률은 600MU/min으로 한다. 또한 시간경과에 따른 선량률을 평가하기 위해서, 각 지점별 광자선 조사 종료 후부터 80초까지 광중성자 선량률을 측정한다. 이때 광중성자 선량률 값은 연속성을 가지고 있으므로 최대값을 기록한다. 그 결과 조사 종료부터 최대 50초까지 광중성자 선량률이 측정되었다.

## 3. 고찰

기존에 연구되어진 의료용 선형가속기의 광중성자 발생은 조사조건에 따른 광중성자량을 등가선량 혹은 플루언스로 평가하였다. 하지만 시뮬레이션 프로그램을 이용한 평가에서는 시간적 개념이 정의되기 어렵고, 측정을 통한 실험적 연구에서도 측정 시간을 고려하지 않았다. 이에 본 연구에서 시간적 개념을 적용한 측정을 실시하고자 한다. 하지만 본 연구를 진행함에 있어서 제한점으로는 의료용 선형가속기의 종류 선정에 한계가 있으며, 이에 따른 에너지 선정의 한계 및 구성의 특이성에 제한을 가지게 된다. 또한 치료실의 구조 및 차폐방식의 차이가 있으며, 선량률 측정에 이용되는 계측기의 방향성을 고려하지 못하였다.

## 4. 결론

의료용 선형가속기의 광중성자 발생을 시간적 개념을 적용하여 평가한 결과, 최대 50초까지 광중성자 선량률 값이 측정되었다. 이는 기존 선행 연구에서 시간적 개념을 적용하여 추가 연구가 진행되어야 할 필요성을 가지게 되었다. 또한 방사선 방호적 측면에서는 환자 및 방사선사가 치료실 내에서 체류시간이 길어짐에 따른 불필요한 피폭이 발생하므로, 추가 선량계 착용 및 체류시간 제한이 필요할 것이다.

## 5. 참고문헌

[1] Ahn, Yong Chan. "Introduction of intensity modulated radiation therapy." Journal of the Korean Medical

- Association/Taehan Uisa Hyophoe Chi 54.11 (2011).
- [2] NCRP, "Neutron Contamination from Medical Electron Accelerators", National Council on Radiation Protection and Measurements, NCRP Report No. 79 (1984).
- [3] H. Ing, W. R. Nelson, R. A. Shore, "Unwanted photon and neutron radiation resulting from collimated photon beams interacting with the body of radiotherapy patients", *Med. Phys.*, 9, 27-33 (1982).
- [4] R. Nath, E. R. Epp, J. S. Langhlin, W. P. Swanson, V. P. Bond, "Neutrons from high-energy X-ray medical accelerators : Anestimate of risk to the radiotherapy patient", *Med. Phys.*, 11, 231-241 (1984).
- [5] S. Agosteo, A. Froglio Para, F. Gerardi, M. Silari, A. Torresin, G. Tosi, "Photoneutron dose in soft tissue phantoms irradiated by 25 MV X-rays", *Phys. Med. Biol.*, 38, 1509-1528 (1993).
- [6] Jao-Perng Lin, Tieh-Chi Chu, Sung-Yen Lin, Mu-Tai Liu, "The measurement of photoneutrons in the vicinity of a Siemens Primus linear accelerator", *Appli. Radiat. Isotop.*, 55, 315-321 (2001).
- [7] Francesco D'Errico, Ravinder Nath, Giovanni Silvano, Luigi Tana, "In vivo neutron dosimetry during high-energy bremsstrahlung radiotherapy", *Radiat. Oncol. Biol. Phys.*, 41(5), 1185-1192 (1998).
- [8] Eric J. Hall, Stewart G. Martin, Howard Amols, Tom K. Hei, "Photoneutrons from medical linear accelerators-Radiobiological measurements and risk estimates", *Radiat. Oncol. Biol. Phys.*, 33(1), 225-230 (1995).
- [9] M. Sohrabi, A. Mostofizadeh, "Measurement of photoneutron does in and out of high-energy X-ray beam of a SATURNE-20 medical linear accelerator by ECE polycarbonate detectors", *Radiat. Measurem.*, 31, 479-482 (1999).
- [10] Mala Das, T. Sawamura, M. Kitaichi, S. Sawamura, "Application of superheated emulsion in neutron spectrometry at 45 MeV electron linac", *Nuc. Inst. Metho. Phys. Resear.*, A 517, 34-41 (2004).