

## 폐기 의료용 선형가속기 Gantry 주요 부분 잔류 방사선량률 평가

김계홍\* ·곽정원\* ·박성호\* ·안승도\*·조운갑†  
울산의대 서울아산병원 방사선종양학과\*, 원자력안전기술원 방사선연구실†  
E-mail : white5950@nate.com

중심어 : 의료용 선형가속기, 방사화, 잔류 방사선량

### 서론

일반적으로 의료용 선형가속기에서 고에너지 방사선을 사용할 경우 선형가속기 구성품인 target, flattening filter, collimator, jaw, 차폐체와 치료 보조용으로 사용하는 wedge filter와 block을 방사화시킬 수 있다[1].

국내 의료용 선형가속기는 2010년 8월 기준 123대 [2]로 그 수가 급격히 증가하고 있는 추세다. 또한 국내에서 의료용 선형가속기를 환자 치료에 이용한지 20년 이상이 되어 수명이 다된 의료용 선형가속기의 해체가 증가할 것으로 예상된다.

본 연구에서는 본원에서 폐기가 결정된 고에너지 선형가속기 각각의 구성품에 대한 잔류 방사선량을 확인하기 위하여 폐기 대상의 선형가속기를 분해하여 구성 요소 별로 잔류 방사선량률을 측정하였다.

### 재료 및 방법

본 연구에서는 Varian사의 Clinac 21EX 모델 선형가속기를 폐기를 위해 해체하는 과정에서 구성품을 분리하여 방사선량을 측정하였다. 6, 15MV x-ray와 6, 9, 12, 16, 20 MeV electron beam을 이용했던 해체 선형가속기는 Beam-off 후 약 150일이 경과된 상태였다. 선정된 구성품은 방사화될 가능성이 있는 Gantry Head 주요 부분인 Target, Filter(그림 1)는 물론 Collimator, Beryllium Window, Bending-Magnet, Tungsten shield, Lead shield,

MLC leaf에 대하여 잔류 방사선량률을 측정하였다. 방사화 된 구성품의 선량률은 VICTOREEN사의 ASM-990 Survey Meter와 Beta-Gamma GM Probe를 이용하여 측정하였다. Target, Filter, Collimator, Bending-Magnet, Tungsten shield, Lead shield, MLC leaf는 다른 구성품과 완전히 분리된 상태에서 측정하였고, Beryllium Window는 Bend Magnet structure와 결합된 상태에서 측정하였다.  $\gamma$  선과  $\beta+\gamma$ 선의 잔류 방사선량률을 측정하기 위하여 Probe의 Stainless steel Shield를 이용하였다. 측정 시 방사화 된 구성품은 검출기 표면에 위치하여 측정하였다.



그림 1 폐기 의료용 선형가속기(상) 및 방사선량 측정 대상인 Flattening filter(하·좌) 및 Target(하·우)

## 결과 및 고찰

폐기 선형가속기의 구성 요소 별 잔류 방사선량률은 표 1에서와 같이 15MV x-ray filter, Electron beam filter(12, 16, 20 MeV), Collimator, Beryllium Window, Lead Shield, Tungsten Shield에서는 백그라운드 준위( $\gamma$  : 0.01mR/h,  $\beta + \gamma$  : 0.02mR/h) 보다 높은 선량률을 보이고 있었다. 특히 고에너지 x-ray와 직접 반응하는 15MV x-ray Filter와 Beryllium Window는 Beam-off 후 약 150일이 경과 하였음에도 불구하고  $\gamma$ 인 경우 각각 0.30, 0.31mR/h의 잔류 방사선량률 보이고 있으며,  $\beta + \gamma$ 인 경우 각각 1.90, 1.10mR/h의 방사선량률을 보이고 있었다.

그러나 6MV x-ray filter, 6, 9 MeV electron filter와 MLC leaf에서는 백그라운드 준위의 선량률을 나타내고 있었다. 이는 이 filter와 반응하는 x-ray와 electron의 에너지가 그 구성품을 이루는 물질의 핵자당 결합에너지 보다 낮기 때문이라 판단된다.

표 1 폐기 선형가속기 구성 요소 별 선량률

Components	Dose Rate (mR/h)	
	$r$	$\gamma + \beta$
20MeV Electron Filter	0.07	0.12
16MeV Electron Filter	0.05	0.12
12MeV Electron Filter	0.04	0.06
9MeV Electron Filter	Background Level	
6MeV Electron Filter	Background Level	
15MV x-ray Filter	0.30	1.90
6MV x-ray Filter	Background Level	
Target	0.10	2.10
Beryllium Window	0.31	1.10
Collimator	0.02	0.04
MLC leaf	Background Level	
Lead Shield	0.03	0.06
Tungsten Shield	0.17	0.43
<b>Background Level</b>	<b>0.01</b>	<b>0.02</b>

## 결론

본 연구에서 폐기된 선형가속기의 잔류 방사선량률 확인하기 Beta-Gamma GM Tube를 이용하여 Gantry 주요 구성 요소에서의 방사선량률을 측정하였다. 저에너지 x-ray(6MV)와 electron beam(6, 9MeV) Filter에서는 거의 방사화가 되지 않았음을 확

인하였으며 그 이외의 구성품은 고에너지 방사선에 의해 잔류방사선이 유의하게 존재하고 있음을 확인하였다.

비록 폐기된 의료용 선형가속기 구성품의 방사선량률 대한 결과만을 얻을 수밖에 없었지만 이 결과만으로도 의료용 선형가속기 해체 시 방출되는 방사성핵종의 반감기, 방사능, 선량률 등을 고려하여 해체 시기 및 방사화 된 구성품의 관리 체계에 대해 적극적으로 검토할 필요가 있다고 판단된다. 또한 앞으로 의료용 선형가속기에 대한 잔류 방사성핵종, 방사능에 관한 연구가 필요하겠다고 판단된다.

## 참고 문헌

1. Zanini A., Durisi E., Fasolo F., Ongaro C., Visca L., Nastasi U., Burn K. W., Scielzo G., Adler J. O., Annand J. R. M. and Rosner G., "Monte Carlo simulation of the photoneutron field in linac radiotherapy treatments with different collimation systems, Phys. Med. Biol., 49, pp. 571-582, (2004)
2. 금미현, 박성호, 서보균, 조운갑, "국내 치료용 방사선발생장치 차폐 설계 현황", 춘계학술발표회 논문요약집, pp. 426-427, (2010)