

# 방사선 치료실 벽면 거리에 따른 심부선량과 표층선량 평가

제재용

동의과학대학 방사선과

## Evaluation of Depth Dose and Surface Dose According to Treatment Room Wall Distance

Jaeyong Je

*Department of Radiological Technology, Dong-Eui Institute of Technology*

### 요 약

본 연구는 방사선 치료실 벽면 거리에 따른 표층선량과 심부선량에 관하여 알아보고자 한다. 선형가속기에서 발생하는 고에너지 광자선은 치료기 헤드, 콜리메이터, 환자, 치료실내의 모든 벽과 물질들에 의하여 많은 산란선이 발생된다. 산란선의 측정은 열형광선량계(TLD)를 사용하였다. 선형가속기의 회전중심으로부터 벽까지의 거리는 236, 272, 303과 337 cm로 측정되었다. 6 MV 광자선을 100 cGy와 200 cGy를 조사한 결과 벽까지의 거리가 짧은 236 cm에서 표층선량은 0.49, 0.83 mSv이고, 272 cm에서는 0.41, 0.53 mSv, 303 cm에서는 0.28, 0.57 mSv, 337 cm에서는 0.33, 0.76 mSv로 각각 나타났다. 치료실 벽의 거리에 따라 표층선량은 현저한 차이를 나타내었다. 이러한 결과는 방사선 치료환자의 확률적영향과 관련하여 유용한 자료로 활용될 것이다.

Key-Word : 산란선, 열형광선량계, 표층선량, 확률적영향

### Abstract

This study was intended to evaluate the surface dose and depth dose of according to the distance of the treatment room wall. High energy photon beams from linear accelerators produce large scattered radiation by various components of the treatment head, collimator and walls or objects in the treatment room including the patient. The scattered radiation measured by thermoluminescence dosimeter(TLD). Linear accelerators rotation center of the four walls(X) distance was measured to be 236, 272, 303, and 337 cm. The result of 100 cGy and 200 cGy of 6 MV photon irradiation, surface dose was 0.49, 0.83 mSv at 236 cm of the shortest distance to the wall, In 272 cm 0.41, 0.53 mSv, 303 cm in the 0.28, 0.57 mSv, and 337 cm distance from the wall in the 0.33, 0.76 mSv surface dose respectively. There was remarkable difference in the surface dose among the treatment room wall distance. The results of useful data in relation to stochastic effect for radiation therapy patients.

Key Word : Scattered radiation, Termoluminescence dosimeter, Surface dose, Stochastic effect

## I. 서론

고에너지 방사선 치료를 하기 위하여 방사선 치료의 목적은 종양조직에 최대의 선량을 조사하고 정상 조직에는 최소한의 선량이 조사되어야 한다. 종양 치료를 위해 MV 광자선을 사용함에 있어서 고려되어야 할 중요한 점은 환자에게 피폭되는 표층선량의 양이다<sup>[1-3]</sup>.

방사선치료에서 적은 선량의 방사선이라도 방사선의 확률적인 장해를 발생시킬 수 있고 수명을 단축시킬 수 있기 때문에 방사선의 정당화를 위하여 치료이외 부위는 최대한 방사선 피폭을 감소시켜야 한다. 즉, 방사선 치료는 종양에 따라서 최소한 30 Gy에서 80 Gy까지 조사되고 수일에 걸쳐 반복 조사되기 때문에 환자의 확률적 장해와 유전적인 영향까지 고려되어야 한다. 가임여성의 경우 난소에 2.5~5 Gy는 영구불임이 될 수 있으며, 가임 남성의 정자는 0.15 Gy에서 불임현상이 나타나고 3.5~6 Gy에서 영구불임이 초래될 수 있다. 그리고 수정체에 나타나는 확정적 영향은 수정체 혼탁과 백내장이다. 수정체 혼탁의 문턱 값 선량은 1회 피폭 시 0.5~2 Gy, 장기 피폭 시 0.1 Gy/년 이상이다.

의료용 선형가속기에서 발생하는 산란전자의 원인은 조리개, 필터, 공기 등이 있고<sup>[4,5]</sup>, 그 중에서도 조사면내의 부속물의 존재가 전자오염을 증가시킨다는 것이 일반적이다<sup>[6]</sup>. 산란전자는 장치 내에서 오는 것이 대부분이지만 장치 밖에서 발생하는 것도 무시할 수는 없다<sup>[7]</sup>. 즉, 방사선 조사 시 방사선원으로부터 직접 조사되는 방사선은 조사면에 국한되지만 조사된 방사선이 주변 물체 등에서 산란된 후 환자에게 미치는 방사선은 특정 부위에 국한되지 않으므로 방사선의 확률적 영향을 줄이기 위해서라도 중요하게 고려되어야 한다. 그리고 고에너지 방사선은 악성 종양 환자들의 치료성적을 향상시키고 치료 후 방사선에 의한 만성효과가 발생할 수 있으므로 산란선의 측정이 확률적영향을 감소시키기 위해서라도 꼭 필요한 부분이다.

본 연구는 각 의료기관에서 방사선 치료실 크기가 규격화되지 않은 방사선 치료실내의 측면 벽에서 발

생된 산란 전자가 환자가 위치한 치료 테이블에 다시 도달하는 산란선을 측정함으로써 향후 방사선 치료환자의 확률적 장해를 줄이고 방사선 치료실 크기의 규격화를 위한 자료로 활용하고자 한다.

## II. 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

방사선 치료실내의 선형가속기 회전 중심점에서 치료실 측면 벽까지의 거리에 따른 산란선을 측정하기 위하여 방사선 치료실 크기가 다른 부산지역 2개 대학 병원 4곳의 방사선 치료실을 측정대상으로 하였다.

### 2. 실험방법

고 에너지 방사선은 의료용 선형가속기에서 발생시킨 6 MV의 광자선을 사용하였고 방사선측정용 차폐블록은 저 용융점 납 합금(Cerrobend)을 이용하여 그림 1과 같이 제작하였고 차폐블록의 두께는 선형가속기 헤드부분에서 발생한 산란선이 측정 물질인 열형광선량계(TLD)에 영향을 주지 않도록 8 cm로 하였다(그림 1). 그리고 방사선 치료부위는 다양하고 각 부위에 따른 방사선 투과 선량이 지수함수적으로 감소하므로 방사선 치료기에서 발생한 1차선이 방사선 치료실 벽면에 조사되도록 하고 치료실 벽면에서 산란된 산란선의 측정은 열형광선량계(UD-802AS, Panasonic, US)를 사용하였다. 설정된 조사면은 10×10 cm<sup>2</sup> 이다. 선형가속기 타겟부터 열형광선량계까지의 거리는 100 cm의 동일 위치에서 2개의 TLD를 준비하여 한 개의 열형광선량계에는 조사선량을 100 cGy 조사하고 다른 한개는 200 cGy를 각각 2번 조사하였다.

그림 2에서 X의 거리는 A병원 1치료실(Clinac 21EX, Varian, US)에서 303 cm 이고, A병원 2치료실(Clinac iX, Varian, US)에서의 거리는 337 cm이다. 그리고 B병원의 1치료실(Clinac iX, Varian, US)의 거리는 272 cm이고, B병원의 2치료실(Clinac 600C, Varian, US)에서의 거리는 236 cm로 측정되었다.

고 에너지 방사선에 의한 산란선은 방사선 치료실 벽면 뿐만 아니라 선형가속기의 부속물에 의해서도

발생이 되므로 열형광선량계와 차폐블록의 중심 위치는 방사선 조사면과 차폐블록이 분리되도록 선형가속기 회전 중심에서 아래로 8 cm, 겐트리 방향으로 10 cm에 위치시켜 조사면의 경계에서 차폐블록과 겹치지 않도록 분리 시켰다.

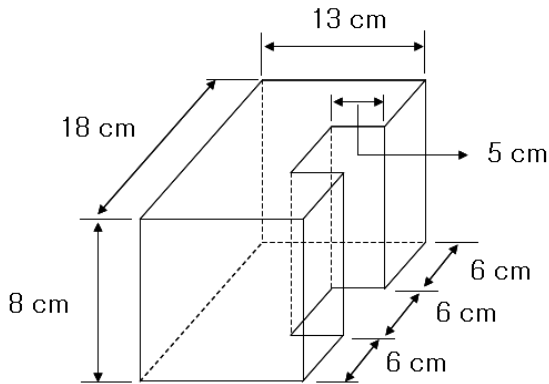


그림 1. 열형광선량계 부착용 차폐블록 계략도

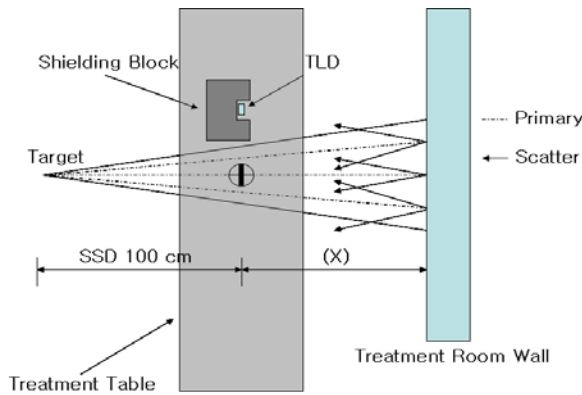


그림 2. 산란선 측정 계략도

### III. 결과

선형가속기의 회전 중심에서 치료실 측면 벽의 거리에 따른 산란선을 측정하였다. 6 MV 광자선을 동일 위치에서 조사하여 얻은 2개의 열형광선량계 평균 측정결과 값을 보면 A병원 1치료실에서 100 cGy 조사에 의한 심부선량과 표층 선량이 0.28 mSv로 나타났고, 200 cGy 조사에서 0.57 mSv로 나타났으며, A병원 2치료실에서 100 cGy 조사에 의한 심부선량과 표층 선량

이 0.33 mSv로 나타났고, 200 cGy 조사에서 0.56과 0.76 mSv로 2치료실의 200 cGy 조사 시 심부선량과 표층선량에서 표층 선량이 증가하였다. 그리고 B병원의 1치료실에서 100 cGy 조사에 의한 심부선량과 표층 선량이 0.30과 0.41 mSv로 나타났고, 200 cGy 조사에서 0.53 mSv로 나타났으며, B병원 2치료실에서 100 cGy 조사에 의한 심부선량과 표층 선량이 0.32와 0.49 mSv로 나타났고, 200 cGy 조사에서 0.64와 0.83 mSv로 치료실의 선형가속기 회전중심에서 치료실 측면 벽까지의 거리가 가까운 치료실에서 벽면에서 발생한 산란선이 치료대에 설치한 열형광 선량계에 많이 도달하여 심부선량과 표층선량이 증가하였다. 측정 결과는 표1과 표2에 나타내었다.

표 1. 방사선치료실 벽면거리에 따른 표층선량[mSv]

dose (cGy)	distance (cm)			
	236	272	303	337
100	0.49	0.41	0.28	0.33
200	0.83	0.53	0.57	0.76

표 2. 방사선치료실 벽면거리에 따른 심부선량[mSv]

dose (cGy)	distance (cm)			
	236	272	303	337
100	0.32	0.30	0.28	0.33
200	0.64	0.53	0.57	0.56

측정 결과에서 나타난 방사선 치료 벽면에서의 산란선은 100 cGy 조사된 심부의 측정값에서는 거의 변화가 없으나 표층의 선량은 거리가 가장 짧은 236 cm와 가장 긴 337 cm의 치료실보다 0.16 mSv가 증가하는 결과를 나타내었다. 즉, 치료실 벽면에서 발생한 산란선은 그림 3과 그림 4의 비교에서 Fig. 4의 100 cGy 조사 시 심부 선량에는 산란선의 영향이 적어 거리에 따른 선량의 변화가 0.32, 0.30, 0.28, 0.33 mSv로 적게 나타났다.

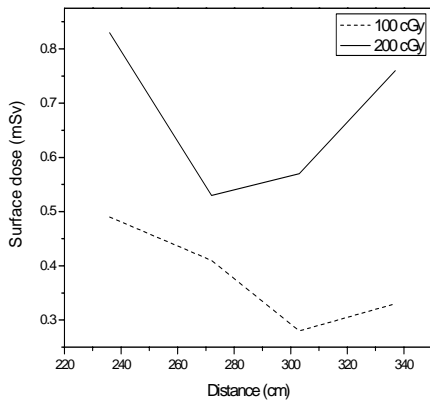


그림 3. 조사 선량에 따른 치료실벽면 거리의 표층선량변화

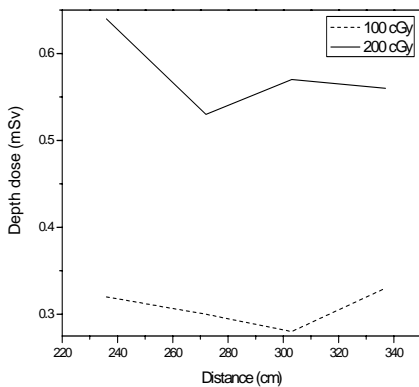


그림 4. 조사 선량에 따른 치료실벽면 거리의 심부선량변화

#### IV. 고찰

방사선의 영향을 신체적 영향과 유전적 영향으로 나누면 신체적 영향에서 급성효과와 만성효과로 나뉘고 유전적 영향은 방사선을 받은 사람의 자손에게 나타나는 영향이다. 방사선의 만성효과로 인하여 나타나는 영향은 발암, 백내장, 수명 단축등이 있고 방사선에 의한 유전적 이상 발생 빈도는 모든 사람이 10 mSv의 방사선에 피폭될 경우 그 자손에서 이상이 나타날 가능성은 피폭자의 자녀에서 출생인구 백만 명당 50명 정도로 알려져 있다. 즉 적은양의 방사선 피폭이라 할 지라도 방사선에 의한 확률적 영향은 증가된다. 현재 국내 방사선 치료는 수년에서 수십 년 전부터 설치되었고 운영되고 있으며 신규로 개설하는 방사선치료실은 방사선 치료 장비의 운영에서 불편함이 없을 정도

의 크기로 설계되어진다. 하지만 국내에서 운영되고 있는 방사선 치료실의 크기는 각 병원의 환경과 제한된 구조로 인하여 각 병원별로 그 크기가 다르다.

본 연구에서 연구대상이 된 부산지역 2곳의 방사선 치료실만 비교하더라도 치료기 회전중심으로부터 치료실 측면 벽까지의 거리가 가장 짧은 곳과 가장 긴 곳의 차이가 101 cm 차이가 난다. 이러한 치료실의 크기 차이는 치료중 환자의 종양이 위치한 치료기 회전중심과 치료실 측면 벽까지의 거리가 짧아져 벽면에서 발생된 산란선이 치료 중 환자에게 더 많은 영향을 준다. 그리고 조사되는 방사선 선량이 2배로 조사하여 측정된 결과에서 선량이 2배로 늘어나더라도 벽면에서 발생된 산란선이 2배로 늘어나지는 않는다. 즉, 방사선 치료실 벽면에서 발생된 산란선은 조사되는 선량과 거리에 따라 규칙성이 없이 나타났으므로 일정한 방향으로만 산란선이 산란되지 않고 동일한 조건 일지라도 각 방사선 치료실의 내부 구조 차이로 인하여 불규칙적으로 산란선이 발생되었다는 것을 알 수 있다.

#### V. 결론

방사선 치료는 치료하고자하는 종양에 최대한의 방사선량이 조사되어야 한다. 하지만 각 의료기관의 환경과 방사선 치료실의 크기가 제한적인 구조로 인하여 크기가 규정되어있지 않아 방사선 치료기 회전중심으로부터 방사선 치료실 측면 벽까지의 거리가 가까운 곳의 치료실은 치료실 벽면으로부터 발생된 산란선이 치료중인 환자에게 더 많은 영향을 주는 것으로 나타났다. 그 차이는 방사선 치료실의 가장 긴 곳과 가장 짧은 곳의 치료실에서 101 cm로 나타났으며, 거리에 따른 표층선량의 차이는 0.16 mSv로 거리가 짧아지면 표층선량이 증가함을 알 수 있었다. 그러나 방사선 치료실 벽면에서 발생한 산란선은 심부까지 도달하지 못하고 표면에서 대부분 감쇠하여 거리에 따른 심부선량의 변화는 표층선량의 변화와 비교하여 그 변화가 적게 나타남을 알 수 있었다.

본 연구를 통하여 방사선 치료로 인한 방사선의 확률적 영향을 감소시키기 위해 최소한의 방사선 치료실 크기가 규정화되어야 할 것으로 사료된다.

### 참 고 문 헌

- [1] Attix. F. H, Lopez. F, Owolabi. S and Paliwal.B. R, “Electron contamination in gamma-ray beams”, Med Phys, Vol. 10, No. 3, pp.301-306, 1983.
- [2] Peti P. L, Goodman M. S, Gabriel T. A and Mohan R, “Investigation of buildup dose from electron contamination of clinical photon beams”, Med Phys, Vol. 10, No. 1, pp.18-24, 1983.
- [3] Ling. C. C, Schell. M. C and Rustgi. S. N. "Magnetic analysis of the radiation components of a 10 MV photon beam", Med Phys, Vol. 9, No. 1, pp.20-26, 1982.
- [4] Padikal. T. N and Deye. J. A, "Electron contamination of a high-energy X-ray beam", Phys Med Biol, Vol. 23, No. 6, pp.1086-1092, 1978.
- [5] Velkely. D. E, Manson. D. J and Purdy. J.A et. al, "Build-up region of megavoltage photon radiation sources", Med Phys, Vol. 2, No. 1, pp.14-19, 1975.
- [6] Gagnon. W. F, "Surface dose from megavoltage therapy machines", Radiology, Vol. 117, pp.705-708, 1978.
- [7] Mackie. T. R and Scrimger. J. W, "Contamination of a 15-MV photon beam by electrons and scattered photons", Radiology, Vol. 114, pp.403-409, 1982.