

# 비대칭 조사야가 출력계수에 미치는 영향

서울대학교병원 치료방사선과

정치훈 · 이제희 · 박진홍 · 박흥득

## I. 서 론

최근에 개발되는 대부분의 선형가속기는 네 방향의 조리개가 독립적으로 움직이는 시스템을 갖추고 있다. 이 시스템은 기계의 중심축에서 벗어나 중심을 가진 조사야 즉, 비대칭 조사야를 형성할 수가 있는데 이것은 무거운 차폐블럭의 사용을 줄일 수 있어 환자와 종사자 모두에게 안전성과 편리성을 제공한다.

한편, 비대칭 조사야는 크게 네가지 이유로 인하여 같은 크기의 대칭 조사야와 비교시 중심 선량의 변화를 가져오게 되는데, 그 원인은 다음과 같다. 첫째, 조리개 상단부로 부터 가속기 이온 챔버로 후방산란된 광자로서 이것은 이온 챔버의 측정값을 증가시켜 측정하고자 하는 선량보다 적은 값에서 선량(X선)을 중지시키며, 둘째는 선형가속기 머리(Head)부분으로 부터의 전방산란으로 여기에는 조리개, 선속평탄여과판(flattening filter)등 측정점에 산란선을 기여하는 모든 구성물들이 포함되겠으며, 셋째는 팬텀내의 산란선에 의한 것이고, 네번째는 Primary profile상의 뿔(Horn)에 기인한 출력의 변화이다. 그러므로 비대칭 조사야를 임상에 적용하기 위해서는 변화된 중심에서의 정확한 출력 자료를 측정하여 선량계산에 이용하여야 하겠다.

이에 본 저자는 대칭 조사야와 비대칭 조사야의 출력계수에 대한 측정결과를 보고하고자 한다.

## II. 실험장비 및 방법

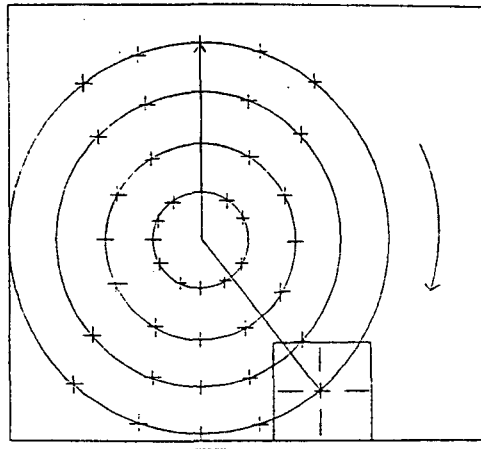
### 1. 실험장비

- Linear Accelerator (Clinac-2100C, Varian, USA)
- Polystyrene Phantom
- Electrometer (Keithley 35616)
- Farmer-type chamber (sensitive volume 0.6cc)

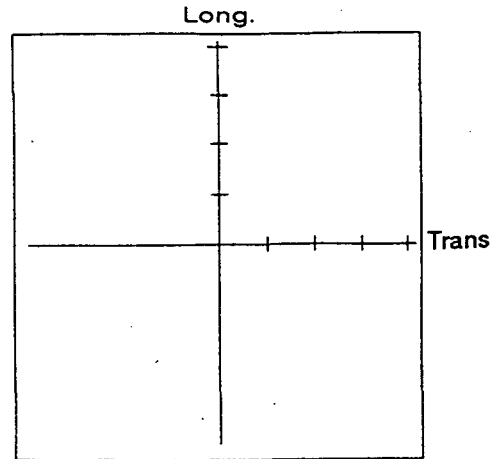
### 2. 실험방법

- 1) 비대칭 조사야의 방향의존성을 측정하기 위하여 조사야 10×10cm, 선원표면간 거리 100cm, 에너지 6, 10MV X선을 사용하였다.

- 2) 각 비대칭 조사야의 중심을 중심축(Isocenter)을 기준으로 2.5cm, 5.0cm, 7.5cm, 10cm 거리를 유지하며 원이동하여 각 비대칭 조사야의 중심점의 선량을 최고선량점 깊이에서 측정하였다.(참조 그림 1)
- 3) 조사야 변화와 중심의 이동에 의한 영향을 알아보기 위해 4×4, 6×6, 8×8, 10×10, 15×15, 20×20cm의 조사야를 각각 횡·종방향으로 중심축으로 부터 2.5, 5.0, 7.5, 10cm로 이동하며 측정하였다.(참조 그림 2)
- 4) Clinac 2100C의 상부 조리개(Upper collimators)는 중심축(Isocenter)에서 반대편으로 10cm를 이동시킬 수 있는 반면 하부 조리개(Lower collimators)는 2cm만 가능하여 방법 2)와 3)의 7.5cm와 10cm에서는 제한된 지점에서만 측정이 가능하였다.(참조 그림 1, 2)



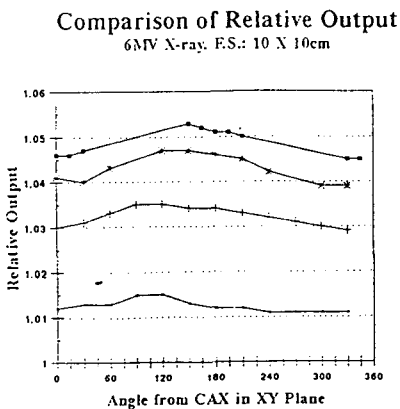
〈그림 1〉



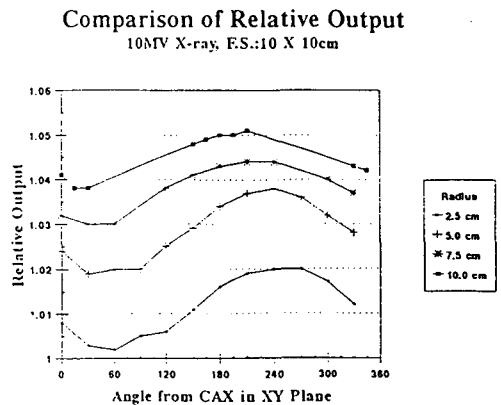
〈그림 2〉

### III. 결 과

- 1) 비대칭조사야의 방향의존성 측정결과 그림 3, 4에서 보이는 바와 같이 6MV X선에서는 편차가  $\pm 0.4\%$ , 10MV X선에서는  $\pm 0.9\%$ 로 나타났다.



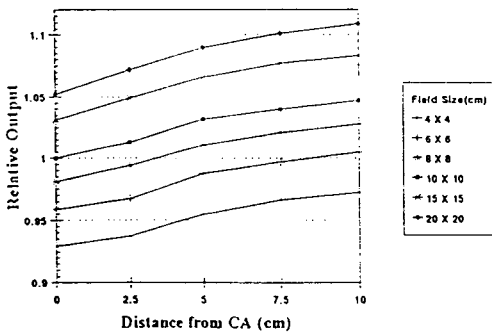
〈그림 3〉



〈그림 4〉

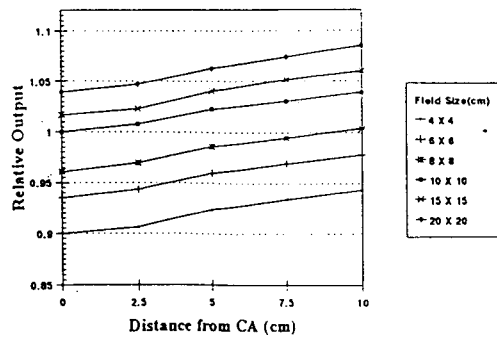
2) 그림 5, 6은 조사야를 변화시키며 대칭조사야 중심축에서 비대칭조사야의 중심을 종방향으로 이동시켜 측정한 결과이다. 여기서, 6MV X선은, 조사야 4×4, 6×6, 8×8, 10×10, 15×15, 20×20cm에서 중심축(대칭조사야)의 출력계수는 0.929, 0.959, 0.981, 1.000, 1.031, 1.052, 중심이 10cm 이동된 지점(비대칭조사야)에서의 출력계수는 0.972, 1.005, 1.028, 1.047, 1.083, 1.109로서 이는 중심축으로부터 거리가 멀어질수록 각조사야 마다 비슷한 양상으로 출력계수가 증가하였다. 10MV X선은, 조사야 4×4, 6×6, 8×8, 10×10, 15×15, 20×20cm에서 중심축(대칭조사야)의 출력계수는 0.900, 0.935, 0.961, 1.000, 1.017, 1.039 중심이 10cm 이동된 지점(비대칭조사야)에서의 출력계수는 0.943, 0.978, 1.004, 1.039, 1.060, 1.085로 6MV X선일 때와 비슷한 결과로 나타났다.

Comparison of Relative Output  
6MV X-ray(Longitudinal)



<그림 5>

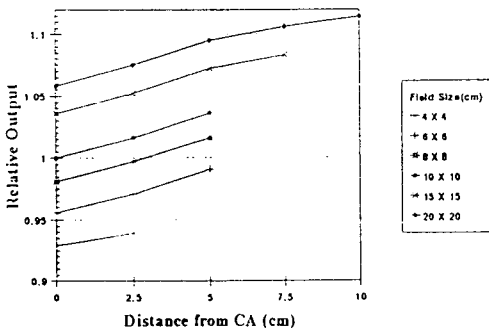
Comparison of Relative Output  
10MV X-ray(Longitudinal)



<그림 6>

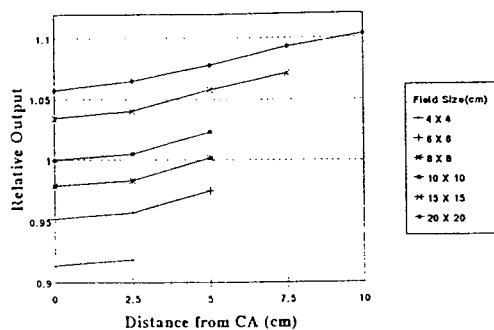
3) 그림 7, 8은 중심축에서 횡방향으로 이동시켰을 때의 결과로서 6MV X선은, 조사야 4×4, 6×6, 8×8, 10×10, 15×15, 20×20cm에서 중심축(대칭조사야)의 출력계수는 0.929, 0.956, 0.981, 1.00, 1.036, 1.058 중심이 2.5, 5.0, 7.5, 10cm 이동된 지점(비대칭조사야)에서의 출력계수는 0.914, 0.952, 0.979, 1.000, 1.034, 1.057 중심이 2.5, 5.0, 7.5, 10cm 이동된 지점(비대칭조사야)에서의 출력계수는 0.919, 0.975, 1.002, 1.023, 1.071, 1.103으로 6MV X선일 때와 비슷한 결과로 나타났다.

Comparison of Relative Output  
6MV X-ray(Transverse)



<그림 7>

Comparison of Relative Output  
10MV X-ray(Transverse)



<그림 8>

## IV. 결 론

비대칭조사야 출력계수의 방향의존성은 6MV X선에서보다 10MV X선에서 크게 나타났으며, 또한 각에너지(6MV, 10MV)에 있어서 중심이 중심축에서 멀어짐에 따라 비대칭조사야의 출력계수는 대칭 조사야와 비교하여 점차로 증가하였다. 비대칭조사야를 이용하여 방사선치료를 시행할 경우, 선량계 산은 실측에 의해 적용하는 것이 바람직하였다.

## 참 고 문 헌

1. F.M. Khan, B.J. Gerbi, and F.C. Deibel, "Dosimetry of asymmetric x-ray collimators," *Med. Phys.* 13, 936-941(1986).
2. G. Marinello and A. Dutriex, "A general method to perform dose calculations along the axis of symmetrical and asymmetrical photon beams," *Med. Phys.* 19, 275-281(1992).
3. S.J. Thomes and R.L. Thomas, "A beam generation algorithm for linear accelerators with independent collimators," *Phys. Med. Biol.* 35, 325-332(1990).
4. K. L. Prado and D.L. Royce, "Asymmetric field calculations," *Med. Dosimetry* 17, 95-99 (1992)
5. C. Chui, R. Mohan and D. Fontenia, "Dose computations for asymmetric fields defined by independent jaws," *Med. Phys.* 15, 92-95.
6. K.R. Kase and G.K. Svensson, "Head scatter data for several linear accelerators(4-18MV)," *Med. Phys.* 13, 530-532(1986).
7. F.M. Khan, W. Sewchand, J. Lee and concepts for cobalt 60 and higher energy x-ray beams," *Med. Phys.* 7, 230-237(1980).
8. G. Luxton and M.A. Astrahan "Output factor constituents of a high-energy photon beam," *Med. Phys.* 15, 88-91(1988).
9. C. Duzenli, B.McClean and C.Field "Backscatter into the beam monitor chamber : Implications for dosimetry of asymmetric collimators," *Med. Phys.* 7, 230-237(1980).
10. W.F. Hanson and L.W. Berkley, "Calculative technique to correct for the change in linear accelerator beam energy at off-axis points," *Med. Phys.* 7, 147-150(1980).
11. J. Palta, K. Ayyangr and N. Suntharalingam, "Dosimetric Characteristics of a 6-MVphoton beam from a linear accelerator with asymmetric collimator jaws." *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 14. 383-387(1988).