한방계학지, Vol. 22, No. 2, 1999

ISSN 1226-2854

6 MV Linac을 이용한 Symmetric field와 Asymmetric field에서 Wedge factor의 비교 고찰

광주보건대학 방사선과

지연상 · 한재진

-Abstract-

Intercomparison of Wedge factor for Symmetric field and Asymmetric field used 6MV Linac

youn sang Ji · jae jin Han

Dept. of radiological technology Kwang-ju Health college

Therapy equipment have taken progress for Cancer make use of Radiation for the normal tissue system make much of important for shielding. In modern times independent jaw setting to used equipment as possible make use of asymmetric field.

Therefore, the asymmetric field be leave out of cosideration wedge factor because of with used wedge for the most of part.

These experimentation find out have an effect on the dosimetry of out put compared with of the difference between the symmetric field and asymmetic field for the wedge factor.

Ⅰ. 서 론

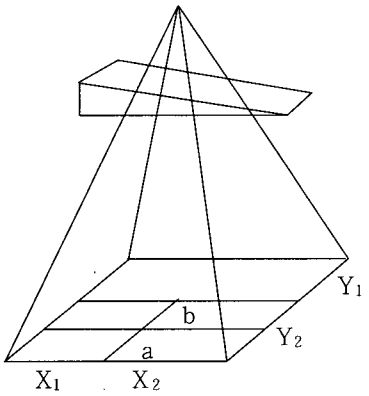
적절한 치료 효과를 얻기 위해서는 병소부위에 알맞은 조사야와 균등한 선량분배가 고려되어져야 한다. 최적의 조사야는 종양을 가장 알맞은 선량으로 적용하는 것으로 정상조직의 피폭을 최소화하기 위해서 콜리메이터나 콘(cone)등이 개발되었다. 특히 최근에 다분할 콜리메이터를 이용하여 병소부위의 병소모양에 맞추어 조절하는 시스템이 개발되어졌다. 이 다분할 콜리메이터는 널리 보급되지 않아 현재 보다 많이 쓰이는 것으로 선형가속기에 한 개 또는 그 이상의 콜리메이터를 각자 독립해서 움직이게 할 수 있도록 되어 있는 half collimator field가 이용되고 있다. 이러한 independent jaw는 임상응용에 있어서 많은 장점들을 찾을 수 있는데[1~3], 조사야의 크기를 독립적으로 조절함에 따라 단순히 콜리메이터로써의 기능뿐만 아니라 블록(block)의 효과를 나타내는 데에도 사용되고 있다.

Half collimator beam을 이용하여 치료하는 부위는 대체로 표면으로 돌출된 종양이나 유방암(breast cancer)이 대상이 되며[4], 치료방법은 주로 접선조사(tangential technique)를 많이 이용하고 있다. 두경부(head and neck), 흉부와 같은 wedge 필터가 필요한 부위에서 half collimator field를 사용하기 위해서는 wedge factor의 합리성이 고려되어 져야 된다는 것이다. 즉 wedge system이 field size에 따른 wedge factor의 변화, 깊이에 따른 변화, wedge를 사용함으로써 hardening이 일어날 수 있기 때문에 wedge를 사용함으로써 발생하는 감소선량에 대한 보정이 어느정도 필요하다는 것이다. 그러므로 Wedge 필터를 사용함으로 wedge 자체에 흡수와 감약으로 인해 변화된 출력을 보정하기 위한 wedge factor가 문제되어진다. 이러한 wedge factor는 wedge 시스템에서는 조사야에 영향을 받는다는 것으로 입증되어지고 있으나 wedge factor가 기준조사야(10×10㎠)에서 계산되어진 wedge factor만을 일률적으로 적용하고 있다[5~8]. 특히 비대칭 조사야에서는 wedge 사용으로 인한 wedge factor가 고려되어지지 않고 있다. 본 실험에서는 조사야에 따른 대칭 조사야와 비대칭 조사야에서의 wedge factor의 차이를 비교하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 재료

· 선형 가속기 : Clinac 600C Varian(U.S.A)



a. Asymmetric field의 측정 point
b. Symmetric field의 측정 point

Fig. 1. Symmetric and asymmetric field for wedge factor of measurement point

- Electrometer : Keithley MK 614
- Ionization chamber : Capintec, farmer type (Volume 0.6cc)
- Wedge filter : 15°, 30°, 45°, 60°
- Acryl phantom (polystyrene : 1.05 g/cm^3)

2. 실험방법

조선대학부속병원의 clinac 600 C를 이용하였으며, 측정은 SSD 100 cm가 되게 위치시키고 6MV X선을 이용하여 공기중 팬텀의 Dmax지점인 1.5cm 깊이에서 측정기를 두고 대칭 조사야를 5×5, 10×10, 15×15, 20×20 cm로 하고 개방선원(open beam)의 100MU 출력 선량으로 3회 측정하여 평균값을 구했다.

Wedge 필터는 15°, 30°, 45°, 60°로 유니버샬 시스템을 사용하여 각 조사야를 3회 측정하여 평균값으로 대칭과 비대칭에 대한 wedge factor를 구하기 위해서 Fig. 1에서 보는바와 같이 각각의 field size에서 X축(X_1, X_2)은 그대로 두고 Y축(Y_1, Y_2)에서 Y_1의 조사야를 줄여 half collimated 상태에서 조사야(5×2.5, 10×5, 15×7.5, 20×10)에 대하여 출력지수(output factor)를 측정하였다.

3. 제한점

본 실험에서 사용했던 선형가속기 장치는 조사야 20×20 cm^{2}에서의 wedge 시스템은 60° 사용이 제한된 시스템이다.

Ⅲ. 결 과

Wedge factor는 wedge 필터로 인해 손실되는 출력을 보상하기 위한 것으로 wedge 필터의 사용에 있어서 중요한 요소이다. 이러한 wedge factor는 조사야와 wedge 각에 의해 영향을 받게 되는데 이것은 wedge를 사용했을 때와 사용하지 않았을 때의 선량의 비로써 결정되어진다. Table 1은 open beam을 100MU로 설정하고 대칭과 비대칭의 출력지수를 측정한 데이터 값을 나타낸 것이다.

Table 2와 3은 대칭 조사야와 비대칭 조사야에서 얻은 출력지수값을 Table 1에서 얻은 개방선원의 출력지수값과 계산하여 얻은 wedge factor값이다. 여기에서 알수

Table 1. Output factors of symmetric and asymmetric of open beam.

(units : 10^{-11} coulomb)

output \ field size (cm²)	5×5	10×10	15×15	20×20
symmetric	1.767	1.858	1.905	1.936
asymmetric	1.721	1.819	1.895	1.943

Table 2. Wedge factors of Symmetric field

field size(cm²) \ Wedge angles	15°	30°	45°	60°
5×5	0.705	0.541	0.485	0.405
10×10	0.708	0.546	0.488	0.408
15×15	0.711	0.550	0.493	0.412
20×20	0.717	0.559	0.498	

Table 3. Wedge factors of Asymmetric field

field size(cm²) \ Wedge angles	15°	30°	45°	60°
5×5	0.705	0.540	0.483	0.402
10×10	0.706	0.541	0.483	0.402
15×15	0.706	0.542	0.484	0.403
20×20	0.708	0.545	0.484	

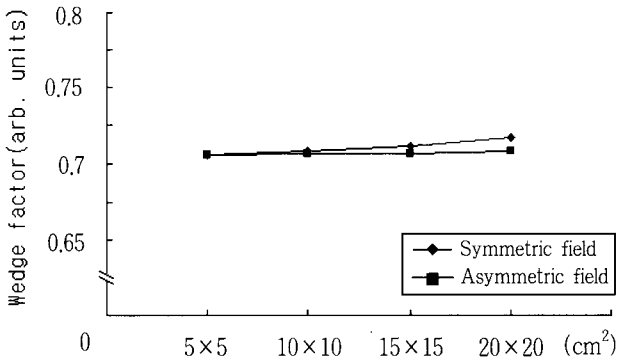


Fig. 2. The wedge transmission factors for symmetric and asymmetric fields for 15° wedge angle.

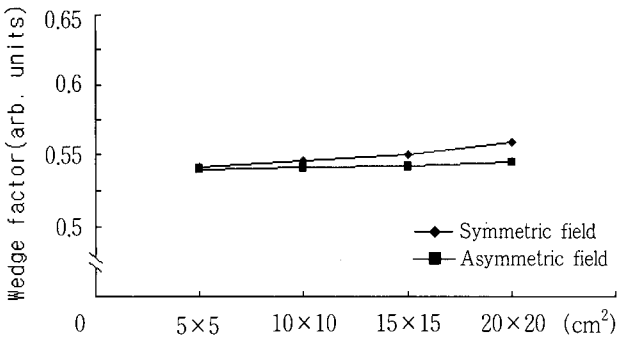


Fig. 3. The wedge transmission factors for symmetric and asymmeric fields for 30° wedge angle.

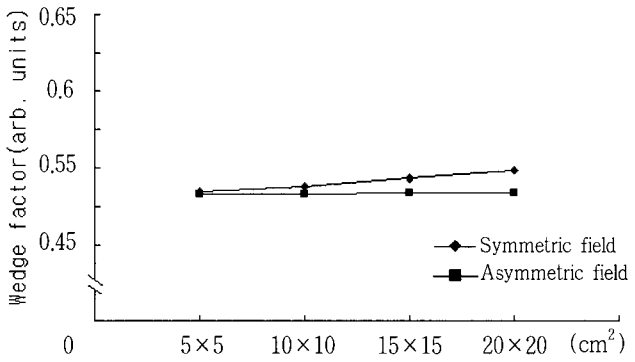


Fig. 4. The wedge transmission factors for symmetric and asymmetric fields for 45° wedge angle.

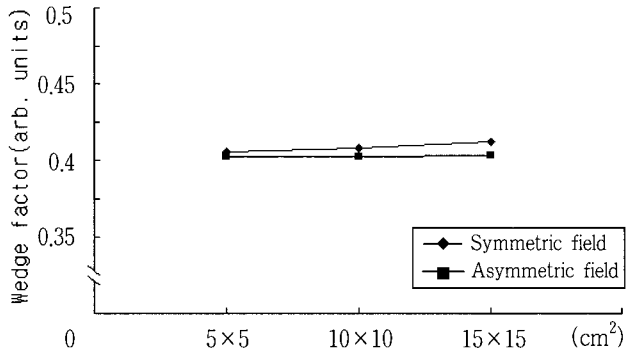


Fig. 5. The wedge transmission factors for symmetric and asymmetric fields for 60 wedge angle.

있는 것은 대칭 조사야와 비대칭 조사야에서 조사야가 클수록 wedge factor값이 커짐을 알 수가 있다. 또한 wedge 각이 증가할수록 wedge factor는 감소함을 알수 있다.

아래 도식된 Fig. 2, 3, 4, 5에서 나타난 것은 비대칭 조사야가 대칭 조사야보다 wedge factor의 변화율의 차이가 조금씩 작음을 알 수 있다. 대칭 조사야에 비해 비대칭 조사야의 중심은 조사야가 변함에 따라 산란의 정도가 작은 수치이지만 달라지기 때문이다. 대칭 조사야와 비대칭 조사야의 Wedge factor값을 더 자세히 비교해보

Table 4. Symmetric field for the asymmetric field of Wedge factors ratio

wedge angles / field size(㎠)	15°	30°	45°	60°
5×5	1	1.002	1.004	1.007
10×10	1.003	1.009	1.010	1.015
15×15	1.007	1.015	1.019	1.022
20×20	1.013	1.026	1.029	

Table 5. Symmetric and asymmetric fields of the Wedge factor difference

Wedge angles / field size(㎠)	15°	30°	45°	60°
5×5	0	0.001	0.002	0.003
10×10	0.002	0.005	0.005	0.006
15×15	0.005	0.008	0.009	0.009
20×20	0.009	0.014	0.014	

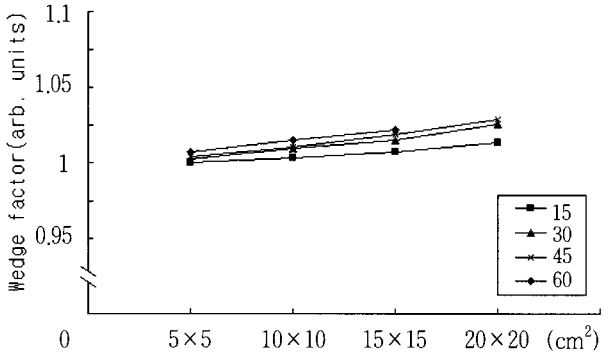


Fig. 6. Symmetric and asymmetric fields for the wedge factors ratio

기 위해 Wedge factor ratio를 Table 4와 Fig. 6에 나타내었다.

Table 4과 Fig. 6에서 나타나 있듯이 대칭 조사야의 wedge factor값이 비대칭 조사야의 그것보다 값이 더 커서 1이상의 수치를 얻었으며 wedge factor ratio 또한 wedge factor와 같이 조사야와 wedge각이 증가할수록 소수점 세 번째 자리에서 커짐을 알 수 있다. 이러한 결과에서 어떠한 변화를 가져오는 가는 출력의 안정성을 평가하는 중요한 요인이 된다. 그러므로 대칭 조사야와 비대칭 조사야의 wedge factor차이를 Table 5에서 알아보았다.

Table 5에 나타나듯이 대칭 조사야와 비대칭 조사야의 출력의 차는 15° wedge에서는 0.004, 30° wedge는 0.007, 45° wedge는 0.008, 60° wedge에서 0.006로써 평균 0.6%로 나타났다.

Ⅳ. 고 찰

Wedge factor라 함은 wedge가 있을 때의 출력을 wedge가 없을 때의 출력으로 나눈 값으로 wedge 자체의 흡수와 감약으로 인해 변화된 출력을 보정하기 위한 계수이다. Nirromand et al.[9]에 의하면 조사야와 Wedge각도에 따라 대칭과 비대칭 조사야의 Wedge factor차이는 Wedge 각도가 커질수록 증가하고 있는 것으로 실험조사에서 알 수 있었다.

Wedge 각도에 대해서는 각도에 따라서 조사야의 가장자리에서 wedge의 윤곽이 콜리메이터의 위치와 평탄필터의 모양에 의해서. 강한 영향을 받기 때문에 wedge factor에 영향을 미친다고 제시하였다[10~12].

또한 국내문헌에서[13] 발표된 실험결과도 wedge factor값이 대칭조사야 보다 비대칭 조사야에서 더 크게 나타났고, 조사야에 따른 대칭과 비대칭 조사야의 wedge factor값의 차이는 임상치료에서 반드시 보정이 필요할 정도로 나타났다. 본 논고 Table 2와 3, 4와 5에서 얻은 결과는 위의 참고문헌에서 나타난 결과와 다르게 wedge factor값이 비대칭 조사야 보다 대칭 조사야가 약간 크게 나타났다. 조사야와 wedge 각에 따른 wedge factor값의 차이도 무시할 정도로 아주 작게 나타났다. 이러한 작은 차이는 set up에 요인한 오차로 일어날 수 있는 차이라고 할 수 있고, 또한 참고 문헌에서 실험한 장치에서는 인위적으로 만든 independent jaw 시스템으로 block의 재질이나 두께, block의 부착 위치가 collimator의 모양에 영향을 줄 수 있으며, 실험한 asymmetric이 장착된 장치와는 기하학적으로 다르고 실험 환경이 다르다. 본 실험 결과와 임상에서 실제적으로 사용되고 있는 asymmetric이 장착된 새로운 장치는 wedge filter를 이용한 비대칭 조사야 치료에서 wedge factor의 보정을 하지 않아도 출력선량에 영향을 거의 미치지 않는다는 것이 실험결과로 나타났다.

Ⅴ. 결 론

대칭 조사야와 비대칭 조사야의 wedge 각에 대한 wedge factor를 비교한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다. 조사야가 커질수록, wedge 각이 작을수록 wedge factor값은 조금씩 증가를 가져왔고, 대칭 조사야와 비교해서 비대칭 조사야는 조사야에 대해 wedge factor의 변화율이 무시할 정도로 작게 나타났다. 또한 조사야와 wedge 각이 커질수록 wedge factor비의 변화는 있으나 출력 지수에 많은 영향을 미치지 못했다. 마지막으로 대칭 조사야와 비대칭 조사야의 wedge 각도에 따른 오차평균은 0.6%로 나타났다. 지금까지 알고있는 wedge의 사용이 비대칭 조사야의 치료에 많은 영향을 미치는 것으로 조사됐으나 본 논문 실험을 위해 사용한 기기의 대칭 조사야와 비대칭 조사야의 wedge factor의 결과를 보면 output factor에 거의 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다. 그러므로 지금까지 알고있는 대칭과 비대칭 조사야의 wedge filter 사용에 따른 wedge factor값의 보정이 필요하다는 것은 asymmetric이 장착되지 않은 인위적 independent jaw 시스템에서의 결과로 asymmetric이 장착된 장치에서는 wedge factor값의 보정을 하지 않아도 출력 선량에는 영향을 미치지 않는다고 할 수 있겠다.

참 고 문 헌

1. C-S.Chui, F.mohan, and D.Fontenla : Dose computation for asymmetric fieds defined by independent jaws, Med. phys. 15, 92, 1988.
2. A. Niroomand-Rad, M.Haleem, J.E.Rodgers, and C. obcemea : wedge factor dependence on depth and size for various beam energies using systemmetric and half-collimated asymmetric jaw setting, Med. phys. 19, 1445, 1992.
3. F.M. : Dosimetry of wedged fields with asymmetric collimation or blocking, Med. phys. 19, 785, 1992.
4. Eric D. slessinger, M.S., Russell L. Gerber, MS.,William B. Harms, B.S : Int. J. Radiation Oncology. Biol. physics, vol 27, 681~687, 1993.
5. D.B. Hughes, C.J karzmark, and R.M. Levy : conventions for wedge filter specifications, Br. J. Radiol. 45,868, 1972.
6. 김영호외 3인 : Wedge filter 사용시 심부선량백분율 변화, 대한방사선치료기술학회지, 5(1), 61-67, 1992.
7. 이두현외 1인 : The study of measurement point for wedge factor, 대한방사선치료기술학회지, 5(1), 131-135, 1992.
8. 안희용외 3인 : 조사야의 변화에 따른 Wedge factor, 대한방사선치료기술학회지, 4(1), 23-27, 1990.
9. Paula Taylor et al. : Dosimetric parameters of a modified set of wedges for use with asymmetric fields of a 6MV linear accelerator, Med. Phys, 21(9), 1405-1408, 1994.
10. J.R.Palta, K.M. Ayyangar, and N.Suntharalingam : Dosimetric characteristics of a 6MV photon beam from a linear accelerator with asymmetric collimator jaws, Int. J. Radiat. Oncol. Biol. phys. 14, 383, 1988.
11. D.D. Loshek and K. A. keller : Beam profile generator for asymmetric fields, Med. phys. 15, 604, 1988.
12. Faiz.M.Khan, B.J.Gerbi, and F.C. Deibel : Dosimetry of asymmetric X-ray collimators, Med. phys. 13, 996, 1986.
13. 최시형외 3인 : 6MV Linac에서의 Independent jaw에 의한 Asymmetric field가 Output factor에 미치는 영향 비교, 대한방사선치료기술학회지, 8(1), 103- 107, 1996.