

조사야의 크기에 따른 썬기 인자

조 철우

연세대학교 원주의과대학 방사선종양학교실

초 록

썬기인자는 중심축선상의 어느 특정 깊이에서 측정된 흡수선량으로써 썬기가 제거된 선량과 썬기가 부착된 선량의 비로써 정의된다. 본 연구에서는 조사야의 크기별 썬기인자의 의존성을 살펴보았다. 썬기인자들은 Varian Clinac1800의 6MV와 15MV 광자선과 Philips SL75/5의 5 MV광자선의 썬기에 대하여 여러 조사야에 따라 구하였다. 특정 조사야(10cmx10cm)에서 구한 단일 썬기인자를 모든 조사야에 적용시키는 것은 타당치가 않다. 두꺼운 썬기일 경우 특히 SL75/5의 5MV광자선에서 autowedge의 30cmx30cm 조사야 일 때 오차가 중요하였다(6.6%). 따라서 이러한 썬기의 치료선량을 계산할 때는 조사야 크기에 따른 썬기인자를 적용하여야 한다.

1. 서 론

방사선 치료에 있어서 썬기(wedge filter)는 megavoltage 광자선의 선량 분포를 변형시켜 주는 데에 가장 흔히 사용되는 기구이다.1 대부분의 의료용 선형 가속기에 장착 할 수 있는 썬기는 치료 장비의 head부분에 몇 가지의 명목 각도를(보통 15o, 30o, 45o, 60o) 갖는 썬기를 선택하여 사용하는 방식이다. 그러나 최근 큰 명목 각도를 갖는 한 개의 썬기를 치료 장비의 head 안에 장착되어 자동으로 in-out이 조절되는 썬기가 있다. 이러한 썬기는 썬기 in 상태에서의 선량 분포와 out 상태의 선량 분포를 합성시켜서 썬기의 명목 각도를 구 할 수 있다(1-5). 그 대표적인 장비는 Philips SL 75/5 선형 가속기에 장착되어 있는 썬기인데 이를 autowedge라고 부르며 명목 각도가 60o인 썬기가 치료 장비 head에 부착되어 있다(6).

썬기의 각도란 어떤 특정 깊이에서 측정된 선량 분포의 곡선과 중심축선이 이루는 각도라고 정의한다(7). 썬기는 주로 납이나 황동 등의 합금으로 만들어진다. 따라서 썬기를 사용하게 될 경우 썬기를 통과 한 선량은 감소하게 되는데 이러한 요인을 썬기인자(wedge factor 또는 wedge transmission factor)라고 부르며 그 값은 썬기 in일 때의 선량 대 out일 때의 선량의 비로 정의한다. 일반적인 썬기인자는 특정한 조사야(보통 10cmx10cm)에서 각 명목각도 별로 측정된 값을 사용하고 있다. 본 연구에서는 Varian Clinac1800의 6MV와 15MV 광자선에 대하여 명목각도가 15o, 30o, 45o, 60o인 썬기에 대한 썬기인자를 조사야의 크기별로 구하였고 또한 Philips SL75/5의 5MV광자선에 대하여 autowedge의 썬기인자를 역시 조사야의 크기별로 구하여 비교 분석하였다.

2. 재료 및 방법

썬기인자를 측정된 장비로는 Varian Clinac1800의 6MV와 15MV 광자선에 대하여 명목각도가

조사야의 크기에 따른 썬기 인자

15o, 30o, 45o, 60o인 썬기에 대한 썬기인자를 조사야의 크기별로 구하였고 또한 Philips SL75/5의 5MV광자선에 대하여 autowedge의 썬기인자를 역시 조사야의 크기별로 구하였다. 조사야의 크기는 Clinac1800은 4cmx4cm에서부터 20cmx20cm까지, SL75/5는 4cmx4cm에서부터 30cmx30cm까지 측정하였다. 선량은 25cmx25cm의 polystyrene 팬텀내에 설치한 PTW 23333 원통형 전리함으로 Victoreen 500 전류계를 이용하여 측정하였다. 측정 깊이는 각각 최대선량 깊이 즉 6MV는 1.5cm에서, 15MV는 3.0cm에서, 5MV는 1.4cm에서 측정하였다. 측정오차를 줄이기 위하여 모든 측정은 여섯 번씩 하여 평균하였고 썬기인자는 10cmx10cm에서의 값으로 규격화시켰다. 또한 조사야의 크기별로 측정한 모든 값들 역시 10cmx10cm에서의 값으로 규격화시켰다.

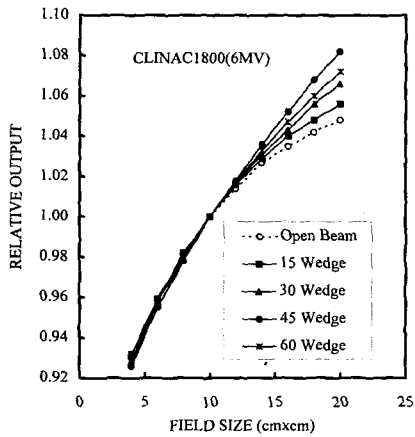


Fig. 1. Output factor as a function of field size for open and wedged fields on the Clinac 1800 (6MV x-ray).

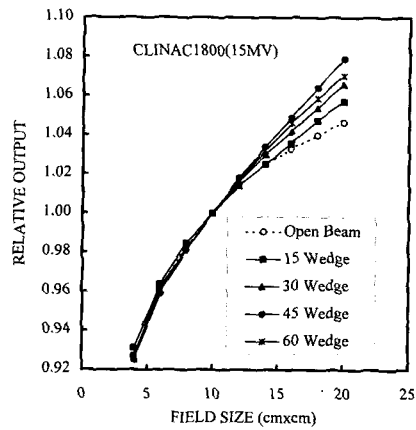


Fig. 2. Output factor as a function of field size for open and wedged fields on the Clinac 1800 (15MV x-ray).

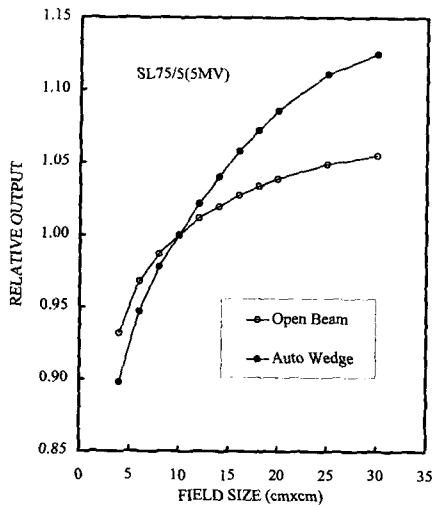


Fig. 3. Output factor as a function of field size for open and wedged fields on the SL75/5 (5MV x-ray).

3. 결과 및 고찰

표 1과 2는 Clinac1800의 6MV와 15MV 광자선에 대하여 각 썸기의 썸기인자 값을 나타냈고 조사야의 크기별 상대적인 output을 조사야 10cmx10cm의 값으로 규격화한 값으로 나타낸 것이다. 명목각도 15o, 30o, 45o, 60o의 썸기인자 값은 각각 6MV 일 때 0.780, 0.634, 0.482, 0.422이었고 15MV일 때는 0.816, 0.690, 0.550, 0.451이었다. 그림 1과 2는 이들의 값을 그림으로 나타낸 것이다. 조사야의 크기가 커지면 점점 상대적 output값이 커짐을 알 수 있다. 표 3은 Philips SL75/5의 5MV 광자선에 대한 autowedge의 조사야의 크기별 상대적인 output을 조사야 10cmx10cm의 값으로 규격화한 값으로 나타낸 것이며 썸기인자의 값은 0.267이었다. 그림 3은 이들의 값을 그림으로 나타낸 것인데 조사야의 크기가 커지면 이 값들이 6MV와 15MV 광자선에서의 값보다 훨씬 더 커짐을 알 수 있다. 표 4는 조사야의 크기별로 각 썸기의 상대적 output factor이다. MU계산시 조사야의 크기에 따른 open field의 output factor가 이미 적용이 되었을 때는 조사야의 크기별 상대적 output값(표 4)을 적용시켜야 한다. 6MV와 15MV 광자선에서 조사야가 20cmx20cm 일 때 명목각도 45o를 제외하고는 모두 3%이내에 들을 알 수 있다. 그러나 5MV autowedge인 경우 18cmx18cm 조사야일 때부터 3%이상의 차이를 보이고 있고 30cmx30cm 조사야 일 때는 6.6%의 차이가 남을 알 수 있다. 따라서 autowedge인 경우 MU계산시 조사야의 크기별 썸기인자 값을 적용시켜야 한다. Wu등⁹⁾은 4MV와 6MV 광자선의 썸기인자를 조사야의 크기별로 구하였다. 그들은 모든 썸기인자 값이 조사야의 크기에 따라 3%를 넘지 않았다고 보고하였다. Palta등¹⁰⁾은 4MV와 광자선의 썸기인자가 16cm-wide field에서 3%이내였고 6MV 광자선의 autowedge일 때 20-cm wide field에서 7%나 된다고 보고하였다.

최동락¹⁰⁾등은 4MV, 6MV 및 10MV(Varian 600C, 2100C) 광자선의 썸기 각도별, 깊이별, 조사야의 크기별로 썸기인자에 대해 보고하였는데, 그들은 조사야의 크기별 의존도는 무시할 정도로 매우 적기 때문에 단일 썸기인자 값을 쓰는 것이 합리적이라고 하였다.

Table 1. Output Factors Open and Wedge fields on Clinac 1800 (6MV x-ray)

Field size (cmxcm)	Open Beam	Wedge Beam			
		15° (WF=0.780)	30° (WF=0.634)	45° (WF=0.482)	60° (WF=0.422)
4×4	0.930	0.932	0.928	0.926	0.929
6×6	0.959	0.959	0.958	0.955	0.958
8×8	0.981	0.982	0.979	0.978	0.980
10×10	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
12×12	1.014	1.016	1.017	1.018	1.017
14×14	1.027	1.029	1.031	1.036	1.033
16×16	1.035	1.040	1.043	1.052	1.047
18×18	1.042	1.048	1.056	1.068	1.060
20×20	1.048	1.056	1.066	1.082	1.072

WF=Wedge Factor

조사야의 크기에 따른 췌기 인자

Table 2. Output Factors Open and Fields on Clinac 1800(15MV x-ray)

Field size (cmxcm)	Open Beam	Wedged Beam			
		15° (WF=0.816)	30° (WF=0.690)	45° (WF=0.550)	60° (WF=0.451)
4×4	0.297	0.931	0.927	0.925	0.925
6×6	0.962	0.964	0.962	0.959	0.960
8×8	0.983	0.985	0.982	0.981	0.982
10×10	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
12×12	1.014	1.014	1.016	1.018	1.017
14×14	1.025	1.025	1.030	1.034	1.032
16×16	1.033	1.036	1.042	1.049	1.046
18×18	1.040	1.048	1.054	1.064	1.059
20×20	1.047	1.057	1.066	1.079	1.071

wf=Wedge Factor

Table 3. Output Factors for Open and Wedge Fields on SL75/5(5MV x-ray)

Field size (cmxcm)	Open Beam	Auto Wedge (WF=0.267)
4×4	0.932	0.898
6×6	0.968	0.947
8×8	0.987	0.978
10×10	1.000	1.000
12×12	1.012	1.022
14×14	1.020	1.040
16×16	1.028	1.058
18×18	1.034	1.072
20×20	1.039	1.086
25×25	1.049	1.111
30×30	1.055	1.125

WF=Wedge Factor

Field size (cmxcm)	Clinac 1800 6MV				Clinac1800 15MV				SL75/5 5MV
	15° (WF=0.780)	30° (WF=0.634)	45° (WF=0.482)	60° (WF=0.422)	15° (WF=0.816)	30° (WF=0.960)	45° (WF=0.550)	60° (WF=0.451)	Autowedge (WF=0.267)
4×4	1.002	0.998	0.996	0.999	1.004	1.000	0.998	0.998	0.964
6×6	1.000	0.999	0.996	0.999	1.002	1.000	0.997	0.998	0.991
8×8	1.001	0.998	0.997	0.999	1.002	0.999	0.998	0.999	0.991
10×10	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
12×12	1.002	1.003	1.004	1.003	1.000	1.002	1.004	1.003	1.010
14×14	1.002	1.004	1.009	1.006	1.000	1.005	1.009	1.007	1.020
16×16	1.005	1.008	1.016	1.012	1.003	1.009	1.015	1.013	1.029
18×18	1.006	1.013	1.025	1.017	1.007	1.013	1.023	1.018	1.037
20×20	1.008	1.017	1.032	1.023	1.010	1.019	1.031	1.023	1.045
25×25									1.059
30×30									1.066

WF=Wedge Factor

4. 결 론

본 연구 결과 Varian Clinac 1800 6MV와 15MV 광자선에서, 명목각도 15o, 30o, 45o, 60o의 썸기인자 값은 각각 6MV 일 때 0.780, 0.634, 0.482, 0.422이었고 15MV일 때는 0.816, 0.690, 0.550, 0.451이었고 조사야의 크기별로 구한 인자들은 45o 썸기의 20cm 조사야를 제외하고는 모두 3%이내에 들을 알 수 있다. 하지만 Philips SL75/5 5MV 광자선의 autowedge인 경우 썸기인자 값이 0.267이었고 이들의 조사야 크기별 값은 30-cm 조사야일 경우 6.6%의 차이를 보이므로 autowedge를 사용할 때에는 조사야의 크기별 output인자를 적용하여야 한다.

5. REFERENCE

1. M. Tatcher : A method for varying effective angle of wedge filters : Radiology, 97, 132(1983).
2. C. M. Mansfield, N. Suntharalingam and M. Chow : Experimental verification of a method for varying the effective angle of wedge filters : Am. J. Roentgenol, 120, 699(1974).
3. F. G. Abrath and J. A. Purdy : Wedge design and dosimetry for 25-MV x rays : Radiology, 136, 757(1980).
4. R. D. Zwicker, s. Shahabi, A. Wu and E. S. Sternick : Effective wedge angles for 6-MV wedges : Med. Phys., 12, 347(1985).
5. P. L. Petti and R. L. Siddon : Effective wedge angles with a universal wedge : Phys. Med. Bio., 30, 986(1985).
6. Philips Medical Systems Division : 1983 Product Data 764 : Philips, Eindhoven, The Netherlands(1983).
7. International Commission on Radiation Units and Measurements : Determination of absorbed dose in patients irradiated by beams of x or gamma rays in radiotherapy procedures : ICRU Report No. 24, ICRU, Washington, DC(1976).
8. a. Wu, R. D. Zwicker, F. Krasin and E. S. Sternick : Dosimetry characteristics of large wedges for 4-and 6-MV x-rays : Med. Phys., 11, 186(1984)
9. J. R. Palta, I. Daftari and n. Suntharalingam : Field size dependence of Wedge factors : Med. Phys., 15, 624(1988).
10. 최동락, 안용찬, 허승재 : Wedge factor의 임상적 응용 : 대한치료방사선과학회지, 13, 291(1995).

Wedge Factors in Various Field Sizes

Chul Woo Joh

Department of Radiation Oncology
Yousei University Wonju College of Medicine

Abstract

The wedge factor is defined as a ratio of the absorbed dose in a phantom at a depth of reference point on the central axis with the wedge in the place to the absorbed dose at the same point with the wedge removed. We attempted to show the wedge factors dependence on the field sizes. The wedge factors were measured at various field sizes on 6MV and 15MV x-ray of Varian Clinac 1800 and 5MV x-ray of Philips SL75/5. The single wedge factor measured for a reference field size(10cmx10cm) may not be valid for all field sizes. For the thick wedge, especially an autowedge on Philips SL75/5 for maximum field size width 30cm. the error can be significant(6.6%). Therefore, in the presence of a wedge filter in the beam, a field size dependent wedge factor may be necessary in the treatment dose calculations.