

# 확장된 썬기조사야에 의한 조직산란계수의 변화

가톨릭대학교 성빈센트병원 방사선종양학과

이정우 · 조화섭 · 박성렬

## The Variation of PSF Induced Enlarged Wedged Fields

Jeong Woo Lee, Hwa Seop Cho, Seong Ryul Park  
*Dept. of Radiation Oncology, St. Vincent's Hospital  
Catholic University of Korea*

In recent days, although many kinds of beam modifiers are developing and using for clinical purposes in accordance with progressing medical engineering, physical wedges are preferred to use as a beam modifier by a lot of institutions until now because of cost, complexities of dosimetry and mechanical uncertainties.

According to progressing technology, available field size of wedge is more enlarger than that of old model LINAC.

Because field size dependence of wedged fields increases in new model LINAC, we was trying to know that how much different PSFs are in enlarged wedged fields compared with open fields.

In small or middle size of fields( $4 \times 4 \sim 15 \times 15$  cm), there are only a few percents of PSF variation between open and wedged fields.

But there are 2~8% variations in relatively large fields(  $20 \times 20 \sim 30 \times 40$  cm).

*Key words* : PSF(Phantom Scatter Factor), Enlarged Wedged Field

### I. 서 론

최근 의공학의 발달로 많은 종류의 선량변형 장치가 개발되고 임상에 활용되고 있으나 비용이나 선량 측정 기술의 복잡성과 기계적인 불확실성 때문에 아직도 선량변형장치로 physical wedge를 가장 선호하고 있다.

이미 잘 알려져 있다시피 썬기필터는 조사야

와 측정깊이에 따른 의존성이 있으므로 선량특성 관련인자의 변화를 야기한다. 1990년 Ka-lend 등은 Co-60 외조사장치로 beam hardening effect와 썬기필터로 인한 조직산란성분의 증가를 분리하여 썬기조사야에서의 선질 변화를 고찰한 바 있다.

기술의 발달과 더불어 가용할 수 있는 썬기조사야의 제한 넓이도 최근들어 더욱 확장되었

으며 중소형 조사야에서는 크지 않았던 조직산란계수가 중대형 조사야로 갈수록 다소 큰차이를 나타내므로 인해 수 퍼센트의 처방선량 오차를 야기할 수 있다.

본 실험에서는 6MV 광자선에 대한 조직산란계수를 wedge별, 조사야의 크기에 따라 측정하고 열린조사야와 비교, 분석하였다.

## II. 실험 재료 및 방법

### ① 재료

본 실험에서 미국 Varian사의 Clinac 2100 C/D에서 사출되는 6MV 광자선과 가용 넓이 30×40cm 15°, 30°, 20×40cm 45°, 15×40cm 60° physical wedges를 이용하였다.

측정 장비로는 Water phantom(48×48×48cm<sup>3</sup>, Wellhofer), IC 15 ionization chamber(Wellhofer), build-up cap(diameter 40mm), electrometer(Keithley model 35040)을 이용하였다.

### ② 측정방법

6MV 광자선의 조직산란계수를 각각 열린조사야와 썬기조사야에 관해 조사야의 크기에 따

라 얻기 위해 그림 1.에서와 같이 Sc(collimator scatter factor)는 충분한 전자평형을 위해 직경 40mm 선량두껍(build-up cap)을 씌운 전리함을 이용하여 공기 중에서 측정하고 기준조사야 10×10cm에 대해 정규화(normalization)하였고 WTOF(wedge transmission output factor)를 구하기 위해 물 팬텀을 이용하여 전리함을 선량최대점에 위치시키고 SCD(source to chamber distance)를 100cm로 하여 측정하였다.

WTOF는 해당 썬기의 기준조사야에 대한 특정 조사야의 상대적 출력비로서 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$WTOF = \left( \frac{Rw(fs)}{Rw(ref. fs)10 \times 10} \right)$$

해당 썬기의 상대출력계수를 구한 후 썬기출력계수로 나누게 되면 특정 썬기, 특정 조사야에서의 Scpw(산란계수) 구하여 Sc로 나누어 아래와 같이 조직산란계수를 구하고,

$$WTOF/WTF = Scpw$$

$$Scpw / Sc = Spw$$

열린조사야에서 구한 조직산란계수와 비교하여 썬기조사야에서 dose gradient로 인한 조직산란성분의 증가를 분석하였다.

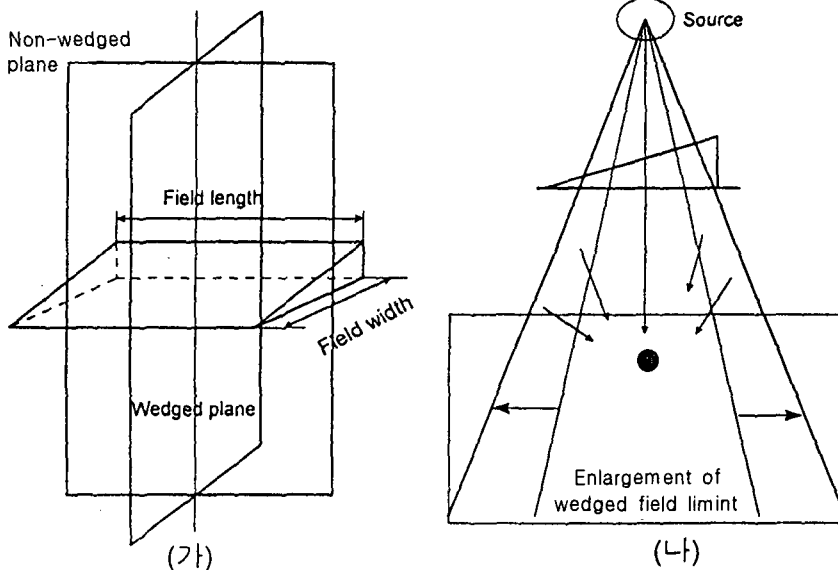


그림 1.

### Ⅲ. 결 과

표 1, 2는 15°, 30° 쉐기필터의 WTOF를 측정하여 조사야 크기별로 나타낸 것이다. 45°, 60° 쉐기필터도 같은 방법으로 얻어졌으며 이렇게 얻어낸 자료와 열린조사야에서 측정하여 얻어낸 Sc factor와 Dmax에서 측정하여 계산한 쉐기출력계

수를 이용하여 유도해낸 쉐기조사야에서의 조직산란계수를 표 3~4에 나타내었다.

표에서 나타나 있는 바와 같이 산란선의 비율은 X-jaw와 Y-jaw에 따른 의존도는 현저한 차이를 보이지 않았다. 따라서 쉐기조사야와 열린조사야에서의 PSF의 비교도 정사각형 조사야에 관해서만 분석하였다.

표 1. 15° Wedge의 WTOF(6MV)

$$WTOF = \left( \frac{Rw(fs)}{Rw(ref. fs) \times 10} \right)$$

Y/X	4	6	8	10	12	15	20	25	30
4	0.643	0.646	0.668	0.671	0.673	0.675	0.678	0.680	0.681
6	0.664	0.664	0.682	0.687	0.689	0.692	0.696	0.699	0.701
8	0.670	0.684	0.692	0.697	0.701	0.705	0.709	0.713	0.716
10	0.675	0.690	0.699	0.705	0.710	0.714	0.720	0.724	0.728
12	0.677	0.695	0.705	0.711	0.716	0.722	0.728	0.734	0.737
15	0.682	0.697	0.711	0.718	0.724	0.731	0.739	0.745	0.749
20	0.686	0.705	0.717	0.727	0.733	0.741	0.750	0.758	0.764
25	0.689	0.709	0.722	0.732	0.739	0.748	0.760	0.768	0.776
30	0.692	0.712	0.727	0.736	0.745	0.754	0.767	0.778	0.786
35	0.695	0.716	0.731	0.741	0.750	0.760	0.775	0.786	0.795
40	0.697	0.719	0.734	0.745	0.755	0.766	0.780	0.792	0.802

표 2. 30° Wedge의 WTOF(6MV)

$$WTOF = \left( \frac{Rw(fs)}{Rw(ref. fs) \times 10} \right)$$

Y/X	4	6	8	10	12	15	20	25	30
4	0.499	0.506	0.511	0.513	0.515	0.517	0.519	0.521	0.523
6	0.507	0.517	0.522	0.525	0.528	0.531	0.534	0.537	0.539
8	0.512	0.523	0.529	0.534	0.536	0.540	0.545	0.549	0.552
10	0.516	0.528	0.535	0.540	0.544	0.548	0.554	0.559	0.561
12	0.518	0.532	0.540	0.546	0.550	0.555	0.562	0.566	0.570
15	0.521	0.536	0.545	0.551	0.557	0.563	0.570	0.577	0.581
20	0.525	0.541	0.551	0.559	0.565	0.572	0.582	0.590	0.596
25	0.528	0.545	0.556	0.564	0.571	0.579	0.591	0.601	0.608
30	0.531	0.548	0.560	0.570	0.577	0.587	0.599	0.610	0.619
35	0.534	0.552	0.564	0.574	0.582	0.593	0.607	0.619	0.627
40	0.536	0.554	0.567	0.578	0.586	0.598	0.613	0.626	0.636

표 3. 15° Wedge의 PSF(6MV)

$$\begin{aligned} \text{WTOF/WTF} &= \text{Scpw} \\ \text{Spw} &= \text{Wcpw}/\text{Sc} \end{aligned}$$

Y/X	4	6	8	10	12	15	20	25	30
4	0.960	0.981	0.984	0.984	0.985	0.987	0.990	0.990	0.991
6	0.980	0.967	0.988	0.991	0.992	0.995	0.999	1.000	1.003
8	0.980	0.989	0.993	0.995	0.998	1.001	1.005	1.006	1.012
10	0.984	0.993	0.996	1.000	1.004	1.006	1.012	1.013	1.018
12	0.986	0.995	1.001	1.003	1.006	1.011	1.018	1.021	1.024
15	0.989	0.993	1.004	1.008	1.011	1.018	1.025	1.030	1.033
20	0.991	1.002	1.008	1.014	1.018	1.024	1.034	1.040	1.045
25	0.993	1.005	1.012	1.018	1.023	1.029	1.042	1.049	1.055
30	0.995	1.006	1.015	1.020	1.029	1.035	1.047	1.057	1.062
35	0.997	1.009	1.018	1.024	1.031	1.040	1.053	1.063	1.072
40	0.998	1.011	1.020	1.027	1.035	1.044	1.058	1.067	1.077

표 4. 30° Wedge의 PSF(6MV)

$$\begin{aligned} \text{WTOF/WTF} &= \text{Scpw} \\ \text{Spw} &= \text{Wcpw}/\text{Sc} \end{aligned}$$

Y/X	4	6	8	10	12	15	20	25	30
4	0.974	0.977	0.982	0.983	0.984	0.987	0.990	0.991	0.993
6	0.978	0.983	0.988	0.991	0.992	0.996	1.001	1.003	1.007
8	0.979	0.988	0.992	0.996	0.997	1.002	1.008	1.012	1.018
10	0.982	0.992	0.996	1.000	1.005	1.009	1.016	1.021	1.025
12	0.985	0.994	1.001	1.006	1.009	1.016	1.025	1.029	1.035
15	0.987	0.998	1.005	1.010	1.016	1.023	1.034	1.042	1.047
20	0.992	1.004	1.011	1.019	1.026	1.033	1.048	1.057	1.064
25	0.994	1.008	1.017	1.025	1.033	1.041	1.059	1.071	1.079
30	0.998	1.011	1.022	1.032	1.042	1.052	1.068	1.082	1.093
35	1.000	1.015	1.027	1.036	1.045	1.060	1.078	1.093	1.105
40	1.002	1.019	1.029	1.041	1.051	1.065	1.085	1.101	1.114

그림 2, 3은 썬기조사야에서의 PSF 변화의 정도를 열린조사야에 대비하여 그래프화한 것이다.

15° wedge에서는 -2.2~4.6%, 30° wedge에서는 -0.9~8.2%의 조사야의 크기가 증가할수록 다소 큰 차이를 보였으나 45°, 60° wedge에서는 조사야의 크기가 X축 20cm, 15cm로 제한되어 있어 각각 -0.7~4.2%, -0.9~4.1%의 차이를 보

였다.

#### 4. 결론 및 고찰

썬기필터의 제한 넓이가 30×40cm으로 확장된 신 모델의 선형가속기에서는 조직산란계수가 2~8%까지 열린 조사야에 비해 차이가 남을 알

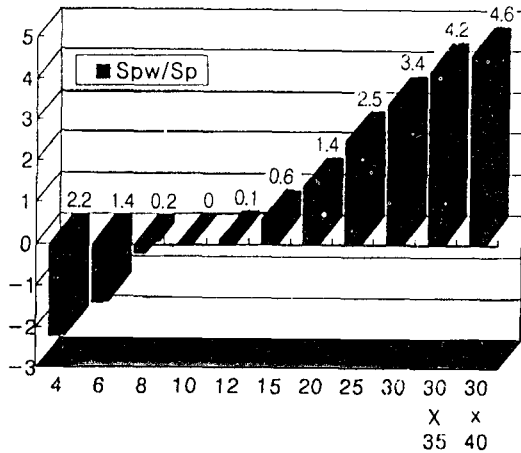


그림 2. 15° wedge와 open field에서 PSF variation

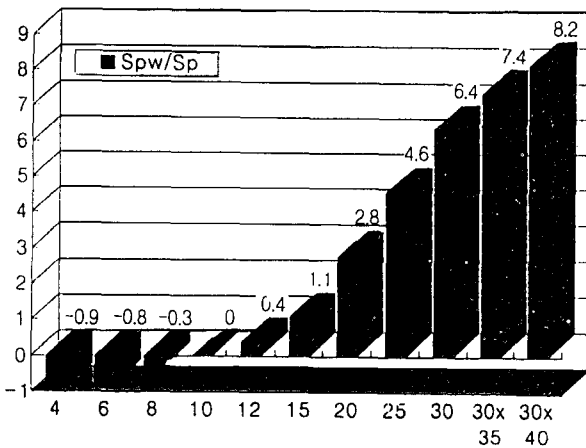


그림 3. 30° wedge와 open field에서 PSF variation

수 있었다.

결정깊이, 조사면의 크기에 따른 wedge portion의 증감에 따라 썬키필터의 출력계수가 영향을 받고 선질에 변화를 주기 때문에 전달선량 계산 관련인자(PDD, TMR, PSF 등)의 차이를 야기한다.

본 실험은 선량결정의 관련인자 중 조직산란 계수의 변화에 따른 선량계산 오차 가능성을 추정했으며 신 모델의 선형가속기의 넓은 썬키 조사면을 치료시 PSF의 적절한 보정이 필요함을 알 수 있었다.

## 참 고 문 헌

1. UH Ryu S, Park IK : Variation in Dose Data between Open and Wedge Fields for 6MV X-ray. 대한치료방사선과학회지, 1989 ; 7(2) : 279-286
2. Kalend AM Wu A Yoder V et al. : Separation of Dose-gradient effect from Beam hardening effect on wedge factor in photon fields. Med. Phys. Biol, 1990 : 17(4) : 701-704
3. Pallta JR, Daftari I, and Suntharalingan N : Field size dependence of Wedge factor Med. Phys, 1988 : 15(4) : 624-626
4. Dick Bax, Henk Swarte, et al : Guide to acquisition and configuration of treatment unit data, Part1A:Photon field measurements Vesion 2.0 (CadPlan plus).
5. 김현자, 이병용 등 : 썬키 인자 결정 깊이에 관한 연구. 의학 물리, 1992 : 제3권 2호
6. 한국의학물리학회:방사선량 표준측정법. 의학물리 1991 ; 2(1) : 37-105
7. 유숙현, 박진홍, 최계숙, 박홍득 : 조사야 및 깊이 변화에 따른 Wedge Transmission Factor. 치료기술학회지, 1995 : 제7권 제1호