

조사야의 변화에 따른 Wedge factor

서울대학교병원 치료방사선과

안희용 · 유경렬 · 박진홍 · 정호용

I. 서 론

방사선치료를 시행함에 있어서 선량계산에 사용되는 여러가지 보정계수(Sp, Sc, Scp, output factor 등) 중에는 인위적으로 선량분포도를 변화시켜 치료에 이용하는 Wedge보정계수(Wedge factor : 이하 WF)가 있다. 이것은 Wedge를 사용함으로써 발생하는 선량분포의 변화와 함께 Wedge 자체에서 흡수·감압되는 선량을 보정하여 실제 치료선량을 계산하는데 필요한 계수이다. 현재 사용되는 WF는 치료기기에 따라 조사야의 크기에 상관없이 기준 조사야(Reference field : $10 \times 10 \text{ cm}^2$)에 대한 WF를 일률적으로 적용하고 있다. 그러나 조사야의 크기에 따라 출력(output)이 변하고 이에 따라서 출력보정계수(output factor)가 각각 달라지는 것과 마찬가지로 조사야의 크기가 변함에 따라 WF도 그 값이 항상 일정하지 않을 것으로 본다.

따라서 보다 정확한 선량계산을 하여 효과적인 치료를 수행하는데 기여하기 위하여 조사야의 변화에 따른 WF를 측정 분석하여 그 결과를 발표하고자 한다.

II. 본 론

1) 이 론

선량계산에 쓰이는 모든 자료는 공기 중이나 혹은 밀도가 일정한 조직등가물질을 이용하여 작성한 것이기 때문에 다양한 물질(뼈, 조직, 폐 등)로 구성된 인체에 그대로 적용하는 데에는 한계가 있다. 또한 치료부위에 따라 피부의 형이나 조직구성물 혹은 종양조직의 형태 및 인체내의 분포정도 등이 일정하지 않으므로 적당한 보조기구(Wedge, Compensator, Bolus 등)를 사용하여 종양조직에 선량이 집중되도록 하여야 한다.

이들 보조기구 가운데 Wedge는 1차선의 선량분포도를 인위적으로 변화시켜 종양조직에 보다 균등한 선량이 분포되도록 하기 위하여 사용하고 때에 따라서는 단순한 보상기구(Compensator)의 역할을 목적으로 사용하기도 한다.

현재 사용되는 WF는, 앞에서 말한 것과 같이 기준조사야에 대한 값을 일률적으로 적용하고 있다. 이때 WF는 Wedge를 사용함으로써 발생하는 감소선량에 대한 보정을 하기 위한 것으로, 그 값은 Wedge를 사용했을 때의 출력과 Wedge를 사용하지 않았을 때의 출력의 비율로 나타낸다. (그림 1) 이것을 수식으로 나타내면 다음과 같다.

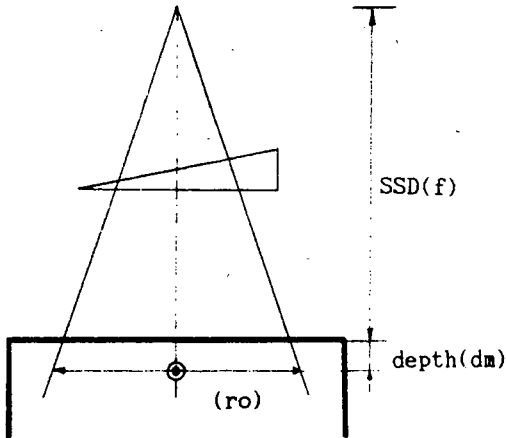
$$WF(f, r_o, d_m) = \frac{D'_{\max}(f, r_o, d_m)}{D_{\max}(f, r_o, d_m)}$$

- o D_{\max} : maximum dose without wedge
- o D'_{\max} : maximum dose with wedge
- o f : SSD
- o r_o : reference field size
- o d_m : depth of maximum dose

따라서 조사야의 변화(크기)에 따른 WF는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$WF(f, r_n, d_m) = \frac{D'_{\max}(f, r_n, d_m)}{D_{\max}(f, r_n, d_m)}$$

* r_n : a certain of field size



(그림 1) Reference field size wedge factor

2) 측정장치 및 기구

이번 측정에는 Co-60 γ -선 치료기(picker C9)와 6MV 및 10 MV X-선 선형가속기(Linac, Varian)를 각각 사용하였다. W·F를 산출하기 위하여 X-선 또는 γ -선이 15°, 30°, 45°, 60°의 Wedge를 지나도록 하여 polystyren phantom 내 최대선량점(d_m)에서 흡수선량(output)을 측정하였다. Wedge를 지나지 않는(Wedge에 의해 감약되지 않은) 선속의 흡수선량도 같은 위치에서 측정하였다. 측정에는 Ion chamber(Capintec, farmer type)와 Electrometer(Keithley 616)를 각각 사용하였다.

3) 측정방법

Co-60 과 6MV, 10MV X선 각각의 경우에 Co-60은 SSD를 80 cm으로 하고 6MV 및 10MV X-선은 SSD를 100 cm로 하여 Phantom 내 최대선량점 깊이에서 각각의 조사야에 대하여 Wedge를 투과하지 않은 선속(open beam)의 흡수선량(output)과 Wedge를 투과한 선속(Wedge beam)의 흡수선량을 각각 측정하였다.(표 1)

조사야는 치료기기에 따라 사용되는 Wedge의 제원과 형태가 각기 다르기 때문에 Wedge에 맞게 작은 조사야(4×4 cm), 기준조사야(10×10 cm), 가장 큰 조사야(Co-60 : 20×20 cm, 6MV : 15×15 cm, 10MV : 14×14 cm)를 설정하여 측정하였고 각 조사야 사이의 중간 크기의 조사야(7×7 cm 공통, Co-60 : 15×15 cm,

<표 1>

측 정 방 법

구 분	Co-60	CL-6/100	CL-10
Wedge	30. 45. 60	15.30.45.60	15.30.45.60
SSD(cm)	80	100	100
Depth(cm)	0.5	1.5	2.5
F.S(cm)	4×4 - 20×20	4×4 - 15×15	4×4 - 14×14

* F.S : min.f - max.f 이내에서 변화

6 MV : $13 \times 13 \text{cm}$, 10 MV : $12 \times 12 \text{cm}$)를 각각 설정하여 측정하였다.

이와 같이 장치하여 각각의 조사야에 대하여 open beam과 Wedge beam의 출력을 3회씩 측정하여 그 평균 값으로 WF를 산출하였다.

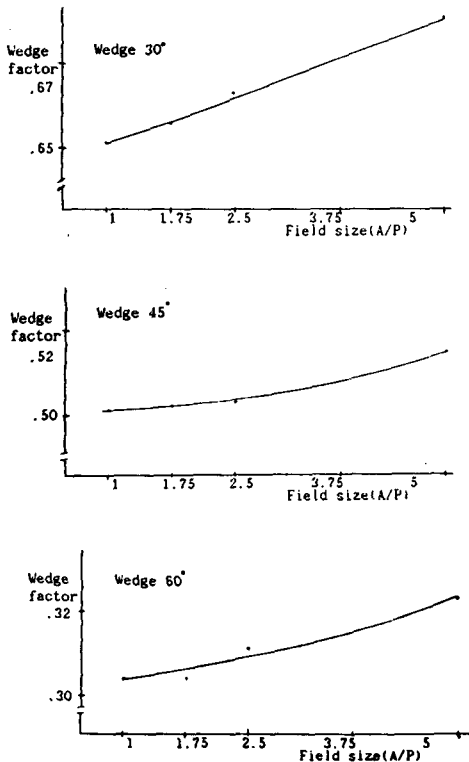
4) 측정결과

이번 측정을 통하여 WF는 조사야에 대한 의존성이 있음을 확인하였다.

특히 조사야의 크기가 클수록 WF의 변화율이 작은 조사야에 비하여 큰 것을 알 수 있었다.

Co-60의 경우, 조사야 $10 \times 10 \text{cm}$ 을 기준으로 하여 가장 작은 조사야 $4 \times 4 \text{cm}$ 와 가장 큰 조사야 $20 \times 20 \text{cm}$ 을 비교하여 보면, 30° Wedge인 경우 각각 1.81%와 2.65%로 계산되어 조사야가 큰 경우에 WF의 변화율이 높은 것으로 나타났다. 45° 와 60° Wedge의 경우에도 각각 0.39%와 2.34%, 2.25%와 3.72%로 산출되어 30° Wedge와 같은 변화를 나타냈다.

(그림 2) (표 2)

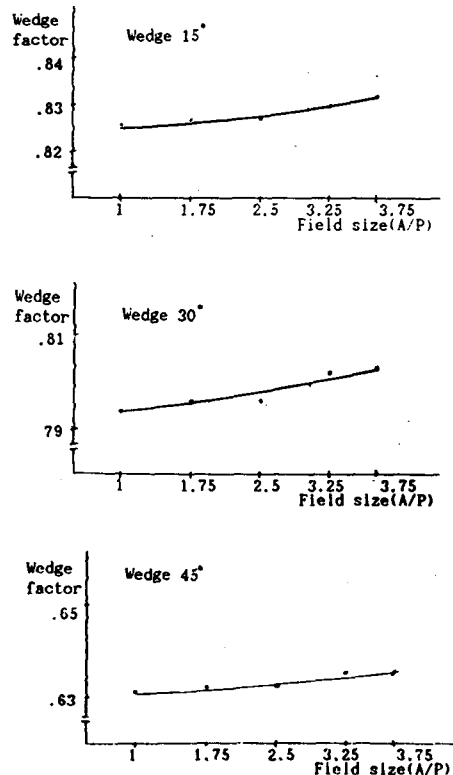


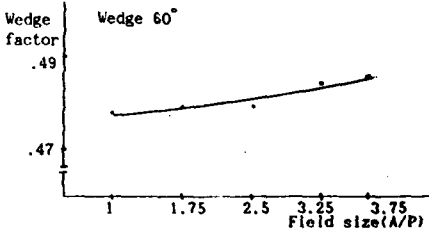
(그림 2) Field size 변화에 따른 Wedge Factor (Co-60)

<표 2> Field size 변화에 따른 Wedge Factor (Co-60)

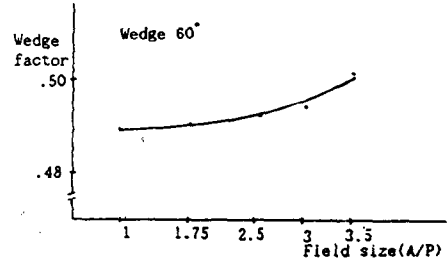
Field size	Wedge Angle		
	30°	45°	60°
4×4	.651	.501	.304
7×7	.651	.502	.304
10×10	.663	.503	.311
15×15	.674	.512	.321
20×20	.681	.515	.323

선형가속기의 경우에는 조사야의 변화에 따라 WF의 변화정도가 Co-60에 비해 작기는 하지만 같은 형태의 변화를 보이고 있다. 6 MV X선의 경우 Co-60과 같은 비교를 하면, 15° wedge를 사용했을 때 0.13%와 0.61%, 60° 를 사용했을 때 0.21%와 1.24%로 WF가 변화함을 알 수 있고, 10 MV X선의 경우에는 15° W를 사용했을 때 0.23%와 0.91%, 60° 를 사용했을 때 0.61%와 1.79%정도 변화함을 알 수 있다. (그림 3, 4) (표 3, 4)





(그림 3) Field size 변화에 따른 Wedge factor (6 MV X-Ray)



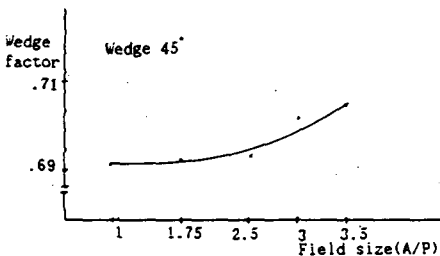
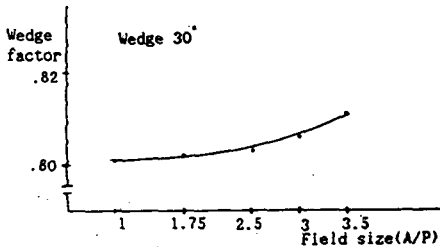
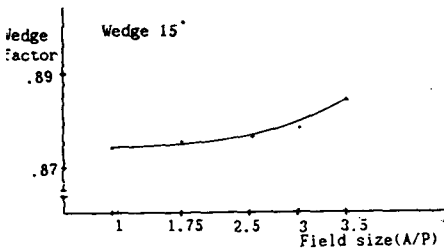
(그림 4) Field size 변화에 따른 Wedge factor (10 MV X-Ray)

< 표 3 > Field size 변화에 따른 Wedge factor (6 MV X-Ray)

Field size	Wedge Angle			
	15°	30°	45°	60°
4×4	.826	.794	.631	.478
7×7	.827	.796	.632	.478
10×10	.827	.796	.632	.479
13×13	.830	.802	.635	.484
15×15	.832	.803	.635	.485

< 표 4 > Field size 변화에 따른 Wedge factor (10 MV X-Ray)

Field size	Wedge Angle			
	15°	30°	45°	60°
4×4	.874	.801	.692	.489
7×7	.875	.802	.693	.490
10×10	.876	.803	.694	.492
13×13	.878	.806	.702	.494
15×15	.884	.811	.705	.501



이와 함께 조사야의 크기가 같을 때 Wedge의 각도가 클수록 WF의 변화율도 큰 것으로 나타났는데, 6 MV X선의 경우 4×4 일때 W-wedge 각도가 커짐에 따라 0.13%~0.21%까지 WF가 변화하였고 10 MV X선의 경우에는 14×14 일때 0.91%~1.79%까지 WF가 변화하였다.

Ⅲ. 맺음말

앞에서 살펴본 바와 같이 WF는 조사야의 크기에 따라 그 값이 조금씩 변하는 것을 알 수 있다. 이번 측정에서 나타난 결과에 따르면 WF는

- 1) 조사야의 크기가 작은 경우,
 - Co-60 : 0.4%~2.25%
 - 선형가속기 (6,10MV) : 0.13%~0.6%
- 2) 조사야의 크기가 큰 경우
 - Co-60 : 2.3%~3.7%
 - 선형가속기 : 0.5%~1.8%

정도의 크기로 변하는 것으로 나타났다.
이러한 사실은 실제 조사되는 치료선량을 계산하는데 있어서 조사야의 크기에 관계없이 기준 조사야에 대한 WF의 값을 일률적으로 적용하는 것이 적절하지 않음을 보여 주는 것이라 하겠다. 따라서 WF는 조사야의 크기에 따라 실측한 값이 적용되어야 할 것으로 사료된다.

참고 문헌

1. Jatinder R. Palta, Inder Daftari and N. Suntharalingam "Field size dependence of wedge factors." Med. Phys. 15 (4) 624-626, 1988.
2. Faiz M. Khan, "Wedge filters" The physics of radiation therapy. 213-217 (Abstract)