

차폐면적의 변화에 따른 Output factor에 관한 고찰

서울대학교병원 치료방사선과

박영환 · 안희용 · 박진홍 · 최계숙

I. 序 論

현재 심재성 악성 종양의 치료에 고에너지 방사선을 도입하여 이용 하므로써 암환자의 치료 효율을 크게 향상 시키고 있다. 이러한 고에너지 원격치료 장치를 이용한 방사선치료를 시행함에 있어서 치료 조사야내의 정상조직이나 방사선감수성이 예민한 주요장기를 남블룩에 의해 차폐되어진 부위로 치료하게 되는데 차폐면적의 크기에 따른 변화를 고려하지 않고 조사야의 출력을 계산하여 선량계산에 사용하고 있다.

일반적으로 치료부위의 차폐율이 30%미만인 경우가 대부분이지만 40%~50%이상인 조사야로 치료할 경우 (예, 호치킨씨병의 역Y자조사야 또는 맨틀조사야) 출력의 변화가 상당히 클 것으로 사료되어 조리개 (collimator) 에 의한 조사야 (open field) 와 차폐되어진 면적율의 변화에 따른 보다정확한 선량계산을 위하여 몇 가지예를 가지고 시행한 실험측정결과를 보고하고자한다.

II. 本 論

1. 출력계수와 팬텀산란계수

1) 출력계수 (Output Factor, Collimator Scatter Correction Factor, O.F)

출력 (output) 은 공기중의 조사야 (field size) 에 의해 결정되는 것으로 조사야의 크기가 증가할수록 출력도 증가하는데 이것은 선속에서 방출된 일차선에 조리개의 산란선 (collimator scatter) 이 추가되기 때문이다.

출력계수 [out put factor or collimator scatter correction factor (Sc)]는 공기중에서 조사야 $10 \times 10 \text{ cm}$ 즉 기준조사야 (reference field) 의 출력에 대한 비로서 나타낼수있다. Sc는 Fig 1A에서 보는바와 같이 공기중에서 충분한 build up cap (주어진에너지) 을 사용하여 측정한다.

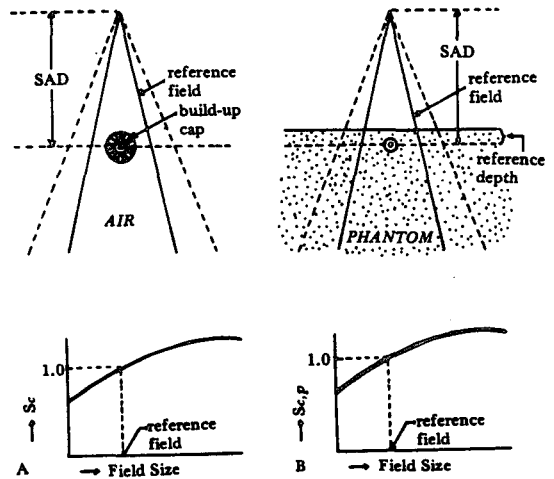


Fig. 1. Arrangement for measuring Sc and Sc,p . (A) Chamber with buildup cap in air to measure output relative to a reference field, for determining Sc vs. field size. (B) Measurements in a phantom at a fixed depth for determining Sc,p vs. field size. [Reprinted with permission from: Khan *et al.* (4).]

2) 팬텀산란계수 [Phantom Scatter Correction Factor (Sp)]

팬텀산란계수 (Sp)는 팬텀내의 기준깊이 (최대흡수선량지점 즉 buildup 지점)에서 조사야의 변화에의해 기준조사야 (reference field, 10×10cm)에 대한 비로서 나타낼수있다. 이것은 동일한 조사야에서 납블록에의해 차폐되어진 상태에서 측정하여야 하기때문에 조리개 (Collimator)에의한 산란과 납블록에의한 산란을 완전히 배제하여 측정한다는 것은 불가능하다고 할수 있다. (이론상으론 가능하지만 실제로 측정하기란 불가능) (Fig 2 참조)

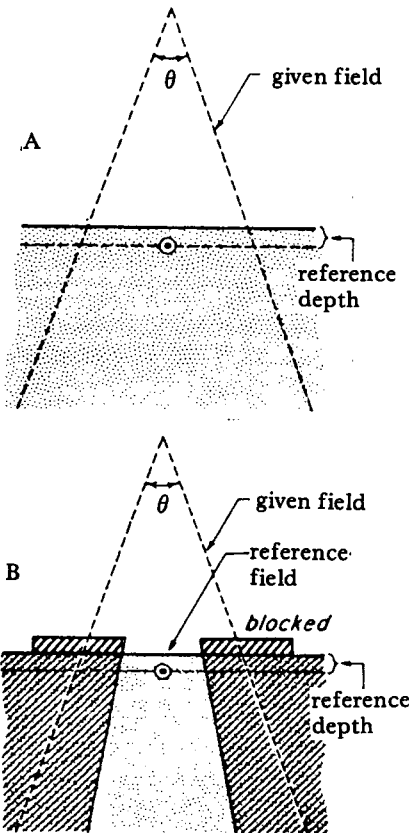


Fig. 2. Diagrams to illustrate definition of Sp. (A) Dose in phantom at reference depth for a given field. (B) Dose at the same point for a reference field with the same collimator opening. [Reprinted with permission from: Khan *et al.* (4).]

Sp계수는 후방산란계수 (Back Scatter factor)에의해 아래와같이 구할수있다. (Co^{60} , 4MV X-선)

$$Sp(r) = \frac{BSF(r)}{BSF(r_0)}$$

: BSF는 후방산란계수 (Back Scatter factor)

: r_0 는 기준조사야 (reference field 10×10cm)

: r는 임의의조사야

Fig 2에 의해서 전체산란계수 (Scp)를 구한다음 Sp를 아래와같이 계산할 수 있다.

$$Sp(r) = \frac{Scp(r)}{Sc(r)}$$

: Scp는 전체산란계수 (Total Scatter Correction factor)

2. 측정장비 및 기구

- 1) Linac 6MV X-선 : Clinac - 6 (Varian)
- 2) Electrometer : Keithley 35616 (Capintec)
- 3) Ionization Chamber : Farmer type
- 4) Polystyrene phantom
- 5) Lead block (7cm 높이)

3. 측정방법

측정을위해 조사야를 Fig 3과같이 open field와 block field로 구분하였으며 block field는 Fig 4.A와 Fig 4.B로 나누어 Fig 4.A는 2개의 블록을 이용 직사각형의 조사야(이하 2B로 표기)로 하고 Fig 4.B는 4개의 블록으로 정방형의 조사야(이하 4B로 표기)를 만들어 사용하였다.

조사야는 5×5, 10×10, 15×15, 20×20cm로 하였으며 차폐는 10, 20, 30, 40, 50%의 비율로 증가시켜가면서 선원 피부간거리를 100cm로하여 최대선량지점 (D_{max} , 6MV X-선에서 1.5cm)에서 측정하였다.

<Fig.3.4>

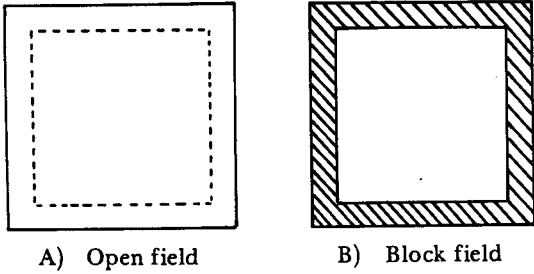


Fig. 3. Open field 와 Block field 의 모양

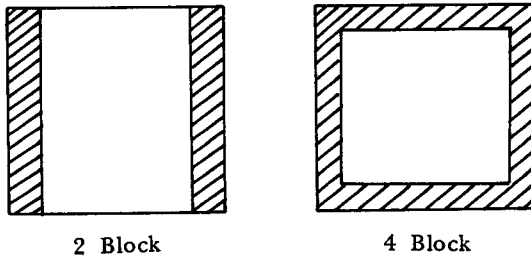


Fig. 4. 차폐되어진 조사야의 형태 (직사각형 조사야, 정방형 조사야)

4. 결과 및 고찰

본실험 측정을통해 Open field 와 Block field에대한 출력계수 (output factor)의 결과는 table 1과 같으며 Open field의 10×10cm을 기준으로하여 비교된수치를 나타낸것이다.

table 1의 좌변과같이 Open field에서의 출력계수는 조사야가 10×10cm에서 1로 기준하여 조사야가 15×15, 20×20cm로 점점 커짐에 따라 1.026, 1.044로 점점 커지고 조사야가 5×5cm으로 작아짐에 따라서는 0.956으로 작아지는것을 알 수 있다. table 1에서 우변을 차폐하여 얻은 실험치를 보면 10~30%의 차폐시에는 큰 변화가 없지만 40~50%에서는 약간의 변화가 있는것을 알 수 있다. 기준조사야 10×10cm에서 50%차폐시 O,F는 2 B에서 0.990, 4 B에서는 0.993으로 Open field (O,F=1)와 비교하면 1%, 0.7%로 감소하며 5×5cm의 조사야에서 비교하면 0.899, 0.932로 5.7%, 2.4%의 감소를 나타내고 있으며 또한 기준조사야 보다 큰 20×20cm에서는 1.034, 1.042로 1%, 0.2%의 감소하는것을 알 수 있다.

Fig 5는 차폐면적의 변화에따른 OF의 변화를 그래프로 나타낸것으로서 차폐면적이 증가할수록 O,F의 수치가 낮아지는 것을 볼 수 있으며 2 B와 4 B를 비교하면 2 B보다 4 B의 O,F수치가 높은것을 알 수 있다. 위와같은 측정결과에서 고찰해 볼 수 있는것은 정방형의 조사야 (4 B)가 직사각형 조사야 (2 B)보다 O,F

Table 1. 출력계수 비교 (Open field와 Block field, 6MV, SSD = 100 cm)

Open Field		Block Field						
CFS (cm)	OF	CFS (cm)	Shielding area					
			10% OF	20% OF	30% OF	40% OF	50% OF	
20 x 20	1.044	20 x 20	2B	1.044	1.044	1.044	1.039	1.034
			4B	1.044	1.044	1.044	1.043	1.042
15 x 15	1.026	15 x 15	2B	1.025	1.025	1.022	1.019	1.014
			4B	1.025	1.025	1.024	1.023	1.022
10 x 10	1	10 x 10	2B	0.999	0.999	0.996	0.993	0.990
			4B	0.999	0.999	0.997	0.996	0.993
5 x 5	0.956	5 x 5	2B	0.954	0.952	0.949	0.939	0.899
			4B	0.948	0.947	0.944	0.943	0.932

*CFS = Collimeter field size
*OF = Output factor

*2B = 2 block
*4B = 4 block

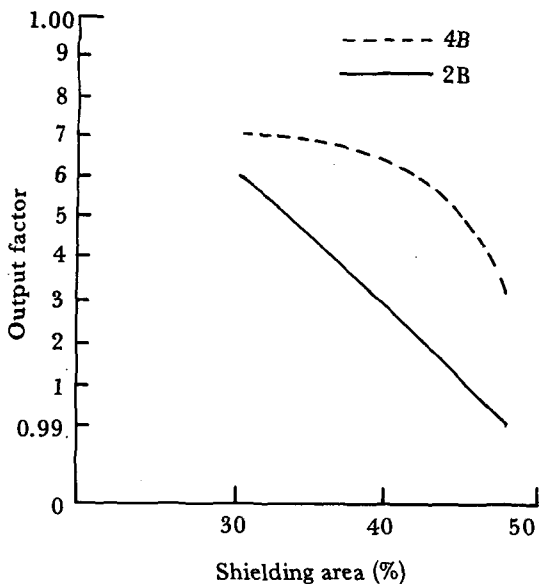


Fig. 5. 직사각형 조사야(2B)와 정방형 조사야(4B)에 대한 출력계수 비교(6MV X-선, 조사야 $10 \times 10 \text{ cm}$)

가 큰것을 알 수 있는데 이것은 정방형의 평균 등가면적이 직사각형 조사야보다 크기 때문인 것으로 생각되며 차폐면적이 증가할수록 OF가 작아지는 것은 차폐물질 즉 납에 의한 산란의 기여도 보다는 팬텀내에서의 산란의 기여한 인자가 크다고 사료된다.

III. 結 論

1. 조사야에 대한 차폐율이 증가할수록 출력계수는 감소한다.
2. 정방형의 조사야(4B)가 직사각형 조사

야(2B)보다 출력계수가 크다.

위와같은 결론에의해 차폐면적이 10~30%인 경우에는 출력계수를 사용하지 않고 조리개에 의한 출력(Output)을 그대로 사용해도 되겠지만 40~50%이상인 경우는 출력계수를 측정하여 사용하므로써 보다 정확한 조사선량을 산출할 수 있어 치료효율을 향상시킬것으로 사료된다.

Reference

1. Khan FM: The physics of Radiation therapy: A System of Dosimetric Calculation, University of Minnesota, p. 183, 1984.
2. Cundiff JH, Cunningham JR, Golden R, Holt G, Lanzl M, Meurk L, Ovadia J, Page V, Pope RA, Sampiere VA, Saylor WL, Shalek RJ, Suntharalingam N: In Dosimetry Work Shop On Hodgkins Disease Compiled by RPC/AAPM. Houston, MD Anderson Hospital, 1970.
3. Jerome A. Meli: Med. Phys. 13: Output factor and dose Calculation for blocked X-ray field. Yale University p. 405, 1986.
4. Seymour H, Levitt: Technological Basis of Radiation Therapy: practical Clinical Application: Output Calibration, University of Minnesota Hospit, p. 51, 1984.
5. Khan FM: Dose distribution problems in Cobalt teletherapy, Thesis, University of Minnesota, p. 106, 1069.