

治療部位의 두께에 따른 Co-60 γ 線과 10MV X線의 線軸上 線量分布의 變化

서울大學校 醫科大學 放射線科學教室

姜渭生 · 高京煥 · 河星煥 · 朴贊一

- Abstract -

Change of Dose Distribution on the Beam Axis of ^{60}Co γ Ray and 10MV X-Ray with Part Thickness

Wee Saing Kang, M.S., Kyoung Hwan Koh, M.D., Sung Whan Ha, M.D., Charn Il Park, M.D.

Department of Radiology, College of Medicine,
Seoul National University.

The thickness of the part being irradiated is finite. Percent depth dose tables being used routinely are generally obtained from dosimetry in a phantom much thicker than usual patient. At or close to exit surface, the dose should be less than that obtained from the percent depth dose tables, because of insufficient volume for backscattering. To know the difference between the true absorbed dose and the dose obtained from percent depth dose table, the doses at or close to the exit surface were measured with plate type ionization chamber with volume of 0.5ml.

The results are as follows;

1. In the case of ^{60}Co , percent depth dose at a given depth increases with underlying phantom thickness up to about 5cm.
2. In the case of ^{60}Co , the dose correction factor at exit surface which is less than 1, increases with part thickness and decreases with field size.
3. Exposure time may not be corrected when the part above 10cm in thickness is treated by ^{60}Co .
4. In the case of 10MV x-ray, the dose correction factor is nearly 1 and constant for the underlying phantom thickness and field size, so the correction of monitor unit is not necessary for part thickness.

I. 서 론

물질내 어떤 점에서의 방사선량은 일차선과 산란선에 의한 선량으로 구분되며^{1,6)}, 산란선량은 진행방향에 따라 다시 전방산란선량과 후방산란선량으로 구분된다^{1,7)}.

本論文은 1982年度 서울大學校病院 特診研究費 補助에 의한 것임.

후방산란선량은 고려중인 점의 깊이 이상에 있는 물질의 두께에 의해 영향을 받으며 이 두께는 전방산란선량에도 일부 영향을 미친다. 이는 후방산란선이 물질내에서 다시 산란될 수 있기 때문이다.

방사선치료에 이용되고 있는 x선이나 γ 선의 심부선량분포를 표시는 물팬텀 속의 선량의 측정치에 의하여 작성된 것으로서 측정점이하의 물의 두께는 거의 고려되어 있지 않다^{1,6)}. 따라서 측정점 이하의 물질의 두께가 심

부선량분율에 미치는 영향을 실측할 필요가 있다. 이
 에 저자들은 폴리스티렌 팬텀과 평판형 이온함을 이용하
 여 측정점 이하의 물질의 두께가 ^{60}Co γ 선 및 10MV
 x선의 흡수선량에 미치는 영향을 구명하기 위하여 본
 실험을 시행하였다.

II. 방 법

방사선은 ^{60}Co 원격치료장치 (Picker, C-9)에서
 방출되는 γ 선과 선형가속장치 (Varian, Clinac-18)에
 서 방출되는 10 MV x선을 대상으로 하였다. 평판형
 이온함 (Capintec, PS-033)을 폴리스티렌 팬텀에 삽
 입하고 이를 집적형 선량계 (Keithley, 35616)에 연결
 하여 선량을 측정하였다. 이온함의 감응부위의 전극간의
 간격은 2.4mm이고 용적은 0.5ml 이었다.

방사선 조사시 선원표면간거리 (SSD)는 ^{60}Co γ 선에
 대해서는 80 cm, 10MV x선에 대해서는 100 cm로 하
 였다. 선량측정은 5, 10, 15, 20 cm 깊이에서 시행하였
 고 이때 측정 깊이 이하의 팬텀의 두께는 0에서 10
 cm 범위였으며, 조사면의 크기는 4 x 4 cm에서 24 x
 24 cm 범위로 하였다. 측정 깊이 이하의 팬텀의 두께가
 20 cm인 경우를 기준으로 하여 선량보정계수를 계산하
 였다.

III. 결 과

^{60}Co γ 선 조사시 측정점 이하의 팬텀의 두께가 증가
 함에 따라 선량율이 증가하였으나 팬텀의 두께가 20cm
 이상인 경우에는 선량율이 일정하였다 (Fig.1).

측정점 이하의 팬텀의 두께의 변화에 따라 선량의 차
 이를 비교하기 위하여 선량보정계수 (dose correction fac
 tor; DCF)를 다음과 같이 정의하였다.

$$DCF = \frac{D_t}{D_{20}}$$

여기서 D_t 와 D_{20} 은 측정점 이하의 팬텀의 두께가 각
 각 t , 20 cm인 경우의 선량이다. D_{20} 을 기준으로 삼은
 이유는 t 가 20 cm 이상인 경우 선량율이 일정하였기
 때문이다.

조사면의 크기가 클수록, 측정점의 깊이가 얕을수록
 선량보정계수는 감소하였다. 측정점의 깊이, 측정점 이
 하의 팬텀의 두께 및 조사면의 크기의 변화에 따른 선량
 보정계수는 Table 1과 같다.

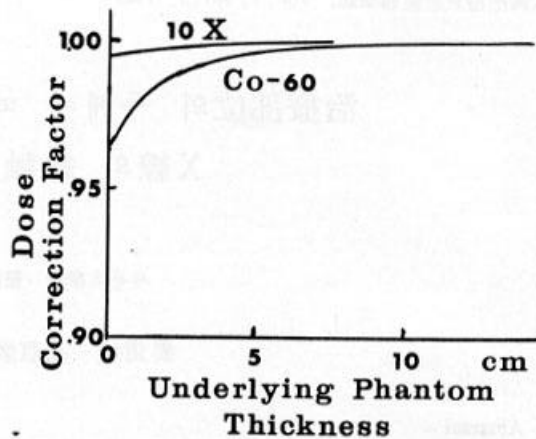


Fig. 1. Graph showing dependence of dose correction factor on the thickness of underlying phantom. These data were obtained at 10cm depth from entrance surface for the field of size A/P=2.5 at 100cm SSD. 0cm in thickness implies exit surface.

10MV x선의 경우에도 같은 경향을 보여주었으나 선
 량보정계수의 변화는 미미하여 그 최소치가 0.995 이었다.

이상과 같이 측정점 이하의 물질의 두께에 따라 흡수
 선량이 변하는 것을 알 수 있었으며, ^{60}Co γ 선의 경우
 는 10MV x선에 비하여 크게 영향을 받았다. 선량보정
 계수는 측정점 이하의 물질의 두께는 물론 측정 깊이 및
 조사면의 크기에 의해서도 영향을 받는다는 것을 알 수
 있었다.

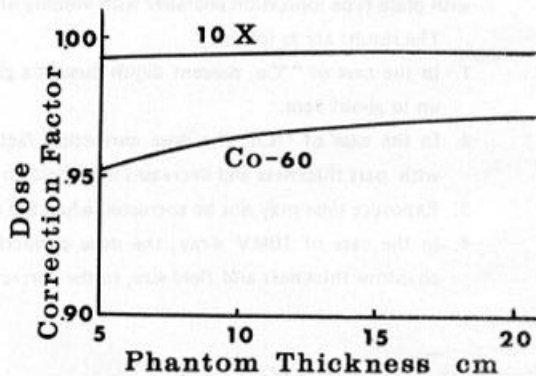


Fig. 2. Variation of the dose correction factor at exit surface with phantom thickness. The field size was A/P=2.5 at 100cm SSD.

IV. 고 찰

선량보정계수가 작다는 것은 측정점 이하의 물체의 두

Table 1. Depth dose correction factors with finite underlying phantom tickness.

d*	t**	Field Size (A/P)			
		1	2.5	4	6
5 cm	0 cm	.975	.953	.941	.932
	1	.984	.972	.962	.954
	2	.989	.983	.979	.974
	3	.993	.989	.987	.985
	4	.995	.993	.993	.992
	5	.997	.996	.995	.995
	7	.998	.997	.998	.996
	10	.999	.999	.998	.998
	20	1.000	1.000	1.000	1.000
10	0	.982	.964	.953	.943
	1	.987	.979	.971	.964
	2	.991	.987	.982	.979
	3	.994	.991	.989	.987
	4	.996	.994	.993	.992
	5	.997	.996	.995	.994
	7	.998	.997	.997	.997
	10	.999	.999	.999	.998
	20	1.000	1.000	1.000	1.000
15	0	.986	.970	.960	.951
	1	.989	.980	.974	.970
	2	.992	.988	.984	.981
	3	.994	.992	.991	.989
	4	.996	.995	.994	.992
	5	.998	.997	.996	.995
	7	.999	.998	.997	.997
	10	1.000	.999	.999	.999
	20	1.000	1.000	1.000	1.000
20	0	.988	.973	.962	.954
	1	.991	.983	.975	.970
	2	.993	.990	.985	.981
	3	.995	.993	.991	.989
	4	.997	.995	.994	.992
	5	.998	.996	.996	.995
	7	.999	.997	.997	.997
	10	1.000	.999	.999	.999
	20	1.000	1.000	1.000	1.000

*d : depth from entrance surface.

**t: thickness of underlying phantom

Data at t=0 cm are dose correction factors at axit surface.

계가 얇다는 것이며 측정점 이하의 물체의 두께가 충분 가 감소하고 있음이 Table 1 과 Fig. 3에 나타나 있다. 이와 한 경우에 후방산란선량이 선량에 상당한 기여를 한다는 것을 같이 조사면의 크기가 증가할 때 선량보정계수가 감소환 의미하고 있다. 조사면의 크기가 증가함에 따라 선량보정계수 다는 것은 측정점 이하의 물질의 두께가 충분할 때 측정

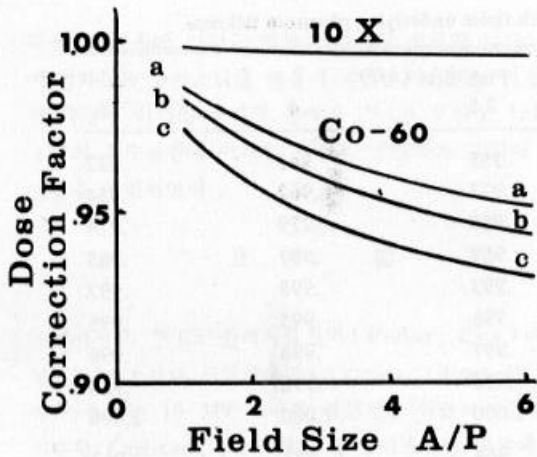


Fig. 3. Variation of the dose correction factor at exit surface with field size. In the case of ^{60}Co , the thickness of phantom were: a; 20cm, b; 10cm, c; 5cm. In the case of 10MV x ray, the thickness of phantom was 10cm.

점의 선량에 후방산란선량의 기여도가 증가한다는 것을 의미하고 있으며, 조사면의 크기가 증가할 때 후방산란 선량의 기여도가 증가하여 후방산란계수가 증가한다는 사실과 일맥 상통하고 있다.

동일 조사면에 대하여 측정점 이하의 팬텀의 두께가 일정할 때 측정점의 깊이가 증가하면 선량보정계수가 증가하고 있음을 Table 1에서 볼 수 있는데 이것은 측정점의 깊이가 깊어짐에 따라 선량에 후방산란선량의 기여도가 감소하고 있음을 의미하고 있다.

동일 조사면과 측정점의 일정 깊이에 대하여 측정점 이하의 팬텀의 두께가 증가함에 따라 선량보정계수가 증가한다는 것은 후방산란을 일으킬 물체의 두께가 증가할 때 후방산란선량이 증가하고 있음을 말해 준다. 바꾸어 말하면 배면(exit surface)이나 그 근처의 물질내에서의 선량은 후방산란을 일으킬 물질의 불충분으로 인해 그 물질이 충분한 때에 비해 적다는 것을 분명히 해주고 있다. 이것은 임상치료에서 실제 배면이나 배면 근처의 선량은 심부선량분율표로부터 계산된 선량보다 작다는 것을 의미하고 있다.

10MV x선의 경우 어느 변수가 변하여도 선량보정계수가 0.995 이상 1에 가까운 값이어서 거의 일정하다는 것은 10 MV X선의 선량분포에 후방산란선의 기여는 거의 없다고 말할 수 있다. 따라서 10MV x선의 경우는 치료 부위의 두께에 무관하게 심부선량분율표로부터 실제 선량을 산출할 수 있다는 것을 의미한다. 또한 10

MV x선 (평균에너지 3MeV)에 있어서는 ^{60}Co 의 γ 선 (평균에너지 1.25MeV)에 비해 후방산란이 적다는 것도 의미하고 있다.

V. 요약

Co γ 선과 10MV x선으로 폴리스티렌 팬텀에 조사하여 이온함으로 배면과 배면근처의 선량을 측정된 결과는 아래와 같다.

1. 측정점 이하의 팬텀의 두께가 증가함에 따라 선량율과 선량보정계수가 증가하였으며 그 두께가 20cm 이상인 경우에는 일정하였다. 선량보정계수는 1 이하였다.
2. 조사면의 크기가 클수록, 측정점의 깊이가 깊을수록 선량보정계수는 감소하였다.
3. 선량에 후방산란선량의 기여도는 조사면이 클수록, 깊이가 얕을수록, 그 깊이 이하의 물질의 두께가 두꺼울수록 증가하였다.
4. 10MV x선의 경우에도 선량보정계수는 같은 유형으로 변하기는 했지만 그 값이 0.995 ~ 1.000이었다.
5. ^{60}Co 에 경우에 치료부위의 두께가 10cm 이상이면 조사시간을 보정하지 않아도 좋을 것이다.

REFERENCES

1. Bureau of Radiological Health : *Radiological Health Handbook: 169-182, US Department of Health Education and Welfare, Public Health Service, Washington D.C., 1970.*
2. Cohen M, Hihes DEA, Greene D : *British Journal of Radiology, Supplement Number 11, Central Axis Depth Dose Data for Use in Radiotherapy: 1-82, The British Institute of Radiology, London, 1972.*
3. Johns HE, Cunningham JR : *The Physics of Radiology. 3rd Ed : 747-767, Charles C Thomas, 1974.*
4. ICRU : *ICRU Report 24, Determination of Absorbed Dose in a Patient Irradiated by Beams for X or Gamma Rays in Radiotherapy Procedures : International Commission on Radiation Units and Measurements, Washington D.C., 1976.*
5. Saylor WL, Ames TE : *Dosage Calculations in Radiation Therapy: 40-52, Urban & Schwarzenberg, 1979.*
6. Herdee WR : *Radiation Therapy Physics : 50-82, Year Book Medical Publishers, Chicago, 1982.*