

직사각형의 중심축 선량 결정에 대한 등가정사각형과 면적/둘레 방법의 비교

원자력병원 치료방사선과

이 호 남

서 론

(1) 방사선치료에 있어서 선량계산은 가장 기본이 되는 요소이다. 광자선의 중심축상에서 깊이에 따르는 선량은 방사선의 종류, 선원-표면거리, 조사면의 크기 및 모양에 따라 변한다. 일반적으로 환자의 치료부위는 부정형이며, 이와 같은 부정형조사면의 선량계산은 통상적으로 Clarkson원리를 이용한 컴퓨터를 사용하거나 근사적인 방법을 사용한다. 컴퓨터를 사용하는 방법은 정확하기는 하지만 시간적인 제약으로 인하여 조사면이 매우 복잡한 경우를 제외하면 많이 사용되지 않는다. 따라서 조사면이 직사각형이거나 간단한 부정형일경우 실제 선량계산은 근사적인 방법을 대부분 사용한다. 근사적인 선량계산방법으로는 몇가지가 제시되어 있지만 그 중에서 등가정사각형방법과 면적/둘레방법이 주로 많이 사용되어지고 있다.

이에 저자들은 등가정사각형방법과 면적/둘레방법중 원자력병원에서 보유하고 있는 Co-60 치료기(AECL Teletron 780) 및 X-선치료기(Scanditronix Microtron MM22)의 광자선에 가장 적합한 방법을 결정하기 위하여 실험을 실시하였다.

(2) 측정방법 및 기기

측정은 원자력병원 치료방사선과에서 보유하고 있는 AECL Theratron 780 Co-60 치료기의 r선 및 Scanditronix MM22 Microtron의 6MV, 10MV X-선에 대하여 실시하였다. 측정장비로는 Capintec 192x Electrometer와 PR-06C ioni-

zation chamber 및 polystyrene phantom을 사용하였다. 측정방법은 측정하고자 하는 직사각형 조사면에 대하여 등가정사각형 방법과 면적/둘레 방법에 따라 등가정사각형을 계산한 후, r선에서는 각각의 직사각형조사면과 등가정사각형 조사면에 대하여 깊이 5cm에서 표준측정법을 이용하여 선량을 측정하였으며, 6MV, 10MV X-선의 경우는 한 조사면에 대하여 upper collimator와 lower collimator를 바꾸어 가면서 측정하였으며, 각각의 조사면에 대하여 1.5cm, 2.5cm 깊이에서 실시하였다.

Table 1. Comparison of relative output for rectangular Co-60 Field.

Field size	Measured	Calculated				
		Eq. sq.	% Div.	A / P	% Div.	
5 × 6	0.903	0.908	0.6	0.906	0.4	
	10	0.928	0.941	1.5	0.941	1.4
	20	0.958	0.967	0.9	0.969	1.2
6 × 8	0.948	0.945	-0.4	0.944	-0.4	
	12	0.972	0.969	-0.3	0.969	-0.3
	20	0.986	0.986	0	0.989	0.3
8 × 12	0.997	0.994	-0.3	0.994	-0.3	
	20	1.019	1.015	-0.4	1.019	-0.1
10 × 15	1.026	1.024	-0.2	1.025	-0.1	
	20	1.042	1.036	-0.5	1.041	-0.1
12 × 15	1.042	1.040	-0.1	1.041	-0.1	
	20	1.056	1.056	0	1.058	0.3
15 × 20	1.075	1.075	0	1.076	0.1	

Average 0.06 ± 0.59 0.18 ± 0.56

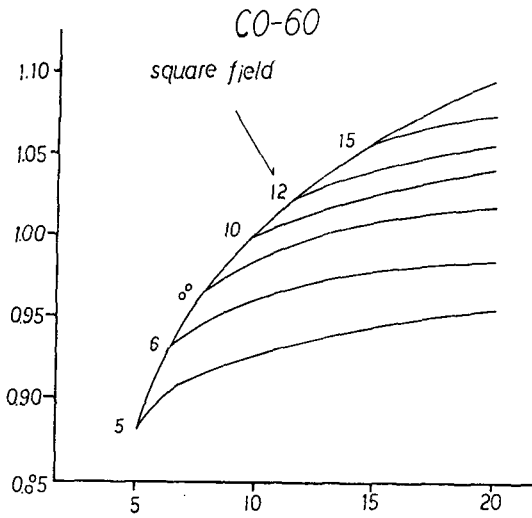


Fig 1. Relative output data for a Co-60 unit. The output is measured at the depth 5cm in a phantom and expressed relative to the value for a 10 × 10 field.

Table 2. Comparison of relative output for rectangular 6MV field. long side = lower-collimator jaw

Field size	Measured	Calculated			
		Eq. sq.	% Div.	A / P	% Div.
4 × 6	0.943	0.955	1.3	0.955	1.3
10	0.947	0.969	2.3	0.968	2.2
20	0.960	0.980	2.2	0.980	2.1
6 × 8	0.972	0.983	1.1	0.982	1.1
15	0.984	0.994	1.0	0.994	1.1
20	0.988	0.997	0.9	0.998	1.1
8 × 15	0.996	1.005	0.9	1.006	1.0
20	1.000	1.009	0.9	1.011	1.1
10 × 15	1.008	1.013	0.5	1.014	0.6
20	1.012	1.020	0.8	1.021	0.9
12 × 15	1.012	1.021	0.9	1.021	0.9
20	1.020	1.027	0.7	1.028	0.8
15 × 20	1.028	1.032	0.4	1.033	0.5
Average		1.07 ± 0.57		1.13 ± 0.50	

Table 3. Comparison of relative output for rectangular 6MV field. long side = upper-collimator jaw

Field size	Measured	Calculated			
		Eq. sq.	% Div.	A / P	% Div.
6 × 8	0.980	0.983	0.3	0.982	0.2
10	0.984	0.987	0.4	0.987	0.4
12	0.992	0.991	-0.1	0.991	-0.1
15	0.996	0.994	-0.2	0.994	-0.2
8 × 10	0.992	0.996	0.4	0.996	0.4
12	0.996	1.001	0.5	1.001	0.5
15	1.004	1.005	0.1	1.006	0.2
10 × 15	1.008	1.013	0.5	1.014	0.6
Average		0.24 ± 0.27		0.25 ± 0.28	

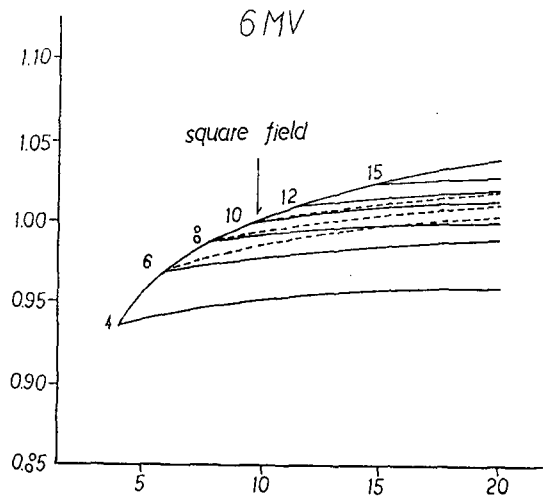


Fig 2. Relative output data for a 6MV X-ray unit. The output is measured at the depth 1.5cm in a phantom and expressed relative to the value for a 10 × 10 field.

Table 4. Comparison of relative output of rectangular 10MV field. long side = lower-collimator jaw

Field size	Measured	Calculated			
		Eq. sq.	% Div.	A / P	% Div.
4 × 6	0.918	0.927	0.9	0.927	0.9
10	0.929	0.947	1.9	0.945	1.7
20	0.936	0.961	2.7	0.960	2.7

6 × 8	0.962	0.964	0.2	0.963	0.1
15	0.975	0.985	1.1	0.986	1.1
20	0.975	0.991	1.6	0.993	1.8
8 × 15	0.994	1.003	0.9	1.004	1.0
20	0.997	1.010	1.4	1.014	1.7
10 × 15	1.009	1.018	0.8	1.019	0.9
20	1.013	1.026	1.3	1.030	1.7
12 × 15	1.022	1.029	0.7	1.030	0.7
20	1.028	1.037	0.8	1.038	0.9
15 × 20	1.038	1.047	0.9	1.047	0.9
Average		1.17 ± 0.63		1.24 ± 0.66	

Table 5. Comparison of relative output for rectangular 10MV field, long side = upper-collimator jaw

Field size	Measured	Calculated			
		Eq. sq.	% Div.	A / P	% Div.
6 × 8	0.969	0.964	-0.5	0.963	-0.6
10	0.981	0.973	-0.9	0.973	-0.9
12	0.991	0.980	-1.1	0.980	-1.1
15	0.997	0.985	-1.2	0.986	-1.1
8 × 10	0.994	0.990	-0.4	0.989	-0.4
12	1.006	0.996	-1.0	0.996	-1.0
15	1.013	1.003	-1.0	1.004	-0.8
10 × 15	1.022	1.018	-0.4	1.019	-0.3
Average		-0.81 ± 0.33		-0.78 ± 0.31	

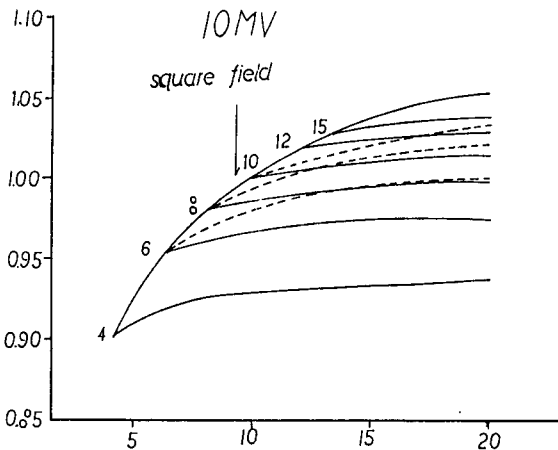


Fig 3. Relative output data for a 10MV x-ray unit. The output is measured at the depth 2.5cm in a phantom and expressed relative to the value for a 10 × 10 field.

본 론

[Table 1.] [Fig 1]

각 field마다의 선량을 측정하여 field size 10 × 10을 기준으로 하여 nomal range 시킨 값을 도표로 작성한 것이다.

Co-60에서는 EQ, SQ와 A/P 방법 모두 커다란 오차는 보이고 있지 않으나 small field에서 오차가 많이 발생하고 있는 것을 볼 수 있었으며 field size가 증가 할수록 오차가 감소함을 볼 수 있었다. 또한 Co-60에서는 EQ, SQ 방법과 A/P 방법 모두 커다란 오차는 발생하지 않았으나 field size 5 × 10이었을 때 EQ, SQ 방법을 사용하였을 때는 1.5% 발생하였고 A/P 방법을 사용하였을 때는 1.4%의 오차가 발생하여 가장 많은 오차를 보이고 있다.

[Table 2, 3] [Fig 2]

본원에서 사용하고 있는 X-선 가속기(micron)를 사용하여 6MV X-선을 이용 EQ, SQ와 A/P 방법을 비교하여 보았다.

또한 6MV X-선을 이용하여 upper-collimator 고정시키고 low-collimator 변화시켜 측정하여 보았고 또 하나는 low-collimator 고정시키고 upper-collimator 변화시켜 측정을 하여 보았다. 측정 결과 long side를 upper-collimator로 사용시는 측정결과 오차가 적었으나 long side를 low-collimator로 사용시는 측정결과 오차가 증가함을 볼 수 있다.

6MV에서도 Co-60과 동일하게 small field에서 큰 오차가 발생한 것을 보여주고 있으며 long side를 low-collimator로 사용시 오차가 많이 발생함을 보여주고 있다.

[Table 4, 5] [Fig 3]

이 도표는 10MV를 측정하여 보았다. 10MV 또한 upper-collimator와 low-collimator로 구분하여 측정하여 보았다.

10MV에서도 6MV와 비슷한 결과를 얻을 수 있었다. 그러나 Energy의 증가에 따라 upper-collimator와 low-collimator의 선량 차이가 6MV 보다 증가하였음을 보여주고 있으며, average 값에서도 변화가 심해졌음을 알 수 있다.

결 론

Co-60 γ 선 6MV 및 10MV X-선의 직사각조 사면에 대한 손에 의한 선량계산방법인 등가정

사각형과 면적/둘레 방법을 비교한 결과

1. Co-60 γ 선에서는 두방법 모두에서 거의 일치하였고, 6MV 및 10MV X-선에서는 0.2~1.3% 이내에서 잘 일치하였다.

2. 모든 경우에 있어서 소조사면에서는 평균보다 큰 오차를 보였으며, 등가정사각형 방법이 면적/둘레 방법에 비해 적은 오차를 보였다.

3. 에너지가 높아질수록 오차는 증가하였고, X-선의 경우 같은 크기의 조사면이라도 upper-collimator를 장축으로 하였을 때 오차가 감소하였다.

Reference

1. Sterling TD, Parry H, Katz L : Derivation of a Mathematical Expression for the Percent Depth Dose Surface of Cobalt 60 Beams and Visualisation of Multiple Field Dose Distributions. Brit. J. Radiol., 37 : 544, 1964
2. Khan FM : The Physics of Radiation Therapy. Williams & Wilkins, Baltimore, 1984
3. Hospital Physicists' Association : Central Axis Depth Dose Data for Use in Radiotherapy. Brit. J. Radiol. Suppl. 17, 1983
4. 한국의학물리학회 : 방사선표준측정법. KAPM, 서울, 1990