

The characteristics on dose distribution of a large field

Dept. of Radiation Oncology, Anam Hospital, Korea University Medical Center

Sang Rok Lee, Deok Yang Jeong, Byoung Koo Lee, Young Ho Kwon

I . Purpose

In special cases of Total Body Irradiation(TBI), Half Body Irradiation(HBI), Non-Hodgkin's lymphoma, E-Wing's sarcoma, lymphosarcoma and neuroblastoma a large field can be used clinically. The dose distribution of a large field can use the measurement result which gets from dose distribution of a small field (standard SSD 100cm, size of field under $40 \times 40 \text{cm}^2$) in the substitution which always measures in practice and it will be able to calibrate. With only the method of simple calculation, it is difficult to know the dose and its uniformity of actual body region by various factor of scatter radiation.

II . Method & Materials

In this study, using Multidata Water Phantom from standard SSD 100cm according to the size change of field, it measures the basic parameter (PDD,TMR,Output,Sc,Sp)

From SSD 180cm (phantom is to the bottom vertically) according to increasing of a field, it measures a basic parameter. From SSD 350cm (phantom is to the surface of a wall, using small water phantom. which includes mylar capable of horizontal beam's measurement) it measured with the same method and compared with each other.

III. Results & Conclusion

In comparison with the standard dose data, parameter which measures between SSD 180cm and 350cm, it turned out there was little difference. The error range is not up to extent of the experimental error. In order to get the accurate data, it dose measures from anthropomorphous phantom or for this objective the dose measurement which is the possibility of getting the absolute value which uses the unlimited phantom that is devised especially is demanded. Additionally, it needs to consider ionization chamber use of small volume and stem effect of cable by a large field.

I. 서 론

일반적으로 방사선 치료는 국소적인 치료방법으로 사용되어 왔으나 Total Body Irradiation (TBI) 와 Half Body Irradiation(HBI), Non- Hodgkin's lymphoma, E-Wing's sarcoma, lymphosarcoma, neuroblastoma 등의 특수한 경우에 넓은 광자선 조사면(40×40cm² 이상)이 임상적으로 사용될 수 있다.

이런 경우 치료실의 구조 때문에 치료거리를 늘리는 방법을 사용하고 있으며, 먼 거리에서 환자를 치료하기 위해서는 치료기관, 치료기기 및 치료방법에 따른 실제 선량 측정 및 정도 관리가 필요하다.⁶⁾ 또 심부선량(depth dose)은 산란선, 조사면의 크기, 팬텀 크기등에 따라 다를 수 있기 때문에 각각의 환자에게서 선량을 확인해야 한다는 보고가 있다.^{1) 2)} 넓은 광자선 조사면의 선량분포는 매번 실제 측정 대신 좁은 광자선 조사면(표준 SSD 100cm, 조사면의 크기 40×40cm² 미만)에서 얻은 측정결과를 이용하여 보정할 수 있으나³⁾, 단순한 계산에 의한 방법만으로는 산란 방사선의 여러 가지 요인에 의한 실제 신체 각 부위의 선량 및 그 균일성을 알기는 힘들다.⁴⁾

따라서 본 연구에서는 치료거리 증가에 따른 넓은 광자선 조사면의 기본 parameter(PDD, TMR, Output, Sc, Sp)를 측정하고, 좁은 광자선 조사면에서 얻은 측정결과와 비교하여 그 차이를 확인해 보고 실제 적용여부를 알아보려고 한다.

II. 실험 재료

- (1) Clinac 1800 (Varian, Photon beam 10MV)
- (2) Multidata dosimetry system
- (3) Ionization chamber (PTW Freiburg 0.6cc cylindrical chamber)

- (4) Electrometer (PTW UNIDOS)
- (5) Multidata water phantom (60×60×60cm³)
- (6) Small water phantom (35×35×35cm³ with mylar)

3. 실험 방법

- (1) 표준 SSD 100cm에서 Multidata water phantom 을 이용하여 조사면의 크기 변화에 따라 기본 parameter(PDD, TMR, Output, Sc, Sp)를 측정하였다. 거리증가에 따른 PDD의 변화는 아래 식(1)과 같이 Mayneord F factor를 적용한 계산값과 실측값을 비교하였다.⁵⁾

$$PDD(d, r, f_2) = PDD(d, r, f_1) \times F_s^2 \ll d : \text{depth, } r : \text{field size, } f : \text{SSD} \gg \text{-----(1)}$$

$$F_s = (f_1 + d / f_1 + d_m) \times (f_2 + d_m / f_2 + d)$$

- (2) TMR은 측정된 PDD를 이용하여 아래 식(2)와 같이 Khan method에 의해 계산하였다. 그리고 거리증가에 따른 TMR의 변화를 비교하였다.⁵⁾

$$TMR(d, r_d) = PDD(d, r, f) / 100 \times (f + d / f + d_m)^2 \times (Sp(r_{dm}) / Sp(r_d)) \text{-----(2)}$$

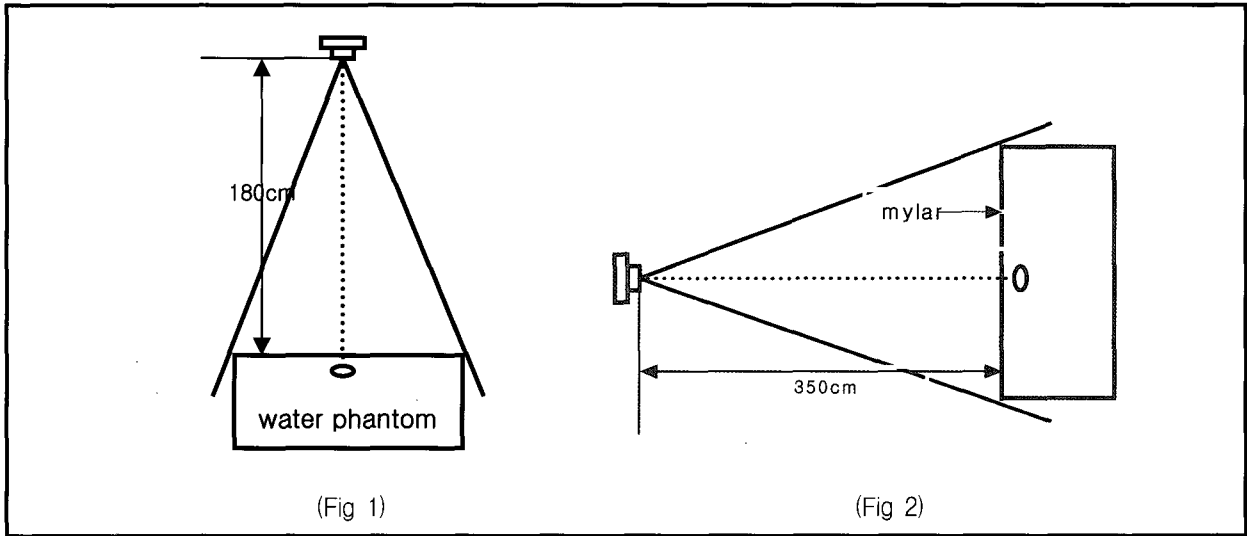
$$\ll f : \text{SSD, } r_d : r \times (f + d / f), r_{dm} : r \times (f + d_m) / f \gg$$

- (3) Output, Sc, Sp는 조사면의 크기변화에 따라 reference depth에서 측정하였다.
- (4) 측정거리는 SSD 180cm과 350cm 두 가지로 정하였으며, 우선 SSD 180cm에서(phantom이 치료실 바닥으로 수직방향) 조사면의 크기를 40×40, 50×50, 60×60, 70×70cm²의 크기로 변화시키면서 parameter를 측정하여 표준 SSD

에서의 값과 비교하였다. (그림 1)

- (5) SSD 350cm에서(phantom이 치료실 벽면으로 수평방향이고 horizontal beam의 측정이 가능한 mylar를 가진 small water phantom을 이용

조사면의 크기를 40×40 , 50×50 , 60×60 , $70 \times 70 \text{cm}^2$ 의 크기로 변화시키면서 parameter를 측정하여 표준 SSD에서의 값과 비교하였다. (그림 2)



III. 결 과

(표 1-1)은 조사면의 크기가 40×40 , $50 \times 50 \text{cm}^2$ 일 때 SSD 180cm과 350cm에서의 PDD를 나타낸 표이고, (그림 3)과 (그림 4)는 조사면의 크기가 40×40 , $50 \times 50 \text{cm}^2$ 일 때 SSD 180cm과 350cm에서 PDD의 실측치와 계산치의 차이를 나타낸 그래프

이다.

SSD 180cm일 경우 PDD의 실측치와 계산치의 차이가 조사면이 $40 \times 40 \text{cm}^2$ 에서 $-1.1 \sim -0.4\%$, $50 \times 50 \text{cm}^2$ 에서 $-0.1 \sim -2\%$ 까지 나타났으며, SSD 350cm일 경우 조사면이 $40 \times 40 \text{cm}^2$ 에서 $-2.5 \sim -0.5\%$, $50 \times 50 \text{cm}^2$ 에서 $-3.3 \sim -0.3\%$ 로 나타났다.

Table 1-1. PDD on 180cm and 350cm SSD

Depth (cm)	40×40	40×40	40×40	40×40	50×50	50×50	50×50	50×50
	SSD 180 (실측치)	SSD 180 (계산치)	SSD 350 (실측치)	SSD 350 (계산치)	SSD 180 (실측치)	SSD 180 (계산치)	SSD 350 (실측치)	SSD 350 (계산치)
3	0.996	0.999			0.996	0.997		
5	0.949	0.950	0.963	0.962	0.952	0.948	0.967	0.964
7	0.896	0.893	0.905	0.900	0.897	0.896	0.906	0.903
9	0.844	0.841	0.876	0.880	0.847	0.841	0.881	0.880
10	0.821	0.824	0.847	0.855	0.820	0.818	0.849	0.851
11	0.798	0.797	0.814	0.820	0.798	0.792	0.819	0.824
13	0.746	0.743	0.790	0.799	0.748	0.742	0.790	0.799
15	0.698	0.696	0.735	0.741	0.703	0.692	0.738	0.747
17	0.653	0.655	0.682	0.690	0.657	0.648	0.689	0.698
19	0.607	0.613	0.653	0.664	0.616	0.604	0.643	0.651
20	0.588	0.595	0.632	0.648	0.600	0.588	0.632	0.653

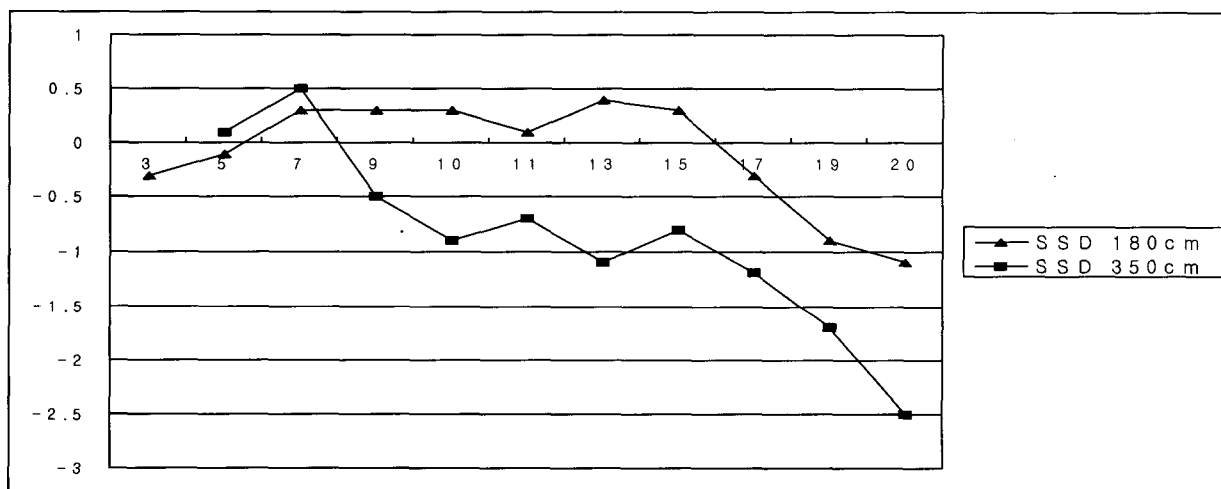


Fig 3. field size 40×40cm²

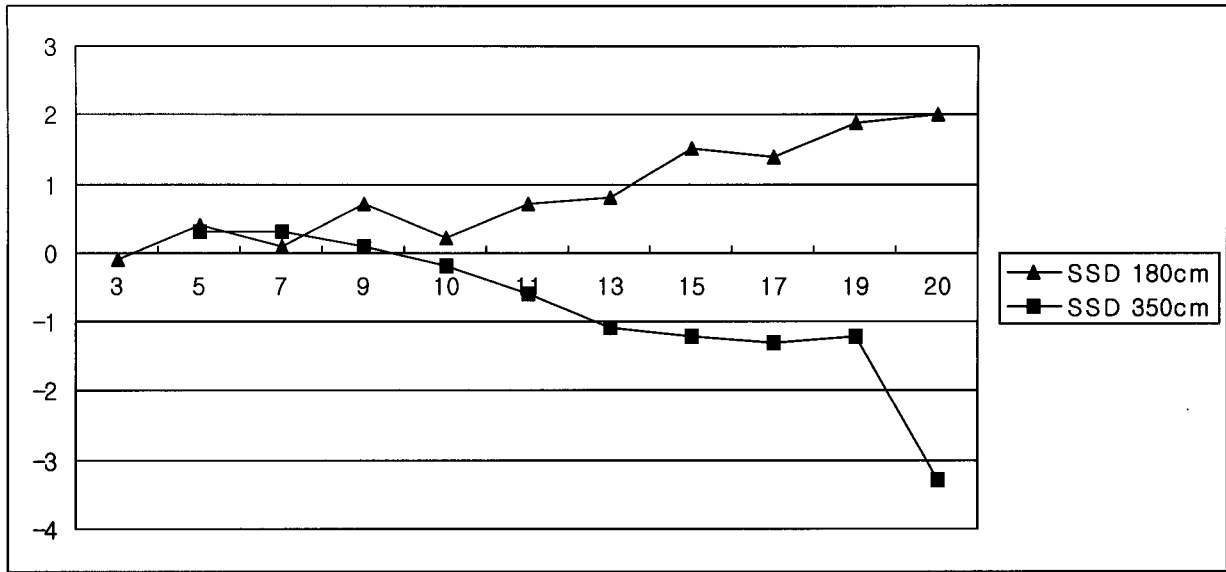


Fig 4. field size 50×50cm²

(표 1-2)은 조사면의 크기가 60×60, 70×70cm²일 때 SSD 180cm과 350cm에서의 PDD를 나타낸 표이고, (그림 5)과 (그림 6)는 조사면의 크기가 60×60, 70×70cm²일 때 SSD 180cm과 350cm에서 PDD의 실측치와 계산치의 차이를 나타낸 그래프이다.

SSD 180cm일 경우 PDD의 실측치와 계산치와의 차이가 조사면이 60×60cm²에서 0~1.8%, 70×70cm²에서 0.2~2.5%까지 차이가 났으며, SSD 350cm일 경우 조사면이 60×60cm²에서 -3.3~0.4%, 70×70cm²에서 -3.7~0.3%로 나타났다.

Table 1-2. PDD on 180cm and 350cm SSD

Depth (cm)	60×60 SSD 180 (실측치)	60×60 SSD 180 (계산치)	60×60 SSD 350 (실측치)	60×60 SSD 350 (계산치)	70×70 SSD 180 (실측치)	70×70 SSD 180 (계산치)	70×70 SSD 350 (실측치)	70×70 SSD 350 (계산치)
3	0.997	0.997			0.997	0.995		
5	0.953	0.949	0.969	0.965	0.955	0.948	0.970	0.967
7	0.898	0.898	0.908	0.906	0.899	0.894	0.910	0.911
9	0.849	0.841	0.885	0.890	0.850	0.837	0.886	0.889
10	0.822	0.819	0.849	0.854	0.829	0.819	0.854	0.861
11	0.799	0.795	0.820	0.826	0.800	0.796	0.820	0.824
13	0.750	0.746	0.789	0.790	0.754	0.743	0.792	0.796
15	0.705	0.699	0.739	0.750	0.707	0.703	0.740	0.752
17	0.660	0.654	0.690	0.692	0.661	0.659	0.692	0.709
19	0.618	0.607	0.647	0.658	0.622	0.606	0.650	0.664
20	0.601	0.590	0.633	0.654	0.605	0.602	0.634	0.658

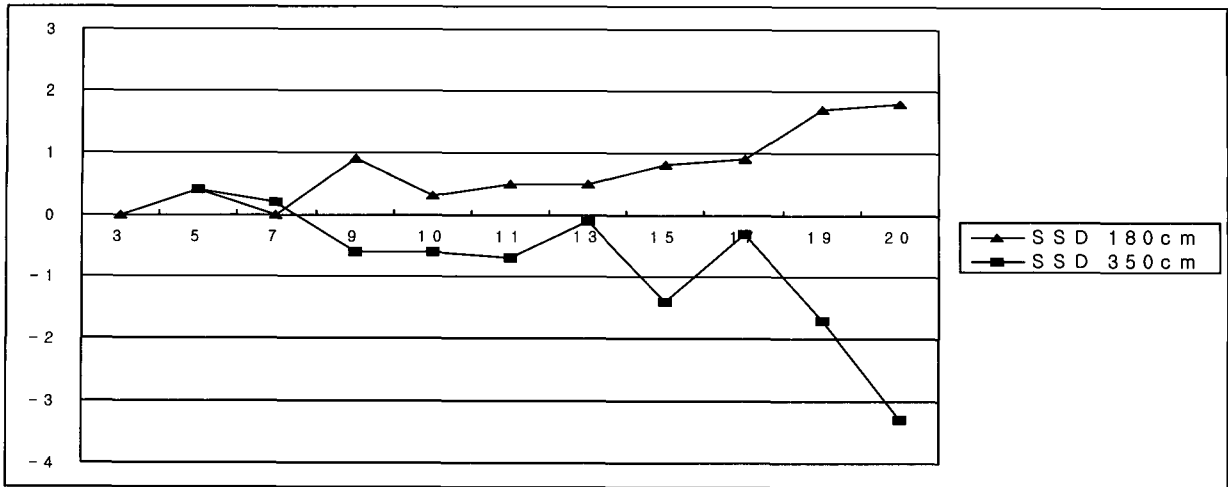


Fig 5. field size 60x60cm²

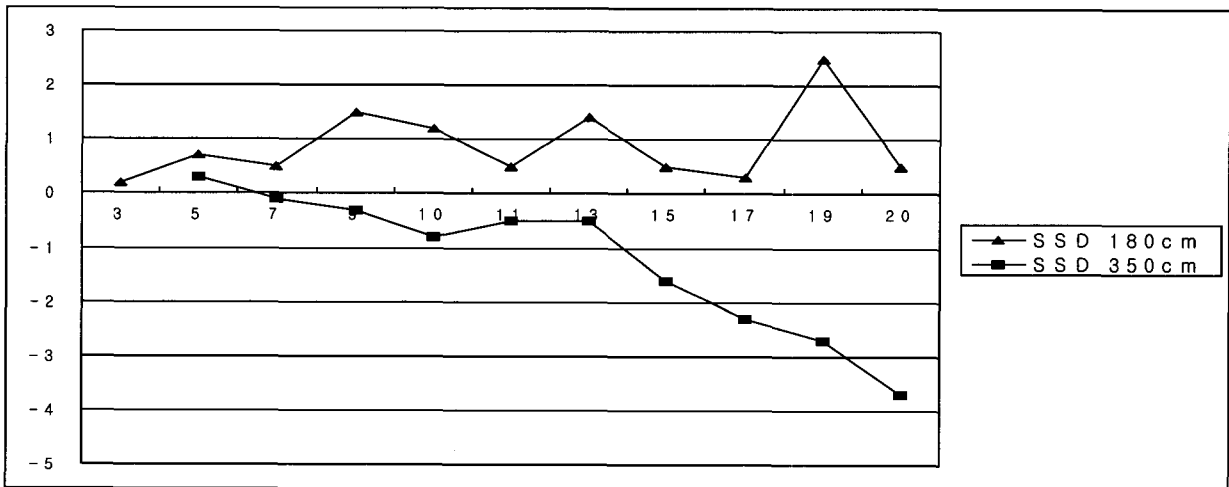


Fig 6. field size 70x70cm²

(표 2)는 SAD 180cm와 350cm의 TMR을 나타낸 표이고 (그림 7)은 SAD 350cm를 기준으로 한 TMR의 차이를 나타낸 그래프이다. 조사면의 크

기가 40x40cm² 에서 최대 1.4%의 차이가 났고, 50x50cm²에서 3.3%, 60x60cm²에서 3.5%, 70x70cm²에서 3.9%의 차이가 났음을 알 수 있다.

Table 2. TMR on 180cm and 350cm SAD

Depth (cm)	40×40 SAD 180	40×40 SAD 350	50×50 SAD 180	50×50 SAD 350	60×60 SAD 180	60×60 SAD 350	70×70 SAD 180	70×70 SAD 350
3	1.000		1.000		1.000		1.000	
5	0.975	0.976	0.977	0.980	0.978	0.982	0.980	0.983
7	0.940	0.936	0.941	0.939	0.942	0.937	0.943	0.937
9	0.905	0.904	0.907	0.900	0.910	0.902	0.911	0.904
10	0.889	0.883	0.888	0.885	0.890	0.885	0.897	0.890
11	0.874	0.870	0.873	0.869	0.874	0.870	0.876	0.870
13	0.834	0.831	0.836	0.828	0.838	0.827	0.842	0.832
15	0.796	0.788	0.802	0.791	0.804	0.792	0.806	0.793
17	0.760	0.751	0.765	0.755	0.768	0.757	0.770	0.754
19	0.722	0.715	0.731	0.717	0.734	0.716	0.738	0.720
20	0.706	0.696	0.720	0.696	0.721	0.696	0.726	0.698

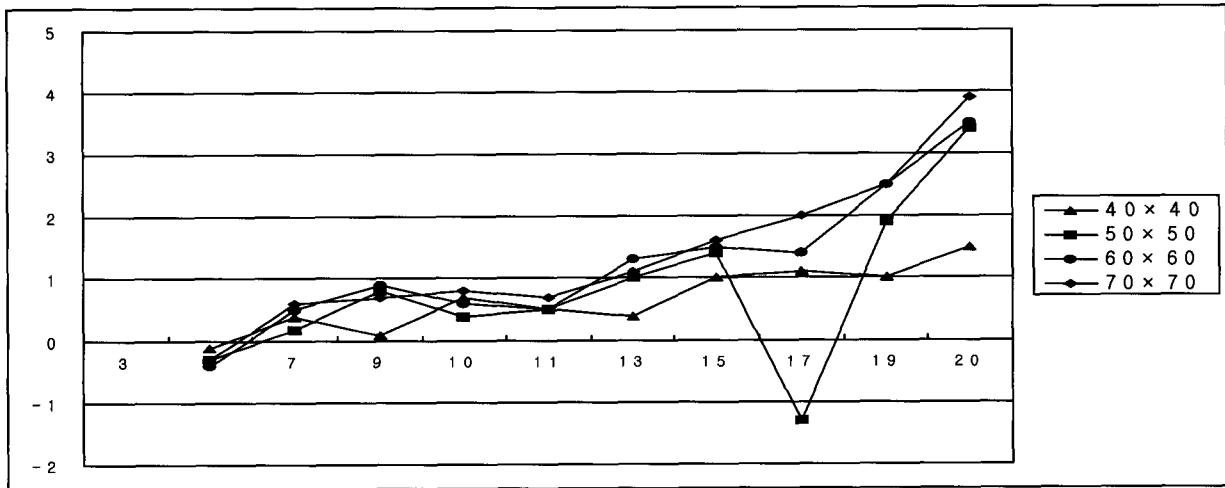


그림 7. Error scope of TMR on 350cm SAD

(표 3)은 SAD 350cm에서의 Output을 조사면의 크기 10×10에서 40×40cm²로 변화시켰을 때 실측

치와 계산치의 차이를 나타낸 표로서 1.6~4.8%까지 차이가 나타났음을 알 수 있다.

Table 3. Output on 350cm SAD

	10×10 (실측치)	10×10 (계산치)	20×20 (실측치)	20×20 (계산치)	30×30 (실측치)	30×30 (계산치)	40×40 (실측치)	40×40 (계산치)
	0.828	0.795	0.853	0.812	0.879	0.865	0.888	0.857
오 차	4%		4.8%		1.6%		3.5%	

IV. 결 론

(1) Standard geometry에서의 parameter 적용

- ㉠ 확장된 SSD 180cm일 경우 PDD의 실측치와 계산치와의 오차가 조사면이 40×40cm²에서 -1.1~0.4%, 50×50cm²에서 -0.1~2%, 60×60cm²에서 0~1.8%, 70×70cm²에서 0.2~2.5%로 큰 차이가 없었다.
- ㉡ SSD 350cm일 경우 조사면이 40×40cm²에서 -2.5~0.5%, 50×50cm²에서 -3.3~0.3%, 60×60cm²에서 -3.3~0.4%, 70×70cm²에서 -3.7~0.3%로 깊이가 깊어질수록 차이가 커질 뿐 역시 큰 차이가 없었다.
- ㉢ SAD 180cm와 350cm의 TMR의 차이를 비교해보면은 40×40cm²에서 최대 1.4%의 차이가 났고, 50×50cm²에서 3.3%, 60×60cm²에서 3.5%, 70×70cm²에서 3.9%로 조사면의 크기가 커지고 깊이가 깊어질수록 차이가 커졌다.
- ㉣ SAD 350cm에서 조사면 변화에 따른 Output은 그 차이가 1.6%~4.8%로 나타났다.

(2) Unlimited phantom의 필요성

정확한 자료를 얻기 위해 anthropomorphic phantom에서 선량측정을 하거나 이런 목적을 위해 특별히 고안된 unlimited phantom을 이용

한 절대값을 얻을 수 있는 선량 측정이 요구된다. 부가적으로 작은 부피의 ionization chamber 사용과 넓은 조사면에 의한 cable과 stem effect를 고려해야 할 필요가 있다.

참고문헌

- 1) Karzmark CJ, Denbert A, Loevinger R : Tissue-phantom ratios. An aid to treatment planning, Br J Radiol 38, 158-159, 1965
- 2) Kirby TH, Hanson WF, Cates DA : Verification of total body photon irradiation dosimetry techniques. Med Phys, 15, 364-369, 1988
- 3) Georgios, Jovan : Dosimetric characterization of large photon fields by using standard measurement approach. Archive of Oncology 10(1), 25-8, 2002
- 4) 지의규등 : 인체 및 인형 팬텀에서 전신방사선 조사시 열형광선량계(TLD)를 이용한 선량분포 균일성 확인, 대한방사선종양학회지, 17(4), 321-328, 1999
- 5) Faiz M. Khan : The physics of radiation therapy, second edition, 185-187, 204-206
- 6) Van Dyk J : The modern technology of radiation oncology, Madison, Med Phys publishing, p641-662, 1999

넓은 광자선 조사면(40×40cm² 이상)의 선량분포 특성

고려대학교 의료원 안암병원 방사선종양학과

이상록, 정덕양, 이병구, 권영호

I. 목 적

Total Body Irradiation(TBI)와 Half Body Irradiation(HBI), Non-Hodgkin's lymphoma, E-Wing's sarcoma, lymphosarcoma, neuroblastoma 등의 특수한 경우에 넓은 광자선 조사면(40×40cm² 이상)이 임상적으로 사용될 수 있다. 넓은 광자선 조사면의 선량분포는 매번 실제 측정 대신 좁은 광자선 조사면(표준 SSD 100cm, 조사면의 크기 40×40cm² 미만)에서 얻은 측정결과를 이용하여 보정할 수 있으나, 단순한 계산에 의한 방법만으로는 산란 방사선의 여러 가지 요인에 의한 실제 신체 각 부위의 선량 및 그 균일성을 알기는 힘들다.

본 연구에서는 치료거리 증가에 따른 넓은 광자선 조사면의 기본 parameter(PDD, TMR, Output, Sc, Sp)를 측정하고, 좁은 광자선 조사면에서 얻은 측정결과와 비교하여 그 차이를 확인해 보고 실제 적용 여부를 알아보고자 한다.

II. 대상 및 방법

표준 SSD 100cm에서 Multidata water phantom을 이용하여 조사면의 크기 변화에 따라 기본 parameter(PDD, TMR, Output, Sc, Sp)를 측정하였다. 먼저 SSD 180cm에서(phantom이 치료실 바닥으로 수직방향) 조사면 증가에 따른 기본 parameter를 측정하였고, SSD 350cm에서(phantom이 치료실 벽면으로 수평방향이고 horizontal beam의 측정이 가능한 mylar를 가진 small water phantom을 이용) 같은 방법으로 측정하여 서로 비교해보았다.

III. 결과 및 결론

SSD 180cm과 350cm에서 측정한 parameter들이 표준 선량측정 자료와 비교해서 오차범위가 실험적 오차에 있을 정도로 큰 차이가 없었음을 알 수 있었다.

정확한 자료를 얻기 위해 anthropomorphous phantom에서 선량측정을 하거나 이런 목적을 위해 특별히 고안된 unlimited phantom을 이용한 절대값을 얻을 수 있는 선량 측정이 요구된다. 부가적으로 작은 부피의 ionization chamber 사용과 넓은 조사면에 의한 cable과 stem effect를 고려해야 할 필요가 있다.