

방사선치료 장치의 Collimator와 Block에 의한 산란선이 조사선량에 미치는 영향

고려대학교 보건전문대학 방사선과
김 유 현

Abstract

Effects of the Scattered Radiation by Collimator and Block on Exposure Dose in Radiation Therapy

You Hyun Kim

Dept. of Radiotechnology, Junior College of Allied Health Science, Korea University

This study was performed to verify scattered dose by collimator and block. As the results, the following conclusion have been reached ;

1. Scattered dose outside the treatment field increased with the increase of energy.
2. Shielding block cause 2 to 3 % increase in central axis dose.
3. Scattered dose by the upper collimator was more than dose by the lower collimator
4. It was found that optimal thickness of shielding block was 2 cm width.

I. 서 론

방사선 치료장치 및 치료기술의 발달로 악성 종양의 치료에 있어서 현저한 발전을 보게 되었고 현재는 고 에너지 전리방사선을 이용함으로써 악성종양의 치료효과가 높아졌으며, 악성 종양환자의 생존율도 크게 향상되었다.

방사선 치료의 궁극적 목표는 치료하고자 하는 병소에는 충분한 방사선량을 조사하여 국소적 완치율을 높이며 정상조직에 대해서는 가능한 조사선량을 극소화하여 방사선 치료에 따른 부작용을 최소화하는 것이다. 이러한 목표를 달성하기 위하여 다양한 방사선 치료 방법이 시도되고 있으며 치료 성적에 있어서도 괄목할

만한 성과를 거두었다. 따라서 정상조직에 기여하는 산란선의 영향으로 인한 만성적 장애를 고려해 볼 때에 치료조사야 밖의 산란선은 많은 문제를 유발할 수 있으므로 이에 대한 연구가 계속 되어왔다^{1,2,5,7)}.

발표된 논문들에 따르면, 치료조사야 주변의 산란선을 구성하는 요인은 환자자체에 의한 산란, collimator system 또는 차폐물에 의한 산란, 치료기기의 누설선량, 치료실의 천정이나 바닥에 의한 산란 등으로 구분할 수 있다^{4,5,7)}.

또한 산란선은 에너지가 커지면 증가하고, 차폐물, wedge filter 등을 사용했을 때에 커졌으며 환자의 일정 깊이까지는 증가하다가 감소하는 것을 볼 수 있었다^{1~3, 5,6)}.

본 실험에서는 환자 자체에 의한 산란선은 배제하고 energy의 변화에 따른 차폐 block과 collimator system에 의한 산란선의 영향을 분석하여 산란선을 최대한 줄일 수 있는 대책을 마련하고자 본 연구를 시도하였다.

II. 실험기재 및 방법

1. 실험 기재

- *Clinac-1800 linear accelerator(Varian) : 6 MV, 10 MV
- *Ion-Chamber : PTW Freiburg(M 233641~1169)
- *Eectrometer : PTW-IQ 4
- *차폐 Block : Lipowitz material(MeV-bend) Width 1 cm~5 cm, Hight 8 cm

2. 실험 방법

그림 1에서와 같이 Upper collimator와 Lower collimator에 의한 산란과 차폐 Block에 의한 산란선을 측정하였다.

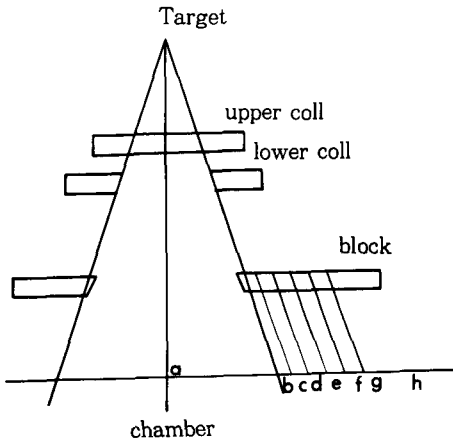


그림 1. 측정방법

조사야는 10×10 cm로 고정하였고 collimator만을 이용한 Open field와 1 cm 폭의 차폐블럭을 제작하여 차폐블럭 폭의 두께별로 조사야 내의 중심선량과 조사야 밖의 1 cm 지점에서

부터 10 cm 되는 지점까지를 6 MV와 10 MV에 너지별로 측정하여 중심 선량값에 표준화시켰다.

Ionchamber의 위치는 SCD(Source Chamber Distance) 100 cm에 위치했으며, Upper collimator 방향과 Lower collimator방향, 대각선 방향의 산란선을 인체에 의한 영향을 배제하기 위하여 공중 선량만을 측정했다.

그림 1, 2에서 A는 중심선량을 나타내며, 조사야 밖의 B는 조사야 경계면에서 1 cm 떨어진 지점의 차폐블럭 아래 측정점이며, C, D, E, F, G, H는 2~10 cm까지의 지점을 나타낸 것이다.

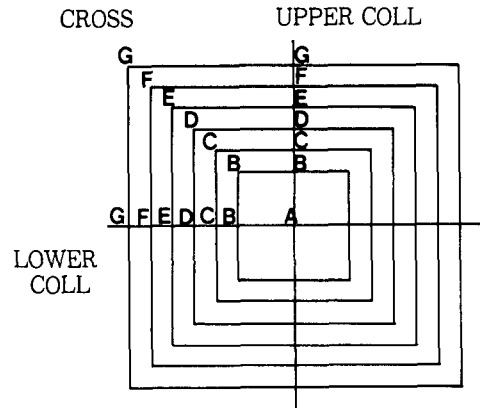


그림 2. 측정점의 위치

치료장치의 누설선량은 Collimator를 완전히 열고 <40×40 cm> 측정한 선량과 완전히 차폐후에 <0×0 cm> 측정한 선량비로 완전 차폐시의 누설선량을 구했으며, Upper collimator의 누설선량은 Upper collimator는 닫고 Lower collimator만을 완전히 열고 <40×0 cm> 측정하였고, Lower collimator의 누설선량은 Lower collimator는 닫고 Upper collimator만을 완전히 열고 <0×40 cm> 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

본 실험에서 사용된 Clinac 1800 치료장치의 누설선량은 표 1에서 보듯이 완전 차폐시는 0.

표 1. 누설선량

단위 : cGy () : %

	중심선량	누설선량	Upper collimator	Lower collimator
6 MV	500	0.35(0.07)	1.51(0.3)	1.45(0.29)
10 MV	500	0.47(0.07)	1.64(0.3)	1.54(0.31)

07 %로 나타나 규정치인 0.1 % 이하이고 Upper collimator는 6 MV에서는 0.30 %, 10 MV에서 0.33 %이며 Lower collimator는 6 MV에서는 0.29 %, 10 MV에서 0.31 %로 나타나 Collimator transmission factor의 규정치인 0.5 % 이하로 나타났다. 한편 장치의 누설선량은 Collimator의 구성물질, Flattening filter, Mirror 등에 의해 발생된다고 보고된 바 있으며, ICRP 권고안에 따르면 0.1 %를 초과할 수 없다고 규정되어 있다⁴⁾.

표 2와 그림 3, 4에서 보듯이 Upper collimator 방향의 중심선량은 Collimator만을 사용했을 때 보다 차폐블럭을 사용했을 때에는 차폐블럭의 폭에 관계없이 6 MV에서는 2 %, 10 MV에서는 3 % 정도 증가함을 볼 수 있었는데, 이것은 차폐블럭의 산란에 의한 영향으로 사료된다. 또 조사 경계면으로부터 가장 가까운 B점에서 1 cm 폭의 차폐 블럭 아래서는 17 %~20 % 정도의 산란선이 발생되며 차폐블럭 폭의 증가에 따른 변화는 없었고, 경계면

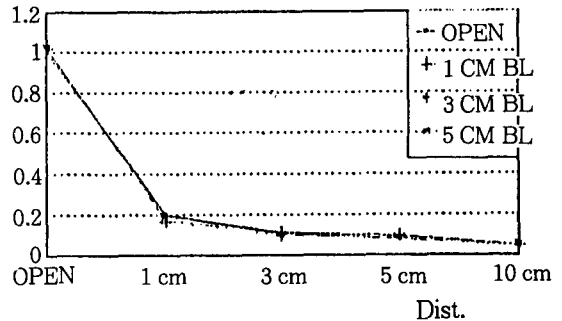


그림 3. 6 MV upper collimator에 의한 영향

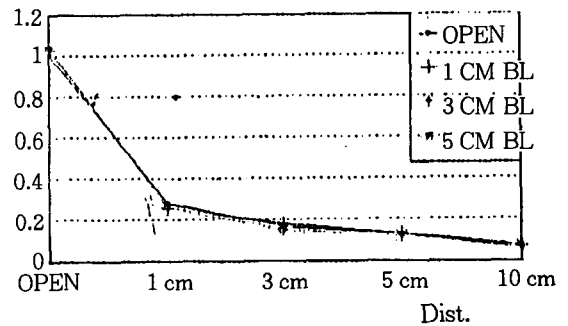


그림 4. 10 MV upper collimator에 의한 영향

표 2. Upper collimator에 의한 영향

Energy	블럭	A center	B 1 cm	C 2 cm	D 3 cm	E 4 cm	F 5 cm	H 10 cm
6 MV	open	1.00	0.20	0.14	0.10	0.09	0.08	0.04
	1 cm pb	1.02	0.17	0.12	0.11	0.09	0.09	0.05
	2 cm pb	1.02	0.17	0.12	0.10	0.09	0.08	0.04
	3 cm pb	1.02	0.16	0.12	0.09	0.08	0.08	0.04
	4 cm pb	1.02	0.17	0.12	0.09	0.09	0.08	0.04
	5 cm pb	1.02	0.17	0.12	0.09	0.08	0.07	0.04
10 MV	open	1.00	0.28	0.20	0.17	0.14	0.13	0.06
	1 cm pb	1.03	0.26	0.20	0.17	0.14	0.13	0.07
	2 cm pb	1.03	0.26	0.19	0.16	0.13	0.12	0.07
	3 cm pb	1.03	0.25	0.19	0.15	0.14	0.12	0.07
	4 cm pb	1.03	0.26	0.19	0.14	0.14	0.12	0.07
	5 cm pb	1.03	0.25	0.19	0.13	0.13	0.12	0.06

으로부터 거리가 멀어질수록 수록 6 MV에서는 17 %에서 5 %로 10 MV에서는 26 %에서 7 %로 감소되었다.

Lower collimator에서의 중심선량은 표 3과 그림 5, 6에 나타났듯이 차폐블럭을 사용했을 때 Upper collimator방향과 마찬가지로 차폐블럭의 폭에 관계없이 6 MV에서는 2 %, 10 MV에서는 3 %가 증가하였고 1 cm 폭의 차폐블럭 아래서 B점의 선량은 15 %~20 %로 Upper collimator와 마찬가지로 6 MV에서는 12 %에서 5 %로, 10 MV에서는 25 %에서 8 %로 조사야 경계면에서 멀어질수록 감소하였다.

실험치를 비교하여 볼 때, Lower collimator보다 Upper collimator에서 산란선량이 증가됨을 볼 수 있는데, 그 이유는 Upper collimator가 target과 가깝고 target에 대한 각도도 Lower collimator보다 크기 때문이라고 알려져 있다⁵⁾.

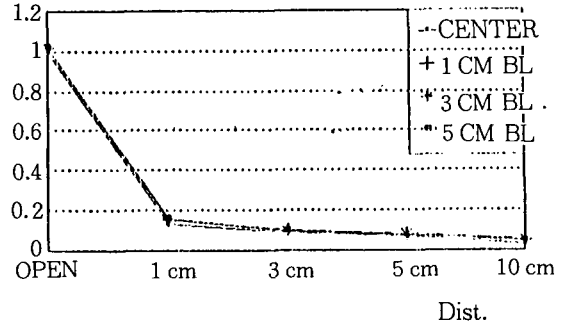


그림 5. 6 MV Lower collimator에 의한 영향

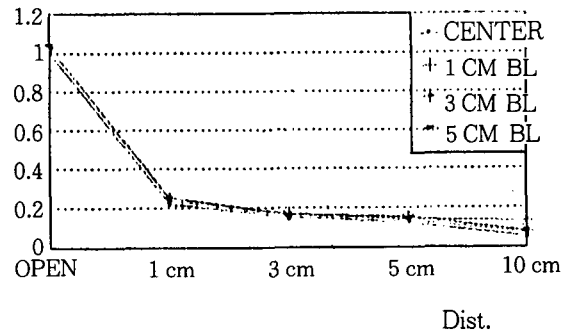


그림 6. 10 MV Lower collimator에 의한 영향

표 3. Lower collimator에 의한 영향

Energy	블럭	A center	B 1 cm	C 2 cm	D 3 cm	E 4 cm	F 5 cm	H 10 cm
6 MV	open	1.00	0.13	0.12	0.09	0.08	0.07	0.03
	1 cm pb	1.02	0.15	0.12	0.10	0.09	0.08	0.05
	2 cm pb	1.02	0.16	0.12	0.10	0.09	0.07	0.05
	3 cm pb	1.02	0.15	0.12	0.09	0.09	0.08	0.05
	4 cm pb	1.02	0.14	0.12	0.10	0.08	0.07	0.04
	5 cm pb	1.02	0.16	0.13	0.09	0.08	0.06	0.04
10 MV	open	1.00	0.22	0.20	0.15	0.13	0.12	0.05
	1 cm pb	1.03	0.25	0.20	0.17	0.16	0.15	0.08
	2 cm pb	1.03	0.24	0.19	0.17	0.15	0.14	0.08
	3 cm pb	1.03	0.25	0.19	0.16	0.15	0.14	0.08
	4 cm pb	1.03	0.25	0.19	0.16	0.15	0.13	0.07
	5 cm pb	1.03	0.24	0.19	0.15	0.14	0.14	0.07

대각선 방향의 산란선량도 표 4와 그림 7, 8에서 보듯이 Upper collimator와 Lower collimator 방향에서의 마찬가지로 차폐블럭에 의한 영향으로 중심선량은 2%~3% 증가함을 보였고, 1 cm 폭의 차폐블럭과 B점의 선량은 12%~20%로 다소 낮아졌다. 거리에 의한 영향 역시 6 MV에서는 12%에서 4%로, 10 MV에서는 21%에서 8%로 낮아졌다.

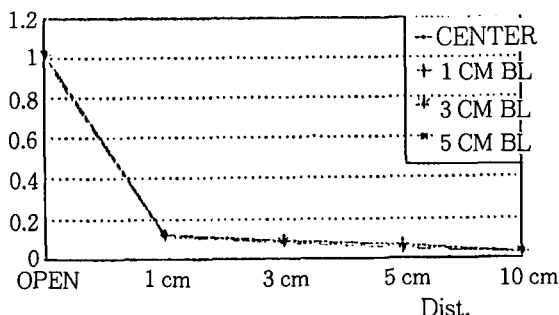


그림 7. 6 MV 대각선방향에서의 측정치

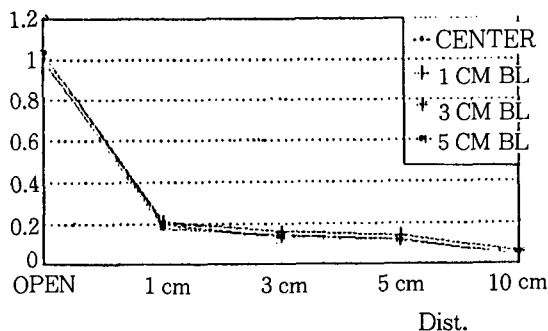


그림 8. 10 MV 대각선방향에서의 측정치

표 4. 대각선 방향에서의 측정치

Energy	블럭	center	1 cm	3 cm	5 cm	10 cm
6 MV	open	1.00	0.11	0.08	0.03	0.03
	1 cm pb	1.02	0.12	0.09	0.03	0.04
	3 cm pb	1.02	0.13	0.08	0.05	0.04
	5 cm pb	1.02	0.12	0.07	0.03	0.03
	10 MV	open	1.03	0.18	0.14	0.04
1 cm pb	1.03	0.21	0.16	0.06	0.08	
3 cm pb	1.03	0.20	0.13	0.05	0.08	
5 cm pb	1.03	0.19	0.13	0.05	0.07	

환자에게 불필요한 선량을 감소시키기 위한 노력은 산란선이 생기는 근원과 그 양에 대해 정확히 알므로서 그 대책을 마련할 수 있다. 또한 산란선량에 대한 정확한 지식은 방사선 치료 후 생존기간이 긴 환자에 있어서 2차적인 종양의 발생을 역학적인 연구에 절실히 필요하다⁷⁾.

산란선이 생기는 근원은 환자 자체에서의 산란, 치료실 벽, 천정, 바닥 등에 의한 산란, 치료장치에서의 누설선량 그리고 치료시 사용되는 Collimator, 차폐블럭, Wedge filter 등에 의한 산란으로 구분할 수 있다^{1,3)}. 본 실험에서는 치료 장치의 누설선량과 Collimator와 블럭에 의한 구성물질과 Flattening filter, Mirror 등에 의해 장치마다 차이가 있으나 ICRP는 Target에서 1 m 떨어진 곳에서 사용선량의 0.1% 이하로 규정하고 있으며⁴⁾ 본 실험 장치의 누설선량 실험결과 권고치에 훨씬 못미치는 0.07%로 나타났다.

블럭에 의한 산란선량의 영향은 치료시 블럭을 사용하지 않은 경우보다 2~3%의 선량 증가를 보여 치료시 부득이한 경우를 제외하고는 치료 조사야가 정방형이라면 블럭을 사용하지 않는 것이 계획한 선량을 정확히 조사할 수 있는 것으로 사료된다. 한편, 블럭에 의한 영향은 표 2, 3에 나타났듯이 블럭폭이 6 MV와 10 MV에서 똑같이 2 cm과 그 이상의 두께에서의 선량차이가 거의 없게 나타나 블럭폭을 2 cm 이상으로 제작하는 것은 경제적으로나 조작에 있어서 이득이 없으므로 차폐블럭의 적정폭은 2 cm이 적당한 것으로 생각된다.

IV. 결 론

이상의 실험을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 치료 조사야 밖 주변부의 선량은 energe가 클수록 증가하였다.
- 2) 치료 조사야 중심부의 선량은 차폐 block을 사용했을 때 2%~3%의 증가를 나타냈다.
- 3) 6 MV나 10 MV에서 2 cm의 차폐블럭을 사

용할 때 산란선이 경계면 안쪽과 바깥쪽이 일치되어 가장 적정했으며 그 이상의 두께에서는 변화가 없음을 볼 수 있었다.

- 4) Upper collimator 방향의 산란선이 Lower collimator 방향의 산란선량보다 6 MV에서 7 %, 10 MV에서 6 % 크게 나타났다.

이상의 결론으로 볼 때, 적절한 폭의 차폐블럭의 사용은 산란선을 효과적으로 감소시키므로 만성장애에 대한 문제를 해결함과 동시에 차폐블럭의 무게를 줄임으로서 술자와 환자의 안전을 도모할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Kenneth R. Kase, Michael A. Marks : Measurements of dose from secondary radiation outside a treatment field, Int. J. Radiation. Oncology. Biology. Physics 9, pp. 1177~1183, 1983.
2. Greene D., Chu G-L, Thomas D. W. : Dose levels outside radiotherapy beams, Brit. J. Radiology. 56, pp. 543~550, 1983.
3. Shirin Sherazi, Kenneth R. Kase : Measurements of dose from secondary radiation outside a treatment field, Effects of Wedge and Blocks, Int. J. Radiation. Oncology. Biology. Physics. 11, pp. 2171~2176, 1985.
4. ICRP Publication 33.
5. 강위생 · 허승재 · 하성환 : Co-60 γ 선과 10 MV X-선의 조사면밖의 선량 분포에 관한 연구, 대한 치료방사선과 학회지, 2.2 ; 271~280, 1984.
6. 강위생 · 김일환 · 박찬일 : Wedge filter가 주변 선량분포에 주는 영향에 관한 연구, 대한 치료방사선과 학회지, 제3권 제2호 pp. 145~151, 1985.
7. 김유현 · 김영환 : 코발트-60 조사야 밖의 장기에 미치는 2차선의 영향, 대한 방사선 기술 학회지, Vol 11, No. 2, 1988.