

전자선 치료시 Lead cut-out 사용에 따른 산란선 감쇄효과

연세의료원 암센터 방사선종양학과

방동완 · 조정희 · 윤성익 · 박재일

서 론

전자선은 조직의 피하용적과 표재성 치료에 이용되고 있으며, 특히 치료가 신체의 맞은편에 적은 선량이 요구되는 한 부분만의 병변에만 제한이 된다면 전자선 치료는 유용하게 이용될 수 있다.

이러한 전자선 치료에 있어서 lead cut-out은 종종 치료조사야 형태와 정상조직 주변 또는 결정기관(critical organ)을 보호하기 위해서 이용한다. 이때 사용되는 lead cut-out은 electron applicator 내에 위치시키거나 직접 피부 위에 위치시켜서 치료에 이용될 수 있다.

표재성 치료에 있어서 전자선 치료는 눈의 수정체가 치료받는 병변 가까이 위치한 경우와 같이 주의를 요하는 경우에는 치료조사야 형태를 만드는 cut-out은 applicator내에 위치시키고, 치료조사야 주변의 정상조직과 수정체를 보호하기 위해서 직접 피부 위에 올려놓는 cut-out인 lead mask로 차폐를 시켜야 한다.

Lead mask로 이용되는 납판은 피부 윤곽에 알맞도록 만들어져야 하며, 피부 표면 위에 바로 놓여질 수 있도록 제작하여야 한다. 그리고 이 납판은 차폐에 있어서 선량이 약 5%까지 줄일 수 있을 정도의 충분한 두께와 성형을 위해 어느 정도 flexible한 정도의 것을 필요로 한다.

하지만 환자의 피부 위에 올려놓는 lead mask가 무거운 납판으로 제작된다면, 환자에게 불편감의 원인이 될 수도 있고, 치료하는 동안 전위(displacement)의 원인이 되는 경향이 있으므로 그 무게를 최소화시켜야 하는 주의를 필요로 한다.

이에 본원에서는 전자선 치료시 lead cut-out 사용에 따라 치료조사야 밖의 정상조직에 대한 산란선의 피부를 최소화하기 위해 전자선의 에너지와 cut-out의 두께 변화에 따른 산란선 감쇄효과를 조사 분석

함으로써 보다 효율적인 치료계획 및 임상치료에 이용하고자 이 실험을 시행하였다.

재료 및 방법

1) 실험재료

Linear accelerator (Clinac 2100 C/D, Varian U.S. A)

Polystyrene phantom

Film(X-omat V, Kodak)

TLD 100(chip style)

Videodensitometer (Wellhofer WD700i)

Lead Plate(0.5, 1, 1.5, 3mm)

2) 실험방법

본 실험은 전자선의 에너지에 따른 lead cut-out의 치료조사야 밖의 정상조직 부분에 받는 선량변화를 측정하기 위한 것이다. 이용된 전자선 에너지는 6, 9, 12, 16MeV이며, lead mask로 이용된 납판의 두께는 0.5, 1, 1.5, 3mm를 각각 사용하였다. 조사야는 10×10cm에서 Fig. 1과 같이 electron applicator 내에 field shaping block을 삽입하고 polystyrene phantom위에 각 두께별 lead cut-out을 on, off 상태에서 올려놓고 측정하였다.

이때 측정거리는 SSD 100cm에서 film과 TLD를 각각 polystyrene phantom내에 위치시키고, applicator와 phantom surface 사이의 거리는 5cm 정도 간격을 유지하였다. 그리고 측정지점은 최대선량지점(Dmax)에서 100MU의 선량을 조사시켜 전자선 에너지와 lead cut-out의 두께별로 측정 조사하였다.

본 실험에 사용된 lead cut-out의 제작은 Fig. 2와 같이 빗금친 영역인 치료조사야보다는 margin에서 0.5cm만큼 더 크게 제작하였다. 그 이유는 cut-out의 margin에 의한 산란선의 영향을 최소화하기 위해서

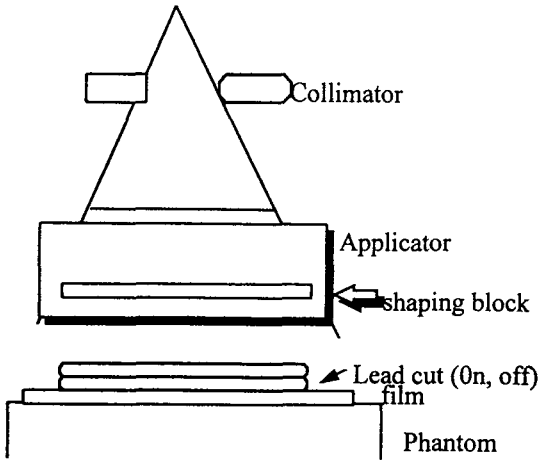


Fig. 1. Dosimetry set up

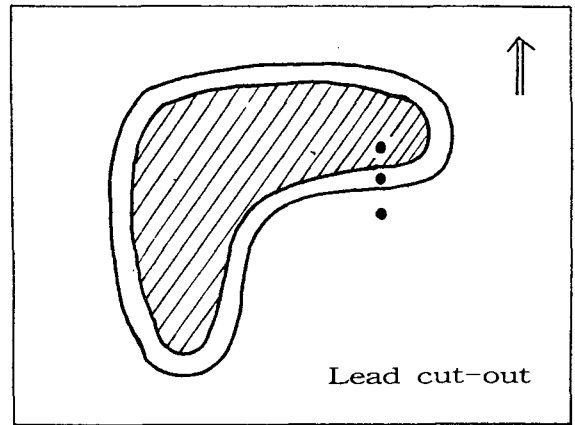


Fig. 2. Design of Lead cut-out

이다. 그림에서 세 점은 TLD의 측정위치를 표시한 것으로서 빔금친 영역의 점은 치료조사야 지점이며, 가운데 점은 치료조사야 margin과 cut-out margin의 boundary 지점이며, 가장 밑부분 점은 정상 조직의 차폐 영역인 index 지점을 나타내고 있다.

결 과

전자선 에너지는 6, 9, 12, 16MeV이고 lead cut-out의 On, Off 상태에서 cut-out을 사용하였을 때 각각의 두께별로 측정된 결과는 Table 1.에 나타내었다.

Table 1. With and without lead-cutout for Electron Energy

ENERGY (MeV)	WITH LEAD CUTOUT				WITHOUT LEAD CUTOUT		
	THICKNESS	CENT.	BOUD.	INTER	CENT.	BOUD.	INTER.
6	0.5mm	107.0	25.8	1.5	103.8	21.3	1.5
	1.0mm	103.8	23.0	1.2			
	1.5mm	104.7	25.9	1.0			
	3.0mm	103.7	21.6	1.0			
9	0.5mm	106.8	25.7	1.7	107.5	22.2	2.8
	1.0mm	105.4	24.1	1.6			
	1.5mm	104.0	24.7	1.4			
	3.0mm	107.0	23.9	1.2			
12	0.5mm	107.5	25.8	3.1	108.6	23.5	4.1
	1.0mm	108.8	22.1	2.6			
	1.5mm	107.5	23.5	2.3			
	3.0mm	102.0	25.1	2.2			
16	0.5mm	110.0	25.2	6.0	110.1	24.6	6.1
	1.0mm	111.9	26.8	5.2			
	1.5mm	111.5	24.9	5.0			
	3.0mm	108.8	26.0	4.6			

Lead cut-out을 사용했을 때 각 두께 변화에 따른 TLD 측정결과로서 전반적으로 center 영역과 boundary 영역에서는 큰 차이가 없으나 interior 영역, 즉 cut-out에 의하여 차폐된 영역에서는 납판이 두꺼워질수록 선량의 감소 추세가 보였다. 각 에너지별 측정에서도 동일한 선량의 감소가 나타났으며 interior 영역에서 납판 두께 0.5mm와 3.0mm의 차이는 약 23-33% 선량 감소추세를 나타냈다. 그리고 에너지 증가에 따른 측정결과로서 Center, boundary 영역은 별다른 차이를 나타내지 않았으나 interior 영역에서는 에너지가 증가할수록 점차 전반적인 선량의 증가 추세를 보였다(Fig. 3, 4).

Lead cut-out을 사용하지 않은 경우에는 center, boundary, interior 영역은 모두 증가추세를 보이고 있으며, 특히 interior 영역에서는 에너지가 증가할수록 극심한 선량 증가추세를 나타냈다. 이와같이 lead cut-out을 사용할 때와 사용하지 않을 때를 비교해 본다면 boundary 영역에서는 cut-out을 사용함이 사용하지 않았을 경우보다 약 5-20% 정도 증가했고, interior 영역에서는 반대로 약 20-25% 정도 감소하였다. 그리고 납판의 두께가 두꺼워질수록 더욱 급격히 선량이 감소하였다.

Fig. 5는 film dosimetry로서 lead cut-out을 사용하였을 때 video densitometer로 scan한 그림으로 화

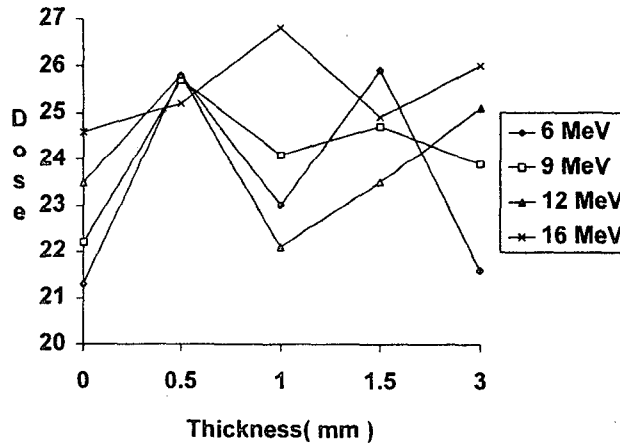


Fig. 3. Depth dose curve in polystyrene with lead cut-out in boundary region.

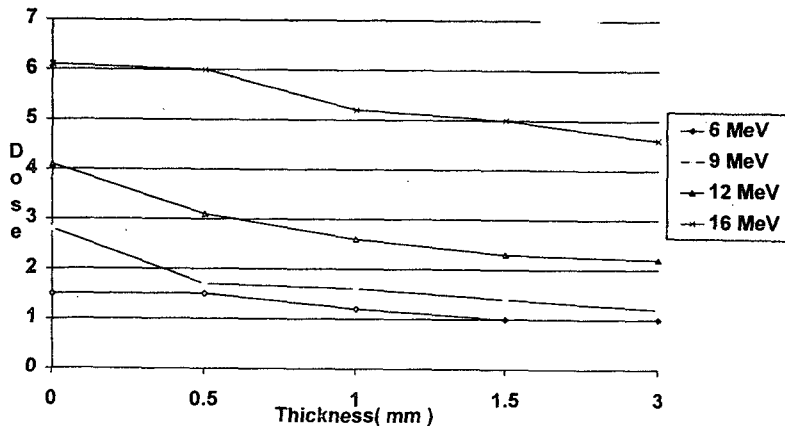


Fig. 4. Depth dose curve in polystyrene with lead cut-out in interior region.

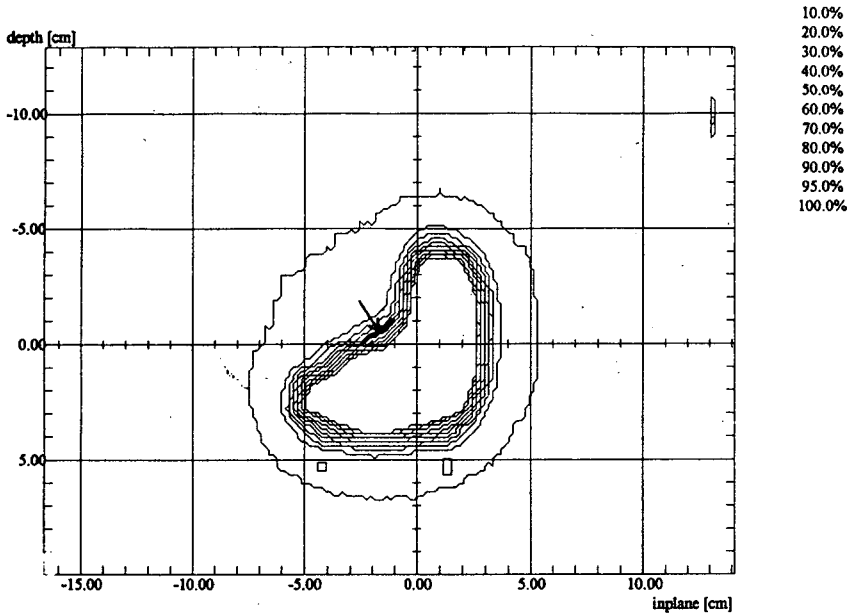


Fig. 5. Video densitometer scan image for film dosimetry.

살표시는 electron beam margin을 나타내는 isodose curve 50% line을 가리키고 있다. film을 이용한 cut-out의 on/off 상태에서 boundary와 interior 영역에서 선량의 변화를 알아보았다. Scan image에서는 에너지의 변화 또는 납판 두께의 변화에도 큰 차이를 나타내지 못하여 본 실험의 목적을 위한 측정조사와는 부합되지 못하였다.

결론 및 고찰

전자선 치료시 lead cut-out의 이용은 주로 eyelid, nose, lip, ear 등과 같은 치료병변 주위의 정상조직이나 결정장기를 차폐하기 위함이다. 차폐방법은 Electron Applicator내에 삽입하는 cut-out과 직접 피부위에 위치시키어 사용하는 lead mask로 구분된다.

본 실험에서는 환자 피부위의 윤곽에 맞추어 사용하는 lead mask를 이용한 치료조사야 밖의 산란선 감소 효과를 측정 분석한 것이다.

첫째, lead cut-out을 사용하였을 때 boundary 영역에서는 사용하지 않았을 때보다 약 5-20% 정도

선량증가 추세를 나타내었는데, 이것은 cut-out을 치료조사야 보다 0.5cm만큼 더 크게 제작하였음에도 불구하고 이에 의한 scattering effect라고 생각된다.

둘째, interior 영역 즉, cut-out에 의해 차폐되는 영역에서는 위와는 반대로 cut-out을 사용하였을 때 약 20% 정도의 선량감소 추세를 나타내었으며, 이는 본 실험목적인 cut-out 사용에 따른 치료병변 주위의 정상조직과 결정장기 산란선 감소효과와 부합되므로 전자선 치료에 있어서 cut-out의 사용은 매우 유용할 것으로 사료된다.

셋째, 각 energy별 cut-out의 두께가 거칠수록 interior 영역에서는 선량의 감소 추세를 나타냈으나 너무 두꺼운 cut-out을 치료에 이용한다면 환자의 피부윤곽에 알맞게 맞추는데 있어서 성형의 어려움과 그 무게 때문에 오히려 환자에게 불편감의 원인이 될 수 있고 본 실험에서 나타난 결과로서 1.0mm 또는 1.5mm 정도의 약간 flexible한 납판을 이용한다면 cut-out을 사용하지 않았을 때보다 20% 정도의 선량감소 추세를 보이므로 가장 이상적인 cut-out의 두께라고 사료된다.

REFERENCE

1. **Bentel, G.C., Nelson, C.E., Noell, K.T. :** Treatment Planning and dose calculation in Radiation Oncology. N.Y., Pergamon Press, 154-155, 1989.
2. **Fletcher, G.H. :** Textbook of Radiotherapy. Philadelphia, 30, 1980.
3. **Khan, F.M. :** The Physics of Radiation Therapy. Willam & Wilkins, 390-399, 1994.
4. **Khan, F.M., Moore, V.C. and Levitte, S.H. :** Field shaping in Electron Beam Therapy. British Journal of Radiology, 49, 883-886, 1976.
5. **Perez, C.A., Brady, L.W. :** Principles and Praticce of Radiation Oncology. J.B., Lippincott Co., 246-255, 1992.