

자기장 내에서 전자선의 표면선량 변화 측정

인제대학교 의과대학 부산백병원 방사선종양학과, ¹마산대학 방사선과, ²동의과학대학 방사선과

제재용 · 노경석¹ · 신운재² · 박철우²

목적: 전자선 조사야에서 자기장의 유무, 세기와 형태에 따른 표면 선량의 변화를 알아보고 임상에서의 적용 가능성에 대하여 알아보고자 한다.

대상 및 방법: 6 MeV 전자선과 10×10 cm²의 조사야를 이용하여 9개의 hole이 있는 차폐블록을 제작하여 필름 농도를 측정하고 전자선 조사야 내에 자기장이 위치 할 때와 조사야의 외부에 위치 할 때의 선량변화를 필름과 표면선량 측정기를 이용하여 측정하였다.

결과: 전자선의 입사각은 조사야의 중심에서 측면으로 4 cm 지점에서 3도 정도의 입사각을 나타내었으며, ring type의 자기장을 사용할 경우 0.9%의 표면선량 증가가 나타나고, lens block에 자기장을 위치시키면 1.58%의 표면선량이 증가하고, half 조사야의 중심 측면에 자기장을 위치시키면 조사야의 중심에 3.6%의 표면 선량 증가를 보였다.

결론: 전자선은 선속의 중심에서 측면으로 일정 각도를 이루고 조사되어지며 자기장이 위치한 조사야내 표면선량의 변화는 자기장으로 인하여 전자선의 진행 방향이 변화되었음을 의미하고 안구와 같은 부위에 환자의 불편함이 없이 표면선량을 증가 시켜야 할 경우 유용한 방법으로 사용되어질 것이다.

핵심용어: 전자선, 자기장, 표면선량

서 론

방사선 치료의 목표는 종양 조직에는 최대의 선량을 투여하고, 주위 정상조직에는 차폐를 통하여 부작용 없이 치료효과를 극대화 하는 것이다. 그러나 대부분의 악성 종양이 주변조직으로 침습 또는 전이하는 특성을 가지고 있어 종양만을 정확히 치료하기란 사실상 불가능 하다.¹⁾ 즉, 방사선 치료에서 여러 형태의 부작용이 발생하고 이러한 부작용을 최소화하기 위한 노력이 필요하다.

종양의 치료를 위하여 수술적 요법과 항암제 치료가 있으며 최근 선형가속기가 널리 이용되고 주로 X-선과 전자선이 많이 이용되고 있다. X-선의 경우에는 에너지가 동일한 다른 치료기와 출력 특성은 거의 비슷한 결과를 가지는데 비해 전자선의 출력과 특성은 치료기마다 특성 변화가 크므로 다른 치료기의 출력 특성을 적용할 수 없다. 또한 표재성 병소를 치료하는데 저에너지 X-선 보다 현재는 전자선을 주로 이용하고 있고,²⁾ 이러한 전자선은 일정길이 이상에서는 급격한 선량감소로 치료부위후면에 정상조직의 선량을 최소화 할

수 있는 장점이 있다.³⁾ 이러한 장점을 이용하여 수술 자국이 나 암조직이 피부까지 상해를 입힌 경우 표면선량을 증가시킬 필요가 있다.⁴⁾ 일반적으로 방사선 입사각도가 증가하면 입사지점의 피부선량은 증가하고⁵⁾ scattering filter와 bolus 물질들이 표면선량 증가를 위하여 사용되어지고 있다.³⁾

본 연구는 입사되는 전자선의 선량 분포를 확인하고 전자선 조사야에서 자기장의 유무가 조사야내에서의 표면선량 변화를 나타내는지를 측정하여 임상에서 응용할 수 있는 안와 주위의 방사선 치료에 대한 가능성을 평가하고자 한다.

대상 및 방법

본 연구에 사용된 방사선발생장치는 본원에 설치된 선형가속기(ELEKTA, SYNERGY, England)에 선량계로는 편평평판형 전리함(PTW, Markus chamber, Germany)과 electrometer (PTW, Uindos, Germany)를 사용하였다. 선량분포 확인을 위해 X-Omat film과 30×30×5 cm 두께의 아크릴 펜톱을 사용하였다.

1. 전자선의 입사각

ELEKTA 선형가속기 6 MeV의 전자선 입사각을 알아보기

이 논문은 2008년 5월 28일 접수하여 2008년 8월 25일 채택되었음.
책임저자 : 제재용, 인제대학교 부산백병원 방사선종양학과
Tel: 051)890-6478, Fax: 051)891-1754
E-mail: linacjy@daum.net

위하여 Fig. 1과 같이 10×10 cone을 사용하여 9개의 hole을 만든 전자선 차폐블록 아래에 X-Omat film을 수평으로 위치시키고 50 MU를 조사하고 전자선 차폐블록을 치료테이블에 수직인 전자선 수입에 대하여 hole이 있는 차폐블록을 수직 입사하여 2도, 4도, 6도로 기울기를 다르게 하여 각각의 hole에 대한 농도를 densitometer (Fluke, 07-443, USA)를 이용해 각 hole에 대한 3지점의 농도를 측정하여 분석하였다. 또한 X-Omat film을 30×30×5 cm 두께의 2개의 아크릴 펜텀 사이에 삽입하여 선량 분포를 측정하였다.

2. Ring type magnet에 대한 자기장의 영향

Fig. 2와 같이 지름 3 cm의 전자선 차폐 블록을 제작하여 차폐 블록 아래에 지름 3 cm의 ring type magnet의 자기장 유무에 대한 표면선량 측정기를 이용하여 표면 선량측정과

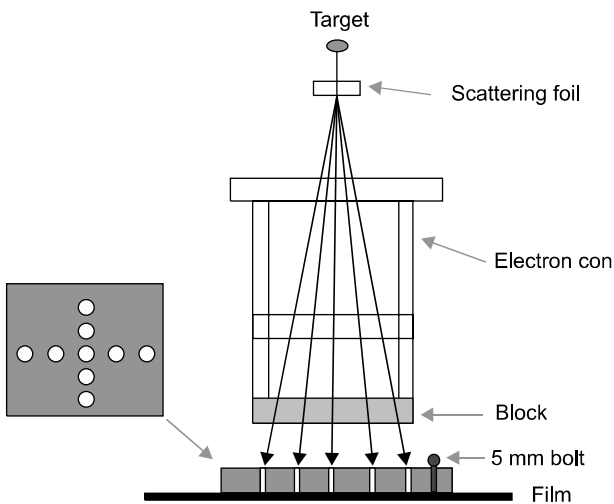


Fig. 1. Schematic diagram of electron dose distribution setup.

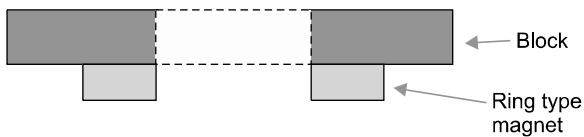


Fig. 2. Schematic diagram of ring type magnetic. 800 Gauss.

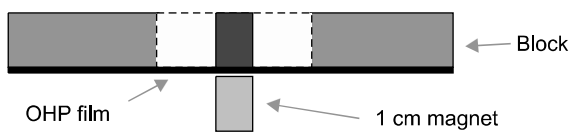


Fig. 3. Schematic diagram of lens block and magnetic. 5,000 Gauss.

두개의 아크릴 펜텀 사이에 X-Omat 필름을 삽입하여 자기장의 유무에 대한 전자선의 선량 분포를 측정하였다. 이때 사용한 자기장의 내측 표면의 자기장은 800 Gauss였다.

3. Lens 블록에 대한 자기장의 영향

Fig. 3과 같이 4 cm의 정사각형의 전자선 차폐 블록을 제작하고 블록의 하단에 OHP 필름을 붙여 필름위에 lens 블록을 놓을 수 있게 하였다. Lens 블록의 하단에는 1 cm의 원형 5,000 Gauss 자석을 붙여 자장의 유무에 대한 표면 선량을 측정하고 두개의 아크릴 펜텀 사이에 X-Omat 필름을 삽입하여 전자선의 선량 분포를 측정하였다.

4. 전자선 Half field에서 자기장의 영향

Fig. 4와 같이 4×2 cm²의 half field의 차폐 블록을 제작하고 블록의 중심부 하단에 20×40×10 t의 3,700 Gauss의 막대자석을 붙여 자기장의 유무에 대한 표면 선량을 조사하여 중심에서 3 mm 간격으로 5개의 지점에 대하여 표면 선량을 측정하였다.

결 과

전자선의 입사각 Fig. 1의 실험에서 Fig. 5와 같이 5개의 hole을 투과한 전자선 선량 분포에서 a와 d에서의 농도와 깊이 따른 분포는 b와 c에서의 선량분포와 비교에서 차폐된 부분의 깊이가 깊고 조사야의 측면으로 선량 분포가 기울어져 있음을 알 수 있다. 전자선은 입사중심에서 측면으로 4 cm 지점에서 3도 정도의 입사각을 나타내었으며 전자선 차폐블록의 기울기에 따른 Fig. 6에서의 각 지점의 측정 농도

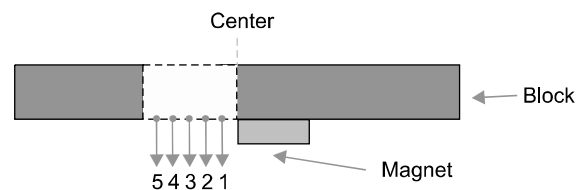


Fig. 4. Schematic diagram of half field magnetic. 3,700 Gauss.

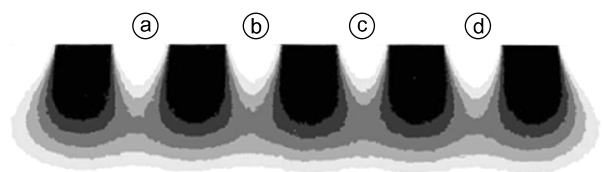


Fig. 5. Electron dose distribution of in the hole.

값은 Table 1과 같다.

Table 1에서 보여지는 바와 같이 3번 hole이 전자선 조사야의 제일 측면에 위치하는 hole이고 1번 hole이 조사야의 중심

Table 1. The distribution of film density

Hole	Point	0°	2°	4°	6°
3	a	1.4	1.39	1.36	1.35
	b	1.35	1.39	1.38	1.36
	c	1.31	1.39	1.4	1.38
2	a	1.38	1.35	1.39	1.34
	b	1.37	1.4	1.41	1.37
	c	1.36	1.42	1.43	1.41
1	a	<u>1.38</u>	1.4	1.42	1.38
	b	<u>1.38</u>	1.43	1.43	1.42
	c	1.39	1.44	1.45	1.46

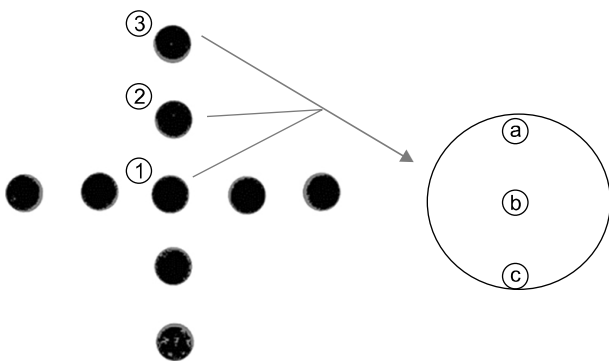


Fig. 6. Electron dose measurements of in the hole.

hole이다. 각 hole에 대한 농도값을 측정한 결과 전자선의 film면에 대한 수직입사에 대하여 차폐 블록의 기울기가 증가하면 차폐블록의 수직을 기준으로 조사야의 중심 방향의 농도와 일치함을 나타내었다.

Fig. 2에서와 같이 ring type의 800 Gauss 자기장의 유무에 대한 표면선량의 값은 자기장이 없을 때 보다 0.9% 증가하였고 자기장의 유무에 대한 전자선의 선량 분포는 Fig. 7과 같다. Film을 통한 선량분포에서는 조사야 측면의 전자선 퍼짐 현상이 줄어들었다.

Fig. 3과 같이 lens 블록 아래의 표면선량 측정에서 lens 블록의 하단에 자기장이 위치하면 블록의 차폐 부위 표면선량은 27% 감소하고 Fig. 8의 선량분포를 얻을 수 있다. 그리고 조사야 내에서의 표면 선량은 1.58% 증가 하였다.

Fig. 4에서의 half 조사야에서 자기장의 유무에 대한 각 지점의 표면선량을 측정한 결과는 Table 2와 같다.

Fig. 9에서 자기장의 유무에 대한 5 point의 측정결과 조사야내 측면에서의 선량변화는 작으나 자기장 중심에서의 표면선량은 3.6% 증가하였다. 이러한 결과로 전자선에 원추형 전자선으로 전자선을 집속하면 표면선량을 증가시킬 수 있

Table 2. The half field in the non magnetic field and magnetic field measurement

	1	2	3	4	5
Non magnet	1.373	1.428	1.428	1.410	1.303
Magnet	1.383	1.467	1.480	1.415	1.285

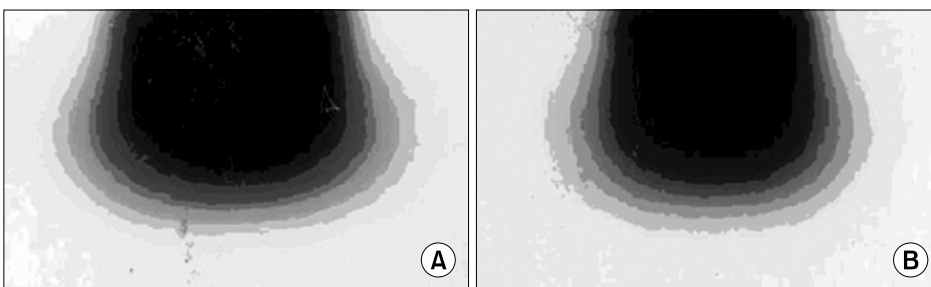


Fig. 7. Ring type electron dose distribution. (A) Non magnet, (B) Ring type magnet.

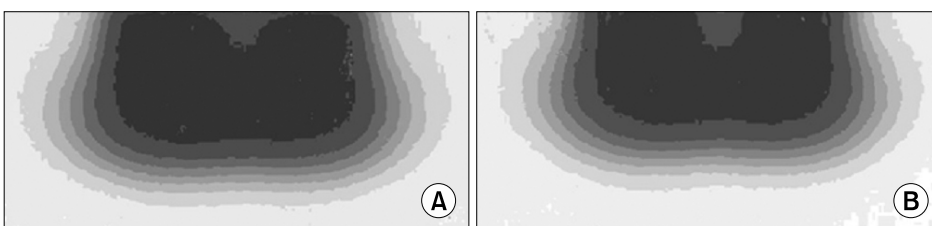


Fig. 8. Lens block dose distribution. (A) Non magnetic, (B) Block and magnetic.

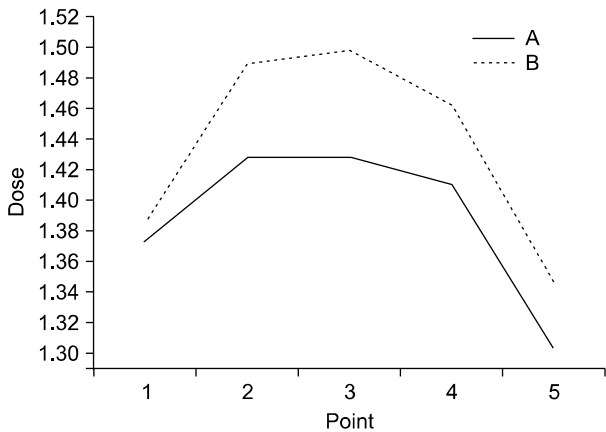


Fig. 9. The non magnetic (A) and magnetic (B) point surface dose.

고 전자석의 NS극성을 바꾸어 가속시키면 전자선이 가속되어 전자선의 에너지를 높이지 않아도 투과율을 증가시켜 치료효과를 높일 수 있다.

결 론

전자선도 광자선과 같이 조사야의 중심에 대하여 측면으로 갈수록 큰 각도를 이루고 입사되어지며 전자선 조사야 주변에 자기장이 위치하면 표면선량의 증가하고 ring type

magnet의 800 Gauss 보다 막대형 3,700 Gauss 자기장에서 표면선량이 더 크게 증가 하였다.

Ring type에서 자기장의 유무가 선량분포를 변화시키지는 않지만 ring type의 magnet이 cone 역할을 해서 변화시키지는 알 수 없지만 전자선 선량분포에서 전자선 퍼짐 현상을 줄일 수도 있고 표면 선량도 증가시킬 수 있다. 이러한 모든 실험에서의 결과는 bolus와 같은 조직등가물질을 이용하여 표면 선량을 증가시키는 것이 일반적이었으나 앞으로 자기장을 이용하여 표면선량을 증가시킴으로서 안구와 같은 부위에 환자의 불편함이 없이 표면선량을 증가 시켜야 할 경우 유용한 방법으로 사용되어질 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Dobbs J, Barrett A: practical radiotherapy planning. London: Edward Arnold, 1985
2. Klevenhagen SC: Physics of electron beam therapy. Medical Physics 1985;12:659-660
3. Khan FM: The physics of radiation therapy. 2nd ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 1994;346-417
4. Moyer RF, King GA, Hauser JF: Lead as surface bolus for high-energy photon and electron therapy. Med Physy 1986; 13:263
5. Jackson W: Surface effects of high-energy x-rays at oblique incidence. Br J Radial 1971;44:109-113

Abstract

Surface Dose Measurement of Electron Beam within the Magnetic Field Variation

Jae Yong Je, Kyung Suk Noh¹, Oon Jae Shin², Cheol Woo Park²

Department of Radiation Oncology, Pusan Paik Hospital, Inje University School of Medicine, Busan,

¹Department of Radiology, Masan University, Masan, ²Department of Radiology,
Dong Eui Institute of Technology, Busan, Korea

Purpose: This paper describes a electron field presence of magnetic field, intensity and shape surface dose variation to clinical application possibility.

Materials and Methods: The using 6 MeV electron and 10×10 cm² field size, 9 hole to shielding block make the by measure the film, when the magnetic field position inside and outside of the X-Omat film and parallel plate ionization chamber using the surface dose measured.

Results: Present of 4 cm to the side at angle about 3 degree from beam center, use of ring type magnetic is 0.9% increase the surface dose, lens block located in the magnetic field the surface dose 1.58% increase, half magnetic field's position on the side of them at the field center of the 3.6% increase of the surface dose.

Conclusion: Surface dose variation is with magnetic field about the mean electron beam of progress direction change, orbit region patient's is inconvenient without surface dose increase percentage case goodness will be used as a useful way.

Key words: electron beam, magnetic field, surface dose