

# 6 MV 광자선치료에서 안구차폐 기구의 제작과 선량분포에 관한 연구

이화대학병원 치료방사선과

이종걸 · 이병준 · 이호수 · 이병제

## I. 서 론

눈의 수정체는 방사선에 매우 예민한 장기이며 비교적 적은 선량에도 백내장의 원인이 될 수 있다. 그러나 두경부 종양의 방사선치료에 있어서 수정체의 피폭이 불가피하며 이를 최소한으로 감소시키기 위한 방법들이 꾸준히 연구되어 왔으나 이들 또한 개선되어야 할 점들이 많은 것으로 나타나 본 저자들은 수정체와 차폐기구를 원자번호가 높고 제작이 용이한 cerrobend를 이용하여 block을 제작하고 차폐체의 위치와 재원에 따른 안구내의 선량분포를 ion-chamber와 TLD 그리고 film dosimetry를 이용하여 수정체의 최대보호와 종양의 집중조사를 위한 최적치를 도출하고, 최적조건에서의 선량계획과 임상적용 방법을 제시하고자 한다.

## II. 실험재료 및 측정방법

두경부종양의 방사선치료에서 눈의 선량을 최소화하기 위한 방법들에는 bolus tunnel법, arc 진자법, 그리고 shielding block법 등이 있으며, bolus tunnel법은 tunnel벽에서 발생하는 2차전자가 눈에 많은 영향을 주어 위험을 초래할 수 있으며, Arc 진자법은 실행하기가 어렵고 또한 많은 실수를 초래할 수 있고, shielding block법은 실용적이고 사용하기 간편하나 높은 원자번호의 물질로 인한 불안정한 선량요인과

block의 위치에 따른 선량의 변화로 새로운 안구 파제가 되었다. 이와 같은 선량의 불안정한 특성들을 제거하고 효율적인 치료방법을 찾자 한다.

### 1. 차폐기구의 제작과 측정방법

안구의 해부학적 구조(그림 1)는 대략 25 mm의 구형으로써 각막은 표면에서 약 1 mm 깊이에 묻혀 있으며 수정체는 4~5 mm, 망막은 약 25 mm의 깊이에 위치하여 방사선치료시 차폐 Block 아래서 여러 가지 요인에 의해 서로 다르게 영향을 받는다. 즉,  $D=f(E, A, t, h, d z)$ 로서 D는 block 아래의 선량이고 f는 눈의 선량에 영향을 미치는 인자들으로써 E는 photon

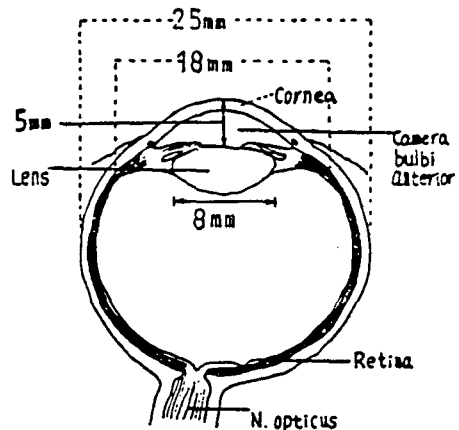


그림 1. 눈의 해부학적 구조

beam의 energy, A는 field size, t는 shielding block의 두께이며, 요구되는 level의 선량을 줄이기 위한 차폐물의 두께  $T = E \times p(ut)$ 로써 u는 실효감쇄상수이다. 또한 D는 phantom내의 측정깊이이며, h는 shielding block의 하단부에서 표면까지의 거리이며, z는 실효원자번호이다. 이들에 대한 특성은 그림 2에 나타내었다.

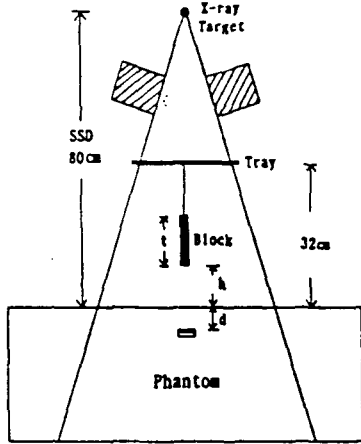


그림 2. Schematic diagram of the experimental design.

이러한 식에 의한 안구차폐물의 제작은 표 1에서와 같이 bismuth(15%), Lead(26.7%), Tin(13.3%), 그리고 cadmium(10%)이 혼합된 금속으로 수정체가 충분히 차폐되도록 밀면은 10 mm, 두께가 75 mm의 원추형으로 표면과의 거리를 조절할 수 있도록 중앙에 Tron Rod를 삽입하여 제작하였다.

제작된 안구차폐기구를 이용한 선량분포의 측정은 polystyrene phantom내에 ion chamber와 TLD(Lif)를 각각의 깊이에 삽입하여 선량

표 1. 측정재료 및 기구

- Shielding block(Bismuth 50%, lead 26.7%, Tin 13.3%, cadmium 10%)
- Polystyrene phantom
- Micro-densitometer(Sakura PDMS)
- TLD(Lif)
- X-Omat TL envelope film
- Radocon-500

분포를 측정하였으며 평면 및 단면의 선량분포는 film dosimetry(Kodak X-omat TL enveloped film)을 phantom내에 삽입하여 측정하였다.

### III. 결 과

이상에서와 같은 방법으로 block thickness에 따른 각 부위의 선량변화(그림 3)는 6 MV X-ray에서 5 HVL이 3.1%라고 할 때 이 측정에서 수정체의 위치에서 5 cm 두께는 약 22%, 7.5 cm 두께는 약 18%로 측정되어 부분적인 차폐효율을 증가 시키는 데는 한계가 있음을 알 수 있다. Field size  $10 \times 10 \text{ cm}^2$ 에서 block과 표면간의 거리에 따른 각 부위의 차폐율 측정(그림 4)에서 block과 표면간의 거리가 10 mm일 때 각 부위의 선량이 각각 약 10%, 15.5%, 21%로 측정되어 h가 10 mm일 때 가장 차폐효율이 증가하였다. 그림 5는 lens의 위치 즉  $d = 5 \text{ mm}$  깊이에서 각 field size와 h의 변화에 따른 차폐율을 측정된 것으로  $6 \times 6 \text{ cm}^2$ 일 때 약 11%,  $10 \times 10 \text{ cm}^2$ 일 때 약 15.5%,  $15 \times 15 \text{ cm}^2$ 일 때 약 19%로 F. S가 크고, block과 표면간의 거리가 멀어질수록 차폐율이 저하됨을 알 수 있다.

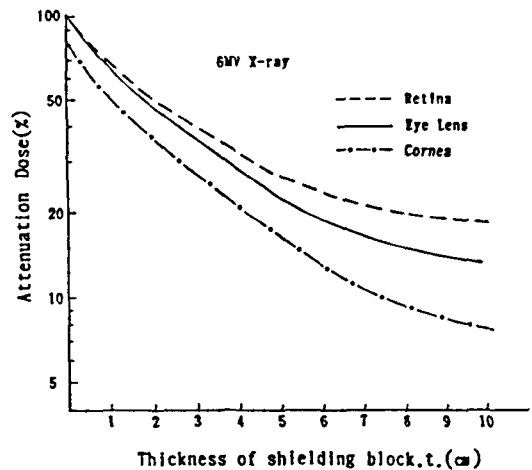


그림 3. Attenuated dose is plotted against thickness of eye shielding cerrobend block for 6 MV beam

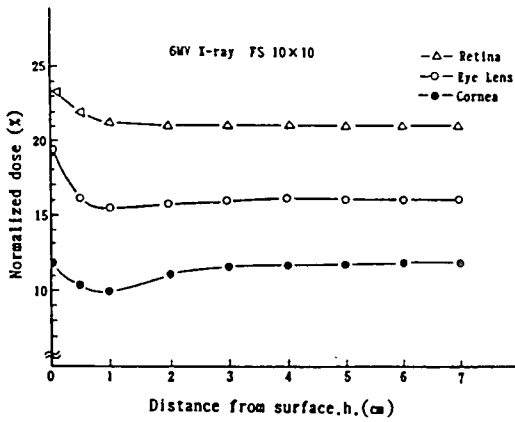


그림 4. Normalized dose versus distance between block and surface measured at depth 1 mm(cornea), 5 mm(eye lens), 25 mm(retina).

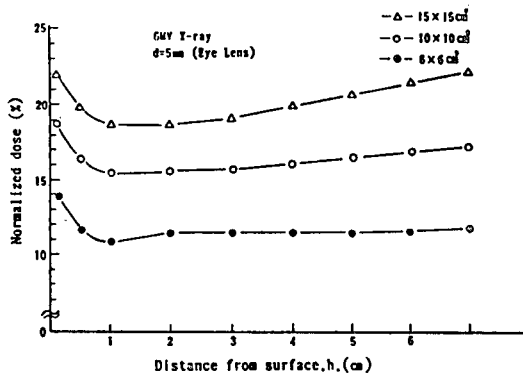


그림 5. Normalized dose for field size versus distance between block and surface measured at 5 mm depth(eye lens) in 6 MV X-ray.

그림 6은 일반적인 차폐방법과 h를 10 mm로 하였을 때 차폐율의 변화를 비교한 것으로 표면선량은 h가 10 mm일 때 약 11%로 일반적인 차폐방법 약 29% 보다 차폐효율이 한층 증가함을 볼 수 있고 깊이가 깊어질수록 h가 10 mm일 때 선량이 증가 현상을 보였다. 이 측정에서 볼 때 심부백분율은 산란선에 의해 좌우됨을 알 수 있다.

평면에 대한 선량분포는 그림 7과 같이 차폐부위 가장자리의 선량이 약 10%로 나타났으며 이는 shielding block에서 발생한 2차전자에 의한 증가임을 알 수 있다.

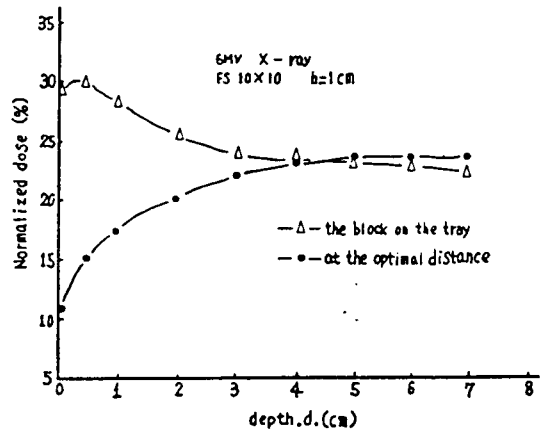


그림 6. The comparison of normalized dose along the central axis in phantom for the block on the tray and the optimal distance in 6 MV X-ray.

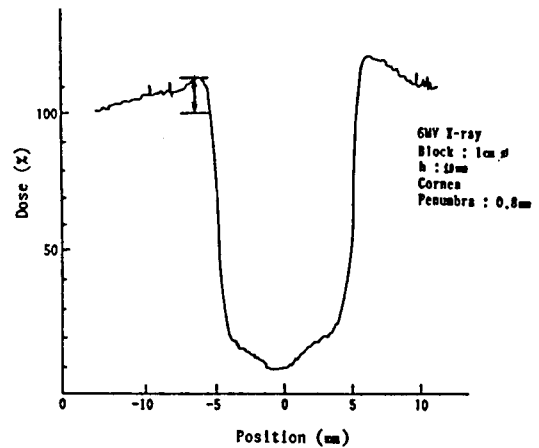


그림 7. Dose profile taken with shielding block at 1 mm depth(cornea).

위와 같은 측정결과로 6 MV X-ray를 이용하여 retinoblastoma 환자에 그림 8과 같이 anterior field에서 10 mmφ의 shielding block과 lateral field에서 wedge filter를 combination시킨 등선량곡선으로써 눈의 선량을 최소화하기 위한 치료방법으로 기대되었다(그림 9).

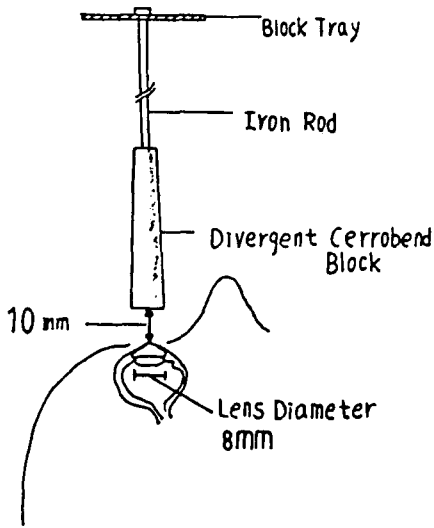


그림 8. Eye shielding block set up to treatment of retinoblastoma

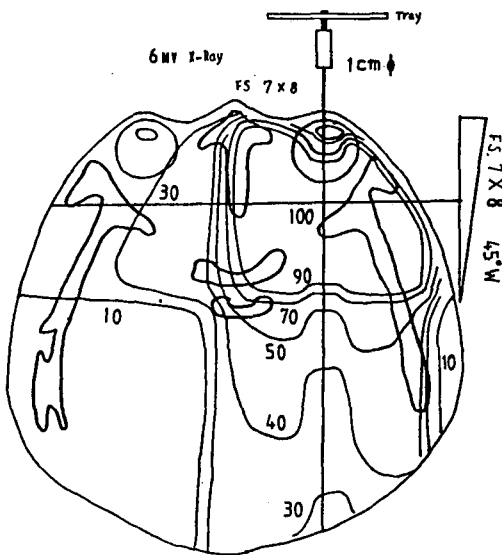


그림 9. Isodose plan combined two wedge and eye shielding block at optimal distance for treatment on leftside retinoblastoma with 6 MV X-ray.

#### IV. 결 론

이상의 측정결과를 종합해 볼 때 수정체에

최소한의 선량과 종양에 적절한 선량을 부여하기 위해서는 근접조사와 전자선 그리고 광자선의 결합으로 선량 분포를 조절할 수 있는데 이는 종양의 위치에 좌우된다.

또한 block의 두께가 5 HVL을 넘을 때 shielding block의 두께에 의한 차폐효율에는 큰 의미가 없으며 단지 차폐물의 위치 즉 block과 표면간의 거리에 좌우되며, 표면가까이에 얻어지는 최소한의 선량은 깊이 d인데 그 깊이는 대략 광자선 energy 최대선량 깊이의 절반에 가깝다.

Block과 표면간의 거리가 10 mm 이상일 때는 shielding block의 원자번호는 그리 중요한 인자가 아니며 따라서 깊이에 있는 선량은 block의 영향을 크게 받지 않으며 phantom내의 산란선에 의한 선량임을 알 수 있다.

끝으로 이들 실험에 대한 측정방법의 개선이 더욱 요구되었다.

#### 참 고 문 헌

1. Merriam GR, Focht EF. A clinical study of radiation cataracts and the relationship to dose. *Am J Roentgenol.* 77 : 759-785, 1957.
2. Chan RC, Shukovsky LJ : Effects of irradiation on the eye. *Radiology* 120 : 673-675, 1976.
3. Beale FA, Garrett PG : Cancer of the paranasal sinuses with particular reference to maxillary sinus cancer. *J Otolaryngol* 12 : 377-382, 1983.
4. Foote RL, Garretson BR, Schomberg PJ, Buskirk SJ, Robertson DM, Earle JD : External beam irradiation for retinoblastoma : patterns of failure and dose response analysis. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 16 : 823-830, 1989.
5. Jackson W : Protection of the eye in megavoltage radiotherapy. *Br J Radiol.* 42 : 710-712, 1969.
6. Nilsson B : Electron contamination from different materials in high energy photon

- beams. *Phys Med Biol* 30 : 139–151, 1985
7. Lederman M : Technique of radiation treatment of orbital tumours. *Br J Radiol.* 30 : 469–476, 1957.
  8. Biggs PJ : The forward production of high energy electrons from megavoltage photon beams. *Med Phys* 14 : 767–771, 1987.
  9. Werner BL, Das IJ, Khan FM, Meigooni AS : Dose perturbations at interfaces in photon beams. *Med Phys* 14 : 585–595, 1987.
  10. Jones CH : Eye protection in Cobalt-60 teletherapy beams. *Br J Radiol.* 43 : 73–74, 1970.