

CLOSED TYPE 전자선 CONE의 개선방안

서울대학교병원 치료방사선과

최병돈 · 김영호 · 박영환 · 김정만

1. 序 論

최초로 유럽에서 방사선이 종양의 치료에 이용되면서 우리나라에서도 1923년부터 방사선치료기가 설치 이용되기 시작했다. 현재 국내 치료기는 Co⁶⁰ 원격치료기와 선형가속기가 주종을 이루고 있는데 치료장비와 측정기술의 발달에 따라 방사선 치료방법도 다각도로 발전하고 있는 바 본 보고서에서는 국내에 널리 보급되지 않았지만 본원 및 몇몇의 병원에서 사용하고 있는 전자선 치료시 쓰이고 있는 특정형태의 전자선 cone의 사용상 불편한 점을 개선해 보고자 몇가지 측정 실험을 통해 그 개선방안을 제시해 보고자한다.

전자선은 그 선량분포의 특성상 표재성 종양 치료에 유용하고 치료계획이 매우 간단하여 그 필요성이 요구되고 있는데 치료영역의 전자가속기는 상업적 구분상 3가지로 나눌 수가 있다. 환상 전자가속기인 Betatron과 Radio-frequency wave에 전자를 실어 가속시키는 선형가속기, 또 선형가속기와 Cyclotron의 원리를 응용한 microtron이 그들인데 현재 본원에서 사용하고 있는 선형가속기는 6~18MeV 영역의 전자선을 치료에 사용하고 있는 것이다.

선형가속기에 사용되는 applicator로써 소위 전자선 cone이라고 불리는 것이 있는데 본원에서 사용하는 것은 1977년도에 제작된것으로 환자 치료시 불필요한 부위의 차폐를 위해 납판을 cone의 내부로 출입시키고자 할때 조사야를 결정해주는 cone의 하단 전자선 Collimator를 통해 출입해야 하는데 환자와 cone 사이의 공

간이 작고(약 5cm 정도) cone의 크기가 적은 것은 하단 Collimator가 협소하기 때문에 출입이 까다로와 환자와 시술자에게 불편함이 상당하다. 하겠다. 최근 새로운 전자선 cone은 4면의 하단 측면이 모두 개방되어 있기 때문에 차폐체의 출입이 용이하게 고안되어 있으므로 이에 착안하여 본병원에서 사용하고 있는 cone을 개조하여 사용할 수 있는가를 몇 가지 측정을 통해 확인해 보았다.

〈측정장비 및 방법〉

1) 측정장비

- 선형가속기 (Clinac-18, VARIAN)
- Water phantom
- Lsc-2 제어장치와 scanner(CAPINTEC)
- X-Y recorder (CAPINTEC)
- Silicon detector (CAPINTEC)
- Polystyrene phantom
- Parrallel plate Ionization chamber (CAPINTEC)
- Electrometer (CAPINTEC)
- Farmer type chamber (CAPINTEC)

2) 방법

실험은 다음과 같이 3가지의 경우로 나누어 각각의 상태를 분류 측정하였다(참고 그림 1)

1. Closed type cone - 4면이 폐쇄된 구형 즉 원형 Cone
2. 개량형 Cone - Cone의 한쪽을 하단부로부터 상단으로 5cm를 plastic이나 acryl로 차폐

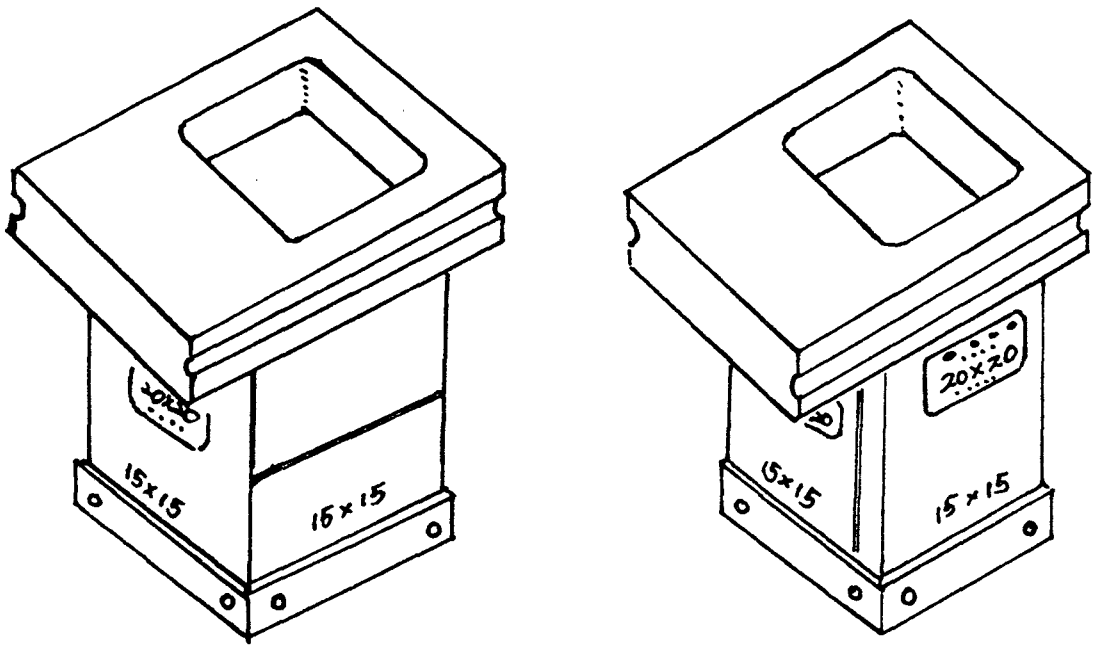


그림 1. Clinac-18의 원형과 개량형 Electron cone의 형태

3. Open type cone - 측면의 한쪽면을 완전히 떼어낸 Cone

측정은 먼저 사용상 가장 편리한 측면을 떼어낸 경우 (Open type cone - 이하 Open cone 이라 명명) 에서 최대선량 지점 (d_{max}) 과 표면에서의 주변선량을 측정하여 원형 Cone 의 측정치와 비교하였다. 측정결과 우리가 이미 예측한대로 Open Cone 의 조사야 밖에서의 주변선량이 원형 Cone 에 비해 상당한 차이가 나타나는 것을 볼 수 있었다. 그 개선책으로 고안해낸 개량형의 주변선량을 d_{max} 지점과 표면에서 역시 측정하였고 또 측면 상단부 (5cm 차폐한 윗부분) 의 산란선을 알아보기 위해 상단 측 방향으로 11cm까지를 2cm간격으로 측정 비교 관찰하였다.

II. 本 論

그림(1)에서 전자선 Cone 을 볼 수 있는데 1-A가 지금 우리 서울대학교 병원에서 사용하고 있는 구형 즉 원형 Cone 이고 1-B가 측정결과 얻어낸 개량형 Cone 이다. 그림에서 볼 수

있듯이 개량형은 윗부분이 개방되어 있으므로 차폐하는데 있어서 편리하게 고안되어 있음을 알 수 있다. 그러면 개량형 Cone 을 임상에 적용하기 위해 그 정당성 여부를 원형 Cone 그리고 Open Cone 과의 비교측정을 통해 분석해보기로 한다.

그림(2)는 우리가 임상에서 주로 사용하고 비교측정이 수월한 15×15 (cm) 크기의 전자선 Cone 을 사용하여 원형과 개량형 그리고 Open Cone 의 d_{max} 지점과 표면의 주변선량을 Water Phantom과 X-Y recorder 를 이용하여 얻어낸 선량분포도이다. 여기서 원형과 개량형의 주변선량은 거의 같은 양상을 보이고 있음을 알 수 있고 Open Cone 의 경우 field margin 으로부터 밖으로 5cm 되는 곳에 뿔 모양의 선량분포를 보이고 있다. 이 뿔모양의 선량분포는 Cone 의 크기에 따라 그 모양과 위치가 변한다는 것을 볼 수 있겠다.

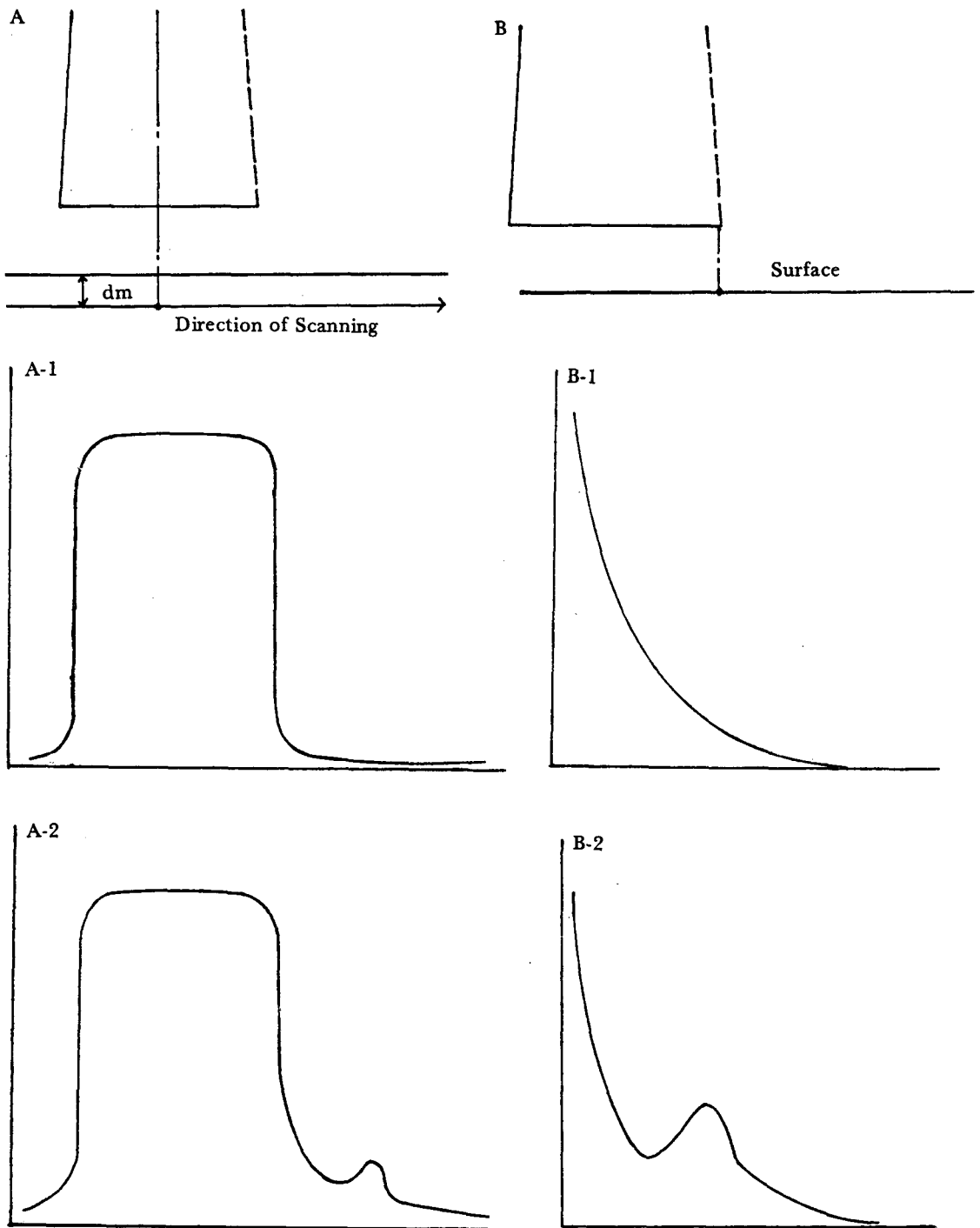


그림 2. A : Water phantom의 깊이 dm 에서 electron cone의 한면을 원형과 개량형의 형태로 놓고 scanning한 선량분포 (A-1), 한면을 제거한뒤 scanning한 분포도 (A-2)
 B : Surface와 beam margin으로부터 밖에 있는 점들의 선량분포. 원형과 개량형 (B-1), 한면의 제거 (B-2)

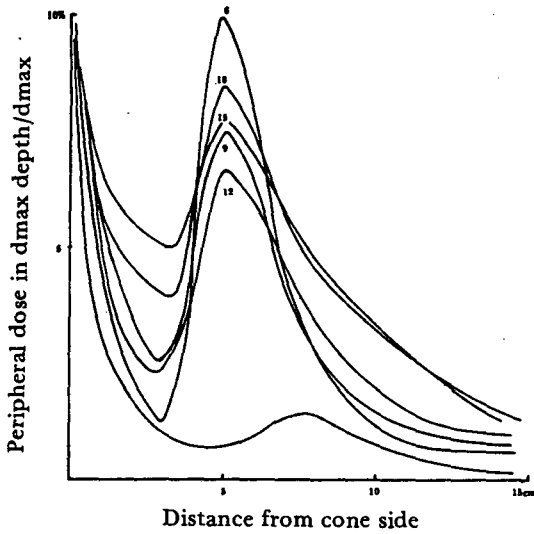


그림 3. Water phantom의 깊이 d_{max} 에서 각 energy 별로 본 cone open 상태에서의 선량분포와 원형 및 개량형(C)에서의 선량분포

그림(3)은 d_{max} 지점에서 각 에너지별로 본 Open Cone 상태와 원형 및 개량형의 field 한계선으로부터 15cm까지의 주변선량분포도(C)이다. 선량은 거리가 증가됨에 따라 서서히 감소되다 다시 어느 지점에서부터 증가되기 시작한다. 그리고 어느정도의 최고치를 이루며 서서히 감소되고있다. 그림에서 볼 수 있듯이 원형과 개량형은 거의 같은 측정치의 분포곡선을 얻을 수 있었고 Open Cone 과는 약 6~10%의 선량 차이를 보인다는 것을 알 수 있듯이 Open Cone의 사용은 주변에서의 선량분포가 크므로 실제 임상에서의 사용은 불가능 하다고 할수 있겠다.

그림 (4,5,6,7,8)은 각 에너지의 전자선 조사시 조사야밖 10cm까지의 표면선량을 Plate Chamber를 이용 얻어진 선량분포도이다. 역시 개량형 (or 원형)과 Open Cone에서 약 5~6%의 현저한 차이를 보이는데 이는 Cone의 하단부 알루미늄판 (Aluminium Flame) 바깥쪽으로 확산되는 Cone 내부의 산란선에 의해 뿔 모양의 선량분포도가 그려지는 것을 발견할 수 있다.

또 조사야 한계선으로부터 약 5cm되는 곳의 최고치 선량을 에너지별로 볼 때 6MeV일 경우 d_{max} 지점의 약 11%, 9MeV에서는 약 10%, 12MeV에서 9%, 15MeV에서는 10%, 18MeV에서는 약 10.5%의 수치를 구할 수 있었다.

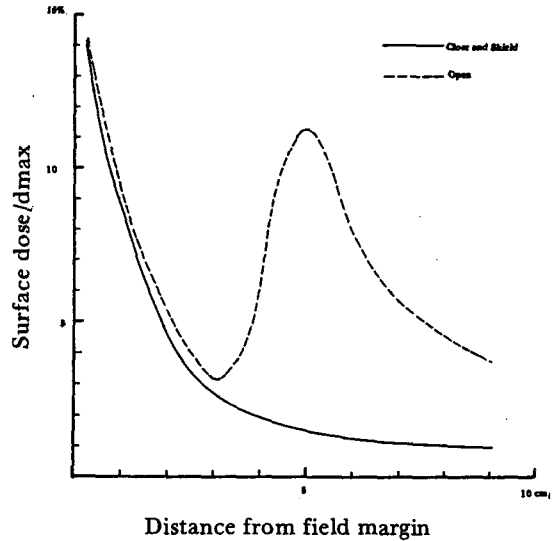


그림 4. 6MeV electron 조사시 field 밖에서의 표면선량

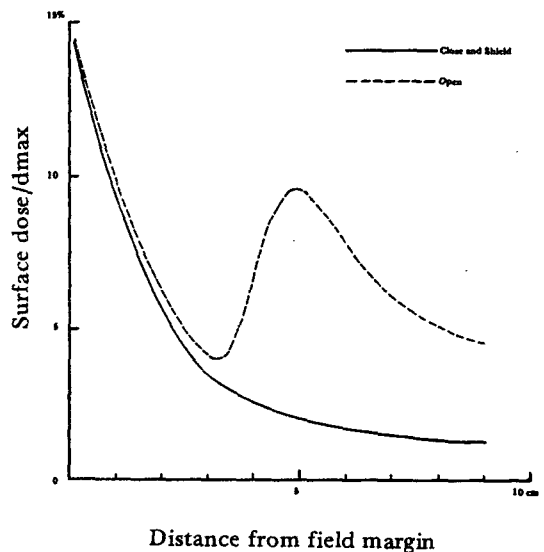


그림 5. 9MeV electron 조사시 field 밖에서의 표면선량

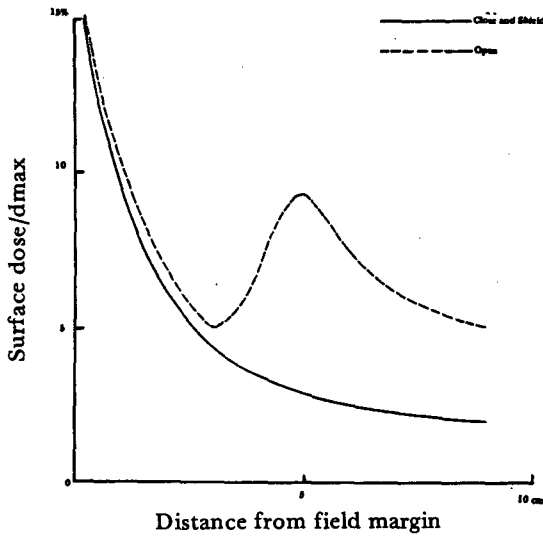


그림 6. 12MeV electron 조사시 field 밖에서의 표면선량

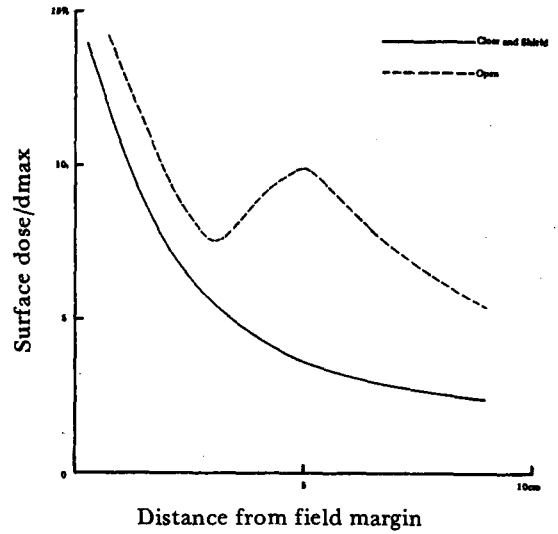


그림 8. 18MeV electron 조사시 field밖에서의 표면선량

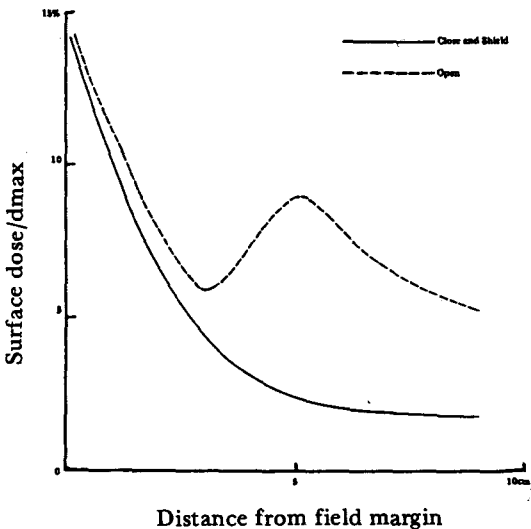


그림 7. 15MeV electron 조사시 field밖에서의 표면선량

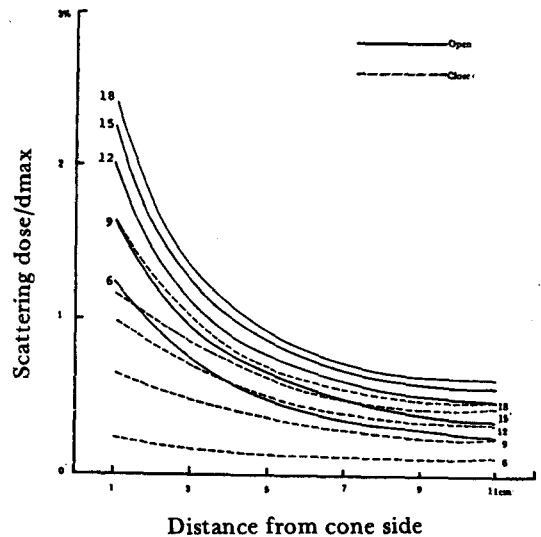


그림 9. Electron cone의 한면 개폐시 cone상단부에서 cone측면의 산란선량

그림(9)는 개량형과 원형의 하단으로부터 5cm 이상 되는 점의 주변선량을 비교한 분포도로써 실선이 Open Cone 이고 점선이 개량형의 선량 분포도이다. 여기서 우리는 개량형과 원형의 상단부에서 주변선량 차이는 1~2%의 아주 적은 차이를 보이므로써 임상에서 사용시 큰 문제를 야기치 않는다는 것을 알 수 있다.

그림 (10)은 주변선량 최대점 즉 조사야 한계

선으로부터 5cm되는 지점에서의 선량과 각 에너지와의 관계인데 선량은 12MeV까지 감소하다 다시 증가하는 경향을 보이고 있다. 이런 현상은 에너지가 증가할 수록 측방산란이 감소하지만 에너지가 계속 증가되는 경우 Cone의 하단부 알루미늄 frame에서 소멸복사에 의한 2차전자의 증가에 기인되어 선량이 증가하는 것을 알수있다.

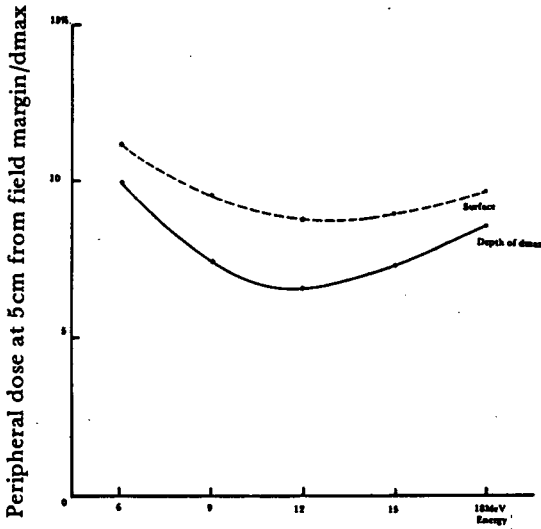


그림 10. 주변선량 최대점 (5m from field margin)에서의 선량과 energy와의 관계

Ⅲ. 結果 및 結論

전부터 사용되어온 구형 Cone의 불편함을 제거하고자 시행된 본 실험에서 우리는 개량형 Cone과 Open Cone 그리고 원형 Cone의 상단부 주변선량과 dmax 지점에서의 선량분포 그

리고 조사야 경계선으로부터 바깥쪽의 표면선량을 비교측정한 결과 개량형과 원형과의 상태는 거의 차이가 없음을 알아냈다. 그러므로 Open 상태에서 나타나는 10%정도의 주변선량은 Cone 내부에서 확산되는 산란선에 의한 것으로 추정된다.

본 실험에서 우리는 여러 측정을 거치며 전자선 Cone의 외부로 방출되는 산란선의 분포를 알 수 있었고 여기서 얻은 결과를 실제 임상에 사용하므로써 환자 치료시 야기되는 불편한점을 해결할 수 있다는 결론을 얻을 수 있었다.

References

1. Khan, FM: The physics of Radiation therapy chapter 14 Electron Beam Therapy 299: 351, 1984.
2. Khan, FM; Sewchand W, Levitt SH: Effect of air Space on depth dose in electron Beam therapy Radiology 126:249, 1978.
3. Johns HE, Laughlin JS: Interaction of radiation With matter In Hine G, Brownell G(eds): Radiation Dosimetry. Mew York, Academic Press, 1956, p. 49.