

# Electron을 사용한 skin cancer 치료시 필요한 적정 차폐 두께 결정

이화여자대학교 목동병원 방사선종양학과

박종일, 오태성, 변영식, 신현교

## I. 서론

Electron-beam은 모든 skin과 lip cancer의 치료에 아주 이상적인 치료법이다. 특히 안구, 코, 또는 귀와 같은 Critical organ을 포함하는 부위에서의 시각적 문제들을 포함하는 경우 아주 유용하다. 그러나 정상조직 보호를 위해 표적 용적 뒤에 존재하는 정상조직을 전자선으로부터 보호하기 위해 차폐의 필요성이 요구된다. 이를 위해 Electron 치료에 관한 자료를 참조하고 그것을 토대로 하여 실제 Upper lip에 발생한 skin cancer 치료 시 잇몸을 보호하기 위한 물질과 적정 두께를 결정하기 위해 필요한 이론적 공식을 알아보고 실제로 실험하여 이론 값과 실험 값의 비교를 통해 유용성을 알아보고자 한다.

## II 대상 및 방법

### 1.이론적 Background

전자의 에너지 손실과정에는 크게 collisional losses [충돌 손실] (PDD), radiational losses [방사화 손실] (bremstrahlung)로 나눌 수 있다. 이때 collisional losses와 radiational losses의 비율은 다음 식과 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{(-dE/dx)_{rad}}{(-dE/dx)_{col}} \cong \frac{ZE}{800} \dots\dots\dots \text{식 1}$$

Z:원자 번호, E:에너지

Electron energy는 식 1과 같이 원자 번호와 에너지에 의해 영향을 받는데 이러한 영향에 의해 에너지 손실 과정을 거칠 때 치료 깊이에서의 에너지는 IAEA protocol TRS381 공식(식 2)을 통해 구할 수 있다.

$$E_x = E_0 [1.36 \times \sqrt{(1.1 - Z/R_p)^2 + 0.3} - 0.67] \dots\dots\dots \text{식 1}$$

Ez: 치료 깊이에서의 전자 에너지, E0:입사 에너지, Z: depth, Rp: practical range

### 2.실험 대상

본 실험을 위한 환자는 Upper lip에 skin cancer가 발생한 경우이다. 치료 깊이는 Skin에서부터 1.5cm 이며 이때 lip 바로 밑의 gum에 대한 shielding의 필요성이 요구되었다. 그러나 입술의 해부학적 구조에 의해서 차폐를 위해 삽입하는 물질의 두께는 한계가 있었다.

### 3.방법

먼저 치료 에너지를 결정하기 위해 RTP planning system을 이용하여 plan을 하였다.

6MeV electron과 9MeV electron을 사용하였을 때 치료 깊이에서의 dose 분포를 확인하였다. 그림 2를 통해서 치료 깊이 1.5cm에서 균등한 dose분포를 얻기 위해서 9MeV electron과 1cm bolus를 사용하기로 결정하였다. RTP를 통해서 결정된 9MeV electron의 practical range를 beta particle range energy curve (그림 2)를 통해서 구했다.

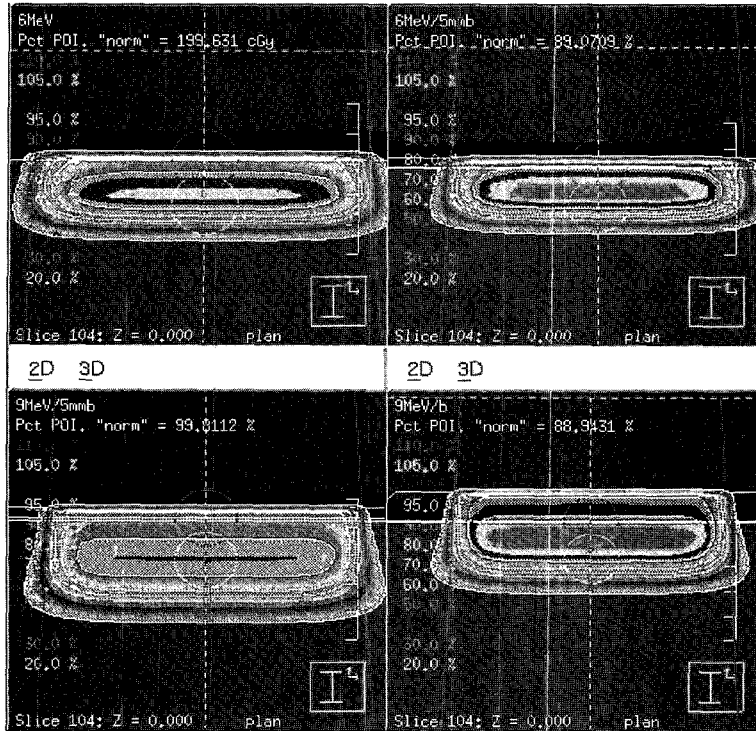


그림 1. Dose 분포

이때 구해진 practical range와 입사 에너지를 이용하여 식2를 통해 깊이에서의 electron energy ( $E_z$ )를 구하였다.

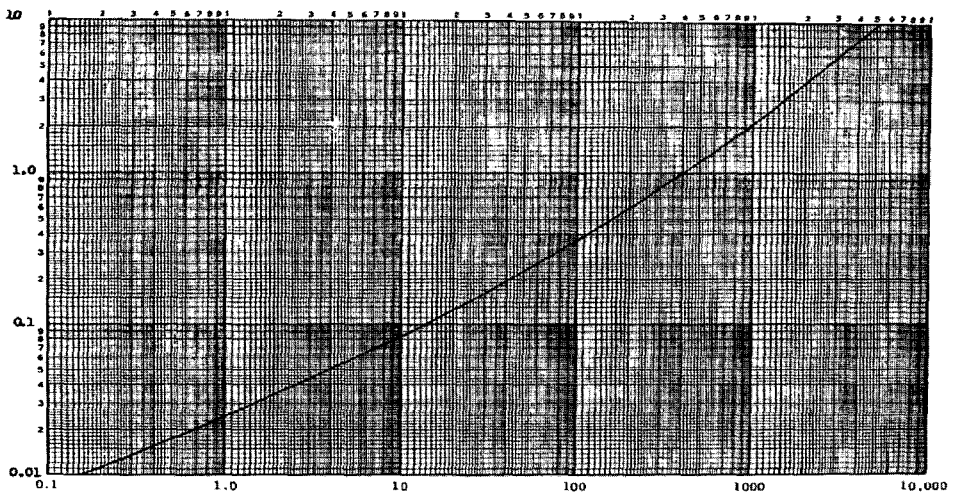


그림 2. Beta particle range energy curve

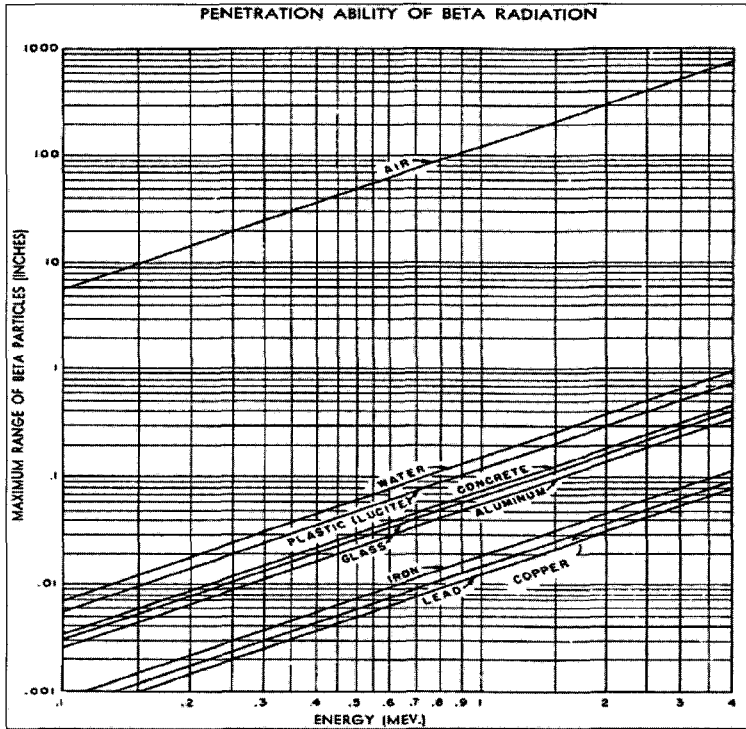


그림3. Penetration ability of beta radiation

이렇게 구해진 깊이에서의 electron energy ( $E_z$ )는 penetration ability curve를 통해서 각각의 물질에 따른 적정 차폐두께를 구할 수 있다.

본 실험을 위한 차폐물질로 물과 납을 이용하기로 하였다. 그림 3을 통해서 구해진 적정 차폐두께는 납은 1.3mm, 물의 경우에는 1.5cm이 필요하다는 것을 이론적으로 알 수 있었다.

#### 4. 실험 방법

본 실험의 도해는 그림 5와 같다. 9MeV electron, cone size는  $10 \times 10$ , target area 1.5cm위에 1cm bolus를 놓았다. target area와 normal tissue 사이에 차폐물질로 결정된 납과 물을 삽입하여 normal tissue에서의 dose를 측정하였다. 물(이하 water equivalent material:rw3)은 1.5cm를 사용하였고, 납은 1mm와 2mm를 사용하였다.

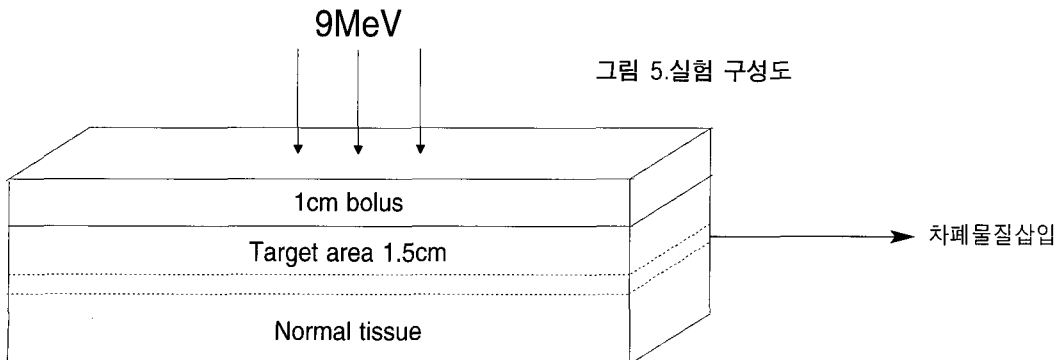


그림 5. 실험 구성도

### III. 결과

#### 1. Dose in gum

shielding하지 않고 skin depth 1.5cm 아래에서 측정된 값을 100%로 하였을 때 gum에서의 dose는 1.5cm water에서 17%, 1mm납에서 17%, 2mm납에서 1%였다.

#### 2. Depth dose

1.5cm water, 납 1mm, 납 2mm에서의 depth dose를 표 1~3과 같이 그래프로 나타내었다.

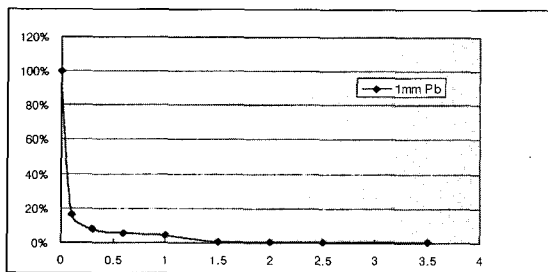


표 1. 1.5cm water

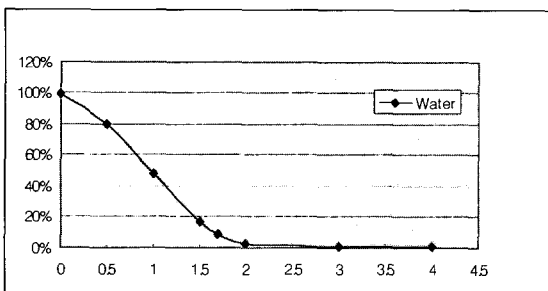


표 2. 1mm 납

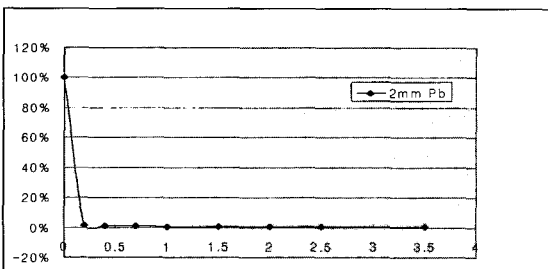


표 3. 2mm 납

표 1을 통해 물의 경우 1.5cm 에 0.5cm을 더하면 Depth dose를 1%로 줄일 수 있다는 것을 알 수 있다. 또한 표 3을 통해 납의 경우에도 납 1mm에 물 4mm를 더한다면 Depth dose를 1%로 줄일 수 있다는 것을 알 수 있다.

### IV. 결론 및 고찰

공식과 표를 통해서 Gum에 도달하는 electron을 차폐하기 위해 계산된 range는 물 1.5cm, 납은 1.3mm였다. 본 실험을 통해서 차폐효율은 물 1.5cm에서 83%, 납 1mm에서 83%, 납 2mm에서 99%를 나타내었다. 납 1.3mm에서의 정량적 data를 얻지 못했지만 본 실험의 depth dose를 통해 유의한 값을 얻을 수 있으리라 생각된다. 또한 그림 4를 이용해서 물과 납 뿐 아니라 동이나 철, 플라스틱 (Lucite)같은 다른 물질을 이용한 적정 차폐 두께를 알 수 있을 것이다. 그러나 shielding 물질 삽입에 따른 backscatter의 영향은 추후에 더 고려되어져야 하리라 생각된다.

## 참고문헌

1. Radiological Health –U.S. Department of health, education and welfare.
2. JAMES E. TURNER :Atoms, Radiation, and Radiation protection.
3. FAIZ M.KAHN: The physics of Radiation therapy second edition
4. 방사선 치료학, 대한방사선 치료 기술학회, 대학 서립.
5. 고에너지 전자선의 방사선 치료 기술, 서명원 외, 대한방사선 치료 기술학회지 1985년 제 1권
6. 전자선 치료의 개요, 유숙현 외, 대한방사선 치료 기술학회지 1987년 제 2권
7. 전자선 차폐 물질에 따른 선량의 비교, 김영범 외, 대한방사선 치료 기술학회지 1992년 5권
8. 전자선 치료 시 에너지에 따른 적정 차폐에 관한 고찰, 심재구 외, 대한방사선 치료 기술학회지 1998년 제 10권