

고에너지 放射線治療用 組織等價補償體에 대한 關한 考察

서울대 學校病院 治療放射線科

崔泰珍, 洪榮洛, 林讚守, 鄭浩容

— Abstract —

A Study of Tissue-equivalent Compensator for 10MV X-ray and Co-60 Gamma-ray

Tae Jin: CHOI, R.T., Young Rak HONG, R.T.

Charn Soo LIM, R.T., Ho Yong 'JEUNG', R.T.

*Department of Therapeutic Radiology
Seoul National University Hospital*

Authors describe some useful data when constructing tissue-equivalent compensators which would compensate tissue deficit in the treatment field of high energy electromagnetic radiation. Tissue equivalent compensator is made of lucite. The ratio of compensator thickness to the thickness of tissue deficit depends on radiation energy, field size and the distance from the compensator to patient skin.

When the compensator is separated from skin surface, the thickness ratio is always smaller than 1.0. This means that the larger the separation, the contribution to the total dose by means of scattered radiation from a tissue equivalent compensator is smaller.

Authors propose that the thickness of lucite as tissue equivalent compensator is 0.57 times tissue deficit and the separation between compensator and skin is at least 15cm for Co-60 gamma ray and 25cm for 10MV X-ray.

1. 序 論

放射線治療計劃에 있어서 기본적인 자료인 等線量分布圖나 深部線量百分率表, 組織對空氣中 線量比表 등을 方射線軸에 수직인 평면을 표면으로 갖는 均質인 物質內에서 구해진다. 放射線이 表面에 비스듬히 입사되거나 表面이 평면을 표면으로 갖는 아닌 경우에는 表面의 형태에 의한 영향때문에 線

量分布에 변화가 오게 된다.¹⁾ 等線量曲面은 비록 정도는 가볍다고 할지라도 표면과 같은 방향으로 기울어지며, 線軸에 垂直인 平面에서 線量은 組織의 缺損이 큰 部位일수록 커진다.

照射方向과 平行的한 방향에 있어서 두께가 일정치 않은 부위 특히 頭頸部位나 鎖骨部位 등에 Co-60 감마선이나 고에너지 X선으로 對向照射할 때 두께가 얇은 부위의 線量이 組織 缺損으로 말미암아 두께

가 두꺼운 부위에 비해서 많아지게 된다.³⁾ 이와같이
線量分布가 고르지 않을 경우에는 低線量에 의한
疾病의 再發이나 高線量에 의한 부작용이 일어날
가능성이 높기 때문에 효과적인 치료를 할 수가 없
다.

治療成績을 높이기 위해서는 治療部位의 線量이
均一하게 分布되도록 해야한다. 이와같은 목적을
이루기 위해서는 缺損된 組織을 보상해 줄 組織補
償體의 적용이 요구된다.²⁾

여기에서 저자는 放射線에 대해서 組織等價物
質이라고 할 수 있는 루사이트(lucite)를 組織補償
體로 이용하기 위해 組織의 缺損에 대응하는 루사
이트의 두께를 Co-60 r선과 10 MV X선에 대하여
결정하고자 한다.

II. 實驗方法

1) 理論

組織의 線量 D 는 一次線에 의한 일차선量 D_0 과
散亂線에 의한 散亂線量 D_s 로 나누워진다. 즉

$$D = D_0 + D_s$$

一次線量은 그 점에 도달하는 一次線의 量에만 관
계가 있다. 一次線의 量은 吸收體에 의한 減衰 때
문에 줄어들며, 減衰되는 量은 吸收體의 두께에 의
해서만 좌우되고 光子의 진행경로중 吸收體의 위
치에는 무관하다. 그러나 散亂線量은 一次線의 進
행경로 밖에서 Compton散亂에 의해서 약화된 光
자에 의한 線量으로서 吸收體의 두께뿐만 아니라
位置에 따라 영향을 받게 된다. (그림 1)

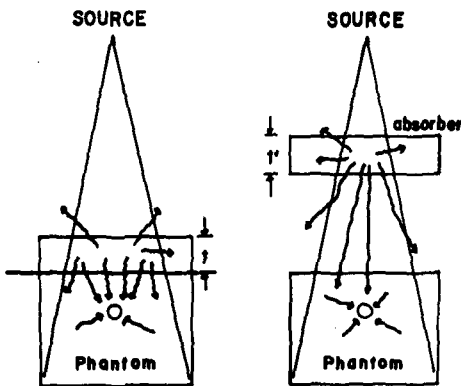


Fig. 1. Radiation Scatter in Material

그림 1에서 볼 수 있는 바와 같이 組織補償體가
피부표면에서 약간 떨어져 있을 때는 산란선량이
줄어 들기 때문에 組織의 線量을 동일하게 유지시
키기 위해서는 補償體의 두께를 줄여 一次線量을
증가시켜야 할 것이다.

2) 實驗方法

차폐선반에 차폐물은 전혀 없지 않은 상태에서
폴리스티렌 팬텀내 12cm 깊이에서 線量을 측정한다
다음 팬텀의 윗 부분 일부를 제거하고 차폐선반에
루사이트를 얹어 선량을 측정한다. 두 선량이 일
치되는 경우의 루사이트의 두께를 알아내어 組織
對 루사이트의 두께의 비를 구한다. (그림 2)

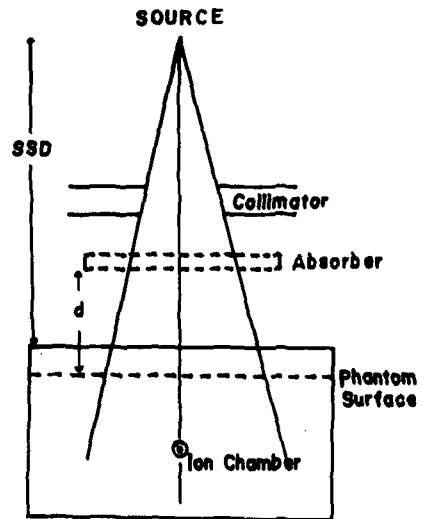


Fig. 2. Experimental Source Alignment

주어진 測定條件에서 차폐선반의 위치만 바꾸어
補償體에서 팬텀表面까지의 거리를 바꾸어 組織對
補償體 두께의 비를 구하여 거리의 변화에 따른 두
께의 비의 변화를 구한다.

주어진 SSD와 補償體-팬텀간 거리에서 조사
면의 크기를 변화시키면서 組織對 補償體 두께의
비의 변화를 구한다.

測定器로서 Baldwin-Farmer 형 이온함과 集積線
量計가 使用된다.

III. 實驗結果

照射面の 크기 $10 \times 10 \text{cm}^2$, 測定깊이 12cm에서 補

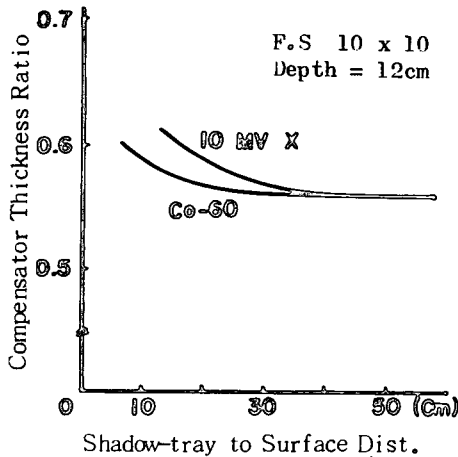


Fig. 3. Compensator thickness ratio as a function of shadow tray to surface distances.

償體 두께의 비가 補償體-팬통간의 거리에 따라 어떻게 변하고 있는가를 그림 3에서 볼 수 있다. 그 그림에서 補償體-팬통간의 거리가 멀어짐에 따라 Co-60의 γ 선에 대해서도 10MV X선에 대해서도 補償體 두께의 비는 1보다 작은 값을 가지면서 줄어 들고 있는 것을 볼 수 있다. 이 결과는 散亂線이 확산되기 때문에 散亂線량이 線量에 기여하는 정도는 補償體-팬통간의 거리가 멀어짐에 따라 줄어 들고 있다는 것을 잘 입증해 주는 자료이다.

補償體-팬통간의 거리가 Co-60 γ 선과 10MV X선에 대해서 각각 15cm, 25cm를 넘어서면 補償體 두께의 비가 거의 일정한 값(0.57)을 유지하고 있다. 補償體 두께의 비가 변화하지 않는다는 것은 주어진 조건에서 측정된 위치의 선량에 補償體로부터 나온 散亂線량이 거의 기여하지 못하고 있다는 것을 말해 주고 있다.

補償體 두께의 비가 거의 일정해지는 최소한의 보상체-팬통간의 거리가 10MV X선에 대한 것이 Co-60에 대한 것보다 큰 것은 10MV X선의 산란각이 Co-60 γ 선의 산란각보다 작다는 것을 보여 주는 것이다.

그림 4는 조사면의 크기의 변화에 따라 補償體 두께의 비의 변화를 보여 주고 있다. 조사면의 크기가 커짐에 따라 補償體 두께의 비는 줄어 들며, 조사면의 크기가 클수록 補償體 두께의 비가 줄어

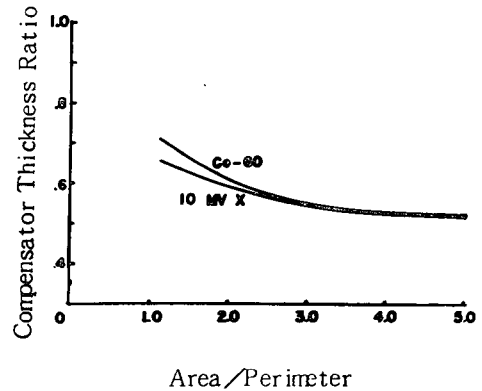


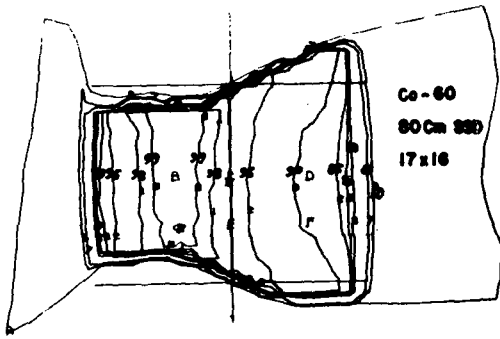
Fig. 4. Compensator thickness ratio as a function of field size.

드는 정도는 점점 완만해지며 10MV X선이 Co-60의 γ 선 양쪽 다 조사면의 크기가 $A/P=2.5(10 \times 10\text{cm}^2)$ 보다 큰 경우에는 거의 변화하지 않는다. 이때의 補償體 두께의 비는 0.57이다. 照射面의 크기가 상당히 귀지는 데도 補償體의 두께의 비가 거의 일정한 값을 갖는다는 것도 산란범위가 유한하다는 것을 말해 주고 있는 증거이다.

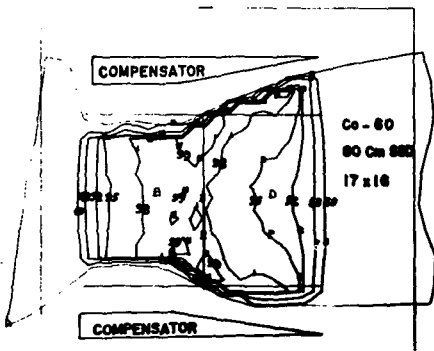
IV. 考 案

組織等價補償體로서 루사이트를 이용할 때 루사이트의 두께는 組織缺損의 두께의 0.57배가 되도록 하며 補償體의 위치는 환자의 피부에서 10MV X선에 대해서는 적어도 25cm, Co-60에 대해서는 적어도 15cm 떨어져 있게 한다.

그림 4에 의하면 Co-60, $A/P=1(4 \times 4\text{cm}^2)$ 에 대해서는 組織等價補償體의 비가 0.70로서 0.57과는 상당히 다르다. $4 \times 4\text{cm}^2$ 의 조사면내에서 조직결손은 많아야 5cm 정도일 것이다. 루사이트補償體의 두께는 補償體 두께의 비 0.57에 대해서 각각 3.50cm, 2.85cm이며, 두께의 차이는 0.65cm이다. 루사이트의 밀도 $d=1.14\text{gm/cm}^3$ 과 Co-60, 감마선의 루사이트에 대한 감쇠계수 $\mu\rho=0.0662\text{cm}^2/\text{gm}$ 을 고려하면 루사이트 0.65cm의 투과율은 95%이다. 제시된 예에서는 보상체의 두께가 요구되는 값보다 6.5mm 얇게 제작될 것이기 때문에 예상선량의 1.05(1/0.95)배가 들어가므로 5%의 증가가 있다.



(a)



(b)

Fig. 5. Dose distribution of two-opposing fields with or without compensator. (a) Dose Distribution of Two-opposing Fields without Compensator (b) Dose Distribution of Two-opposing Fields with Lucite Compensator

정도의 과다선량은 선량균일성에 비추어 볼 때 균일한 범위에 포함되는 값이므로 문제될 것이 없다 단편적인 설명이긴 했지만 조직등가보상체의 두께는 결손조직 두께의 0.57배로 하는 것이 바람직하다.

補償體를 사용하지 않은 경우와 組織等價補償體를 사용한 경우의 선량분포도가 그림 5에 보여지고 있다. 補償體를 사용하지 않은 경우(그림 5 (a))는 85%等線量曲線이 치료범위를 에워싸는 반면에 組織等價補償體를 사용하는 경우(그림 5 (b))는 92%等線量曲線이 치료범위를 에워싸고 있기 때문에 前者에 비해 後者가 더 균일한 선량분포를 보여주고 있다는 것은 명백하다.

V. 結 論

이상의 실험을 통하여 아래 몇 가지의 結論에 도달할 수 있다.

첫째, 補償體-팬텀간의 거리가 증가함에 따라 補償體 두께의 비는 감소하지만 그 거리가 Co-60, 10MV X선에 대해 각각 15cm, 25cm 이상이면 두께의 비는 일정한 값을 유지하며, 그 비는 두 가지 방사선에 대해 모두 0.57이다.

둘째, 照射面의 크기가 커짐에 따라 補償體 두께의 비는 감소하지만 조사면의 크기가 A/P=2.5 이면 두 경우에 대해 0.57로서 거의 일정하다.

셋째, 조직등가보상체의 두께는 결손조직의 두께의 0.57배가 되도록 하며 補償體-피부간의 거리는 Co-60 γ 선, 10MV X선에 대해 각각 적어도 15cm, 25cm 이어야 한다.

REFERENCES

1. Johns HE, Cunningham JR: *The Physics of Radiology*. 3rd ed. pp. 353-356, THOMAS.
2. Khan FM, Moore VC, Burns DJ, R.T.: *An Apparatus for the Construction of Irregular Surface Compensators for Use in Radiotherapy*. Radiology 90:593-594, Mar. 1968.
3. Cohen M, Burns JE, Sear R: *Physical Aspects of Co-60 Teletherapy Using Wedge Filters II Dosimetric Considerations*. Acta Radiol 53:486-504, June 1960.
4. Hall EJ, Oliver R: *The Use of Standard Isodose Distributions with High Energy Radiation Beams the Accuracy of Compensator Technique in Correcting for Body Contours*. Brit J. Radiol 34:43, Jan. 1961.
5. Khan FM, Moore VC, Burns DJ: *The Construction of Compensators for Co-60 THERAPY*. Radiology 96:187-192, July 1970.

6. Saylor WL, Ames TE: *Dosage Calculations in Radiation Therapy*. Urban & Schwarzenberg, Baltimore pp. 32-34, 1979.
7. 강위생 : 금속에 대한 방사선의 감쇠계수 : 최신 의학 제 24권 제 3 호, 3 월, 1981.