

전신 피부 전자선 치료 (Total Skin Electron Beam Therapy)

가톨릭대학교 강남성모병원 치료방사선과

오택열 · 김희남 · 박남수

I. 서론

T-세포 피부 임파종(cutaneous T-cell lymphoma)은 45-69세에서 주로 진단되어지는 희귀한 질병으로, 일반적으로 mycosis fungoides라 칭한다.

mycosis fungoides는 1902년 Scholtz에 의하여 X-ray를 이용하여 처음 치료를 시행하였으나, 국한된 치료로 600-800cGy를 사용하여 많은 환자에서 일시적으로 완화된 상태를 보였지만, 재발이 많았다. 그 후 Sommerville가 큰 조사야(large field)로 하루에 10cGy/day, 전체 선량 200-900cGy로 치료하여 효과는 좋았으나 무과립구증(agranulocytosis)의 부작용을 보였으며, 1953년 Trump와 Colleagues가 처음으로 고선량율 전자선(high electron dose rate)으로 체표면 malignancies를 2.5-3.5MeV으로 치료하여 무과립구증을 피할 수 있었다. 1958년 전신 피부 전자선(Total skin electron beam, TSEB이하) 치료를 2.5MeV를 이용하여 800cGy치료를 시행했으나, 요즈음에 에너지와 선량을 증가시켜 6MeV 전자선으로 30-30.6Gy로, 9-10주에 걸쳐 치료하는 것으로 18Gy 치료 후 1주 정도 휴식을 취하는 것으로 하고 있다. 이 치료 방법은 큰 조사야(large field)을 이용하여 전신을 조사할 수 있어야 하기 때문에 큰 거리(2-6m)에서 치료하는 방법이 연구되고 있다. 치료방법 자체가 복잡하고, 부수적으로 위험을 동반할 수 있어 치료 시간을 단축하기 위하여 고선량율 전자선(high electron dose rate)을 이용하여 치료를 시행하는데 선량을 엄격히 측정하며, 조사야 크기, 치료 깊이, 에너

지, 선량율, 조사야 평탄도, X-ray 오염도, 추가 조사야 성격 등을 명확히 할 것을 권고하고 있다.

본 연구는 제한된 치료실에서 1문 조사 치료시 환자 크기에 따른 불충분한 조사야와 불균등한 선량 분포도의 문제점을 갖고 있어, 선형 가속기 겐트리(gantry) 각을 이용한 6문2중조사(six dual field) 치료시 빔(beam) 데이터를 측정하여 전신 피부전자선 치료에 적용하고자한다.

II. 재료 및 방법

1. 사용 장비

Digital Mevatron KD(Siemens사 U.S.A)
Alderson Rando phantom
X-omat film(Kodak)
TLD(Harshow U.S.A)
Video densitometer(Wellhofer)
Markus Chamber(PTW)
Electrometer(Kethley MK614)

2. 방법

(1) 평탄도(flatness)측정

수직면(vertical uniformity)과 수평면(horizontal uniformity) 방향에 대한 빔(beam) 평탄도(flatness)를 측정하기 위하여 치료면에 열형광 칩(TLD chip)을 전체적으로 균일하게 부착하고 수직거리 180cm 폭 80cm에 대한 평탄도를 측정하였다. 이를 위하여 지멘스(siemens)사 선형 가속기에서 발생된 6MeV

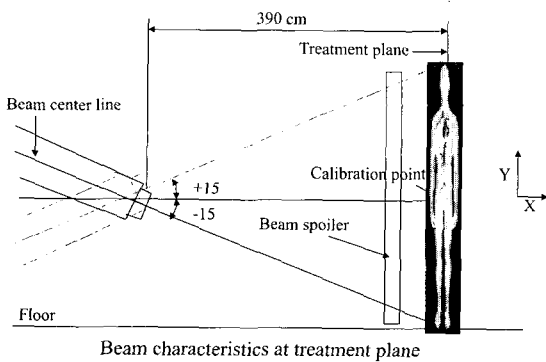


그림 1. Geometrical arrangement of the symmetrical dual field treatment technique

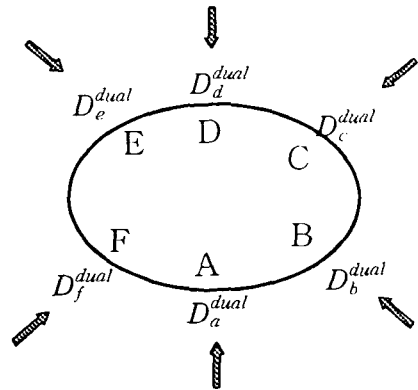


그림 2. 6문2중 조사시 각 조사야에서의 측정점 및 선량

전자선을 이용하여 선원 표면간 거리 390cm에서 실제 환자 치료와 동일한 조건으로 set up하여 겐트리 (gantry) 각도 15, 17도에서 각각 2중 조사(dual field) 하여 측정하였다. (그림1)

(2) 교정 값 측정 (Calibration factor)

치료 거리(SSD 390cm) 변화에 따른 교정 값을 측정하기 위해 평판형 전리함(parallel plate chamber)를 폴리스틸렌 팬텀에 고정된 전리함에서 20cm떨어진 곳에 beam spoiler를 위치시키고 Dmax(4mm) 선량값과 SSD 100cm에서 Dmax(1.4cm)에서의 선량 값의 비로써 구하였으며, 다음 식과 같이 나타낼 수 있다.

$$Cal.f = \frac{D_{ssd\ 390}}{D_{ssd\ 100}} \text{ -----(1)}$$

(3) 치료 피부선량 측정 (Treatment skin dose measurement)

치료 피부선량을 측정하기 위해 Alderson Rando phantom에 열형광 선량계(TLD)를 빔 센터(Calibration point)위치의 Anterior, Posterior, LAO, LPO, RAO, RPO 의 조사야 중심에 부착하고 각 방향에서 6문2중조사(Six dual field)를 하였다. 각 TLD 위에 5mm Bolus를 부착하여 각 지점에서 구한 평균선량값을 피부선량 값으로 하고 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$D_{skin} = \frac{D_a^{uli} + D_b^{uli} + D_c^{uli} + D_d^{uli} + D_e^{uli} + D_f^{uli}}{6} \text{ --(2)}$$

(4) B factor 측정

6문2중조사에서 각 조사야에서 만약 D Gy의 선량을 준다고 하면, 피부 한 점(A)에서 받은선량은 1조사야에서 받은 선량()에 다른 조사야에 의해 받은 선량을 더한 값이 된다.

$$D_a^{uli} = Mu \cdot Cal.f (1 + \sum_{i=1}^5 f_i) \text{ -----(3)}$$

다른 조사야에 의해 한 점이 받는 선량의 값을 B factor로 정의 할 수 있으며, 이는 치료 피부선량을 A 점에서의 선량()로 나눈 값으로 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$B \text{ Factor} = \frac{D_{skin}}{D_a^{dual}} \text{ -----(4)}$$

따라서 각 field에서 조사해야 할 MU는 다음과 같이 나타낼 수 있다.(그림 2 참조)

$$M = \frac{D_{skin}}{Cal.f \cdot B} \text{ -----(5)}$$

(5) 표면선량(Surface dose) 분포도를 측정하기 위

하여 Beam 중심축 (Calibration Point)상의 인체 팬텀 (Alderson Rando phantom)내에 X-Omat V 필름을 삽입하고 위와 같은 방법으로 각 방향에서 6문2중조사 (Six dual field)후 비디오 농도 측정기 (Video densitometer)로 측정하였다.(그림7)

(6)자세 및 차폐

치료하는 동안 환자 자세 유지의 편안함과 안정성을 고려하여 높이 180cm, 폭 60cm, 받침대 높이 15cm의 지지대를 제작하여 서 있는 자세로 시행했으며 전자선이 넓게 퍼져 표면선량(Surface dose)을 증가시키기 위해서 높이 200cm, 폭 80cm으로 아크릴을 제작하여 환자 20cm 앞에 위치시키고 안구의 렌즈 차폐를 위해서 안경처럼 착용 할 수 있게 두께 2mm납판을 오려 블럭(Block)을 제작하여 눈썹을 포함해서 충분히 차폐하고 손톱, 발톱 부위도 동일한 납판(2mm)을 오려 붙여 차폐하였다.

겐트리(Gantry) 각도를 상, 하 각각 15° 도로(Gantry 각도 75도, 105도), 조사야 크기(Field size) 40×40cm (SSD 100cm), 치료거리 SSD 390cm, 6MeV 전자선을 조사선량을 900cGy/min로 하루에 Anterior, LPO,

RPO 방향으로 3문2중 조사, 다음 치료시 Posterior, LAO, RAO 방향으로 60도 간격으로 3문2중조사하여 그림 2와 같이 6문2중(Six dual field) 조사를 One cycle로 하여 200cGy/fx, 3day/week, 로 치료 하였다. (그림 3,4)

Ⅲ. 결과 및 토의

1. 결과

겐트리(gantry angle) 각도 15도에서 6문2중조사 (six dual field)시 균등한 선량분포를 얻을 수 있었으며 수직면에서 ±8% 이내의 선량 균등도를 얻었다.(그림5) 선원 피부간 거리(SSD) 390cm에서 4mm에서 최대선량값(Dmax)을 나타냈으며 SSD 100cm에서의 1.4cm 보다 매우적게 나타났다. 치료 피부선량(treatment skin dose)은 6문2중조사를 했을 때 받은 선량의 평균값으로써 식(2) 로 나타낼 수 있으며 이는 6문2중조사 했을 때 피부가 받은 선량을 의미한다. 치료피부선량을 주기 위해 MU를 결정하기 위한 factor(B factor)는 2.9 였다.



그림 4. Patient position standes

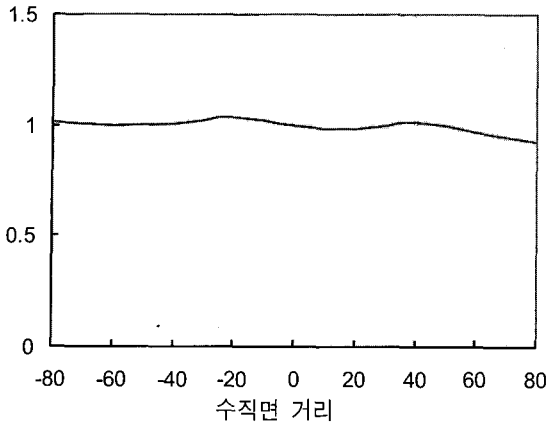


그림 5. 수직면 선량평탄도

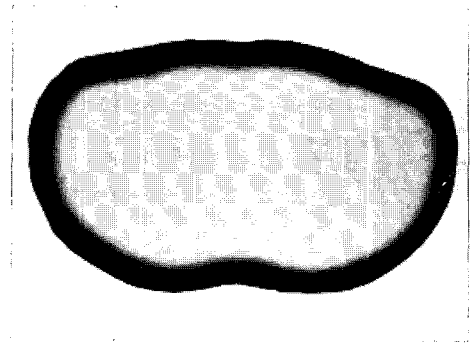


그림 6. 6문2중조사의 필름을 이용한 피부선량 분포

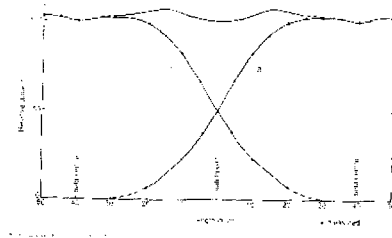


그림 7. Length in cm

2. 고찰

2중 조사에서 2개의 조사야가 합쳐져 동등점(off-axis ratios OAR) 50%에서 만나 조합된 하나의 곡선을 만들어 보면 수직면 균등한 곡선과(그림-6) 수평면 균등도에서도 균등한 결과를 보여 주고 있다.2) 인체 팬텀(Alderson.Rando phantom)의 배꼽 높이(calibration point)에서 표면선량 분포도는 X-omat V film에 최대선량점(Dmax) 4mm 지점에서 균등한 분포도를 나타내고 있으며 (그림-7) 조사야(gantry)상, 하 15 각도로 6문2중 조사(six dual field) 곡선이 1문 조사에 비해 최대 선량점(Dmax)과 치료 깊이 분포도 곡선의 직선에 가깝게 체표면(surface plane)쪽으로 이동된 것으로 나타내고 있다.1)(그림-8)

조사야가 환자를 충분히 포함하기 위해 Gantry에

서 치료 환자까지 충분한 거리(3-4m)유지 할 수 있어야 하며 치료 문수가 많고 서 있는 자세로 치료하기 때문에 치료자세를 유지할 수 있는 편리성과 안정성을 고려하여 지지대에 제작해야 하며 치료 시간을 줄이기 위해 고선량을 전자선(high electron dose rate, 900cGy/min)을 발생가능한 장치가 요구된다.

전신 피부 전자선 치료(TSEB)는 치료실의 공기를 이온화시키고 오존이 발생할 수 있기 때문에 자주 환기 시켜야 하며, 인체 구조가 cylindrical 모양이 아니고 환자 자세 자체 차폐로 인하여 불충분한 조사(Under dose)가 이루어지는 부분, 발바닥(soles of the feet), 액와 상부(apex of axilla) 회음부(perineal area), 항문 주변부위(peri-anal region), 정수리 부위(top of head), 여자 환자인 경우 유선하 부위(inframmary region)추가로 보충치료가 필요하다.3)

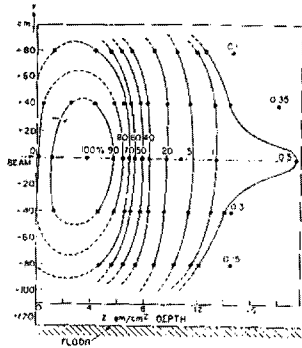


그림 8. Depth dose in water for a single field with $\theta=0$ and all 12 fields (six dual field) using film in luminoid phantom

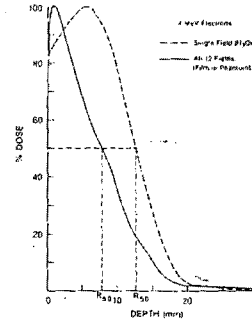


그림 9. X-ray back ground of strongly in the forward direction, single field do not adequately cover the patient body height

다분 큰 조사야(Multiple large field), 사입사 조사야(oblique field)로 인해 겹침 현상으로 인해 전형적인 Skin sparing effect 가 나타나지 않으며, 저에너지 오염된 X-ray(X-ray Back ground)가 1%정도 동반하여 수직면 선량분포도 곡선에 불균등한 결과를 가져오나, 오염 선량(X-ray Back ground) 기여도가 주로 빔의 중심 축상에서 크기 때문에,(그림9) 선원 피부간 거리(SSD) 390cm에서 수평 방향에 상하로 15각도로 기울어진 두 개의 빔(beam)을 조사하는 치료 방법은 빔의 중심축(central axis)이 환자를 벗어나도록 각도를 줌으로써 X-ray 오염을 줄일 수 있다.⁴⁾

3. 결론

T-세포 피부 임파종 전신 피부 전자선(TSEB) 6문2중 조사(six dual field)시 수직면 선량 분포도 균등도를 $\pm 8\%$ 및 수평면 선량분포도 균등도 $\pm 4\%$ 이내에 포함된 선량분포도를 결정하기 위해서 각 기종의 특성과 치료 거리에 따른 조사야(gantry) 각도 15-20도 사이에서 가장 적절한 균등도와 치료 깊이(Dmax) 얻기 위해, 조사야(gantry) 각도와 에너지를 결정하기 위한 정확한 데이터를 측정하여 임상 치료에 적용해

야 한다.

Mycosis fungoides 환자는 대부분 노약자로 치료 자세를 유지하기 위한 편리하고 안정성 있는 지지대를 디자인하여 임상에 적용하는 것이 필요하다.

참 고 문 헌

1. Radiation oncology Biol Phys Vol, 27 Number 2, 1993 pp 391-396
2. FAIZ M.KAN :The physics of Radiation therapy second Edition
3. STEVEN A.LEIBEL, M.D.Theodore L. phillips, M.-1sted. Mycosis Fungoides Textbook of Radiation oncology. W.B.saundes. company 1998. PP1115
4. American Association of physicists. in Medicine Task Group 30:Total skin Electron Therapy: technique and dosimetry. AAPM Report No.33;1988