

## 피부 T 세포림프종의 전 피부 전자선 치료를 위한 dosimetry 연구

신교철, 윤형근

단국대학교 의과대학 치료방사선과학교실

### 초 록

피부 T 세포림프종에 대하여 4MeV의 전자선으로 전 피부 방사선 조사를 시행하였다. 피부전체의 균일한 선량분포를 위하여 스탠포드대학의 방법으로 알려져 있는 six dual field 기법을 사용하였다. SSD는 390cm로 하였으며 방사선 조사시의 gantry의 각은 환자의 중심을 지나는 수평축에 대하여 상·하로 14°가 되도록 하였다. 전자콘을 설치해야만 전자선 조사가 가능하므로 최대의 전자콘인 25×25cm콘을 사용하였다. 치료면에서의 선량분포의 균일성을 확인하기 위하여 치료면에 90×180cm의 폴리스틸렌을 설치하고 Farmer type ion chamber와 측정용 필름을 사용하여 측정하였다. 그 결과 치료면에서 10%정도의 균일함을 보였다. 환자의 자세를 하루에 세가지씩 이틀에 걸쳐 여섯가지 자세를 한 주기로 치료를 시행하였다. 선량이 부족한 정수리, 회음부, 발바닥 등은 따로 추가의 방사선을 조사하였다. 렌즈와 손톱, 발톱은 차폐물을 제작하여 차폐하였다.

### 서 론

표피의 넓은 부분을 차지하는 피부 T 세포림프종의 치료에는 전자선을 이용한 전피부 조사가 유용한 치료법이다. 1950년대 초에 전피부 전자선 조사가 시작된 이후 다양한 치료 기술이 사용되어 왔다. 현재는 비교적 균일한 선량의 분포를 갖는 Stanford의 six dual field 기법이 널리 사용되어 지고 있다. 환자는 하루에 세 개의 위치씩 이틀을 한 주기로 여섯 개의 위치에서 치료되며(그림 1) 각 위치마다 수평축에 대하여 상·하로 일정한 각을 갖는 두 전자빔을 이용한다. 전자선의 에너지는 최대 목표 깊이에서의 원하는 깊이선량을 근거로 하여 선택되며, 목표선량은 보통 피부 표면 가까이에 있는 최대선량깊이에서 규정되어 진다. 가장 일반적으로 사용되는 전자선의 에너지는 피부 표면에서 2~6MeV이고 때때로 격리된 두꺼운 병소의 추가 선량을 위하여 더 높은 에너지가 선택되기도 한다. 제동복사선에 의한 엑스선의 포함은 최소화 되어야하며 이상적으로는 목표선량의 1%를 초과해서는 안된다. 무엇보다도 피부 전체에 대하여 10%이내의 선량의 균일성이 유지되어야 한다. 본 교실에서는 산란판을 사용하지 않고 4MeV의 전자선을 이용하여 치료하였으며 이에 대하여 선량분포를 측정하였다.

### 재료 및 방법

넓은 범위의 균일한 선량분포가 요구되는 전피부 전자선 조사를 위한 많은 방법이 연구되어 왔는데 그중 Stanford 대학의 six dual field가 가장 일반적으로 사용된다. 넓은 범위를

조사하기 위하여 SSD는 본 병원에서 가능한 최대거리인 390cm로 하였고, 전자콘의 부착 없이 전자선의 조사가 불가능하기 때문에 최대의 전자콘인 25×25콘을 부착 사용하였다. dual field 로 균일한 선량분포를 얻기 위하여 환자의 중심과 Gantry의 90°각의 중심축과 수평이 되도록 하고 Gantry 를 중심선으로부터 상·하로 일정한 각을 주면서 선량분포를 측정 비교하여 선량분포가 균일한 Gantry 의 각도를 결정하였다. 선량분포의 균일성 측정은 치료면에 90×180cm<sup>2</sup>의 폴리스틸렌을 설치하고 20cm간격으로 Farmer type ion chamber을 설치해서 시행했다. 그 결과 SSD 390cm에서 Gantry의 각도는 상·하로 각각 14°(즉 위쪽으로 76°와 아래로 104°) 에서 가장 균일한 선량 분포가 이루어졌다(그림 1).

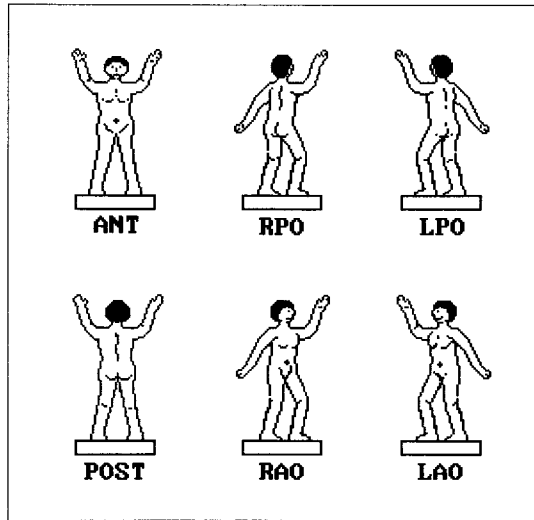


그림 1. 환자의 여섯가지의 치료자세

SSD 390cm에서 에너지를 정의하기 위하여 25×25cm<sup>2</sup>의 폴리스틸렌 팬텀과 평행평판 이온 챔버로 전자선의 PDD 곡선을 구하였다. 그 결과 환자의 중심 위치에서 전자선의 에너지는 약 4MeV이고 후면에서의 엑스레이의 포함은 1%이하임을 알 수 있었다. 다음으로 치료에 필요한 선량을 규정하기 위해 환자의 중심의 표면에서 평행평판 이온 챔버를 설치하고 치료 조건과 같은 상황으로 dual field에 대하여 선량을 측정하였다. 측정값은 SSD 100cm에서 다시 측정하여 두 값을 비교하였다. 다른 방법으로 규정된 선량을 확인하기 위하여 측정용 필름을 치료면의 위치에 설치하고 치료 조건과 같은 상황으로 전자선을 조사 후 역시 SSD 100cm에서 필요한 선량을 조사하여 현상 후 필름 densitometer 로 비교하였다. 다른 방법으로 선량분포의 균일성을 확인하기 위하여 치료면의 위치에 놓인 폴리스틸렌 위에 측정용 필름(Kodak X-Omat V)을 붙이고 방사선 조사 후 현상하여 필름 densitometer(Model 1705 CMS)로 측정 비교하였다. 다음으로 실제 치료 시에 있어서 환자의 각각의 부위에 다이오드 검출기를 설치하여 전달되는 선량을 비교하였다. 모든 부분은 거의 같은 선량으로 보였으나 발등 부위의 경사진 곳은 다른 곳보다 약간 선량이 높았고 정수리 등에서 선량이 낮았다. 정수리와 회음부, 선량이 전혀 전달되지 않을 것으로 예상되는 발바닥은 추가적인 방사선 조사를 시행되었다. 환자 치료시에 렌즈와 손톱, 발톱의 보호를 위하여 2.5mm두께의 납으로 차폐물을 만들어 보호 하였다. 납에 의한 차폐를 확인하기 위하여 치료 위치에서 필름위에 차폐체를 놓고 치료시와 같은 양의 방사선을 조사한 후

확인한 결과 차폐체의 뒤쪽에는 전자선이 거의 투과되지 않음을 확인할 수 있었다. 선량이 부족한 곳의 추가 조사시 그 부분을 제외한 이미 충분한 선량을 받은 나머지 부분을 보호하기 위하여 보호용 차폐체를 만들었다. 머리위 부분은 10×10cm콘 위에 부착되는 직경이 5.5cm인 원형 블록을 만들었다. 회음부는 환자가 엎드린 자세에서 20×20cm콘을 사용하고 추가 조사될 부분을 제외한 나머지 부분은 직선 납으로 보호하였다. 발바닥 부분은 환자가 엎드린 자세에서 발바닥을 제외한 나머지 부분을 납 앞치마로 감싸서 보호하였다.

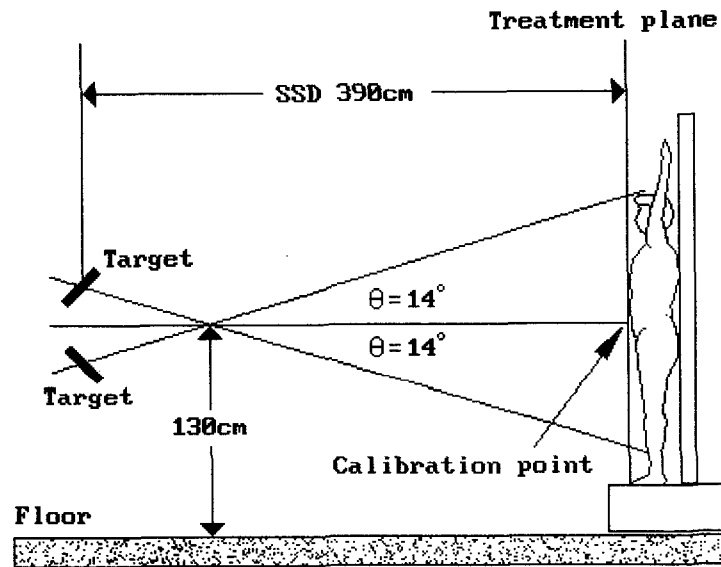


그림 2. six dual field 기법의 기하학적 배열

## 결과 및 고찰

### (1) dual field 치료를 위한 최적의 gantry 각 결정

본 병원이 보유하고 있는 Varian 사의 Clinac1800은 전자콘을 부착해야만 전자선이 조사되므로 최대의 전자콘인 25×25cm콘을 부착 사용했고 조사범위가 환자의 전신을 포함하도록 하고 전자선의 중심이 환자의 머리위와 다리 아래로 조사되도록 하기 위하여 가능한 최대의 치료거리로 SSD는 390cm으로 하였다. 환자의 종축방향으로 균일한 선량분포를 위하여 두 범위의 선량이 50%가 되는 지점이 환자의 중심에 겹치도록 하고 각 치료자세에서 dual field를 사용할 때 최적의 균일한 선량분포를 얻을 수 있도록 하기 위하여 환자의 중심선에서 상하로 gantry각을 변화시켜 가며 조사범위내의 선량분포의 균일성을 조사하였다. 측정은 치료면에 90×180cm<sup>2</sup>의 폴리스틸렌을 설치하고 종축에 대하여 Famer type ion chamber로 각각의 변화된 각도에 대하여 측정하였다. 그 결과 상·하로 14°씩인 위로 76°와 아래로 104°인 경우에 가장 균일한 선량분포를 얻을 수 있었다(그림 3).

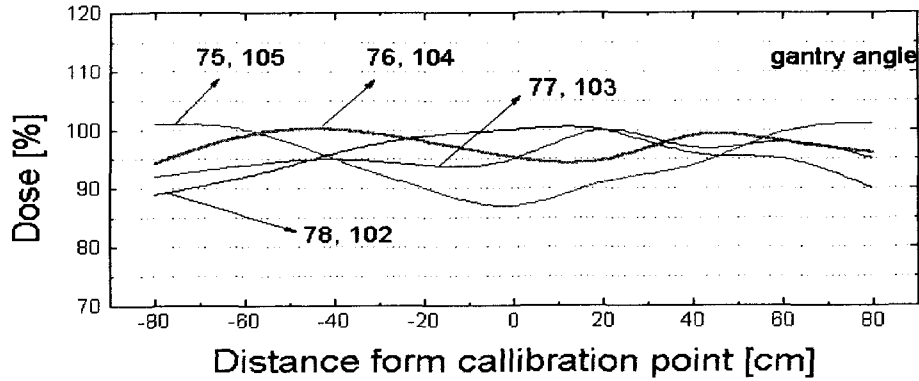


그림 3. dual field 치료시 각 조사각도에서의 환자의 종축에 따른 선량분포

(2) 치료범위에서의 선량의 균일성 확인

결정된 SSD 390cm와 76°와 104°의 겐트리각에서 전조사범위에서의 선량분포의 균일성 확인을 위하여 치료면의 위치에 환자의 범위를 충분히 포함할 수 있는 90×180cm<sup>2</sup>의 스킨로폴을 설치하여 전 구간을 20cm간격으로 구멍을 낸 후 Farmer type ion chamber를 설치하여 치료상황과 같은 조건에서 선량을 측정하였다. 측정 결과 방사선량이 그림 4와 같이 두 범위의 접촉 부분에서 약간 적고 각각의 모서리 부분에서 다소 적게 나타났지만 실제 치료시에 환자가 위치하는 범위에서는 거의 10%이내의 균일성이 나타났다. 또 다른 방법으로 치료면의 위치의 스킨로폴위에 측정용 필름을 붙이고 치료시와 같은 조건으로 조사 결과 그림 4와 같은 선량 분포가 얻어졌다.

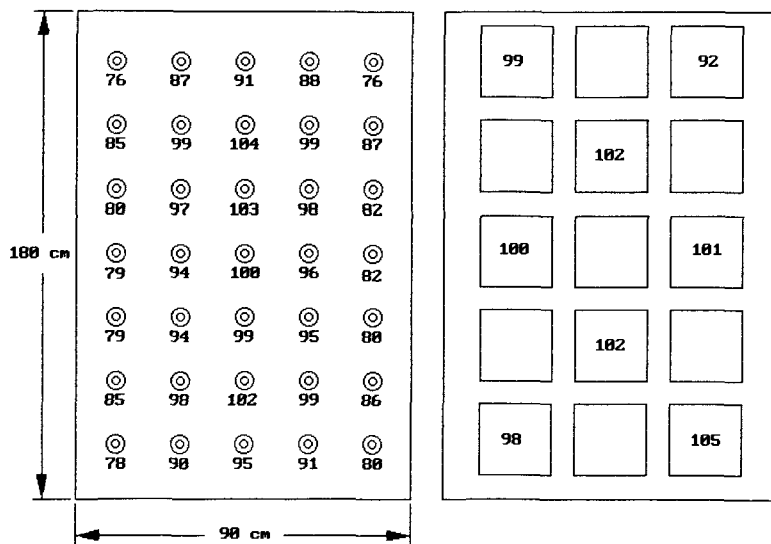


그림 4. 이온 챔버와 필름을 이용한 치료범위의 선량 분포(%)의 측정

(3) 에너지의 정의

본 병원의 치료장비에는 전피부 전자선조사에 적합한 에너지인 4MeV의 전자선이 있으므로 치료에 이용하였으며 에너지의 감약을 피하기 위하여 산란판을 설치하지 않았다. 에너지를 정의하기 위하여 치료 위치인 SSD 390cm에서 환자의 중심의 위치(gantry 90°)에 25×25cm<sup>2</sup>의 폴리스틸렌을 설치하고 평행평판 이온 챔버로 4MeV전자선의 깊이 선량 분포를 single field의 빔과 dual field의 빔에 대하여 조사하였다. 그리고 뒤쪽의 제동복사에 의한 엑스선 포함을 측정하기 위하여 폴리스틸렌속에 평행평판 이온 챔버를 설치하고 엑스선 포함의 최대량을 측정하기 위하여 4MeV전자선의 실제 비정인 2cm 깊이에서 측정하였고 추가로 5cm 깊이에서 측정했다. 그 결과 그림 5와 같이 깊이 선량 분포는 single field의 분포와 dual field의 분포는 서로 다르고 특히 dual field의 경우 최대 선량 깊이는 피부 표면에 가까워지고 50%선량의 깊이는 현저히 감소함을 알 수 있었는데 이러한 효과는 전자가 공기와의 산란으로 보다 넓은 각으로 산란됨으로 더 큰 진행 경로를 갖게 되기 때문으로 생각된다. 치료위치인 SSD 390cm에서 전자선의 평균 에너지는 3.1MeV이고 뒤쪽에서의 엑스선의 포함은 1%이하로 나타났다.

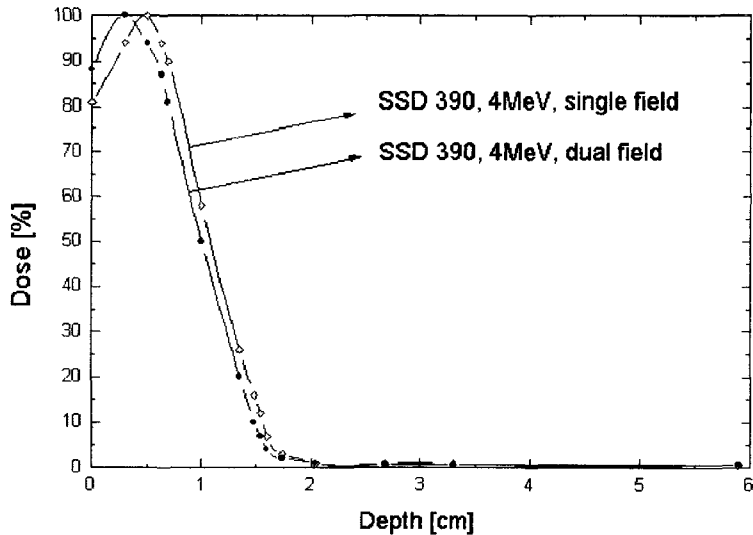


그림 5. single field 와 dual field 에서의 깊이선량분포

(4) MU 결정

치료에 필요한 에너지를 치료장비에 설정하기 위한 점 선량 교정은 AAPM 보고서 23에서 처럼 치료위치에서 팬텀의 표면과 수평축에 위치한 교정점에서 챔버의 중심에 대하여 위와 아래의 방향으로 조사되는 하나의 이중범위에 대하여 측정하였다. 측정은 25×25cm<sup>2</sup>의 폴리스틸렌 팬텀과 평행평판 이온 챔버를 사용하였다. 그리고 측정 후 계산된 교정점 선량으로 치료장비에 설정 후 치료위치의 평행평판 이온 챔버에 조사하여 electrometer에 읽혀진 값과 SSD 100cm에서 치료에 필요한 선량을 25×25cm<sup>2</sup>의 팬텀에 조사 후 electrometer에 읽혀진 값을 비교하였다. 또한 설정된 선량으로 치료 상황과 같은 조건(SSD 390cm, dual field 조사)에서 치료면에 측정용필름을 부착하고 조사한 후 다시 SSD 100cm에서 측정

용 필름위에 치료시 필요한 선량으로 조사하여 두 필름을 densitometer로 노광 정도를 비교하였다. 그 결과 같은 선량이 전달됨을 확인할 수 있었다.

(5) 다이오드 검출기로 선량비교

치료시에 환자의 신체부위에 전달되는 선량을 다이오드 검출기로 측정 비교하였다. 비교 결과 예상대로 머리위에서 적은 선량이 보여졌고 등의 허리 부분에서 약간 적은 선량을 보였다. 그리고 선량이 거의 도달되지 않는 발바닥의 부분은 치료 후 추가의 조사가 요구되어 진다.

(6) boost 선량 결정

신체의 다른 부분에 비하여 선량이 적게 도달되는 머리위와 전자빔의 경로에 직접적으로 노출되지 않는 영역인 회음, 발바닥 등과 그리고 종양이 깊이 자리하고 있는 부분은 각각 필요한 선량을 별도의 조사야로 추가 조사하였다.

(7) 차폐

치료시에 손톱과 발톱 그리고 렌즈의 보호를 위하여 그림 6과 같이 2.5mm 납판으로 차폐체를 제작하여 보호하였다. 선량이 부족한 부분의 추가 조사시에 이미 필요한 선량을 받은 부분의 보호를 위하여 각각의 경우에 보호 블록을 만들었다. 그림 6과 같이 정수리 부분은 직경 5.5cm의 구멍을 갖는 블록을 만들어 전자콘에 부착하여 치료하였고 회음부분은 필요한 부분을 제외한 나머지 부분을 선형블록으로 차폐하였다. 발바닥의 경우는 발바닥을 제외한 나머지 부분을 납치마로 감싸서 보호하였다. 그 외의 깊이 자리한 부분은 일반적인 전자선의 치료와 같이 필요한 전자콘을 선택 후 직선 블록으로 차폐하고 치료하였다.

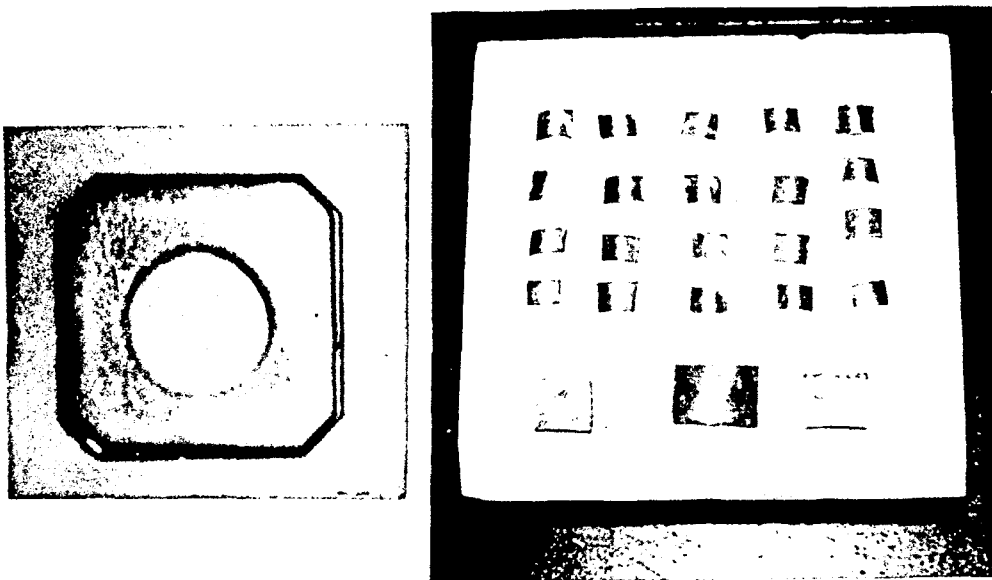


그림 6. 정수리부위의 차폐블럭과 손톱과 발톱, 렌즈 차폐체

## 결 론

피부 T 림프구성 림프종 환자를 4MeV의 전자선을 이용하여 치료하였다. 치료 방법은 현재 가장 많이 이용되고 있는 Stanford 대학의 six dual field 기법을 사용하였다. 치료거리는 조사되는 빔의 범위가 환자를 충분히 포함하도록 하기 위하여 가능한 최대거리인 SSD 390cm로 하였으며 치료 범위에서의 선량분포의 균일성을 높이기 위해서 gantry의 각도는 수평선에 대하여 상·하로 14°씩인 76°와 104°로 치료하였고 전자선의 중심축이 환자의 몸을 피하도록 하였다. 치료 범위에서의 선량분포의 균일성은 환자의 몸체가 주로 위치하는 범위에서는 10%정도의 균일함을 보였고, 엑스선의 포함은 1%이하로 나타났다.

본 병원의 치료기는 전자콘을 미 부착할 경우 전자선조사가 이루어지지 않으므로 최대의 전자콘인 25×25cm콘을 사용하였다. 전자콘이 제거될 수 있다면 좀더 가까운 거리에서도 치료가 가능할 것으로 생각되고 선량분포도 더 균일해 질 수 있을 것으로 생각된다.

치료는 하루에 세 개의 자세씩 이틀에 걸쳐 6 가지의 자세를 한 주기로 이루어졌다. 치료 장비에 높은 선량을 전자(HDTSE) 장치가 있으면 치료 시간 단축 및 치료시 환자의 자세 유지에 큰 도움이 될 것이다.

## 참 고 문 헌

1. AAPM, Report No. 23. Total skin electron therapy: Technique and dosimetry. American Association of Physicists in Medicine: American Institute of Physics. New York, NY ; 1987
2. Khan FM, Deibel FC, Soleimani MA: Obliquity correction for electron beams. Med Phys 12 : 749-753, 1989
3. Khan FM, Moore VC, Levitt SH: Field shaping in electron beam therapy. Br J Radiol 49 : 883-886, 1976
4. Gerbi BJ, Khan FM: The polarity effect for commercially available plane-parallel ionization chambers. Med Phys 14 : 210-215, 1987
5. Nisces LZ, Florence CH, Shu MD, Hyun SL, Filippa D, Kempin S, Coleman M: Total skin electron beam therapy for cutaneous lymphomas and leukemias. Int J Radiat Onc Biol Phys 8 : 1587-1592, 1982
6. Deibel FC, Khan FM, Werner BL: Electron beam treatment planning with measured strip beams. Med Phys 10 : 527, 1983
7. Fraass BA, RoBerson PL, Glatstein E: Whole skin electron treatment, patient skin dose distribution. Radiology 146 : 811-814, 1983
8. Stanley C. Klevenhagen: Physics and Dosimetry of Therapy Electron Beams: Med Phys, Wisconsin(1993), PP. 117-130
9. Khan FM: The Physics of Radiation Therapy. 2nd ed. Baltimore, Williams & wilkins (1994), PP. 404-413
10. Holt JG, Perry DJ: Some physical consideration in whole skin electron beam therapy. Med Phys 9 : 769-776, 1982
11. Halberg FE, Fu Kkm, Weaver KA, Zackheim HS, Epstein EH, Wintroub BU: Combined total body x-ray irradiation and total skin electron beam radiotherpay with an improved technique for mycosis fungoides. Int J Red Oncol Biol Phys 17 : 427-432, 1989

피부 T 세포림프종의 전 피부 전자선 치료를 위한 dosimetry 연구

12. Tetenes PJ, Goodwin PN: Comparative study of superficial whole body radiotherapeutic techniques using 4MeV nonangulated electron beam. Radiology 122 : 219-226, 1977
13. Sung Sil Chu: Dosimetry for Total Skin Electron Beam Therapy in Skin Cancer: J. Kor Soc Ther Rad, 10, 107-113 (1992)



신교철, 윤형근

## A Study on the Dosimetry of the Total Skin Electron Beam Therapy in Cutaneous T-Cell Lymphoma

Kyo Chul Shin, Hyong Geun Yun

Department of Therapeutic Radiology, College of Medicine, Dankook University, Choeran, 330-714, Korea

### Abstract

Total Skin Electron Beam Therapy (TSEBT) is one of the most effective treatment methods for superficially disseminated skin cancer or cutaneous T-cell lymphoma. We have treated a patient with cutaneous T-cell lymphoma. We have used Stanford technique using six dual field. The nominal energy of electron beam was 4MeV. SSD was 390cm and the gantry angles of dual fields were 76° and 104°. The dose profiles of single field and dual fields were measured with films and a Farmer type ion chamber. The field uniformity was 10% over the patient's surface. During treatment, the patient was placed in six different positions for homogenous dose distribution over the body surface. The areas not directly exposed to the path of the electron beam (soles of feet, perineum and vertex of scalp) were boosted with 7MeV electron beam. During the treatment, lens, fingernails and toenails were shielded.