

# 열형광선량계와 반도체검출기를 이용한 전신피부전자선조사의 선량평가

서울대학교병원 방사선종양학과

제영완, 나경수, 윤일규, 박흥득

**목적** : 전자선을 이용하여 전신피부를 치료할 경우, 조사되는 피부선량과 정확도를 열형광 선량계(TLD)와 반도체(Diode) 검출기를 이용하여 평가하고자 한다.

**대상 및 방법** : 본원에 내원한 다발성 발적을 보이는 균상식육종(Mycosis fungoides) 환자를 대상으로 스탠포드 테크닉(Stanford technique)을 시행하였다. 선형가속기의 6MeV 전자선을 SSD 300 cm에서 0.8 cm의 아크릴 스포일러를 사용하여 6개 자세로 각 자세 당 gantry각도 64°, 90°, 116°로 각각 조사하면서 열형광 선량계와 반도체검출기를 이용하여 환자피부선량과 출력을 동시에 5~6회 측정하였다.

**결과** : 열형광선량계의 측정결과 종양선량과 오차는 조사중심부(C.A) + 6%, 대퇴부(thigh) + 8%, 배꼽(umbilicus) + 4%, 종아리(calf) - 8%, 두정부(vertex) - 74.4%, 액와부(deep axillae) - 10.2%, 항문(anus)과 고환(testis) - 87%, 발바닥(sole) - 86%로 나타났다. 손톱과 발톱은 4 mm납으로 차폐하여 + 4%로 나타났다. 반도체검출기의 측정결과 선량오차는 환자조사중심부에서 - 4.5%~+ 5%, 스포일러에 부착한 경우 - 1.1%~+ 1%로 나타났다.

**결론** : 열형광선량계의 측정결과, 전신피부의 선량오차는 + 8%~- 8%로 허용오차인  $\pm 10\%$ 의 범위를 만족시키는 선량분포를 보였으며, 저선량 부위에는 여러 개의 열형광선량계로 측정하여 추가선량과 조사야 크기를 결정하여 두정부, 회음부, 양쪽 발바닥에 추가조사 하였다.

스포츠일러에서 측정한 전자선출력은 안정되었고, 환자조사 중심부에서 측정한 반도체 검출기의 선량오차는 검출기 부착위치재현과 환자자세재현 등에 의해 기인된 것으로 사료된다.

**핵심용어** : 열형광선량계, 반도체검출기, 전신피부전자선조사, 선량평가,

## I. 서 론

전자선은 치료 효과면에서는 광자선과 비슷한 효과를 가지며 용적선량(integral dose)이 적어 심부의 정상조직에는 작은 영향을 주어 암조직이 피부 표면에 분포하거나 피부에서 가까운 table층(superficial)부위의 암치료에 유효하다. 하지만 전자선의 경우 광자선에 비해 조직(tissue)의 구성이나 조사각도에 의해서

선량의 분포가 달라지며 선량보정 또한 어렵다는 단점이 있다. 전신에 발현한 균상식육종(mycosis fungoides)환자의 치료법의 하나로 전신피부에 전자선을 조사하는 전신피부전자선조사(total skin electron therapy)로 치료를 하였다. 이 치료는 3개의 큰 조사야를 합성하여 치료하게 되므로 선량분포의 예상과 실제 흡수되는 선량의 오차 폭은 크게 나타날 수 있으므로 열형광 선량계(thermo luminescence dosimeter)와 반도체 검출기(diode detector)를 이용한 in-vivo dosimetry를 통하여 전신의 선량분포를 확인하기 위해 본 연구를 시행하였다.

책임저자 : 제영완, 서울대학교병원 방사선종양학과  
Tel: 02) 2072 -1975, Fax: 02)2072-1975  
E-mail: jeywan@daum.net

## II. 본 론

### 1. 대 상

전신에 다발성 발적을 보이는 균상식육종(Mycosis fungoides) 환자 1명을 대상으로 하였으며 전 치료기간을 통하여 연구하였다.

### 2. 방 법

#### 1) 자세

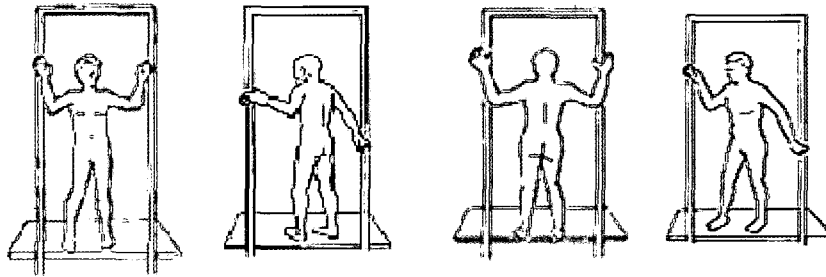


Fig. 1. Stanford technique position

#### 2) 에너지

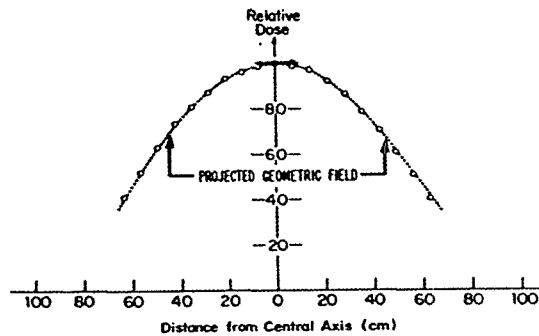


Fig. 2. 6MeV Electron of SSD 4m in intensity distribution

체표에서 수 센티미터의 깊이에 선량의 중심을 만들기 위해 2~9MeV 전자선을 이용하는데, 전자선은 선량 최대점 이후 급격한 선량 감소 현상(fall off)과 최소의 X-선 오염을 포함하는 장점을 가지고 있다. 그러므로 결정 장기의 내용 선량(tolerance dose)을

환자가 바로선 자세(erect position)로 하여 전신에 고른 조사를 위해 6개의 방향으로 자세를 유지한다. 미국의 스텐포드 대학에서 처음 시행하여 스텐포드 테크닉(Stanford technique)으로 명명된 치료법을 택하였다. 스텐포드 테크닉의 자세는 첫날 전방자세(ANT), 좌후방자세(LPO), 우후방자세(RPO)로 치료를 하며, 둘째 날은 후방자세(POST), 좌전방자세(LAO), 우전방자세(RAO)로 치료를 한다.(Fig. 1)

초과하지 않고도 치료가 가능하다. 본 실험에서는 6MeV(CLINAC 2100C, Varian, USA)의 전자선을 사용하였다. 실제 6 MeV전자선의 조사야 분포는 4 m 공간에서 가우시안 강도분포(Gaussian intensity distribution)를 가지며 상대선량 50%간의 거리는 약

1 m이다(Fig. 2).

3) 선원피부간거리(Source skin distance: SSD)

전신을 포함하는 조사야를 만들기 위해 선원피부간의 거리를 SSD 300 cm에서 조사하였다.(Fig. 3)

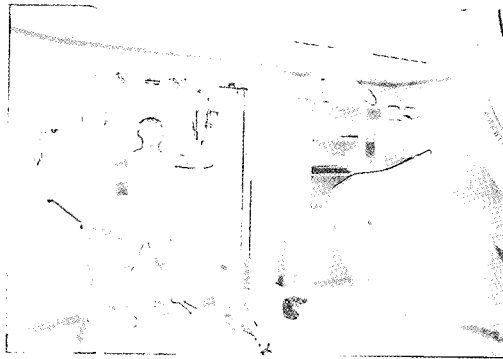


Fig. 3. SSD 300cm of exposure angle 64°

4) 스포일러

피부 선량의 증가를 위해 0.8 cm의 아크릴 스포일러를 사용하여 6 MeV 전자선의 유효치료깊이를 0.8 cm 채표쪽을 build up시켰다(Fig. 4).

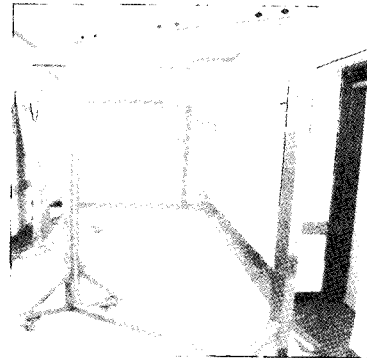


Fig. 4. 0.8cm Acryl Spoiler

5) 조사야

6MeV전자선의 조사야 분포는 4 m 공간에서 가우시안 강도분포(Gaussian intensity distribution)는 50%~50%의 분포는 약 1 m 정도이다(Fig. 5). 실제

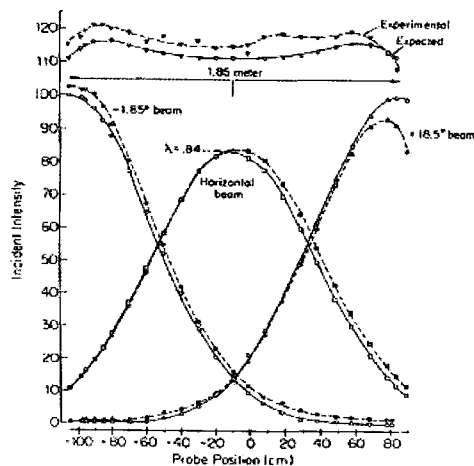
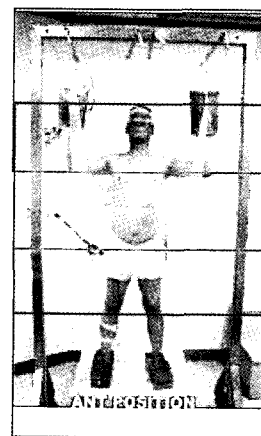


Fig. 5. 3 Field Fusion dose distribution

치료효과는 80%의 선량분포를 필요로 함으로 남자의 평균 신장을 고려하면 3개 정도의 조사야가 요구된다. 조사각도는 64°, 90°, 116°로 조사하였다(Fig. 6).



Upper field  
(Gantry 64도)  
  
Middle field  
(Gantry 90도)  
  
Lower field  
(Gantry 116도)

Fig. 6. 3 Field technique

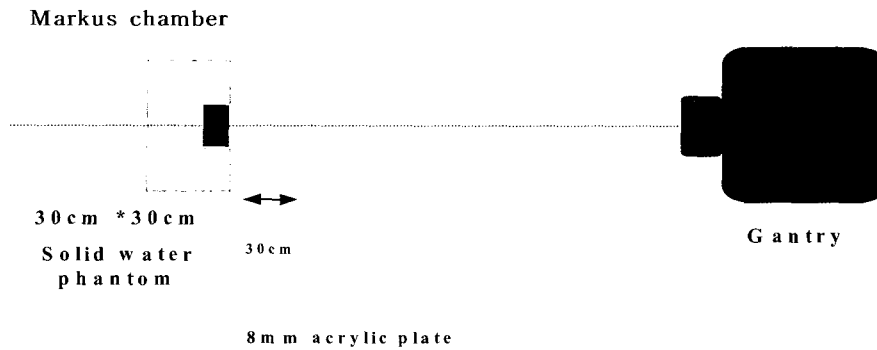


Fig. 7. MU Measurement

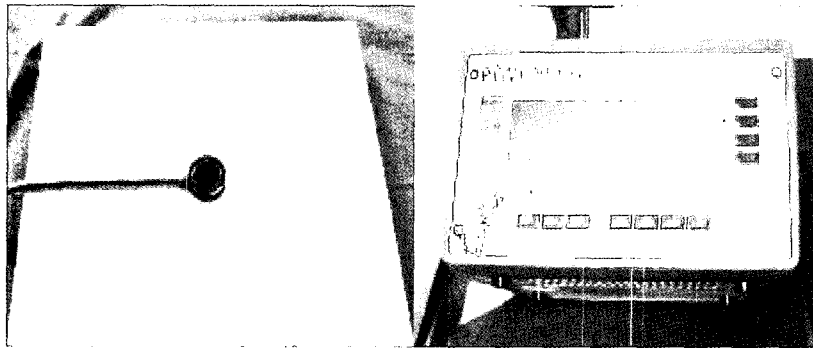


Fig. 8. Markus Chamber & Electrometer

#### 6) 선량

종양선량은 200 cGy를 2일에 나누어 조사하였고, 총 종양선량(total tumor dose)은 3600 cGy를 조사하였다.

1st day : 100 cGy ANT, RPO, LPO

2nd day : 100 cGy POST, RAO, LAO

종양선량에 따른 여러 가지 인자들을 고려해 선량을 측정해야한다. 선량측정은 Fig. 7과 같은 방법으로 SSD 300 cm으로 0.8 mm 아크릴과 평판형전리함 (markus chamber)를 이용해 측정하였다. MU (monitor unit)는 64도(top)에서 674 MU, 90도 (middle)에서 465 MU, 116도(bottom), 674 MU를 조사할 경우 종양선량이 100 cGy로 측정되었다.

#### 7) 선량측정 시스템

##### (1) 열형광선량계(TLD)

TLD dosimetry system (Harshaw, Germany)

##### (2) 반도체검출기(Diode detector)

Diodes detector(전자선용), digital electrometer(Model 37-720, Victoreen)

#### 8) 치료

##### (1) 자세

스텐포드 테크닉은 6개의 field(anterior, posterior, four obliques)자세로 하여 60도 등간격 조사로써 환자 전체에 전자선을 조

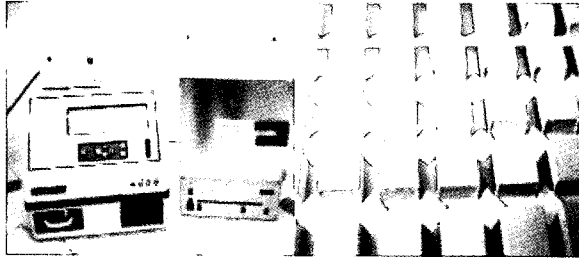


Fig. 9. TLD dosimetry system

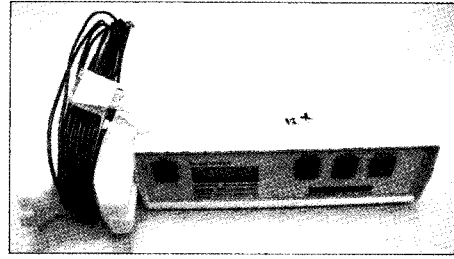


Fig. 10. Diode detector & Electrometer

사하는데, 이는 각각의 자세에서 3개의 조사야로 치료함을 의미한다. 피부가 조사야에 전부 노출될 수 있도록 자세를 유지하기 위해 밴드를 이용하여 팔을 고정하였다(Fig. 11, 12).

(2) 차폐

수정체는 방사선 감수성이 높아 50 cGy

이상의 조사에서 수정체의 혼탁이 생겨 방사성 백내장을 유발한다. 방사성 백내장의 유발을 막기 위해 렌즈차폐를 실시하였다. 종양 총 선량 중 1800 cGy까지는 렌즈만 차폐하여 치료를 하였다. 고에너지 방사선조사에서는 후방산란에 의해 눈꺼풀(eyelid)의 선량증가를 피하기 위해



Fig. 11. Treatment position(1st day)

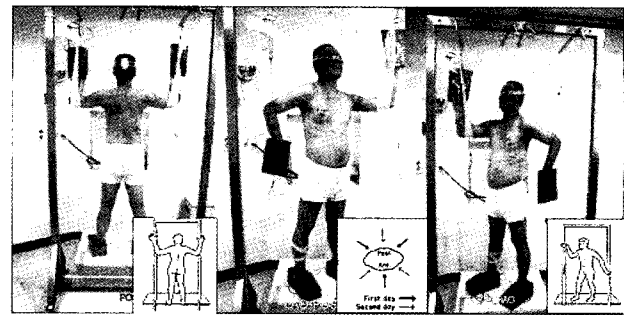


Fig. 12. Treatment position(2nd day)

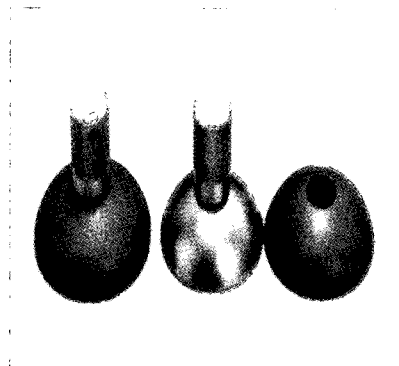


Fig. 13. Lens shielding



Fig. 14. Lens & Eyelid shielding

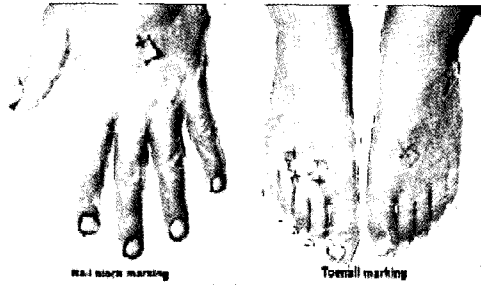


Fig. 15. Nail & toenail of shield manufacture process

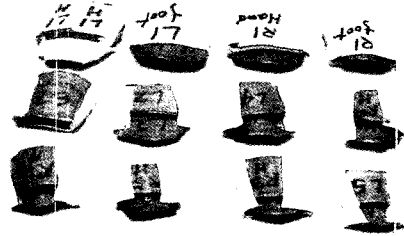


Fig. 16. Nail & toenail of shield

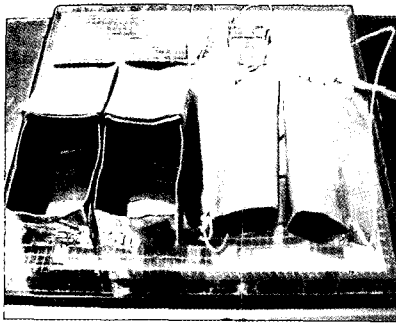


Fig. 17. Hand & foot shield

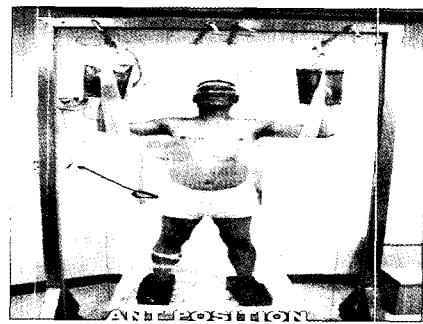


Fig. 18. Hand & foot shielding

알루미늄 캡을 사용하였다.(Fig. 13) 1800 cGy 이후부터는 눈꺼풀(eyelid)전체를 차폐하기 위해 4 mm 납을 사용하였고 산란선 차폐를 위해 파라핀을 도포하였다.(Fig. 14)

방사선에 의한 손톱과 발톱의 소실을 피하기 위해 차폐를 실시하였다. 차폐물의 제작은 비닐장갑을 이용해 환자의 손톱과

발톱모양의 본을 떠서 4 mm 납판을 잘라서 제작하였다(Fig. 15, 16).

손과 발은 신체의 다른 부위에 비해 피부 조직이 얇기 때문에 1800 cGy 이후부터 3600 cGy까지는 손과 발전체를 차폐하였다(Fig. 17, 18).

병소가 피부 전체로 전이되기 전에 국소적으로 발생한 경우 사전에 국소방사선 치료를 받은 부위의 선량에 대한 선량평

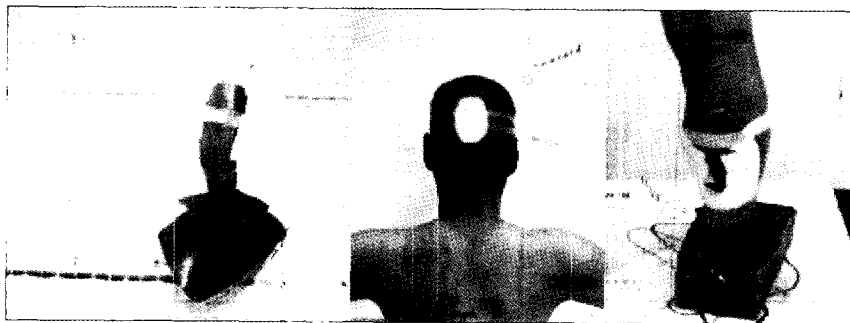


Fig. 19. Local region shield & Local shielding

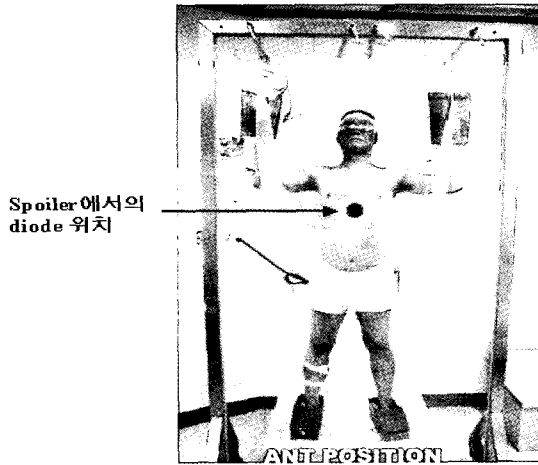


Fig. 20. Diode detector position(spoiler)

가를 하여 과선량이 되지 않도록 차폐체를 제작하여 부착한다(Fig. 19).

9) 측정

(1) 반도체 검출기에 의한 측정

① 반도체 검출기에 의한 전자선 출력의 안정성 측정

치료 시 선형가속기의 전자선의 출력을 측정하기 위해 반도체 검출기를 조사야 중심부의 스포일러(spoiler)에 부착하고 각각의 갠트리 각도(gantry angle) 64도, 90도, 116도에서 4회 측정을 하여 분석하였다(Fig. 20).

② 환자의 조사야 중심에서 측정

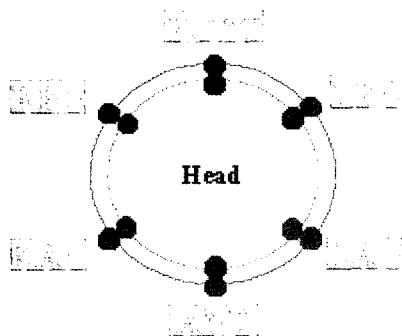


Fig. 22. Targer coverage measurement

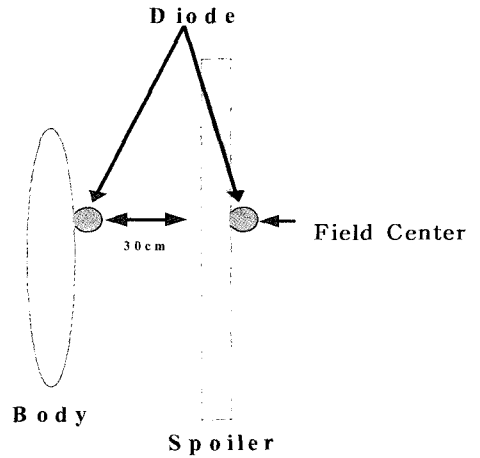


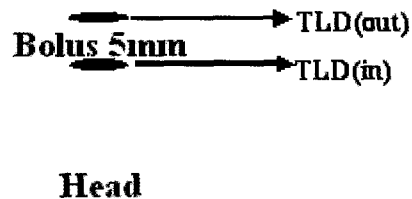
Fig. 21. Diode detector position(patient)

치료 시 환자의 중심에서 전자선의 선량을 측정하기 위해 6개의 자세(position)에서 조사야 중심이 되는 환자의 피부에 반도체 검출기를 부착하고 각각의 갠트리 각도(gantry angle) 64도, 90도, 116도에서 6회 측정을 하여 분석하였다(Fig. 21).

(2) 열형광선량계에 의한 선량측정

① 종양선량측정

환자의 처방선량이 전신피부에서 정확하게 조사가 되고 있는지 확인하기 위해 두정부(vertex), 이마(forehead), 목(neck), 조사야중심(CA), 배꼽(umbilicus), 대퇴부(thigh), 무릎(knee), 종아리(calf)등에



부착하여 측정하였다.

② Target coverage 측정

이론적인 치료깊이는 6 MeV 전자선의 경우 2 cm 정도의 치료깊이를 가지며 0.8 cm의 스포일러를 사용하면 유효깊이는 체표쪽으로 0.8 cm 정도 이동하게 된다. 그러므로 약 1.2 cm 정도의 유효깊이를 예상 할 수 있다. 그러나 실제 유효깊이는 여러 가지 요인에 따라 변화할 수 있기 때문에 실제 유효깊이의 측정을 시행하였다. 유효깊이의 측정을 위하여 5 mm 보루스(bolus)의 양면에 열형광 선량계를 부착하고 외부쪽은 체표면 선량 측정과 내부 쪽은 심부선량을 측정하여 비교하였다(Fig. 22).

③ 렌즈 블록의 후방산란 선량측정

방사선의 후방산란에 의한 선량의 증가 또는 감소를 측정하기 위하여 렌즈차폐를 실시한 뒤 눈꺼풀위에 열형광선량계를 부착하여 렌즈차폐에 의한 선량의 변화를 평가하였다(Fig. 23).

### III. 결 과

#### 1. 반도체 검출기

##### 1) 반도체 검출기에 의한 전자선 출력의 안정성 측정

환자에게 조사되는 선량은 겐트리 각도 64도(top)에서 674MU, 90도(middle)에서 465MU, 116도(bottom), 674MU를 각각 조사하였다. 선량은 측정은 스포일러를 통과하지 않고 공기 중에서 3 m 떨어진 곳에서 전자선의 선량을 측정하였다. 측정결과 ± 1% 이내로 출력의 안정성이 나타났다. 중심축에서의 조사량이 다른 곳의 조사량보다 작는데 비해 측정값이 다른 곳보다 높게 나오는 것은 전방산란과 X-선 오염(x-ray contamination)에 의한 것으로 보인다.

##### 2) 환자의 조사야 중심에서 측정결과

환자의 조사야 중심에 반도체검출기 부착하여 측정한 결과 - 4.5% ~ + 5%의 변이를 보였다. 반도체 검출기의 측정결과에 비해 오차의 범위가 높게 나타난 부착위치에 의한 오류인 것으로 보인다. 분당 400 MU를 조사하여도 1개의 조사야당 2분정도가 소요되므로 조사중에 환자의 움직임으로 인한 선량변화를 볼 수 있었으며 시술자의 검출기 부착위치에 대한 인자 또한 간과(看過) 할 수 없다.

#### 2. 열형광선량계(Thermo Luminescence Dosimeter)

##### 1) 종양선량측정

열형광선량계에 의한 측정 중간값을 볼 수가 없어 같은 부위에서도 첫날과 둘째 날의 소자를 각각 사용하였다. 두정부(vertex) - 21%, 이마(forehead) + 8%, 목(neck) + 8%, 조사야중심(C.A) + 6%, 배꼽(umbilicus)

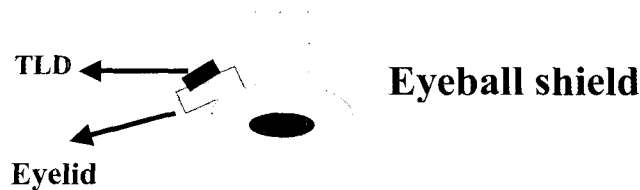


Fig. 29. Lens shielding after back scatter measurement



Table.1. Diode detector measurement

	Treatment filed									sum	Detector setup	avg	Difference (%) (Sum/avg)
	AP(PA)			RPO(RAO)			LPO(LAO)						
	G=64	G=90	G=116	G=64	G=90	G=116	G=64	G=90	G=116				
1	62	163	57	51	48	44	52	130	49	756	Patient CA	760	-4.5 ~ +5%
2	64	158	56	61	146	48	51	131	50	765			
3	63	162	55	50	125	38	51	131	41	716			
4	61	160	57	51	130	44	53	132	48	736		760	
5	64	156	53	53	135	43	49	128	50	731			
6	63	153	51	64	153	53	46	144	62	789			
7	80	166	62	77	176	61	77	165	61	925	Spoller CA	916	± 1%
8	73	165	67	71	164	67	71	164	65	907			
9	78	165	65	70	170	66	70	166	64	914		917	
10	79	163	66	74	171	65	73	166	66	923			

Table. 2. Tumor measurement Result

	TLD position	1st. Day(A)	2nd. Day(B)	Tumor dose (200cGy)(A+B)	%DD (%) (TD/2)	Difference (%) (100%-TD/2)
Vertex		85.91	72.56	158.47	79	-21 %
Forehead	Ant	76.97	135.11	212.08	106	+8 %
	Post	138.12	81.90	220.02	110	
Neck	Ant	71.02	141.09	212.11	106	+8 %
	Post	145.66	74.53	220.19	110	
Nipple	Ant	63.02	138.33	201.35	101	+1 %
	Post	132.07	69.60	201.67	101	
C.A	Ant	69.67	140.63	210.30	106	+6 %
	Post	131.10	82.11	213.21	107	
Umbilicus	Ant	78.84	140.75	219.49	110	+4 %
	Post	124.72	71.95	196.67	98	
Thigh	Ant	71.52	142.34	213.86	107	+8 %
	Post	141.23	76.79	218.02	109	
Knee	Ant	77.52	130.12	207.64	104	+7 %
	Post	139.09	82.66	221.75	111	
Calf	Ant	64.77	112.41	177.18	89	-8 %
	Post	121.54	68.55	190.09	95	
Perineum	Anus			25.08	13	-87%
Soles	Rt sole			26.40	13	-87%

Table. 3. Target coverage & Lens block back scatter measurement result

	Dose(cGy) = 200cGy	% (Dose/2)	Avg (%)	Remark
ANT (out)	226.10	113.05	~110 % ± 10%	10% overdose (TSET specification : ± 10%)
LAO (out)	224.51	112.26		
LPO (out)	247.96	123.98		
POST (out)	227.85	113.93		
RPO (out)	211.87	105.93		
RAO (out)	185.98	92.99		
ANT (in)	153.15	76.57	~75% ± 10%	- 25% @ 5mm (4mm treatment depth)
LAO (in)	140.87	70.43		
LPO (in)	163.04	81.52		
POST (in)	185.24	92.62		
RPO (in)	137.57	68.79		
RAO (in)	108.06	54.03		
RT. Eyelid	249.86	124.93	~125 %	

+ 4%, 대퇴부(thigh) + 9%, 무릎(knee) + 7%, 종아리(calf) - 9%로 측정되었으며, 전체적으로 ± 10%이내의 선량분포를 보였다. 회음부(perineum)와 발바닥(soles)은 - 97%로 나타나 두정부와 회음부, 발바닥은 추가조사를 실시하였다. 오른쪽 귀는 107%, 액와부(axillae) 88.8%, 손가락 앞(ant) 101%, 뒤(post) 107%, 손바닥 90%, 손등 100%로 측정되었다.(Table. 2)

### 2) Target coverage 측정 및 렌즈블록 후방산란 측정결과

유효깊이의 측정을 위하여 5 mm 보루스(bolus)의 양면에 열형광선량계를 부착하고 측정한 결과 외부쪽은 110%(± 10%)의 선량분포를 보였고, 내부쪽은 75%(± 10%)로 측정되었다. 내부쪽의 결과에 의하면 5 mm 이내에서 75% 선량분포를 보이며, 80%의 선량분포를 보이는 지점으로 4 mm 깊이로 예상되었다.

렌즈블록 후방산란측정결과에서는 눈꺼풀 바깥쪽에

서 + 25%로 측정되어 렌즈블록에 의한 산란이 있는 것으로 측정되었으며, 눈꺼풀 안쪽에서는 + 40% 과선량으로 추정할 수 있다. 결과로 눈꺼풀  $100 \times 1.4(\text{estimation}) \times 12(\text{fraction}) = 1680 \text{ cGy}$ 로 평가할 수 있다.(Table. 3)

### 3. 추가조사

추가조사는 환자에 자세에서 신체 부위가 접혀져(folding) 조사야에서 제외되어 선량이 미달 되는 부위와 조사각도에 의해 제외 되는 부위에 대하여 추가조사를 실시한다. 일반적으로 신체부위가 접혀져 조사야에서 제외되는 부위는 겨드랑이(axillae), 비만의 경우 복부의 접혀진 부위, 여성의 경우 유방의 아래 부위, 회음부(perineum) 등이 있다. 조사각도에 의해 제외되는 부위는 두정부(vertex) 가 있으며, 자세의 특성상 조사야에서 벗어난 발바닥(soles)등도 추가조사 부위로 선정될 수 있다. 추가조사부위의 결정은

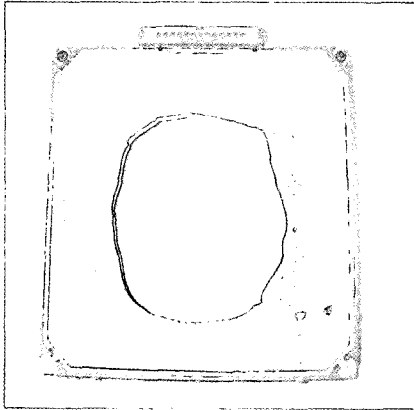


Fig. 23. Electron block

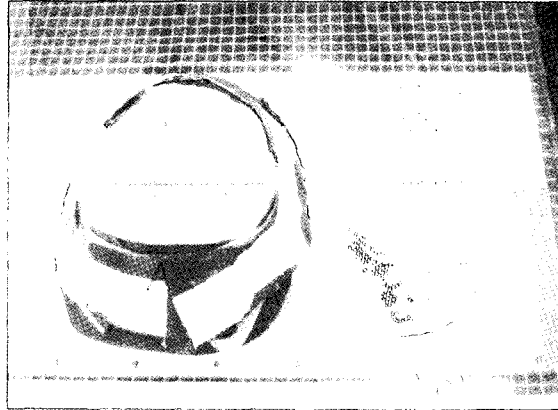


Fig. 24. Thermoplastic & Tertiary block

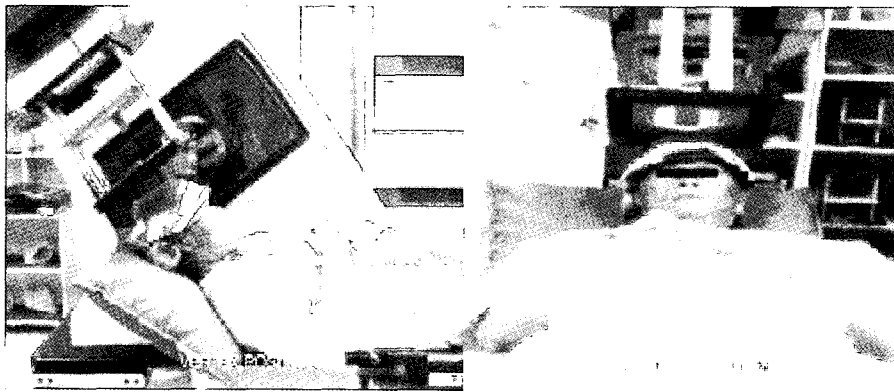


Fig. 25. Vertex boost irradiation

열형광선량계에 의해 선량의 미달정도를 측정하여 결정하였다.

### 1) 두정부

두정부의 측정선량은 - 21%로 종양선량이 미달되는 것으로 평가되어 추가조사를 하였다. 추가조사부위의 결정은 탈모된 부위와 탈모되지 않은 부위에 대한 평가와 종양선량측정에 대한 평가로 결정하였다. 추가조사부위에 먼저 마커로 표시를 하고 더모플라ستيك(thermoplastic)으로 본을 떠서 차폐블럭 제작에 이용하였다. 두정부의 가장자리는 경사가 있어 전자선블럭에 의한 차폐로는 누설의 가능성이 있다. 그러므로 더모플라ستيك 본을 이용해 4 mm 납판으로 2차블럭(tertiary block)을 제작하였다.

6 MeV 전자선의 유효깊이를 고려하여 1 cm bolus를 이용하였고, 치료자세(position)는 재현성과 안정성을 고려하여 바로 누운자세(supine)에서 어깨를 들어 올려 고정시키고, 조사면과 조사야가 수직이 될수 있도록 갱트리와 테이블을 회전하였다. 선량은 기존에 누적된 선량을 평가하여 200 cGy를 5회로 나누어 조사하였다.

### 2) 액와부

열형광선량계로 측정된 액와부의 선량은 deep axillae의 경우 88.8%였고, deep axillae의 5 cm 아랫부분에서 107% 측정되었다. 그러나 피부의 두께가 얇고, 자세에서 팔을 조정하여 액와부가 조사야에 포함되게 하여 추가조사는 하지 않았다.

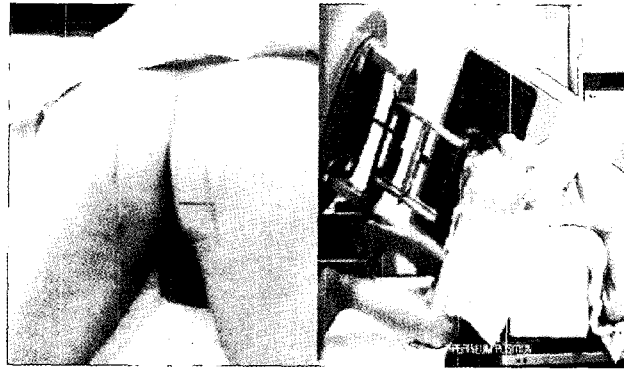


Fig. 26. perineum boost irradiation

### 3) 회음부

회음부는 - 87%의 저선량으로 측정되어 추가조사를 하였다. 회음부가 잘 드러날 수 있도록 옆드린 자세(prone)를 유지하고, 자세고정을 위해 고정용구를 이용하여 자세제현이 용이하도록 하였다. 6 MeV전자선으로 1 cm 보루스(bolus)를 사용하여 200 cGy를 10회조사 하였다.

### 4) 발바닥추가조사

기본조사야에서 발바닥은 조사야에서 완전히 벗어나 있는 곳으로써 열형광선량계로 측정된 선량이 - 87%로 나타나 환자를 전자선에 의한 X선 오염이 측정된 것으로 평가하였다. 추가 조사의 자세는 발바닥과 조사야가 수평을 유지하기 위해 바로누운자세(supine)에서 다리를 구부려 조사되고 나온 출사빔(X선 오염)이 몸에 영향을 미치지 않도록 하였다. 환자

의 발모양의 본을 떠서 전자선블럭을 제작하고, 0.8 cm 아크릴판을 사용하여 전자선을 산란시켰으며, 1 cm 보루스를 블록 내측면을 감싸서 측방산란 평형(side scatter equilibrium)을 이루어 조사야 가장자리에서 급격한 선량감소를 방지하였다.

## IV. 고 찰

선형가속기의 전자선 출력안정성 오차범위의 권고사항은  $\pm 5\%$ 로 광자선의 오차범위  $\pm 3\%$  보다 크다. 그러므로 전신피부전자선 조사의 선량의 오차범위  $\pm 10\%$ 이내에서는 비교적 정확한 치료가 시행된 것으로 간주한다. 이는 선형가속기의 전자선출력 오차 및 측정기의 오차를 감안하여  $\pm 10\%$ 의 오차범위 안에 포함된다. 본 측정에서는  $\pm 8\%$ 의 선량오차를 보여 선량의 오차범위를 만족시키는 선량분포를 보였다. 저

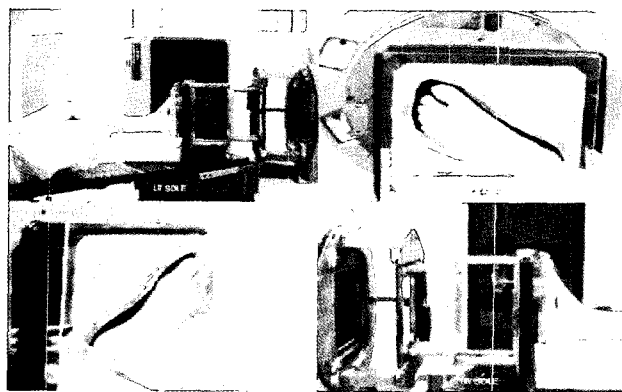


Fig. 27. Soles boost irradiation

선량부위에는 열형광선량계로 측정하여 추가선량과 조사야 크기를 결정하였으며 두정부, 회음부, 양쪽 발바닥에 추가조사를 하여 중앙선량을 만족시켜 전신피부에 고른 선량분포가 되도록 하였다.

치료 시 전자선의 출력을 측정하여 실제 열형광선량계의 검출의 오차와 반도체 검출기의 오차를 평가하였다. 열형광선량계와 반도체 검출기는 검출기의 오차가 높은 것으로 분류되고 있어 서로의 측정값을 비교함으로써 오차를 줄일 수 있었다. 스포일러에서 측정된 전자선의 출력은  $\pm 1\%$ 로 정확한 출력을 나타냈으며, 환자조사중심부에서 측정된 반도체 검출기의 선량오차는 검출기 부착위치와 환자의 자세 및 조사중의 움직임, 그리고 측정기 자체의 오차로 분석할 수 있었다. 치료조사야 중에 가장 큰 조사범위를 가지는 전신피부전자선조사는 균등한 선량분포를 나타내기 위해 보다 많은 노력이 필요할 것이다. 특히 in vivo dosimetry를 통한 중앙선량의 평가는 치료효과를 높이는 또 하나의 방법 일 것이다.

## 참고문헌

1. Khan FM: The physics of radiation therapy 3rd edition, 2003. 297-356
2. Vincent T. De vita : Cancer. Principle & practice of oncology. 6th edition, 2001, 2220-2230
3. IAEA. Technical Report Series No. 398: Absorbed dose determination in external beam radiotherapy, Vienna, International Atomic Energy Agency, 2000
4. Khan FM, Doppke K, Hogstrom KR, et al: Clinical electron-beam dosimetry, Report of AAPM Radiation Therapy Committee Task Group No. 25 Med phys 1991, 18:73
5. Khan FM. Total skin electron therapy: the technique and dosimetry. In: Purdy JA, ed. Advance in radiation oncology physics. AAPM Monograph No. 19. New York: American Institute of Physics, 1990:466
6. AAPM. Total skin electron therapy technique and dosimetry. Report No. 23. New York :American Institute of Physics, 1988
7. Edelson R. Membrane properties of the abnormal cells of cutaneous T cell lymphomas. Annals Intern Med 1975;83:536
8. Willemze R, Kerl H, Sterry W, et al.: EORTC classification for primary cutaneous lymphomas: a proposal from the Cutaneous Lymphoma Study Group of the European Organization for Research and Treatment of Cancer. Blood 90 1997, (1): 354-71
9. Harris NL, Jaffe ES, Stein H, et al.: A revised European-American classification of lymphoid neoplasms: a proposal from the International Lymphoma Study Group. Blood 84 1994, (5): 1361-92.
10. Siegel RS, Pandolfino T, Guitart J, et al.: Primary cutaneous T-cell lymphoma: review and current concepts. J Clin Oncol 18 (15): 2908-25, 2000.
11. Zackheim HS, Amin S, Kashani-Sabet M, et al.: Prognosis in cutaneous T-cell lymphoma by skin stage: long-term survival in 489 patients. J Am Acad Dermatol 40 (3) 1999, 418-25
12. Bunn PA Jr, Lamberg SI: Report of the Committee on Staging and Classification of Cutaneous T-Cell Lymphomas. Cancer Treat Rep 63 (4) : 1979, 725-8
13. Schechter GP, Sausville EA, Fischmann AB, et al.: Evaluation of circulating malignant cells provides prognostic information in cutaneous T cell lymphoma. Blood 69 (3) : 1987, 841-9
14. Sausville EA, Eddy JL, Makuch RW, et al.: Histopathologic staging at initial diagnosis of mycosis fungoides and the Sezary syndrome. Definition of three distinctive prognostic groups. Ann Intern Med 109 (5) : 1988, 372-82

15. Fraser-Andrews EA, Russell-Jones R, Woolford AJ, et al.: Diagnostic and prognostic importance of T-cell receptor gene analysis in patients with Sézary syndrome. *Cancer* 92 (7) : 2001, 1745-52
16. Bunn PA Jr, Lamberg SI: Report of the Committee on Staging and Classification of Cutaneous T-Cell Lymphomas. *Cancer Treat Rep* 63 (4):1979, 725-8
17. Schechter GP, Sausville EA, Fischmann AB, et al.: Evaluation of circulating malignant cells provides prognostic information in cutaneous T cell lymphoma. *Blood* 69 (3): 1987, 841-9,
18. Siegel RS, Pandolfino T, Guitart J, et al.: Primary cutaneous T-cell lymphoma: review and current concepts. *J Clin Oncol* 18 (15): 2000, 2908-25
19. Duvic M, Hymes K, Heald P, et al.: Bexarotene is effective and safe for treatment of refractory advanced-stage cutaneous T-cell lymphoma: multinational phase II-III trial results. *J Clin Oncol* 19 (9): 2001, 2456-71
20. Maier T, Tun-Kyi A, Tassis A, et al.: Vaccination of patients with cutaneous T-cell lymphoma using intranodal injection of autologous tumor-lysate-pulsed dendritic cells. *Blood* 102 (7): 2003, 2338-44
21. Becker M, Hoppe RT, Knox SJ: Multiple courses of high-dose total skin electron beam therapy in the management of mycosis fungoides. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 32 (5): 1995, 1445-9
22. Kuzel TM, Roenigk HH Jr, Samuelson E, et al.: Effectiveness of interferon alfa-2a combined with phototherapy for mycosis fungoides and the Sézary syndrome. *J Clin Oncol* 13 (1): 1995, 257-63
23. Edelson R, Berger C, Gasparro F, et al.: Treatment of cutaneous T-cell lymphoma by extracorporeal photochemotherapy. Preliminary results. *N Engl J Med* 316 (6): 1987, 297-303
24. Heald PW, Perez MI, McKiernan G, et al.: Extracorporeal photochemotherapy for CTCL. *Prog Clin Biol Res* 337: 1990, 443-7
25. Rosen ST, Zimmer AM, Goldman-Leikin R, et al.: Radioimmunodetection and radioimmunotherapy of cutaneous T cell lymphomas using an I<sup>131</sup>-labeled monoclonal antibody: an Illinois Cancer Council Study. *J Clin Oncol* 5 (4): 1987, 562-73
26. Olsen E, Duvic M, Frankel A, et al.: Pivotal phase III trial of two dose levels of denileukin diftitox for the treatment of cutaneous T-cell lymphoma. *J Clin Oncol* 19 (2): 2001, 376-88
27. Miller VA, Benedetti FM, Rigas JR, et al.: Initial clinical trial of a selective retinoid X receptor ligand, LGD1069. *J Clin Oncol* 15 (2): 1997, 790-5
28. Duvic M, Hymes K, Heald P, et al.: Bexarotene is effective and safe for treatment of refractory advanced-stage cutaneous T-cell lymphoma: multinational phase II-III trial results. *J Clin Oncol* 19 (9): 2001, 2456-71
29. Henderson B, Poole S, Wilson M: Microbial/host interactions in health and disease: who controls the cytokine network? *Immunopharmacology* 35 (1): 1996, 1-21
30. Kaplan EH, Rosen ST, Norris DB, et al.: Phase II study of recombinant human interferon gamma for treatment of cutaneous T-cell lymphoma. *J Natl Cancer Inst* 82 (3): 1990, 208-12
31. Heald P, Rook A, Perez M, et al.: Treatment of erythrodermic cutaneous T-cell lymphoma with extracorporeal photochemotherapy. *J Am Acad Dermatol* 27 (3): 1992, 427-33

---

Abstract

## The evaluation of dose of TSEI with TLD and diode detector of the uterine cervix cancer

Young Wan Je, Keyung Su Na, IL Kyu Yoon, Heung Deuk Park

Department of Therapeutic Radiology, Seoul National University Hospital

**Purpose** : To evaluate radiation dose and accuracy with TLD and diode detector when treat total skin with electron beam.

**Materials and Methods** : Using Stanford Technique, we treated patient with Mycosis Fungoides. 6 MeV electron beam of LINAC was used and the SSD was 300 cm. Also, acrylic spoiler(0.8 cm) was used. The patient position was 6 types and the gantry angle was 64, 90 and 116°. The patient's skin dose and the output were detected 5 to 6 times with TLD and diode.

**Result** : The deviations of dose detected with TLD from tumor dose were CA + 6%, thigh + 8%, umbilicus + 4%, calf - 8%, vertex - 74.4%, deep axillae - 10.2%, anus and testis - 87%, sole - 86% and nails shielded with 4mm lead +4%.

The deviations of dose detected with diode were -4.5% ~ +5% at the patient center and -1.1% ~ +1% at the spoiler.

**Conclusion** : The deviation of total skin dose was + 8%~- 8% and that deviation was within the acceptable range( $\pm 10\%$ ). The boost dose was irradiated for the low dose areas(vertex, anus, sole). The electron beam output detected at the spoiler was stable. It is thought that the deviation of dose at patient center detected with diode was induced by detection point and patient position.

---

**key word** : TLD, diode detector, TSEI, evaluate radiation dose.