

6 MV 선형가속기를 사용한 유방암 치료

카톨릭의과대학 방사선치료실

이귀원·박주선·김 겐·윤세철 M.D

— Abstract —

A Trial of 6 MV Linear Accelerator Radiation Therapy (RT) for Breast Cancer

Guy Won Lee, Ju Seon Park, Geol Kim, Sei Chul Yoon, M.D.

Section of Therapeutic Radiology, Catholic Medical College

Radiation Therapy(RT) has been used in the treatment of breast cancer for over 80 years. Technically, it should include a part or all of such areas as chest wall or breast, axilla, internal mammary nodes(IM) and supraclavicular nodes (SCL).

Authors tried three-field technique for the treatment of breast cancer using 6 MV linear accelerator, exclusively the department of Radiology, Kang-Nam St. Mary's Hospital, at Catholic Medical College. The field junction was checked by a phantom study and radiation doses measured by film densitometry and TLD. The 3 fields we used in this study were two isocentric opposing tangential fields encompassing the breast, chest wall and occasionally IM and one single anterior field encompassing the axilla and SCL. Using appropriate beam blocks and blouses, we were able to avoid unwanted intrinsic divergency of photon beam. Blocking also enabled us to set-up precise radiation field with ease.

I. 서 론

유방암의 치료목표는 크게 두가지가 있다고 보겠다. 즉 일생동안 유방암의 재발없이 지내는 것과, 그리고 전자의 목표를 달성하면서 가능한한 유방의 고유 기능이나 원형을 보존하는데 있다.

1901년 William Pusey.M.D.가 Chicago에서, 유방암 수술 후 환자에게 예방적 의미의 방사선치료를 처음으로 시도한 이래 80여년 동안 계속되고 있다.

한편, 방사생물학의 발전과 방사선 치료기계의

개발 및 발전으로, 종래에 해오던 방사선치료시에 감수해야 했던 사소한 의인성 합병증등을 피할 수 있게 되었고, 컴퓨터를 이용한 각종 진단기술을 치료영역에 이용함으로써, 좀 더 정확한 치료를 가능케 해 주고 있다.

유방암의 방사선치료는, 현재 선형가속기를 이용한 전자선과, Co-60원격치료를 병용한 방법이 널리 이용되고 있다.²⁾

가톨릭의대 방사선치료실에서는 6 MV 선형가속기(일본전기회사제) 치료계획용 컴퓨터 (일본전기

회사제) 치료계획준장장치(도시바제)를 갖추고 각종 암환자에게 외부방사선치료를 실시함에 있어서 6 MV X-선은 Co-60 원격치료기에 비하여, 반응영이 작고 투과율이 좋아, 심부선량이 많은 반면, 표피에서 build up 거리가 1.5cm이고 표재성병변 치료에 적합한 전자선의 이용이 불가능하므로, 수술 전후 유방암환자에서, 외부방사선치료시, 기술적인 어려움을 겪어오고 있었다.

전자들은 같은 에너지의 방사선치료가 국내 여러 곳에 개설된 차체에, 조직등 가물질로된 인체 모형 (phantom)을 이용한 필름농도계측법 (film dosimetry) 과, 열형광농도측정법 (Thermoluminescent cosimentny, TLD) 및 치료계획용컴퓨터를 이용한 등선량곡선분포를, 실험을 통하여 확인하였으며, 이를 보고 하고자 한다.

II. 재료 및 방법

유방암의 수술 전 또는 후에 외부 방사선치료는 6 Mv 선형가속기 만을 사용하였고, 3 문조사법을 이용하였다.^{2,3,4)}

(표 1 그림 1, 2, 3) 즉 내유임과절, 쇄골상하부임과절, 및 상부액와임과절을 위한 하키스틱(Hockey stick)모양의 조사야와, 유방부위(흉벽 및 수술상처 포함)와 하부액와임과절을 위한 내외측 접선조사를 통한 3 문조사법을 실시하였다.^{2,3,4,5)} (그림 1 과 3)

Table. 1. Contents of three field technique

Anterior Hockey Stick	--- Gantry rotated 15-30° from vertical incidence
Upper Axilla	
Supraclaviar Lymph Nodes (SCL)	
Internal Mammary Chains (IM)	
Opposed Tangential Fields	--- Half Beam Block
Breast	
Chest Wall	
Lower Axilla	

하키스틱조사야(ABCDEFGH, 그림 1)는 상부(G)는 윤상감상연골(Cricothyroid cartilage)부위부터, 하부(BC)는 검상돌기(Xyphoid process) 까지

이며, 내측경계(AB)는 내유임과절을 위하여, 흉골절결흔(sternal notch)에서 몸의 중심선으로부터

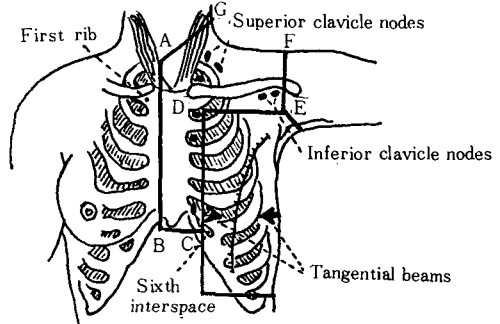


Fig. 1. Anatomic correlation of three field technique

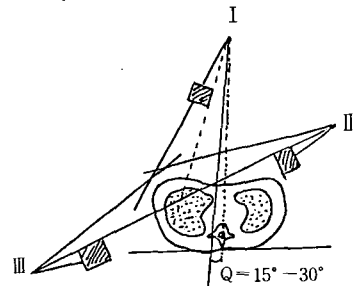
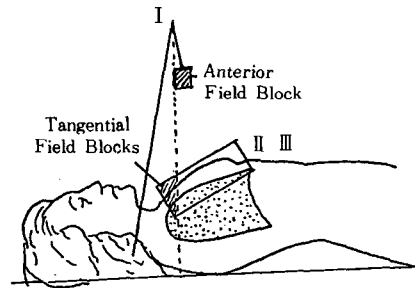


Fig. 2. Technique of irradiation
I; anterior hockey stick field
II & III; medial & lateral tangential field

반대측으로 2~3cm 포함 시켰다. 내유임과절을 위해서는 6~8cm 폭으로 충분하고, 외측경계(EF)는

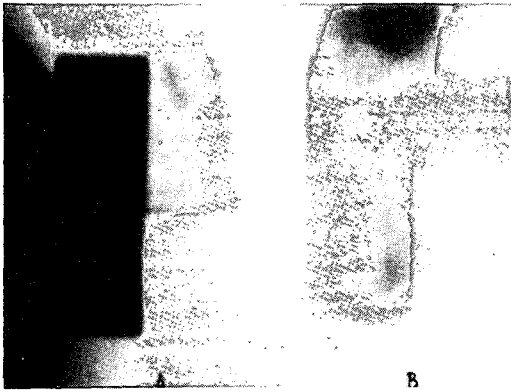


Fig. 3. Verification films in patient by 6 MV X-ray
 A; Medial tangential port film
 B; Anterior hockey stick port film

상완골두부(Sumeralhead)의 내측 1/3을 포함시키기 액와임과절과 쇄골하부임과절을 포함시키기 위해서, 치료계획조준을 위한 투시(fluoroscopy) 상, 첫째 늑골의 전하 측경계를 이루는 횡선(DE)으로 정하였다. (그림 1 및 3B) 그리고, 내측 상부(AG)는 흉쇄유양근(sternocleidomastoid muscle)을 경계로 하였다.^{2,3,4,5}

환자의 체위는, 똑바로 편안히 누운자세로, 치료부위측 팔을 가능한한 외전(abduction)하여, 손바닥을 벽개삼아 베거나, 여의치 않으면, 손등을 이마에 얹은 다음 얼굴은 병소의 반대측으로 돌린 상태에서 치료하였다.³ 상기 하키스틱조사야는, 환자의 전후 두께에 따라 치료기의 두부(Gantry)를 15~30° 정도, 병소의 반대측으로 회전시켜서 치료하였다. (그림 2) 점선조사는 하키스틱조사야의 외측하부(CD)와 액와중앙선(mid axillary line)사이의 전유방조직(흉벽 및 수술상처 포함)을 포함한 부위에, 내·외측 점선조사를 하며, 이때 정상폐를 1~1.5cm 정도 포함시켰다. (그림 2 및 3A) 그리고 내유과절을 위한 하키스틱조사야의 외측·하부(CD)와의 경계는, bolus사용없이 0.5~1cm 정도 중복을 시도하였다.

이상의 치료방법의 정확성을 확인하기 위한 실험으로, 조직등가물질로 만든 인체모형에서, 상기 3문조사법을 재현하여(그림 4) 확인사진(verification film port film)을 얻은 후(그림 5) 필름농도계측을 실시하였다. 그리고 치료계획용컴퓨터를 이

용한 등선량곡선을 얻어 중요한 장기에 가는 선량 분포를 알아보았다. (그림 6)

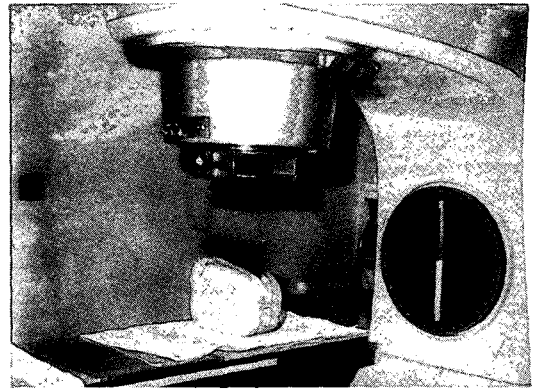
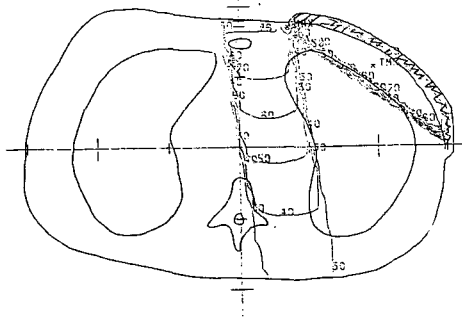


Fig. 4. Experimental model of three field technique to follow film densitometry by 6MV X-ray



Fig. 5. Verification film taken from phantom in the same method as Fig. 2 & 3.

한편, 표재성병소에 치료선량을 증가시키기 위하여, 적당한 두께의 bolus를 점선조사시 수술상처 부위나, 하키스틱조사시쇄골상와부에, 하루 건너 간격으로 사용하였으며, 수술하지 않은 유방암(in



```

PATIENT : KLD
          83.08.26.

PLAN A :           X6  YANG 5
PLAN B :           X6  YANG 6

WA1 = 1.00  WA2 = 1.00
WB1 = 1.00  WB2 = 1.00

PLAN B  SHIFT X = 0.00 (CM)
        SHIFT Y = 0.00 (CM)

NORMALIZING MODE : 4

      X      Y      DOSE
1) TUMOR CENTER : 9.65 5.65 199
2) SPEC. POINT  : 0.00 0.00 108
3) SPEC. DOSE   :      8.50 272
4) MAX. DOSE    :      5.50 272

DISPLAY LEVEL (Z)
1) 120
2) 110
3) 100
4) 90
5) 80
6) 70
7) 60
8) 50
9) 40
10) 30

DATE
  
```

Fig. 6. Combined isodose curve from anterior hockey stick field and two opposing tangential fields with bolus by therapeutic planning computer (Therac 2000)

tact breast)에는 bolus없이 같은 방법으로 치료하였다.

모든 환자는 진단용 흉부전산화단층촬영사진(Chest CT film)을 이용하거나, 유방부위에서 흉부 윤곽(contour)을 도면에 그린후, 치료계획용 컴퓨터를 사용하여 선량분포 및 치료선량을 계산하였다.^{2,4)}

방사선치료는 6 MVX-선으로 매일 180~200CGy

씩, 주 5회 분할조사하여, 선원중 심축거리(Source axis distance SAD) 80cm로 치료하였다. 하키 스틱조사야는, 중앙선량을 2cm깊이로 치료하였으며 접선조사는 중심선량(mid depth dose)으로 계산하여 치료하였다.^{2,3,4,5)} 접선조사시 반응영의 영향을 줄이기 위하여 접선조사야를 수직으로 2등분한 조사야(halfbeam)로 치료하였다.^{2,4)} (그림 2) 이때 치료기두부 반대측으로, 투과된 조사선량의 대부분을 흡수하고, 치료기두부의 반대측 무게 평형을 유지하는 역할을 하는, Beam stopper에 그려지는 그림자(그림 7)를 이용하여 매일 똑같은 환자체위를 정확히 재현시킬 수 있었다.

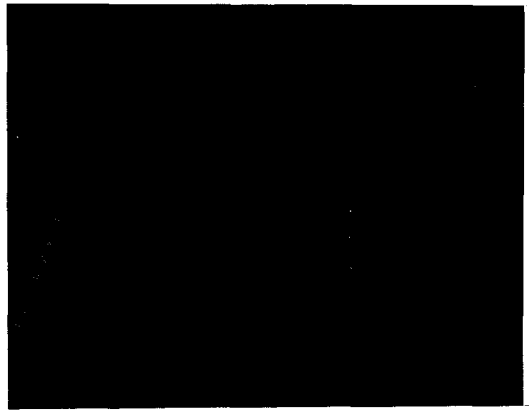


Fig. 7. Shadow on the beam stopper and laser beam make it possible to set-up accurately every day.

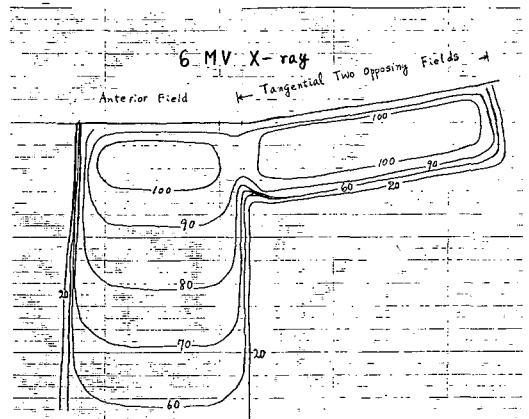


Fig. 8. Summated % depth dose between anterior and two opposing tangential field by TLD measurement.

III. 성 적

조직등가물질로 구성된 인체 모형에서, 실제로 3문조사법을 실시하여 얻은 확인사진(그림 5)과, 이것을 이용하여 필름농도계측을 하였으며, 하키스틱조사야와 내외측 점선조사야 사이의 관계를 조정한 심부선량율을 그림 8과 같이 구할 수 있었다.

6 MV X-선의 최대 build up 거리가 1.5cm 이므로, 여러 두께의 bolus 사용시 build up 거리의 변화를 알아보기 위하여, 열형광측정을 모형에서 역시 실시한 후, 그림 9와 같은 build up 거리의 변화를 관찰할 수 있었다.

진단용 CT사진을 이용하거나, 유방부위에서 흉곽단면을 나타내는 윤곽을 작성한 후, 이것을 직접 치료계획용 컴퓨터에 사용 중인 1cm 두께의 bolus와 함께 처리하여, 그림 6과 같은 등선량곡선 분포를 알 수 있었다.

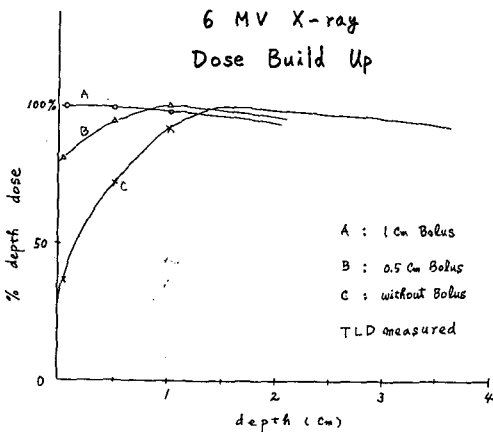


Fig. 9. Change of build up distance according to bolus thickness on 6 MV X-ray.

IV. 고 찰

방사선 치료의 기술상 목적은, 표적용적(target volume)에 균일한 선량을 주면서, 정상조직엔 최대한의 방사선조사를 하는 데 있다.⁶⁾

돌출한 유방은, 늑연골 2~3 번째와 6~7 번째 사이에 있고, 내측으로는 흉골의 가장자리에서 외측으로는 액와전방선(anterior axillary line) 사이에 위치하며, 유방조직은 쇄골하부에도 얇게 존재한다. 가장 두꺼운 부분은 상외 1/4 부분이며, 때

로는 액와부위로 연장되어, 원발암의 병소가 되는 수도 있다.²⁾ 그리고 유방질환의 방어 관문으로서 임파절은, 내유임파절, 액와임파절, 쇄골상하임파절로서 3대 분할 수 있으며, 이상의 유방조직(흉벽이나 수술상처 포함)과 임파절 영역이 치료의 대상이 된다.^{1,2,3,4,5,6,7)}

방사선치료는 임상적 병기에 따라 치료부위가 달라 질 수 있다. 즉 작은 병소가 유두를 중심으로 하여 상외측에 있고, 액와임파절 전이가 음성이면 쇄골상와부나 내유임파절은 치료할 필요가 없다.¹⁾ 그러나 현실적으로 이런 예는 드물고 진행되어서야 진단이 되고, 수술을 하게 되는 것이 대부분 이므로, 적극적인 치료가 더욱 필요하게 된다.

한편 주위폐, 종격동구조물 척수 기관, 식도 등엔 가능한 방사선조사야에서 제외 되어야 하며, 이들 3문조사야 간의 인접 경계는 hot 하거나 cold 하여서는 안되고, 균일해야 하는데, 6 MV X-선 같이 전자선을 이용할 수 없는 단일 고에너지 만으로, 각 부위를 의인성 방사선 치료후유증 없이 종양치료선량을 치료하기란 쉬운일이 아니다. 그러므로 유방이나 흉벽은 정상폐를 약 1~1.5cm 포함시켜 점선조사로 치료하고, 쇄골상와부나 상부액와임파절을 포함한 내유임파절은, 하키스틱조사야로 치료하게되며, 상기 중요 장기에 가는 선량을 감소시키기 위하여, 치료기의 두부를 환자의 체격, 크기에 따라, 15~30° 병소의 반대측으로 회전시켜서 치료하고,^{6,7)} 쇄골상와임파절이 표재성임을 고려하여 하루 건너 간격으로 1cm 두께의 bolus를 사용하였다.^{3,5)}

(그림 8) 환자의 체격이 크지 않을 때는, 내유임파절을 하키스틱조사야에 포함시키기 보다는, 유방(흉벽)을 치료하기 위한 점선조사야에 포함시키는 것이 편리하였다.³⁾ 점선조사시, 반응영의 영향을 줄이기위해 점선조사야를 수직으로 이등분한 1/2 선속만을 사용하였다.^{3,4)}

각 조사야간의 경계 부위에 있어서 상호 중첩으로 인한 hot 부위는, 피부괴사, 늑골골절, 또는 섬유화로 인한 미용상의 문제가 초래되고, cold 하면 치료부위 내에서 재발이 된다. 저자들은 인접경계 부위에, 적절한 차폐용 block를 사용하여(그림 2) hot나 cold부위 없이 간단하고 정확하게, 매일 반복치료 할 수 있었다.^{6,7)}

결 론

카톨릭의대 방사선치료실에서는, 6MV 선형가속기만을 사용한 유방암의 방사선 치료를 실시함에 있어, 3문조사법을 실시하고 있으며, 이는 쇄골상 하임과절, 상부액와임과절 및 내유임과절을 위한 하키스틱조사야와 흉벽이나 유방 그리고 하부액와 임과절을 위한 내외측 접선 조사로 구성된다.

이들 3문 조사를 인체모형에서 실시하고, 필름농도계측 및 열형광농도측정을 하여 3문조사 상호간의 선량분포를 측정하였다. 그리고 차폐용 block을 적절히 사용함으로써 각 조사야 경계 부위에서의 hot나 cold한 부위 없이 치료할 수 있었다.

수술상처 부위나 쇄골상와부 처럼 표재성 병변부 위엔 1cm 두께의 bolus를 격일마다 사용하여 치료함으로써 충분한 종양치료선량을 치료할 수 있었다. 이상의 결과를 치료계획용컴퓨터를 이용하여 만족한 등선량분포곡선을 확인 할수 있었다.

REFERENCES

1. Bedwineck J; Adjuvant irradiation for early breast cancer, An on-going controversy Cancer 53:729-739, 1984.
2. Montague ED, Tapley Nd and Spanos WJ; Treatment technique depending on tumor extent in cancer of the breast In Technical basis of radiation therapy, practical clinical application SH Levitt and Nd Tepley (Eds) Lea & Febiger pp. 228-243, 1984.
3. Prosnitz LR and Goldberg IS; Radiation therapy as primary treatment for early stage carcinoma of the breast Cancer 35; 1587-1596, 1975.
4. Moss WT; Mammary carcinoma In Modern radiation oncology, classic literature and current management HA Gilbert & AR Kagan (Eds) Medical department Harper & Row, Publishers Inc. pp. 343-356, 1978.
5. Prosnitz LR, Goldenberg IS, Packard RA et al; Radiation therapy as initial treatment for early stage cancer of the breast without mastectomy Cancer 39; 917-923, 1977.
6. Lichter AS, Fraass BA, Geijn JVD et al; A technique for field matching in primary breast irradiation Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys. vol. 9. 263-270, 1983.
7. Siddon RL, Buck BA, Harris JR et al; Three field technique for breast irradiation using tangential field corner blocks Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys. Vol. 9 583-588, 1983.
8. Harris JR and Hellman S; The role of radiation therapy in the management of locally advanced carcinoma of the breast Cancer 53: 758-761, 1984.