

# 유방암 환자에서 가상 썬기모양 보상체의 선량분포 특성에 대한 연구

영남대학교 의과대학 방사선종양학교실

김 성 규 · 윤 상 모

유방암 환자의 방사선치료에서 유방의 모양에 따른 윗부분과 아랫부분의 두께의 차이 때문에 적절한 선량분포를 얻기 위해서는 썬기모양 보상체가 필수적으로 이용된다. 유방보존절제술을 시행한 유방암 환자들을 방사선치료 할 때 일반적으로 비껴방향 치료방법으로 치료를 한다. 비껴방향 치료방법에서 중심 쪽에서 가장자리 쪽으로 치료하는 빔에서는 썬기모양 보상체에 빔이 일차적으로 부딪칠 때 저에너지의 방사선이 발생하여 피부에 영향을 미치게 된다. 이 때 피부에 조사되는 저 에너지 방사선을 최소화하기 위하여 가상 썬기모양 보상체를 사용할 수 있다. 본원이 보유하고 있는 Eclipse 치료계획장치에는 가상 썬기모양 보상체로 치료계획을 할 수 있도록 장착되어 있다. 저자들은 본원이 갖고 있는 실제 썬기모양 보상체 15도, 30도, 45도, 60도와 가상 썬기모양 보상체 15도, 30도, 45도, 60도의 선량분포 특성을 비교하여 유방암 환자에서 가상 썬기모양 보상체의 임상 적용 타당성을 살펴본 결과 치료면적 10×10 cm의 대칭도의 비교에서 썬기의 각도에 따른 차이가 없음을 알 수 있었으며, 치료면적의 크기에 따른 각각의 썬기 각도에 대한 투과율의 특성에서 대칭도의 비교는 거의 선형적으로 변함을 볼 수 있어 가상 썬기의 임상적용이 적합함을 알 수 있었다.

**중심단어:** 유방암, 썬기모양 보상체, 가상 썬기모양 보상체, 대칭도, 투과율

## 서 론

유방암 환자의 연령대는 갈수록 낮아지고 있다. 유방암 환자의 평균 연령이 1980년대에는 50대였는데, 2,000년대에는 평균연령이 40대에 이르고 있다. 유방암 환자의 평균 연령이 낮아짐에 따라 유방의 미용에 훨씬 더 치료의 초점을 맞추게 된다. 이러한 상황에서 유방을 완전히 절제하는 유방완전절제술보다는 유방을 보존하는 유방보존절제술을 하게 되고, 피부미용을 위하여 피부에 조사되는 방사선량에 대해서는 민감하게 반응하게 되었다.<sup>1,2)</sup> 또한 외과적 수술의 발달과 방사선치료의 발달에 따라 유방의 크기와 모양에 따라 다르지만 일반적으로 암의 크기가 4~5 cm 미만에서는 유방보존절제술을 시행하고 방사선치료를 하게 되었다.<sup>3,4)</sup>

유방암 환자의 방사선치료에서 유방의 모양에 따른 윗부분의 윗부분과 폐쪽의 아랫부분의 두께의 차이 때문에 적절

한 선량분포를 얻기 위해서는 썬기모양 보상체가 필수적으로 이용된다. 유방보존절제술을 시행한 유방암 환자들을 방사선치료 할 때 일반적으로 비껴방향 치료방법으로 치료를 한다.<sup>5,7)</sup> 비껴방향 치료방법에서 중심 쪽에서 가장자리 쪽으로 치료하는 빔에서는 썬기모양 보상체에 빔이 일차적으로 부딪칠 때 산란선에서 저에너지의 방사선이 발생하여 피부에 영향을 미치게 된다.<sup>8)</sup> 이 때 피부에 조사되는 저에너지 방사선을 최소화하기 위하여 양쪽에서 썬기로 썬기모양 보상체를 사용하는 것보다는 선량분포가 조금 떨어지지만 가장자리 쪽에서 중심 쪽으로 치료할 때만 썬기모양 보상체를 사용하여 산란선에 의한 피부선량을 감소시키고 있다. 또 다른 한 가지 방법으로는 가상 썬기모양 보상체를 사용할 수 있다. 가상 썬기모양 보상체를 사용할 때는 양쪽에서 썬기로 가상 썬기모양 보상체를 사용하기 때문에 선량분포에서도 이득이 있으며, 더욱이 썬기모양 보상체의 방사선 투과율에 따른 MU의 이득으로 유방 전체에 조사되는 방사선량을 줄어들게 하며, 뿐만 아니라 썬기모양 보상체에 의한 산란 방사선이 없으므로 피부선량을 감소시키고 있다.

또한 유방암 환자에서 보편적으로 사용하고 있는 비껴방향 치료방법에서 벗어나 좀 더 좋은 선량분포를 위하여 Siddon 등<sup>9)</sup>은 Three-field Technique 치료방법을 개발하기도

이 논문은 2007년 3월 5일 접수하여 2007년 3월 16일 채택되었음.  
 책임저자 : 김성규, (705-717) 대구광역시 남구 대명동 317-1번지  
 영남대학교 의과대학 방사선종양학교실  
 Tel: 053)620-3373, Fax: 053)624-3599  
 E-mail: skkim3@ynu.ac.kr

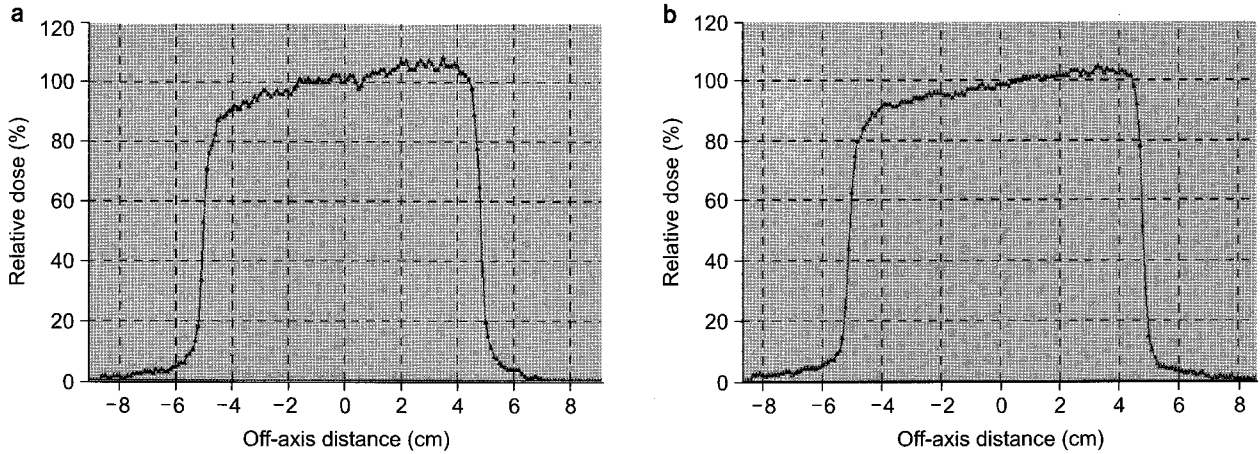


Fig. 1. Comparison of dose symmetry using 15° wedge filter (a) and 15° virtual wedge (b) for field size 10×10 cm.

하였다.<sup>10)</sup>

본원이 보유하고 있는 Eclipse 치료계획장치에는 가상 췌기모양 보상체로 치료계획을 할 수 있도록 장착되어 있다. 저자들은 본원이 갖고 있는 실제 췌기모양 보상체 15도, 30도, 45도, 60도와 가상 췌기모양 보상체 15도, 30도, 45도, 60도의 선량분포 특성을 비교하여 유방암 환자의 치료 시에 조사되는 총 MU를 적게하여 조사되는 방사선량을 감소시키며, 또한 산란 방사선이 없어 피부선량을 감소시키고 있는 가상 췌기모양 보상체의 임상에서의 적용 타당성을 살펴보고자 한다.

### 재료 및 방법

유방암 환자의 방사선치료를 위한 하드웨어 구성은 Varian 80 MLC와 전자포탈영상장치가 장착된 21EX 선형가속장치(Varian, USA)와 순방향 계산뿐만 아니라 물리적인자를 이용한 선량분포의 최적화를 위한 역방향 계산도 가능한 ECLIPSE 치료계획장치 시스템(Varian, USA)으로 되어있다. 선형가속장치에는 15도, 30도, 45도, 60도의 췌기모양 보상체가 있으며, 치료계획장치에는 실제 췌기모양 보상체와 가상 췌기모양 보상체에 대한 선량계산 알고리즘이 장착되어있다. 본 실험을 위해 SAD 100 cm 위치에 아크릴 팬텀을 놓고, 팬텀의 5 cm 깊이에 이온전리함을 설치하여 선량을 측정할 수 있도록 설치하였다.

먼저 췌기모양 보상체의 각도에 따라 선형가속장치의 에너지는 6MV를 사용하여 5 cm 깊이에 치료면적을 10×10 cm으로 100 MU를 조사하여 중심점에서의 선량을 측정하였고,<sup>11,12)</sup> 같은 방법으로 가상 췌기모양 보상체에 대해서도

중심점에서의 선량을 측정하여 췌기 보상체가 없는 선량에 대한 투과율(transmission factor)을 비교하여 이득선량을 살펴보았으며, 그리고 앞의 설치에서 이온전리함이 놓이는 1.5 cm 깊이의 수평면에 코닥사에서 제작한 저감도 필름인 EDR2 필름을 설치하여 100 MU를 조사하여 치료면적의 크기가 4×4 cm, 6×6 cm, 10×10 cm, 15×15 cm에서 췌기모양체의 각도에 따른 실제 췌기모양 보상체와 가상 췌기모양 보상체에 대한 평편도와 투과율의 특성을 비교하였다. 여기서 투과율은 췌기모양 보상체가 없을 때 측정 선량을 1로 했을 때 해당되는 보상체를 삽입했을 때 측정되는 선량의 비이며,<sup>13)</sup> 대칭도(symmetry)는 다음 식에서 구할 수 있다.

$S = (S_L - S_R) / (S_L + S_R) \times 100$ 이다.<sup>14)</sup>  $S_L$ 은 중심선을 중심으로 빔 프로파일의 왼쪽 면적이며,  $S_R$ 은 오른쪽 면적이다.

### 결 과

중심점에서의 측정선량에서 췌기모양 보상체가 없는 경우 1로 했을 때, 중심점에서 측정선량은 췌기모양 보상체에서는 15도에서 0.70, 30도에서 0.54, 45도에서 0.48, 60도에서 0.40의 값을 나타내었고, 가상 췌기모양 보상체에서는 15도에서 0.92, 30도에서 0.88, 45도에서 0.77, 60도에서 0.66의 값을 나타내었다. 또한 치료면적 10×10 cm에서 transmission factor의 특성은 대칭도의 비교에서 실제 췌기모양 보상체에서는 15도에서 14.9%, 30도에서 22.0%, 45도에서 41.0%, 60도에서 64.0%의 값을 나타내었고, 가상 췌기모양 보상체에서는 15도에서 12.6%, 30도에서 21.9%, 45도에서 42.7%, 60도에서 80.0%의 값을 나타내었다(Fig. 1~4).

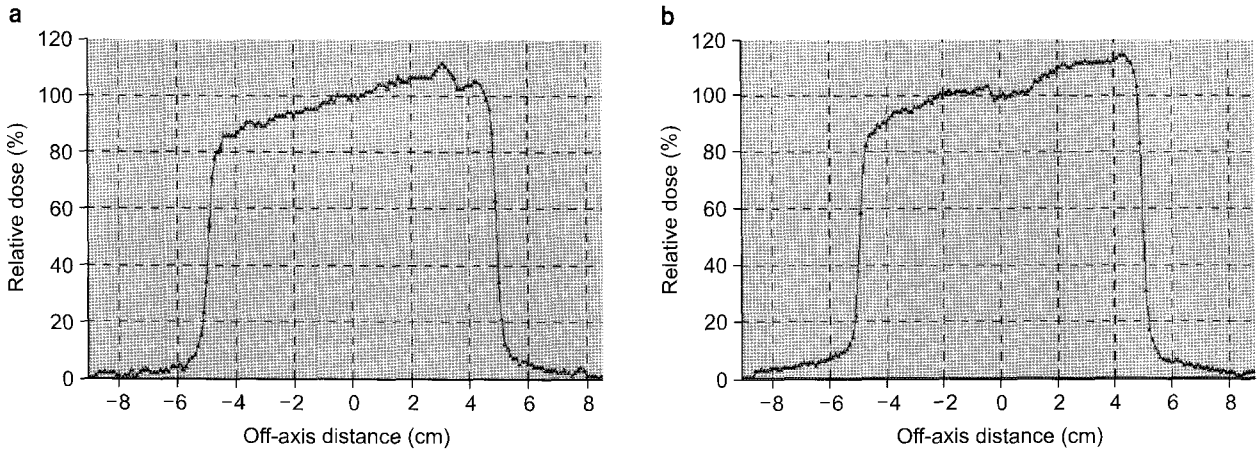


Fig. 2. Comparison of dose symmetry using 30° wedge filter (a) and 30° virtual wedge (b) for field size 10×10 cm.

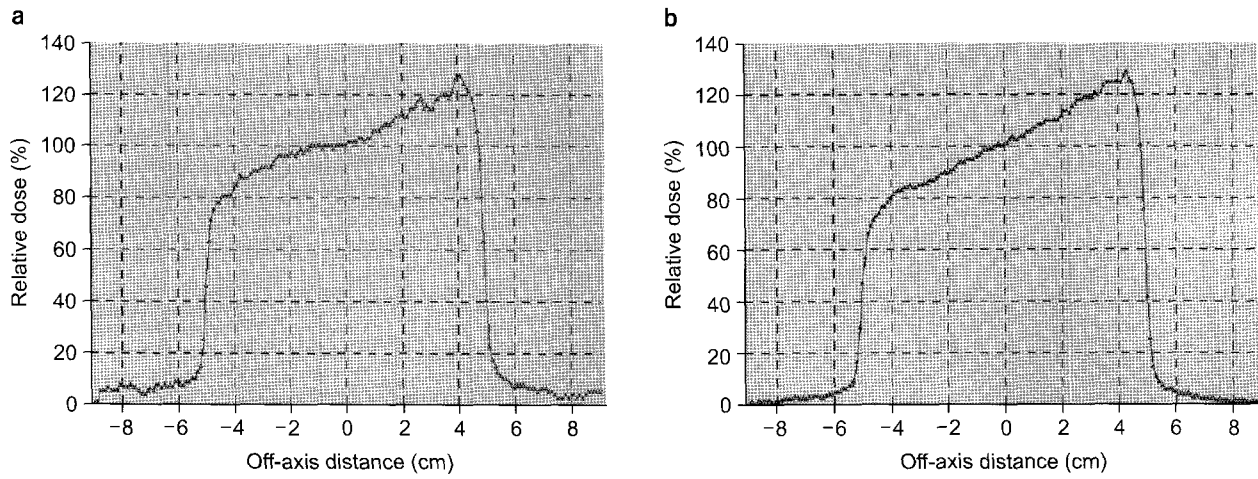


Fig. 3. Comparison of dose symmetry using 45° wedge filter(a) and 45° virtual wedge(b) for field size 10×10 cm.

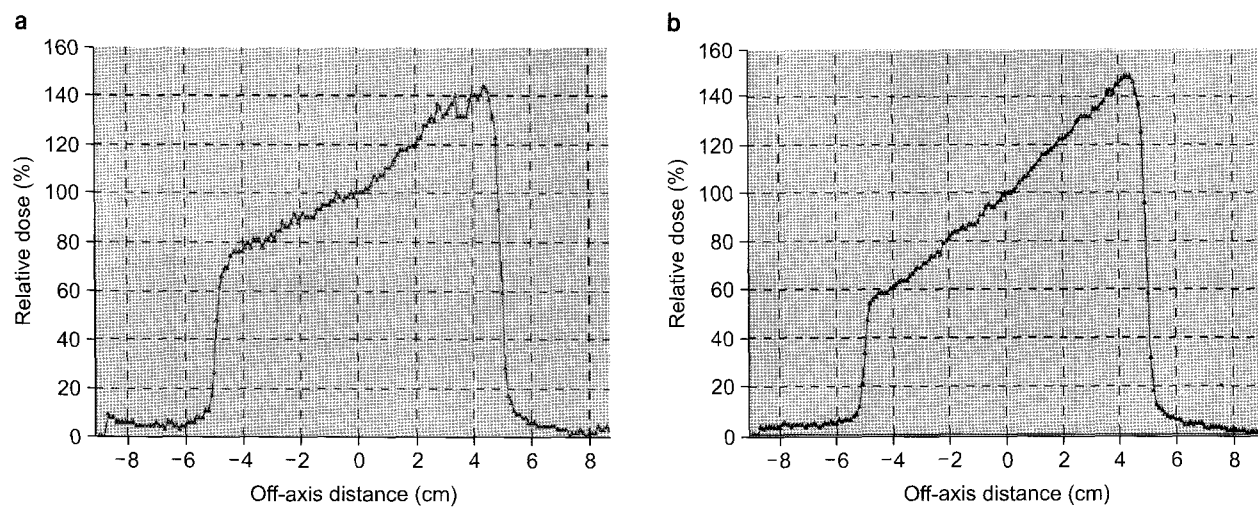


Fig. 4. Comparison of dose symmetry using 60° wedge filter (a) and 60° virtual wedge (b) for field size 10×10 cm.

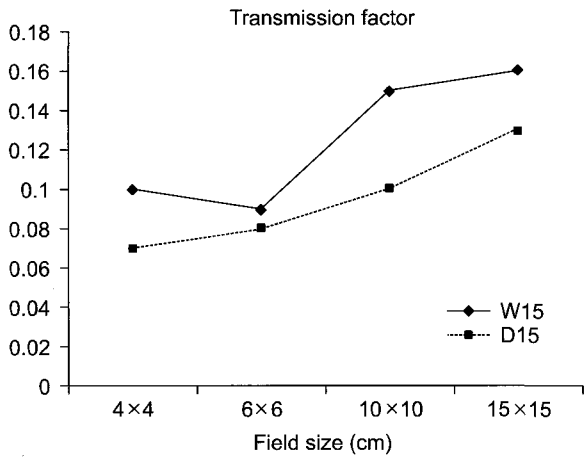


Fig. 5. Comparison of transmission factor using 15° wedge filter (W15) and 15° virtual wedge (D15) for field sizes 4x4 cm, 6x6 cm, 10x10 cm and 15x15 cm.

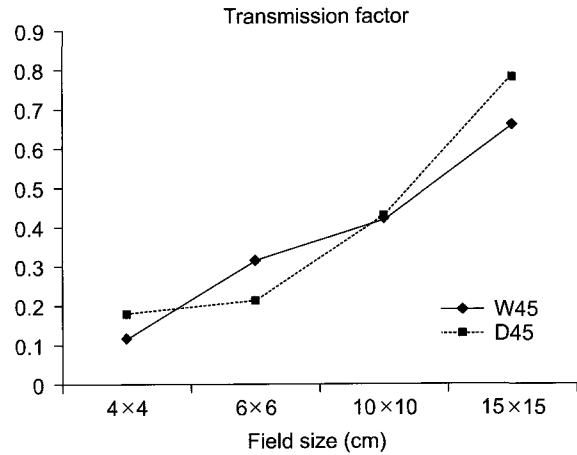


Fig. 7. Comparison of transmission factor using 45° wedge filter (W45) and 45° virtual wedge (D45) for field sizes 4x4 cm, 6x6 cm, 10x10 cm and 15x15 cm.

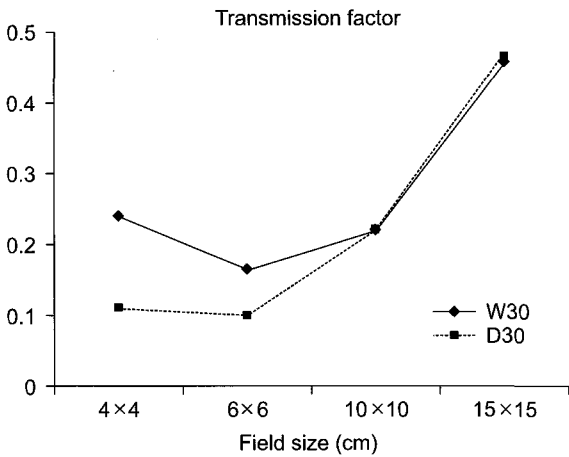


Fig. 6. Comparison of transmission factor using 30° wedge filter (W30) and 30° virtual wedge (D30) for field sizes 4x4 cm, 6x6 cm, 10x10 cm and 15x15 cm.

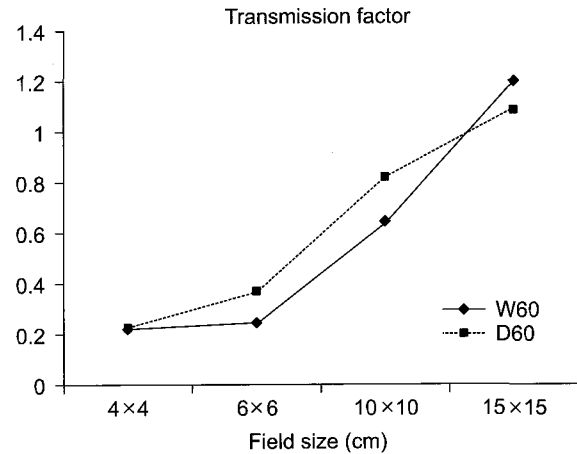


Fig. 8. Comparison of transmission factor using 60° wedge filter (W60) and 60° virtual wedge (D60) for field sizes 4x4 cm, 6x6 cm, 10x10 cm and 15x15 cm.

그리고 실제 썬기모양 보상체와 가상 썬기모양 보상체의 치료면적에 따른 썬기 각도에 대한 투과율의 특성은 Fig. 5~8에 나타내었다.

## 고 찰

유방암 환자의 방사선치료에서 가장 중요한 문제점은 첫째, 치료면적에 포함되는 폐의 부피의 정도이며, 둘째는 왼쪽 유방을 치료할 때 심장이 포함되느냐, 포함되지 않느냐이며, 혹은 심장이 포함될 때 어느 정도 포함되느냐 하는 문제이다. 셋째는 미용적으로 민감한 부피에 조사되는 방

사선량의 문제이다.

지금은 3차원 CT 영상을 이용하여 방사선치료계획을 하기 때문에 첫째 문제와 둘째 문제는 방사선치료계획 시에 해결된다. 셋째 문제는 방사선치료계획을 어떻게 하느냐에 따라 그 부피에 조사되는 선량은 달라질 수 있는 것이다. 특히 유방암 환자에서 적절한 선량분포를 얻기 위해서 사용하는 썬기모양 보상체는 총 조사선량을 증가시키며, 썬기모양 보상체에 부딪쳐서 생성되는 산란 방사선에 의하여 부피에 조사되는 방사선량은 증가하게 된다. 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 가상 썬기모양 보상체를 사용할 수 있다.

중심점에서의 측정선량의 차이는 실제 췌기모양 보상체와 가상 췌기모양 보상체에서 15도에서는 각각 0.7과 0.92를 나타내어 31.9%의 선량이득이 있었으며, 30도에서는 각각 0.54과 0.88를 나타내어 63.4%의 선량이득이 있었으며, 45도에서는 각각 0.48과 0.77를 나타내어 60.6%의 선량이득이 있었으며, 60도에서는 각각 0.40와 0.66를 나타내어 67.6%의 선량이득이 있어 치료기기의 수명과 환자의 치료 효과에 막대한 영향을 미침을 알 수 있다. 또한 실제 췌기모양 보상체와 가상 췌기모양 보상체에서 치료면적 10×10 cm의 대칭도의 비교에서 15도에서 2.3%, 30도에서 0.1%, 45도에서 1.7%를 나타내어 췌기의 각도에 따른 차이가 없음을 알 수 있으며, 단지 60도에서는 16.0%의 차이를 나타내어 사용에 좀 더 신중한 근접과 다른 장치가 필요함을 알 수 있다. 그리고 실제 췌기모양 보상체와 가상 췌기모양 보상체에서 치료면적의 크기에 따른 각각의 췌기 각도에 대한 투과율은 Fig. 5~8에서 볼 수 있듯이 거의 선형적으로 변함을 볼 수 있어 가상 췌기의 적용이 적합함을 알 수 있다. 치료면적의 크기에 따라 선형적으로 커지는 현상은 깊이에 따른 선량 백분율과 치료면적과의 관계에서 기인하는 효과일 것이다. 특히 피부비용에 민감한 유방암 환자에서 가상 췌기모양 보상체를 사용함으로써 전체 조사선량을 감소시킬 뿐만 아니라 췌기모양 보상체에서 산란되어 피부에 조사되는 산란선량도 감소시킬 수 있다.

### 결 론

유방암 환자에서 가상 췌기모양 보상체에 대한 적용을 위하여 실제 췌기모양 보상체와의 선량특성을 비교분석하였다. 실제 췌기모양 보상체와 가상 췌기모양 보상체에서 치료면적 10×10 cm의 대칭도의 비교에서 췌기의 각도에 따른 차이가 없음을 알 수 있었으며, 단지 60도에서는 16%의 차이를 나타내어 사용에 좀 더 신중한 근접과 다른 장치가 필요함을 알 수 있었다. 그리고 실제 췌기모양 보상체와 가상 췌기모양 보상체에서 치료면적의 크기에 따른 각각의 췌기 각도에 대한 투과율의 특성에서 대칭도의 비교는 거의 선형적으로 변함을 볼 수 있어 가상 췌기의 적용

이 적합함을 알 수 있었다.

### 참 고 문 헌

1. Fowble B, Orel SB, Jardines L: Conservative surgery and radiation for early-stage breast cancer. *Semina Roentgenol* 28: 279-288 (1993)
2. de la Rochefordiere A, Abner A, Silver B: Are cosmetic results following conservative surgery and radiation therapy for early breast dependent on technique? *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 23:925 (1992)
3. Fleck RS, McNeese M, Ellerbroek NA: Consequences of breast irradiation in patients with pre-existing collagen vascular diseases. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 17:829-833 (1989)
4. Bornstein BA, Cheng CW, Rhodes L: Can simulation measurements be used to predict the volume of lung within the radiation therapy treatment field in breast cancer patients? *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 18:181-187 (1990)
5. Hartsell WF, Murthv AK, Kiel KD: Technique for breast irradiation using custom blocks conforming to the chest wall contour. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 19:189-195 (1990)
6. Fourquet A, Campana F, Rosenwald J: Breast irradiation in the lateral decubitus position technique of the Institut Curie. *Radiother Oncol* 22:261-265 (1991)
7. Cross MA, Elson HR, Aron BS: Breast conservation radiation therapy technique for women with large breasts. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 17:199-203 (1989)
8. Khan FM, Potish RA: *Treatment Planning in Radiation Oncology*. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore (1998), pp. 476-488
9. Siddon RL, Buck BA, Harris JR: Three-feild technique for breast irradiation using tangential feild corner blocks. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 9:583-588 (1983)
10. Svensson GK, Bjarngard BE, Larsen RD: A modified three-feild technique for breast treatment. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 6:689-694 (1980)
11. International Commission on Radiation Units and Measurements. Determination of Absorbed Dose in a Patient Irradiated by Beams of x or Gamma-rays in Radiotherapy Procedures. Report No. 24. National Bureau of Standards, Washington, DC (1976)
12. Sewchand W, Khan FM, Williamson I: Variation in depth dose data between open and wedge Fields for 4 MV X-rays. *Radiology* 127:789 (1978)
13. Khan FM: *The Physics of Radiation Therapy*. 2nd ed, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia (2003), pp. 207
14. Khan FM: *The Physics of Radiation Therapy*. 2nd ed, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia (2003), pp. 313

## A Study on Dose Distribution using Virtual Wedge in Breast Cancer

Sung Kyu Kim, Sang Mo Yun

Department of Therapeutic Radiology & Oncology, College of Medicine,  
Yeungnam University, Daegu, Korea

In the radiation therapy for breast cancer patients, wedge shaped compensators are essentially used to achieve appropriate dose distribution because of thickness difference according to breast shapes. Tangential irradiation technique has usually been applied to radiation therapy for breast cancer patients treated with breast conservative surgery. When a primary beam is incident on wedge shaped compensators from medial direction in tangential irradiation technique, low energy scattered radiation is generated and gives additional dose to the breast surface. As a method to reduced additional dose to breast surface, the use of virtual wedge shaped compensator is possible. Eclipse radiation treatment planning (RTP) systems installed at our institution have virtual wedge shaped compensator for radiation therapy treatment planning. The dose distributions of 15, 30, 45, 60 degree physical wedges and virtual wedges were measured and compared. Results showed that there was no significant differences in symmetry of  $10 \times 10$  field among various wedge angles. When the transmission factor was compared, transmission factor increased linearly as the wedge angle increased. These results indicates that the application of virtual wedge in clinical use is appropriate.

**Key Words:** Breast cancer, Wedge compensators, Virtual wedge compensators, Symmetry, Transmission factor