

# 인공 유방 확대술을 받은 환자의 유방암 치료 시 크기에 따른 반대 측 유방의 피폭 선량 및 차폐 효율 평가

서울대학교병원 방사선종양학과

김종욱 · 우 현 · 정현학 · 김경아 · 김찬용 · 유숙현

**목 적** : 인공 유방 확대술을 받은 환자가 유방암 방사선치료를 받을 경우 유방의 크기별로 치료 조사야와의 거리에 따른 치료반대 측 유방조직에 피폭되는 선량 및 차폐의 효율성을 평가해 보고자 한다.

**대상 및 방법** : 인체팬텀(Rando-phantom)을 이용하여 유방 모형의 크기별 (200 cc ~ 500 cc) CT영상을 획득한 후 크기 별로 일 선량 180 cGy의 왼쪽 유방암 방사선 치료계획을 세웠다. 유방 모형이 커질수록 치료 반대 측 유방모형의 표면과 X선의 진행지점 사이에 발생하는 거리가 가까워지게 설정하였고, 체표에 입사하는 선속중심축을 기준으로 3 cm, 6 cm 떨어진 점에서 반대측 유방 표면에 수직으로 내린 거리를 각 A point, B point로 설정하였다. 그리고 유두지점에서 외측으로 2 cm 되는 점을 C point, 체표중앙에서 외측으로 6 cm 되는 점을 D point로 설정하였다. 유방 모형의 크기별로 각 측정지점에 MOSFET을 부착하여 6 MV, 10 MV, 15 MV의 X선 에너지로 조사하여 측정하였다. 이와 동일한 조건으로 납 2 mm의 두께로 차폐한 후의 선량 값과 납 2 mm 아래에 bolus 3 mm를 부착하여 차폐한 후의 선량 값을 얻었다.

**결 과** : 유방 모형이 200 cc에서 500 cc로 커짐에 따라 유방 모형의 표면과 X선의 진행지점과의 거리가 A point에서는 2.14 cm에서 최대 1.23 cm으로 근접하였고 B point에서는 2.55 cm에서 1.31 cm으로 근접하였다. 유방 모형의 크기에 따라 180 cGy 기준으로 200 cc 대비 500 cc의 산란선 측정값이 A point에서 3.22 ~ 4.17%, B point에서 4.06 ~ 6.22%, C point는 0.4~0.5% 증가하였고, D point에서는 크기별로 측정값의 차이가 0.4% 미만이었다. X선 에너지가 커짐에 따라 6 MV 대비 15 MV X선에서 180cGy 기준으로 산란선이 A point에서는 4.06~5%, B point에서는 2.85~4.94%, C point에서는 0.74~1.65% 증가하였고, D point에서는 측정값 차이가 0.4% 미만이었다. 차폐체로 납 2 mm를 사용하였을 경우 A와 B point에서 평균 9.74%, C point에서 2.8%, D point에서 1% 미만의 산란선 감소효과가 있었고, 납과 bolus를 함께 차폐하였을 경우 A와 B point에서 평균 9.76%, C point에서 2.2%, D point에서 1% 미만의 산란선 감소효과가 있었다.

**결 론** : 일반적으로 인공 유방 확대술을 받은 환자의 경우 유방의 크기에 따라 치료 반대편 유방 표면과 치료조사야의 거리가 가까울수록 유방 표면이 받는 산란선이 증가하였다. 동일한 크기의 유방 모형에서는 사용 X선 에너지가 커질수록 산란선에 의한 피폭이 증가하는 경향을 보였고, 이는 사용 X선의 에너지 선택에 있어 유방암의 방사선 치료계획에서 허용되는 한도에서는 낮은 X선 에너지의 사용이 반대측 유방의 선량 감소에 유리할 것으로 여겨진다.

**핵심용어** : 인공 유방 확대술, 반대측 유방, 피폭 선량, 차폐 효율

## 서 론

유방암은 여성암중 높은 비중을 차지하는 대표적인 질병 중 하나이다.<sup>1)</sup> 한국유방암학회에서는 젊은 환자의 유방암 발생 비율이 점점 늘어나고 있다고 발표하였고, 최근 젊은 나이의 유방암에 대한 관심이 증가하고 있다.<sup>2)</sup> 최근에는 암 치료 기술의 발전과 더불어 환자의 생존기간이 길어짐에 따라 치료 이후의 삶의 질을 증진하고, 부작용을 줄이는 노력

에 더욱 관심이 집중되고 있다. 유방암 치료의 경우 대부분 전통적인 방사선 치료 방법인 점선방향의 방사선 치료를 시행하고 있으나, 치료기법의 발전에 따라 최근에는 점선방향의 치료방법의 큰 틀은 유지하면서 세기조절방사선치료(intensity modulated radiation therapy, IMRT) 및 FIF(Field in Field) technique 등이 시도되고 있다.<sup>3)</sup> 이러한 기법들을 적용함으로써 선량분포의 균등성 또한 향상되었다.<sup>4,5)</sup>

하지만 이러한 치료기법의 발전에도 불구하고, 다엽 콜리메이터 및 여러 요인에 의해 발생하는 반대편 유방의 피폭 산란선은 피할 수 없다.

유방암이 다른 암종에 비해 비교적 생존율이 높지만<sup>6)</sup>, 그

본 논문은 2014년 9월 14일 접수하여 2014년 12월 2일 채택되었음.  
책임저자 : 김종욱, 서울대학교병원 방사선종양학과  
서울시 중로구 연건동 28번지  
Tel : 02)2072-4947  
E-mail : skcamel@naver.com

동안 방사선치료환자와 2차 암 발생에 대한 수많은 연구들을 통해 일정수준 이상의 방사선이 2차 암 발생확률을 높인다는 사실 또한 잘 알려져 있다.<sup>7)</sup>

산란선에 의한 치료 반대측 유방의 방사선 피폭은 적은 선량의 방사선이라도 2차적인 암발생 위험을 높일 수 있으므로 반대쪽 유방의 피폭선량을 최소화하는 노력이 필요하다.

최근에는 미용을 위한 인공 유방 확대술을 받은 환자의 수가 증가하는 추세이며, 이런 경우 일반적으로 유방의 외형이 바로누운자세에서 원래의 모양을 유지하게 된다. 따라서 유방의 크기가 커질수록 치료 반대 측 유방의 표면이 X선의 진행지점과 근접하게 되어 산란선에 의한 피폭량이 증가할 것으로 여겨진다.

따라서 본 논문에서는 인공 유방 확대술을 받은 환자가 유방의 크기별로 산란선의 영향을 얼마나 받는지 알아보고자 인체팬텀을 이용하여 유방 모형의 크기에 따른 치료 반대 측 유방이 받는 산란선의 양을 X선 에너지 별로 측정하고, 차폐체를 사용하였을 경우 얼마만큼의 감소효과가 있는지를 알아보하고자 한다.

## 대상 및 방법

### 1. 실험 장비 및 재료

- Humanoid phantom(Anderson Rando phantom, USA))
- CT simulator(philips, Netherlands)
- MOSFET(Best Medical Canada, Ottawa, ON)
- Eclipse (version 10.0, Varian, USA)
- TrueBeam STX(Varian medical system, Palo Alto, CA)

### 2. 실험 방법

유방암 환자의 치료 시와 동일하게 Breast board에 humanoid phantom을 고정하고, 200 cc, 300 cc, 400 cc, 500 cc의 유방모형을 부착하여 CT simulator(Brilliance Big Bore, Philips, Netherlands)로 촬영하여 영상을 획득하였다. 이것을 전산화치료계획시스템(Eclipse 10.0, Varian, USA)을 이용하여 왼쪽 유방에 6 MV, 10 MV, 15 MV 접선 2문 조사로 dynamic Wedge를 사용한 일 선량 180 cGy의 치

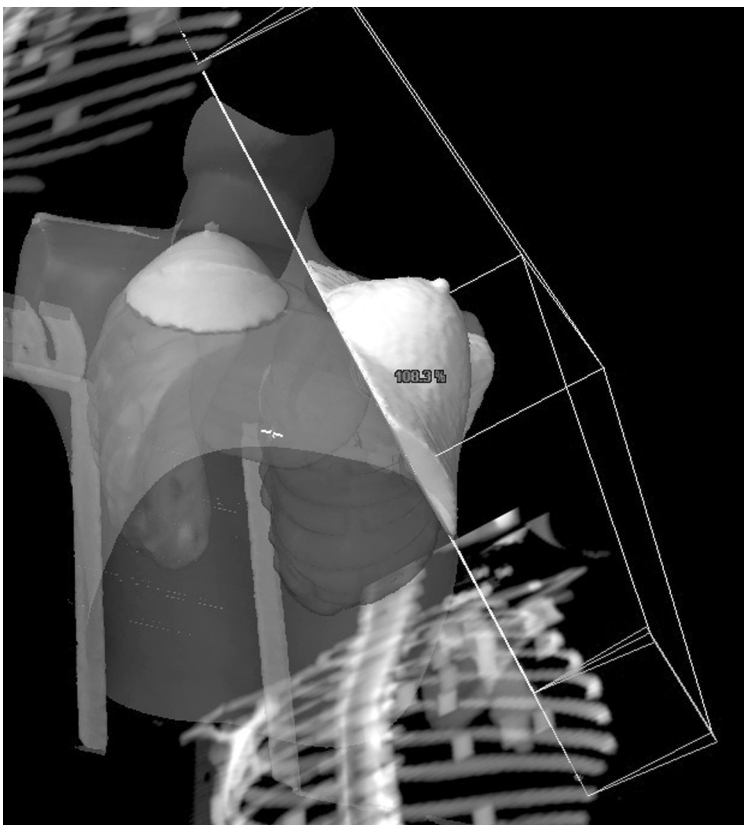


Fig 1. Radiation therapy of left breast

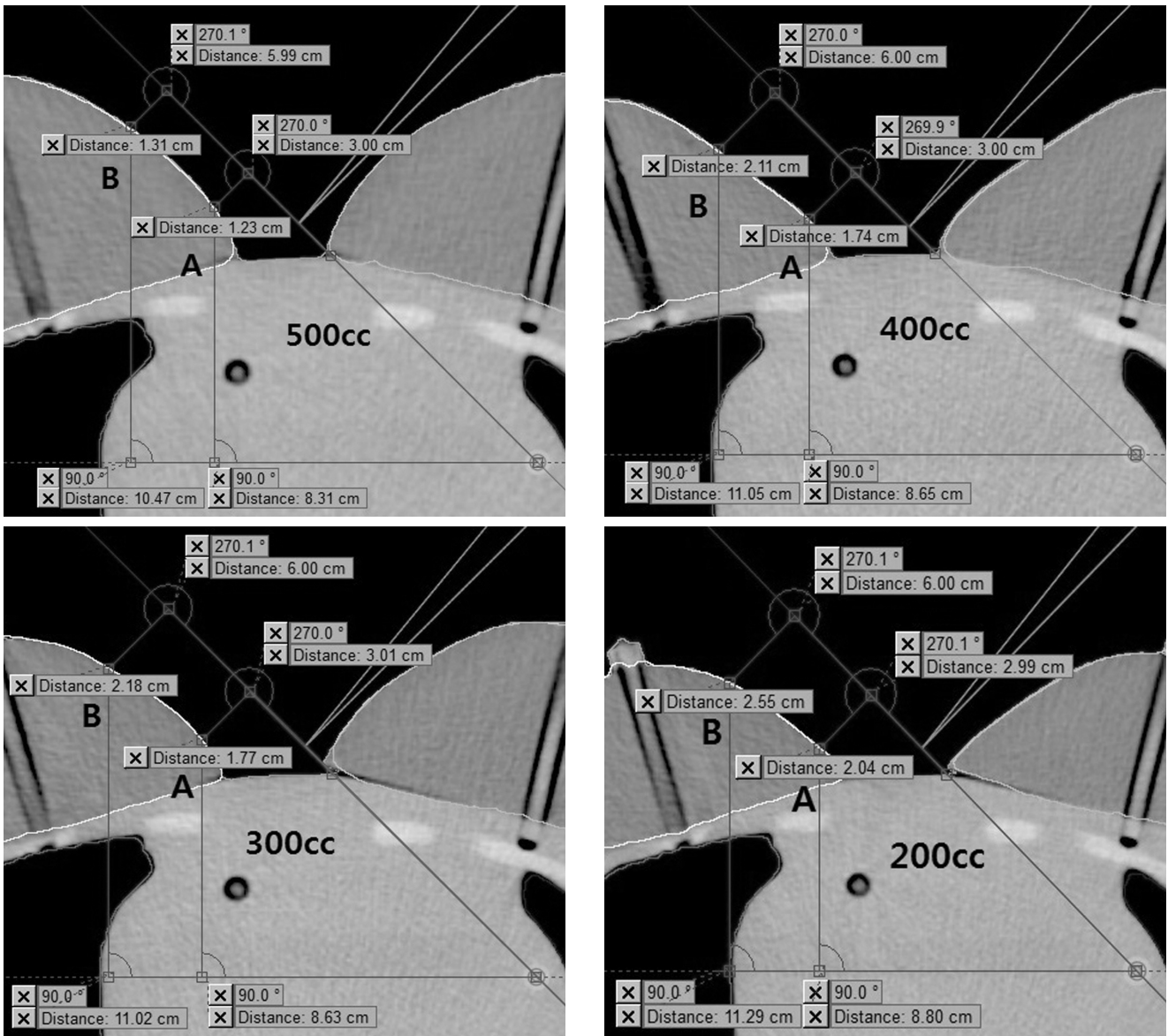


Fig 2. The distance between A-point and B-point by breast size

료계획을 세웠다.(Fig. 1)

치료 반대 측 유방모형에서 산란선의 영향을 동일한 조건에서 측정하기 위해 각 유방 크기 별 gantry angle을 315°, 135°로 고정하였고, isocenter 또한 동일한 좌표로 설정하였다.

조사야와 유방 표면이 근접하는 지점을 측정하기 위하여 RAO 조사야의 내측면이 인체팬텀에 입사하는 지점에서 선속의 경계면을 따라 3 cm와 6 cm 떨어진 지점에서 수직으로 내린 오른쪽 유방 모형의 표면지점을 각 A point, B point로 설정하였고(Fig. 2), 오른쪽 유방 모형의 유두 부분에서 외측으로 2 cm 이동한 지점을 C point(Fig. 3), 유방과

흉벽 경계지점의 산란선량을 알아보기 위해 인체팬텀의 중앙선에서 6 cm 외측으로 이동한 흉벽(chest wall)부분을 D point로 설정하여(Fig. 4), MOSFET 선량계를 각 지점에 부착하였고, 유방 모형의 크기별로 A와 B point에서 조사야까지의 거리를 측정하였다.

본원의 TrueBeam STX(Varian medical system, Palo Alto, CA)를 사용하여 200 cc, 300 cc, 400 cc, 500 cc의 유방 모형의 크기별로 6 MV, 10 MV, 15 MV의 치료계획 선량을 조사하고, 반대측 산란선량을 3회 반복 측정하였다. 또한 동일한 조건에서 반대편 유방을 차폐한 후의 산란선을 측정하기 위해 납 2 mm와 납 2 mm에 bolus 3 mm를 아래

**Table 1.** The distance between A-point and B-point by breast size

breast size	A point	B point
200 CC	2,04 cm	2,55 cm
300 CC	1,77 cm	2,18 cm
400 CC	1,74 cm	2,11 cm
500 CC	1,23 cm	1,31 cm

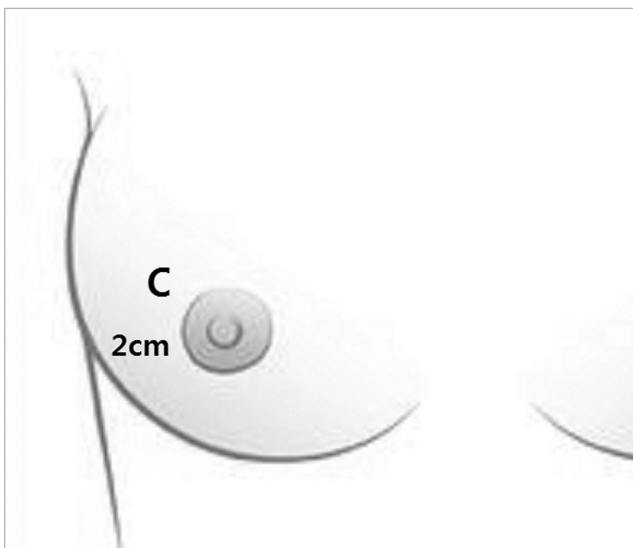
에 겹친 2가지 방법으로 반대편 유방 전체를 덮은 후 측정하였다.

### 결 과

A point 및 B point에서 유방 표면과 RAO 조사야 내측면의 거리가 200 cc에서 2.04 cm, 2.55 cm, 300 cc는 1.77 cm, 2.18 cm, 400 cc는 1.74 cm, 2.11 cm, 500 cc는 1.23 cm, 1.31 cm으로 측정되었다.(Table. 1)

유방 모형의 크기별(200 cc ~ 500 cc)로 X선을 조사했을 때 6 MV에서 A point는 180 cGy 대비 산란선이 9.44%, 11%, 11.44%, 12.78%, B point는 9.11%, 9.89%, 10.11%, 13.17%, C point는 3.21%, 3.44%, 4.44%, 4.16%로 측정되었다.

10 MV로 조사했을 경우 A point에서 11.39%, 13.67%, 14.28%, 15.56%, B point에서 10.28%, 12.28%, 12.39%, 16.50%, C point에서 4.18%, 4.23%, 4.53%, 5%로 측정되었다. 15MV로 조사했을 경우는 A point에서 13.5%, 16%,



**Fig 3.** Distance of C point

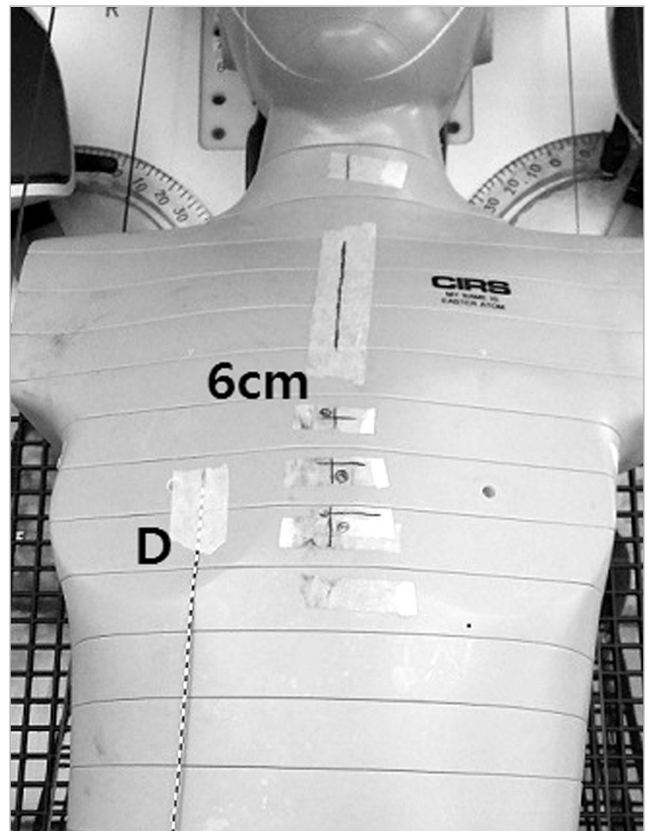
16%, 17.39%, B point에서 12.06%, 13.78%, 14.83%, 18.11%, C point에서 4.86%, 4.69%, 5.18%, 5.67% 측정되었다.(Fig 5~7)

D point는 모든 유방 모형의 크기 및 X선 에너지에서 1.96~2.39%로 비슷한 값이 측정되었다.

차폐체로 납 2 mm를 사용하였을 경우 차폐를 하지 않은 산란선 대비 A point에서 6.03~13.88%(평균 10.04%), B point에서 6.75~13.21%(평균 9.42%), C point에서 평균 2.94%, D point에서 1% 미만의 산란선 감소효과가 있었고, 납 2 mm에 bolus 3 mm를 부착하였을 경우 A point에서 6.18~13.12%(평균 9.94%), B point에서 6.74~13.8%(평균 9.5%), C point에서 1.95~3.89%(평균 3.12%), D point에서 1% 미만의 산란선 감소효과가 있었다.(Fig 8~19)

### 결 론

일반적으로 인공 유방 확대술을 받은 환자의 경우 누운 자세에서도 유방의 모양이 유지되고, 경우에 따라서는 유방



**Fig 4.** D point of chest wall

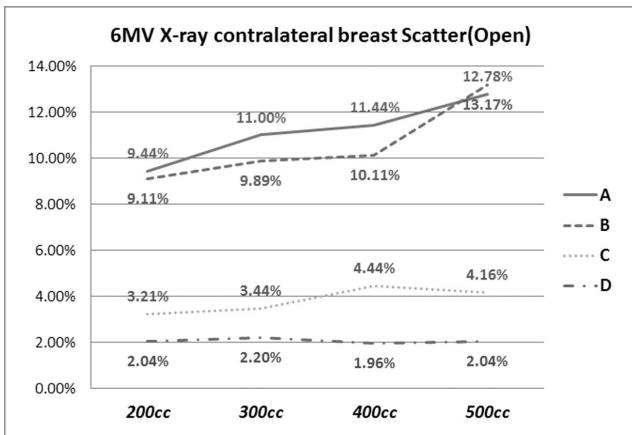


Fig 5. The dose of the scattered ray on the contralateral breast at 6MV X-ray

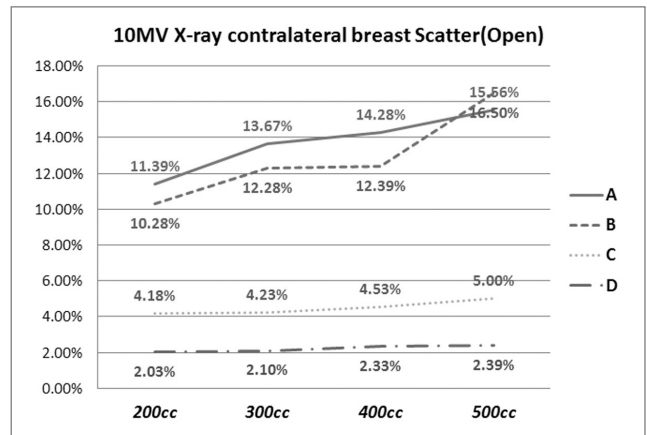


Fig 6. The dose of the scattered ray on the contralateral breast at 10MV X-ray

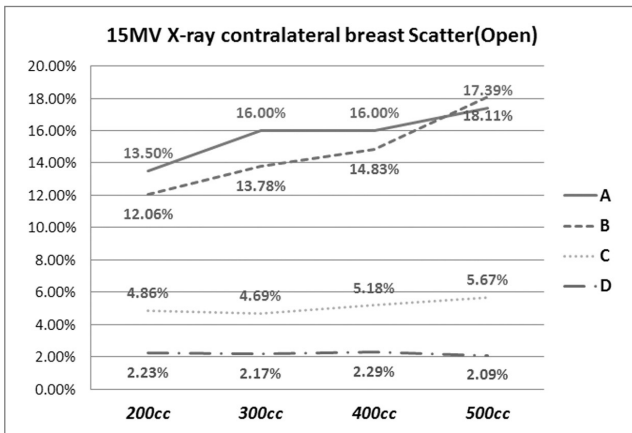


Fig 7. The dose of the scattered ray on the contralateral breast at 15MV X-ray

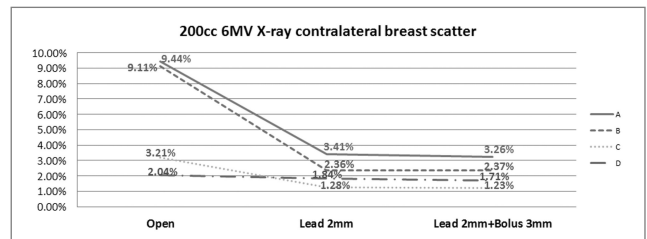


Fig 8. The dose of the scattered ray on the contralateral breast(200cc) at 6MV X-ray

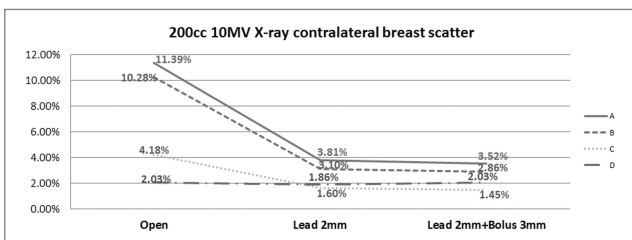


Fig 9. The dose of the scattered ray on the contralateral breast(200cc) at 10MV X-ray

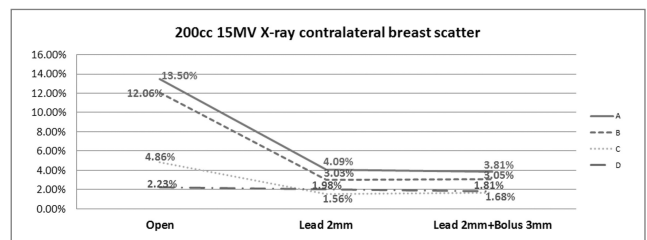


Fig 10. The dose of the scattered ray on the contralateral breast(200cc) at 15MV X-ray

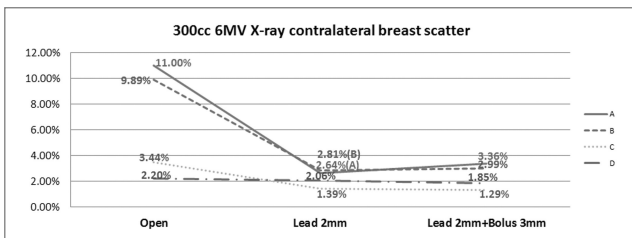


Fig 11. The dose of the scattered ray on the contralateral breast(300cc) at 6MV X-ray

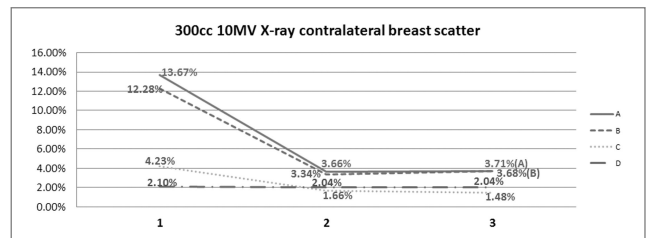


Fig 12. The dose of the scattered ray on the contralateral breast(300cc) at 10MV X-ray

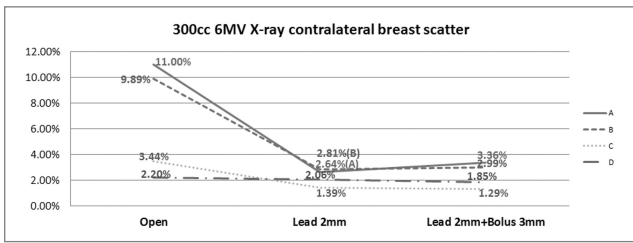


Fig 13. The dose of the scattered ray on the contralateral breast(300cc) at 15MV X-ray

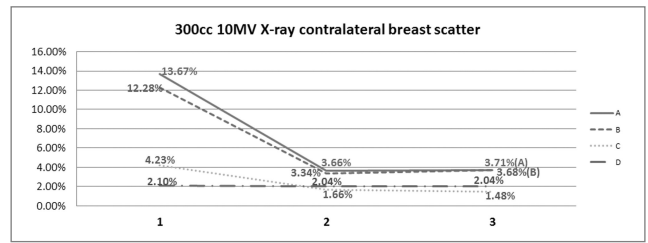


Fig 14. The dose of the scattered ray on the contralateral breast(400cc) at 6MV X-ray

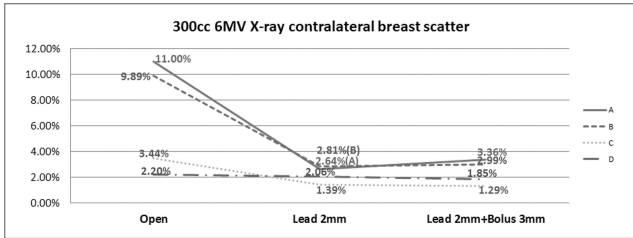


Fig 15. The dose of the scattered ray on the contralateral breast(400cc) at 10MV X-ray

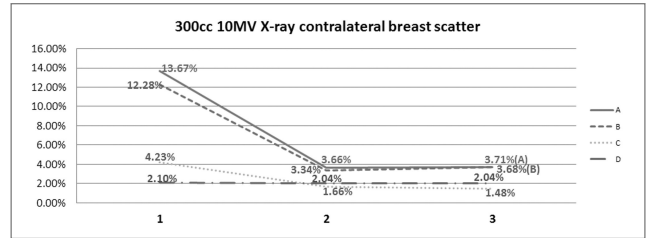


Fig 16. The dose of the scattered ray on the contralateral breast(400cc) at 15MV X-ray

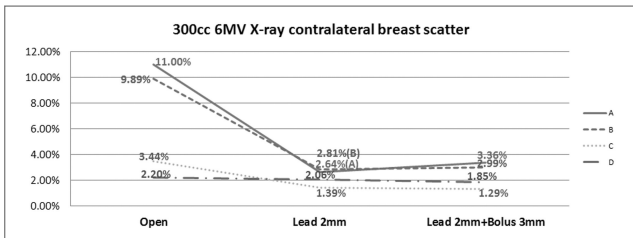


Fig 17. The dose of the scattered ray on the contralateral breast(500cc) at 6MV X-ray

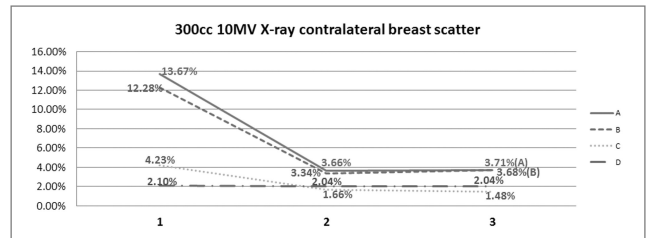


Fig 18. The dose of the scattered ray on the contralateral breast(500cc) at 10MV X-ray

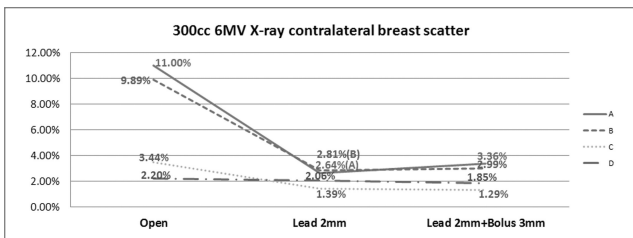


Fig 19. The dose of the scattered ray on the contralateral breast(500cc) at 15MV X-ray

암 치료 시 반대측 유방이 방사선의 조사면에 매우 근접하게 되며 이러한 경우에는 산란선에 의한 치료 반대측 유방에서 받는 피폭량에 주의할 필요가 있다고 여겨진다. 본 연구의 실험에서도 방사선 치료에 주로 사용되는 10 MV X선의 경우 최소 크기인 200 cc의 유방모형을 기준으로 크기에 따라 2~6.22%(3.6~11.2 cGy)까지 산란선의 측정값이 증가하였고, 최대 크기인 500 cc(B point, 거리 1.31 cm)에서는 산란선 값이 18.11%(32.6 cGy)가 측정되어, 유방 모형과

조사면의 거리에 따른 반대편 유방의 피폭량이 유의하게 증가한다는 것을 확인하였다. 이는 일정수준 이상의 방사선 피폭이 2차적인 암발생 위험을 높일 수 있으므로 납 및 bolus를 이용한 차폐를 고려해야 할 필요가 있다고 사료된다. 또한 이런 경우 납과 bolus가 가지는 무게로 인해 차폐물이 조사면에 근접하게 되므로 차폐를 계획한 경우는 두께 및 무게를 고려한 적절한 차폐방법의 선택이 선행되어야 할 것으로 여겨진다.

동일한 크기의 유방 모형에서 사용 X선 에너지가 커질수록 반대측 유방에 산란선으로 인한 피폭이 증가하는 경향을 보였다. 이는 산란선에 대한 고려가 필요한 치료계획 시 에너지 선택에 있어 유방암의 방사선 치료계획에서 허용되는 한도내에서 낮은 X선 에너지의 사용이 반대측 산란선 감소에 유리할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

1. Jemal A, Bray F, Center MM, Ferlay J, Ward E, Forman D: Global cancer statistics. *CA Cancer J Clin* 2011;61:69-90
2. 송병주, 손병호 외 : 2006-2008 유방암 백서 Breast cancer facts & figures. *한국유방암학회* 2008;5-7
3. Yerko OB, Mohammad S, Marsha D. MN, et al : Multileaf field-in-field forward-planned intensity-modulated dose compensation for whole-breast irradiation is associated with reduced contralateral breast dose: A phantom model comparison. *Radiother Oncol* 2007;82:324-328
4. Chang SX, Deschesne KM, Cullip TJ, et al : A comparison of different intensity modulation treatment techniques for tangential breast irradiation. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1999;45:1305-1314
5. Vicini FA, Sharpe M, Kestin L, et al : Optimizing breast cancer treatment efficacy with intensity-modulated tangential beam irradiation of the intact breast. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1999;44:1155-1164
6. 박효원, 강구정, 정기용 등 : 유방암 환자의 생존율. *대한외과학회지* 1996;50:322-329
7. Xu XG, Bednarz B, Paganetti H: A review of dosimetry studies on external-beam radiation treatment with respect to second cancer induction. *Phys Med Biol* 2008;53:193-241

---

Abstract

## The evaluation of contralateral breast's dose and shielding efficiency by breast size about breast implant patient for radiation therapy

Department of Radiation Oncology, Seoul National University Hospital, Seoul, Korea

Jong Wook Kim · Heon Woo · Hyeon Hak Jeong · Kyeong Ah Kim · Chan Yong Kim · Suk Hyun Yoo

---

**Purpose :** To evaluate the dose on a contralateral breast and the usefulness of shielding according to the distance between the contralateral breast and the side of the beam by breast size when patients who got breast implant receive radiation therapy.

**Materials and Methods :** We equipped 200 cc, 300 cc, 400 cc, and 500 cc breast model on the human phantom (Rando-phantom), acquired CT images (philips 16channel, Netherlands) and established the radiation treatment plan, 180 cGy per day on the left breast (Eclipse™ ver10.0.42, Varian Medical Systems, USA) by size.

We set up each points, A, B, C, and D on the right(contralateral) breast model for measurement by size and by the distance from the beam and attached MOSFET at each points. The 6 MV, 10 MV and 15 MV X-ray were irradiated to the left(target) breast model and we measured exposure dose of contralateral breast model using MOSFET. Also, at the same condition, we acquired the dose value after shielding using only Pb 2 mm and bolus 3 mm under the Pb 2 mm together.

**Results :** As the breast model is bigger from 200 cc to 500 cc, The surface of the contralateral breast is closer to the beam. As a result, from 200 cc to 500 cc, on 180 cGy basis, the measurement value of the scattered ray inclined by 3.22 ~ 4.17% at A point, 4.06 ~ 6.22% at B point, 0.4~0.5% at C point, and was under 0.4% at D point. As the X-ray energy is higher, from 6 MV to 15 MV, on 180 cGy basis, the measurement value of the scattered ray inclined by 4.06~5% at A point, 2.85~4.94% at B point, 0.74~1.65% at C point, and was under 0.4% at D point. As using Pb 2 mm for shield, scattered ray declined by average 9.74% at A and B point, 2.8% at C point, and is under 1% at D point. As using Pb 2 mm and bolus together for shield, scattered ray declined by average 9.76% at A and B point, 2.2% at C point, and is under 1% at D point.

**Conclusion :** Commonly, in case of patients who got breast implant, there is a distance difference by breast size between the contralateral breast and the side of beam. As the distance is closer to the beam, the scattered ray inclined.

At the same size of the breast, as the X-ray energy is higher, the exposure dose by scattered ray tends to incline. As a result, as low as possible energy within the plan dose is good for reducing the exposure dose.

---

Keyword :