유방암환자의 세기조절방사선치료에서 피부선량 평가

영남대학교 의과대학 방사선종양학교실

김성규 · 김명세 · 윤상모

유방암 환자의 유방보존절제술 후 방사선치료를 시행하는 경우에서 비껴방향치료방법과 세기조절방사선치료를 시행한 두 경우에 피부에 조사되는 표피 흡수선량을 비교, 분석하여 유방암 환자에서 세기조절방사선치료시 피부선량의 특성을 살펴보았다. 비껴방향치료방법과 세기조절방사선치료에 대한 두 가지 방법으로 치료계획을 시행하여 유방 피부에 조사되는 계산선량과 TLD로 측정한 측정선량을 비교하였다. 선량측정은 유두가 있는 지점을 지나도록 몸의 중심에서 가장자리 방향으로 1 cm 간격으로 피부 흡수선량을 측정하였다. 비껴방향방사선치료에서 PTV에 180 cGy 방사선량을 계획할 때, 유방 표피에서 계산선량은 103.6 cGy에서 155.2 cGy 사이를 나타내었고, 측정선량은 107.5 cGy에서 156.2 cGy 사이를 나타내었으며, 중심부위의 피부선량이 가장자리 피부선량보다 최대 1.45배 많이 조사되었다. 세기조절방사선치료에서는 PTV에 180 cGy 방사선량을 계획할 때, 유방 표피에서 계산선량은 9.8 cGy에서 80.2 cGy 사이를 나타내었고, 측정선량은 8.9 cGy에서 77.2 cGy 사이를 나타내었으며, 중심부위의 피부선량이 가장자리 피부선량보다 최대 0.23배 적게 조사되었다. 비껴방향방사선치료에서 보다 세기조절방사선치료에서 피부에 조사되는 방사선량이 평균적으로 3.5배 적어서 방사선 치료에 의한 피부 위해를 줄일 수 있다.

중심단어: 비껴방향방사선치료, 세기조절방사선치료, 피부선량, TLD측정

서 론

유방암은 선진국 여성들에게 가장 흔한 악성 종양으로 알려져 있으며, 2000년 보건복지부 통계에 의하면 국내에서도 여성암 중에서 위암 다음으로 흔한 악성 종양으로 점차 증가되는 추세이며, 2002년 통계에는 위암을 제치고 1위를 차지하고 있다.[1] 다행히 발병율은 증가하였으나 서구 유럽에 비하여 유방암으로 인한 사망률이나 발병률은 아직 낮다. 그러나 문제점은 한국 여성에서는 유방암의 호발 연령이 낮다는 것이다. 유방암에 걸리는 평균 년령이 1990년대에는 50대 이었으나, 2000년대에 들어서면서 40대가 38.9%로 수위를 차지하고 있으며, 그 다음이 50대와 30대 순이다.[1] 최근에 유방암 조기진단으로 초기에 발견되는 경우가 많아 유방을 제거하는 유방절제술보다 유방을 보존하는 유방보존술을 시행한 후 방사선치료를 시행하는 환자가 증가하고 있다. 유방암은 환자마다 병변의 위치와 크기가 달라서 유방 내에 균일한 방사선을 조사하기 위해서는 그 환자에게 적절한 방사선치료계획을 수립하는 것이 필요하다. 1990년대 이후에는 CT를 이용한 3차원 방사선치료계획이 시행되어 선량분포를 균일하게 조사할 수 있었으며, 또한 정상조직의 방사선 피폭을 감소시켜 방사선치료에 의한 부작용을 감소시킬 수 있었다[2]. 2000년대 들어 세기조절방사선치료(Intensity Modulated Radiation Therapy, IMRT)가 전립선암과 두경부암을 시작으로 시행되면서 유방암, 폐암, 간암 등 모든 부위의 암에 까지 치료가 적용되고 있다.

3차원 치료계획에의한 세기조절방사선치료를 시행할 때 악성 종양 부위에 대한 정확한 방사선량과 선량분포는 월등하게 향상되었다. 그렇지만 세기조절방사선치료에서는 비껴방향방사선치료에 비해 MU가 크기 때문에 유방의 피부에 조사되는 방사선량에 대해서는 확인이 필요하다. 특히 40대의 젊은 유방암 환자에서는 방사선에 의한 피부의 위해에 대한 고려는 종양치료 만큼 중요할 수 있다. 특히 40대의 젊은 유방암 환자에서는 방사선의 피부에 대한 위해에 대한 고려도 종양치료 만큼 중요할 수 있다. 일반적으로 유방암 환자의 방사선치료에서 유방의 모양에 따른 유두의 윗부분과 폐쪽의 아랫부분의 두께의 차이 때문에 적절한 선량분포를 얻기 위해서는 쐐기모양 보상체를 사용하

이 논문은 2007년 8월 20일 접수하여 2007년 9월 28일 채택되었음.
책임저자 : 김성규, (712-749)
영남대학교 의과대학 방사선종양학교실
Tel: 053)620-3373, Fax: 053)624-3599
E-mail: skkim@ynu.ac.kr

여 비껴방향치료방법(Tangential field techinique radiotherpy)으로 치료를 한다. 여기서는 유방암 환자에서 비껴방향치료방법으로 시행한 경우와 세기조절방사선치료를 시행한 경우에서 피부에 조사되는 흡수선량을 비교, 분석하여 유방암 환자에서 세기조절방사선치료시 흡수선량의 특성에 대하여 살펴보고자 한다.

재료 및 방법

본 연구에서는 120 다엽콜리메타(Multileaf Collimater, MLC)가 장착된 선형가속장치(Varian, 21EX-S, USA)와 선량분포 최적화 역계산 치료계획장치인 ECLIPSE 시스템(Varian, SomaVision 6.5, USA)을 사용하였다. 본원이 보유하고 있는 인체모형 팬텀(Rando Phantom)을 3 mm 두께로 CT 단층 영상을 획득하고, 획득한 CT 영상을 Varis 시스템으로 전송하여 치료계획장치에서 비껴방향치료방법과 세기조절방사선치료에 대한 치료계획을 시행하였다. 치료계획에서 유방 표피에 조사되는 계산선량은 Fig. 1과 같이 유두가 있는 지점을 지나도록 몸의 중심에서 가장자리 방향으로 1 cm 간격으로 TLD's (LiF) 칩이 부착되어있는 칩의 중심부위의 표피 19 지점을 계산하였으며, 유방 표피에서 흡수선량은 TLD's (LiF) 칩을 직접 부피에 부착하여 계산점과 동일한 19 지점에 대하여 방사선 조사 후 측정한 측정선량을 비교, 검토하였다. TLD 칩의 크기는 0.3175×0.3175×0.0889 cm^3이었으며, 방사선 조사 후 TLD 선량측정은 본원이 갖고 있는 Harshaw TLD (BICRON, M5500, USA)를 사용하였다. TLD's (LiF) 19개 칩의 기준선량은 SSD 100 cm, 조사면적 10 cm×10 cm 조건에서 아크릴펜텀 1.5 cm 깊이에 칩을 놓고 6 MV 방사선을 100 MU 조사하여 각각 칩에 대한 기준 방사선량을 정하였으며, TLD'(LiF) 19개 칩을 다시 오븐에 넣어 4시간 동안 어닐링하여 초기화된 칩을 유방의 측정지점에 부착하여 사용하였다.

비껴방향치료방법에 대한 치료계획은 일반적으로 유방암 환자에게 적용하고 있는 중심 쪽에서 가장자리 쪽으로 치료하는 빔에서는 쐐기모양 보상체가 없이 6 MV 에너지로 90 cGy를 계획 하였으며, 가장자리 쪽에서 중심 쪽으로 치료하는 빔에서는 인체모형펜텀의 유방의 모양과 크기에 따라 15도 쐐기모양 보상체를 사용하여 6 MV 에너지로 PTV 내의 c1점에 180 cGy가 조사되도록 계획하였다. 그리고 세기조절방사선치료에서는 6 MV 에너지로 120, 105, 90, 10, 300, 그리고 285도의 6개 빔을 사용하였으며, 제약조건은 PTV에 180 cGy를 25회 총 4,500 cGy를 조사할 때 최소선량이 4,450 cGy 이상이 100%, 최대선량이 5,050 cGy 이상이 0%가 되도록 하였으며, 폐에 조사되는 선량에 대한 최대 허용선량은 V20이 5% 이하가 되는 것을 100%가 되도록 하였다.

결 과

비껴방향치료방법의 치료계획 결과는 Fig. 2에서와 같은 선량분포를 얻었다. 그리고 세기조절방사선치료계획에서 6 MV 에너지로 120, 105, 90, 10, 300, 그리고 285도의 6개 빔

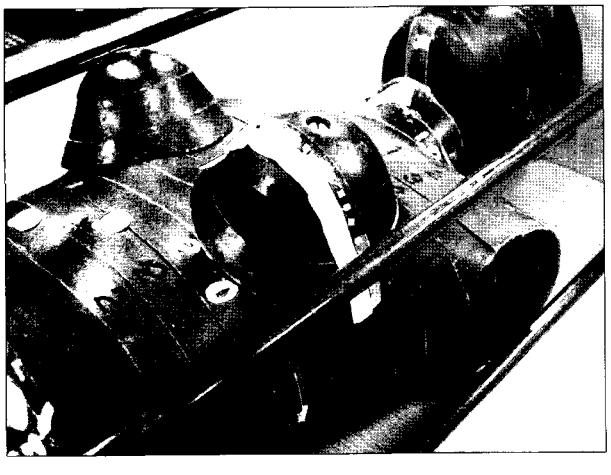

Fig. 1. The dose measurement points (1~19) of TLD in Rando Phantom.

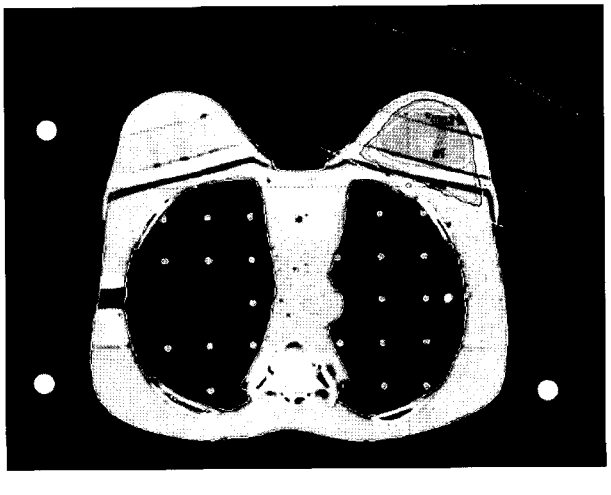

Fig. 2. The planned dose distribution in tangential technique radiotherapy.

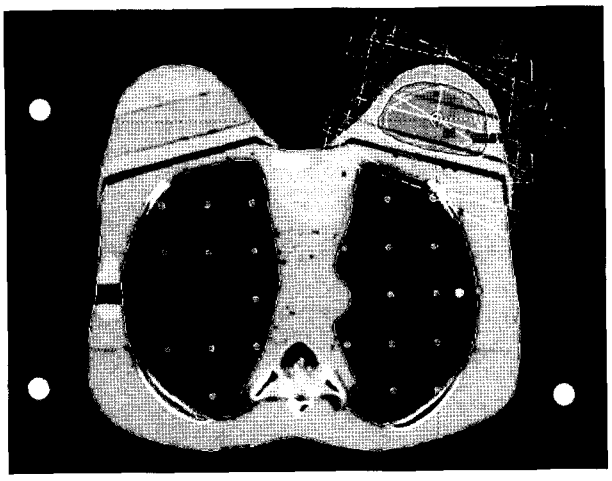

Fig. 3. The planned dose distribution in IMRT technique using 6 direction beams.

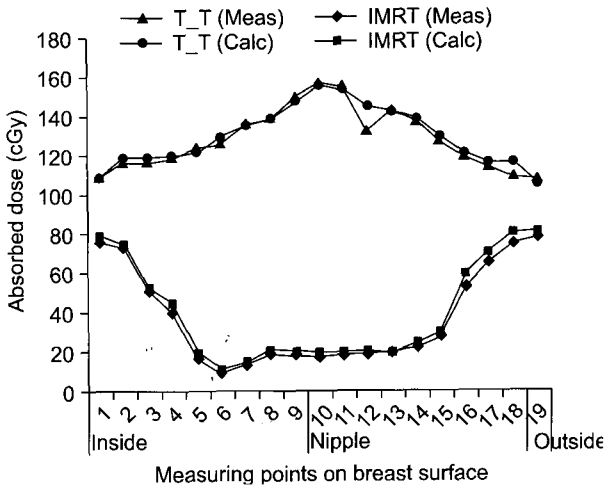

Fig. 4. Measured absorbed dose distributiond using TLD's on the 19 points of breast surface for tangential techinique radiotherapy and intensity modulated radiation therapy.

Table 1. Distribution of skin absorbed dose in tangential field technique radiotherapy and IMRT for breast cancer (Radiation dose to PTV was planned to 180 cGy).

Point	IMRT (cGy)		Tangential technique (cGy)		IMRT/T_T Meas (Calc)
	Meas. Val.	Calc. Val.	Meas. Val.	Calc. Val.	
1	75.1	78.2	108.3	107.2	0.69 (0.73)
2	72.2	74.0	115.7	118.1	0.62 (0.63)
3	50.9	52.1	116.8	118.3	0.44 (0.44)
4	39.2	44.0	118.6	118.8	0.33 (0.37)
5	15.9	18.4	123.6	120.6	0.13 (0.15)
6	8.9	9.8	125.7	127.9	0.07 (0.08)
7	12.9	13.8	135.7	135.0	0.10 (0.10)
8	18.2	19.6	138.9	137.7	0.13 (0.14)
9	17.6	19.8	148.9	146.6	0.12 (0.14)
10	16.8	18.8	156.2	155.2	0.11 (0.12)
11	17.4	19.2	154.8	152.8	0.11 (0.13)
12	18.5	19.4	132.4	144.2	0.14 (0.13)
13	19.5	19.8	143.2	142.4	0.14 (0.14)
14	21.2	24.0	136.8	138.1	0.15 (0.17)
15	27.1	28.8	127.0	128.8	0.21 (0.22)
16	52.3	58.2	118.1	120.2	0.44 (0.48)
17	64.6	69.2	113.5	114.5	0.57 (0.60)
18	74.4	78.8	108.6	115.2	0.69 (0.68)
19	77.2	80.2	107.5	103.6	0.72 (0.77)

에 대한 MU는 62, 57, 56, 73, 51, 56이었으며, Fig. 3과 같은 선량분포를 얻었다. 두 치료방법에 대한 피부 흡수선량의 측정치는 Fig. 1에서 볼 수 있듯이 유두를 지나는 중심쪽에서 부터 가장자리 쪽으로 1 cm 간격으로 19 지점에서 TLD를 사용하여 유방 표피에서 흡수선량을 측정하였다.

측정 결과 각 지점에 대한 비껴방향치료방법에서 TLD를 사용한 측정한 흡수선량은 107.5 cGy에서 156.2 cGy 사이를 나타냈으며, 계산선량은 103.6 cGy부터 155.2 cGy 사이를 나타내었다. 세기조절방사선치료에서는 TLD를 사용한 측정선량은 8.9 cGy에서 77.2 cGy 사이를 나타냈으며, 계산선량은 9.8 cGy부터 80.2 cGy 사이를 나타내었다(Table 1). 비껴방향치료방법에서 유방 표피 흡수선량은 Fig. 4에서와 같이 몸의 중심에서 유두 방향으로 지속적으로 증가 후 몸의 가장자리 방향으로로 다시 지속적으로 감소하는 대칭 형태를 보였으며, 세기조절방사선치료에서는 몸의 중심에서 유두 방향으로 지속적으로 감소 후 몸의 가장자리 방향으로로 다시 지속적으로 증가하는 대칭 형태를 보였다. 비껴방향 치료방법과 세기조절방사선치료에서 계산선량과 측정선량과의 차이가 크지 않게 나타나고 있다(Fig. 4).

고 찰

유방암 환자의 발병 연령대가 낮아짐에 따라서 방사선치료를 시행할 때 유방에 조사되는 피부 흡수선량을 적게하여 방사선에의한 유방 표피의 방사선 위해를 최소화하려는 것은 유방암 방사선치료에서 매우 중요한 인자로 작용하고 있다.

유방보존절제술 후 방사선치료를 시행할 경우 유방 피부에 영향을 주는 인자로는 총방사선량과 사용하는 에너지에 따라 피부에 조사되는 방사선량이 절대적이다. 위의 결과

에서 알 수 있듯이 유방암 환자에게 보편적으로 사용하고 있는 비껴방향방사선치료에서는 PTV에 180 cGy를 방사선량을 계획할 때, 유방 표피에서 계산선량은 103.6 cGy에서 155.2 cGy 사이를 나타내었고, 측정선량에서는 104.8 cGy에서 156.2 cGy 사이를 나타내었으며, 중심부위의 피부선량이 가장자리 피부선량보다 최대 1.45배 많이 조사되었다(Table 1). 세기조절방사선치료에서는 PTV에 180 cGy를 방사선량을 계획할 때, 유방 표피에서 계산선량은 9.8 cGy에서 80.2 cGy 사이를 나타내었고, 측정선량에서 8.9 cGy에서 77.2 cGy 사이를 나타내었으며, 중심부위의 피부선량이 가장자리 피부선량보다 최대 0.23배 적게 조사되었다(Table 1). 비껴방향 방사선치료에서는 피부에 조사되는 방사선량이 암부위에 조사되는 선량에 비해 59.7%에서 86.8%까지 조사되는 것을 알 수 있으며, 세기조절방사선치료에서는 피부에 조사되는 선량이 암부위에 조사되는 선량에 비해 4.9%에서 42.9%까지 조사되는 것을 알 수 있다. 세기조절방사선치료가 비껴치료에 비해 유방피부에 조사되는 선량이 7%에서 72% 사이에 있음을 알 수 있다(Table 1). 비껴방향 방사선치료에서 보다 세기조절방사선치료에서 피부에 조사되는 방사선량이 평균적으로 3.5배 적어 피부에 방사선 장해가 적음을 기대할 수 있다. 그러나 세기조절방사선치료를 행할 때 치료부위의 움직임이 거의 없어야 한다.

Oliver 등[3]은 4 방향 IMRT가 비껴방향방사선치료뿐만 아니라 조형일체방사선치료나 토모치료에 비해서도 선량분포가 훨씬 좋음을 보고하였으며, IMRT시 호흡에 의한 유방의 움직임을 주의하여야 한다고 보고하였다. Prabhakar 등[4]은 일반적인 비껴방향 방사선치료를 시행할 때 반대편 유방에 조사되는 피부선량이 8.7%로 보고하고 있으며, 이러한 반대편 유방의 피부에 조사되는 선량을 감소시키기 위해서는 IMRT를 해야 한다고 보고하였다. Dogan 등[5]은 유방암의 방사선치료에서 internal mammillary, supraclavicula, axillary node 가 포함되는 경우에는 9 방향의 IMRT를 시행하여 폐와 심장과 반대편 유방에 조사되는 방사선량이 감소됨을 알 수 있었다. Horsolia 등[6]은 비껴방향 방사선치료와 세기조절방사선치료를 비교하여 Grade 2 정도의 급성 edema와 dermatitis가 36%와 0%로, 만성 edema와 dermatitis가 30%와 3%로, Grade 3 정도의 edema와 dermatitis는 6%와 1%로 나타났음을 보여 IMRT의 우수성을 보고하였다. Kestin 등[7]은 세기조절방사선치료를 시행한 32명의 유방암 환자에서 유방의 크기에 관계없이 Grade 3 정도의 급성 피부 독성이 나타나지 않았음을 관찰하였으며, 비껴방향 방사선치료에 비해 선량분포도 우수함을 나타내었고, IMRT에서 선량분포특성을 필름으로 측정하여 "hot spot"나 "cold spot"가 유방의 PTV의 0.1% 미만을 나타내었음을 보고하였다.

결 론

인체모형펜텀을 사용한 유방암 환자에게서 비껴방향 방사선치료에서는 피부에 조사되는 방사선량이 암부위에 조사되는 선량에 비해 59.7%에서 86.8%까지 조사되었으며, 세기조절방사선치료에서는 피부에 조사되는 선량이 암부위에 조사되는 선량에 비해 4.9%에서 42.9%까지 조사되었다. 세기조절방사선치료가 비껴치료에 비해 유방 표피에 조사되는 선량이 7%에서 72% 정도 됨을 알 수 있다. 세기조절방사선치료에서 피부에 조사되는 방사선량이 비껴방향 방사선치료 방법에 비하여 평균적으로 3.5배 적어 피부의 방사선 위해를 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. **보건복지부**: 2002년 대한민국 암 등록 현황 (2003)
2. **Neal AJ, Torr M, Yarnold JR**: Correlation of breast dose heterogeneity with breast size using 3D CT planning and dose-volume histogram. Radiother Oncol 34:210-218 (1995)
3. **Oliver M, Chen J, Wong E, Van Dyk J, Perera F**: A treatment planning study comparing whole breast radiation therapy against conformal, IMRT and tomotherapy for accelerated partial breast irradiation. Radiother Oncol 82:317-323 (2006)
4. **Prabhakar R, Haresh KP, Julka PK, et al**: A stugy on contralateral breast surface dose for various tangential field techniques and the impact of set-up error on this dose. Australas Phys Eng Sci Med 30:42-45 (2007)
5. **Dogan N, Cuttino L, Lioyd R, Bump EA, Arrhur DW**: Optimized Dose Coverage of Regional Lymph Nodes in Breast Cancer : The Role of Intensity-Modulated Radiotherapy. Int J Radiat Oncol Biol Phys 55:1541-1549 (2007)
6. **Harsolia A, Kestin L, Grills I, et al**: Intensity- modulated radiotherapy results in significant decrease in clinical toxicities compared with conventional wedge-based breast radiotherapy. Int J Radiat Oncol Biol Phys 55:1699-1709 (2007)
7. **Kestin LL, Sharpe MB, Frazier RC, et al**: Intensity modulation to improve dose uniformity with tangential breast radiotherapy : initial clinical experience. Int J Radiat Oncol Biol Phys 48:1559-1568 (2000)

Evaluation of Skin Dose of Intensity Modulated Radiation Therapy in Breast Cancer Patients

Sung Kyu Kim, Myung Se Kim, Sang Mo Yun

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

In the case of radiotherapy following breast conservation therapy for breast cancer patients, the characteristic of skin dose was investigated in the treatment of intensity modulated radiation therapy (IMRT) for breast cancer patients by comparing and analysing entrance skin dose irradiated during radiotherapy using tangential technique radiotherpy, and IMRT. The calculation dose irradiated to breast skin was compared with TLD measurement dose in treatment planning by performing the two methods of radiotherapy using tangential technique, and IMRT in treatment planning equipment. The skin absorbed dose was measured to pass a nipple by spacing of 1 cm distance from center to edge of body. In the radiotherapy of tangential technique, for the irradiation of 180 cGy to PTV, the calculation dose was ranged from 103.6 cGy to 155.2 cGy, measurement dose was ranged from 107.5 cGy to 156.2 cGy, and skin dose in the center was maximum 1.45 times more irradiated than that in the edge. In the IMRT, for the irradiation of 180 cGy to PTV, the calculation dose was ranged 9.8 cGy at 80.2 cGy, measurement dose was ranged 8.9 cGy at 77.2 cGy, and skin dose in the center was maximum 0.23 times less irradiated than that in the edge. IMRT was more effective for skin radiation risks because radiation dose irradiated to skin in IMRT was much less than that in radiotherapy of tangential field technique.

Key Words: Tangential field techinique radiotherapy, IMRT, Skin dose, TLD measurement