

# 쇄골상부림프절을 포함한 유방암 방사선 치료 시 접합부 선량에 관한 고찰

분당 서울대학교 병원 방사선 종양학과  
정우현, 홍주완, 원희수, 장남준, 최병돈

**목 적:** 쇄골상부림프절(Supraclavicular Lymph Nodes, SCL)을 포함한 유방암 방사선 치료 시 조사야에 인접한 다엽 콜리메이터(Multileaf Collimator, MLC)가 접합부 선량에 미치는 영향을 평가하고자 한다.

**대상 및 방법:** 접선 조사 기법을 이용하여 SCL을 포함한 유방암 방사선 치료 환자 30명을 대상으로 120-leaf Millennium MLC가 장착된 21EX-5의 6 MV 광자선 에너지를 사용하였다. 치료계획은 유방조직과 SCL 조사야 접합부에 MLC가 모두 위치한 Plan1, 유방조직과 SCL 조사야에 MLC가 각각 위치한 Plan2, Plan3, 그리고 MLC를 모두 Retract 한 Plan4로 하였으며, SCL 조사야는 모든 계획에서 콜리메이터 각도를 0°, 270°로 나누어 수립하였다. 치료계획에 대한 평가는 접합부 3 cm 깊이 선량(D3 cm)의 평균값으로 비교하였고, Map-CHECK을 이용하여 각 치료계획별 접합부 선량을 측정하였다.

**결 과:** 치료계획 비교 결과, D3cm의 평균값은 SCL 콜리메이터 0°에서 4131.1, 4215.9, 4351.4, 4423.0 cGy였고, 270°에서 4044.3, 4246.7, 4291.1, 4441.2 cGy로 나타났다. 콜리메이터 각도에 따른 평균 선량 변화는 SCL 조사야에 MLC가 위치한 Plan1, Plan3 이 MLC가 Retract된 나머지에 비해 크게 나타났다. 그리고 접합부 선량 측정값 또한 치료계획과 같은 경향을 보였다.

**결 론:** 본 연구를 통해 SCL을 포함한 유방암 방사선 치료계획 시, MLC를 접합부로부터 5 mm Retract 시켜 줌으로써 MLC가 접합부 선량에 미치는 영향을 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

▶ **핵심용어:** 유방암, 쇄골상부림프절, 접합부, 다엽 콜리메이터

## 서 론

유방암 환자에 대한 방사선 치료는 접선 조사면 기법(Tangential Field Technique, TFT)을 이용한 Field-In-Field, 3차원 입체조형치료 기법, 세기변조 방사선치료(Intensity Modulated Radiation Therapy, IMRT) 기법 등이 시행되고 있으며,<sup>(1,2,3)</sup> 이 중 TFT를 이용한 쇄골상부림프절, 액와 림프절을 포함하는 치료계획 시에는 비 확산 기법을 이용하여 접선 조사면 위쪽 경계와 일치하도록 하는 전

면 1문 조사 또는 2문 조사를 이용한다.<sup>(4)</sup> 치료계획 시 폐, 심장 반대쪽 유방과 식도, 척수 등 정상조직에 대한 선량을 고려하여 필요에 따라 다엽 콜리메이터(Multileaf Collimator, MLC)를 이용하며 선량 보정을 위해 MLC를 이용한 Field-in field 기법과 3차원 입체조형 치료가 시행되고 있다.<sup>(5,6)</sup> MLC는 차폐 블록을 대신하여 방사선 치료를 위해 불필요한 영역을 차폐하는 역할을 하며, Varian사의 경우 MLC는 Standard Adjustable Jaw 아래에 위치한다.<sup>(7)</sup> 이러한 차폐영역을 MLC를 이용한 계획 수립 시 전산화 치료 계획 시스템 중 Pinnacle을 사용하는 경우에는 치료계획에 따라 Jaw로 형성된 직사각형 조사야 내에 차폐 영역은 자동적으로 MLC가 적용된다. 이때 콜리메이터 조사야 내에 적용되는 MLC 외에 모든 영역의 MLC가 움직여 Colli-

책임저자: 정우현, 경기도 분당구 구미로 173번길  
분당서울대학교병원 방사선종양학과  
Tel. 031-787-2911  
E-mail: whcolor@snuh.org

mated Region까지 인접하게 될 경우 Leaf transmission, Head scatter는 감소하게 되므로,<sup>(8,9)</sup> 접합하는 부분이 있는 치료계획 시에는 이를 고려해야 한다. 특히, 쇄골상부림 프절을 포함한 유방암 방사선 치료 시에는 계획 특성상 발생할 수 있는 접합부의 저선량 또는 고선량 영역의 불균질성을 최소화할 수 있도록 고려하여 치료계획을 수립하게 되는데,<sup>(10,11)</sup> MLC 적용 시에는 접합부에 인접하여 tongue and groove 및 rounded leaf tip 구조에 따라 선량 변화가 발생하며,<sup>(12,13,14)</sup> 이러한 경우 접합부에는 의도한 계획과는 달리 불균질성이 증가하므로 조사야에 인접한 MLC의 영향을 받지 않도록 고려하여 계획을 수립하고 있다. 따라서 본 연구에서는 SCL을 포함한 유방암 방사선 치료 시 조사야에 인접한 MLC가 접합부 선량에 미치는 영향을 정량적으로 비교하기 위해 MLC가 적용된 조사야와 retract된 조사야 간 접합부 선량과 콜리메이터 방향에 따른 선량 차이를 평가하고자 한다.

## 대상 및 방법

### 1. 환자 선택과 모의치료촬영

본원에서 2013년 8월부터 2016년 12월까지 SCL을 포함한 유방암 방사선 치료를 시행한 환자 30 명을 대상으로 하였다. 전산화 단층 모의치료 촬영은 CT simulator (brilliance big bore 16-slice, Philips, Netherlands)를 이용하여 5 mm 두께로 획득하였으며, Breast Tilt Board를 이용하여 바로 누운 자세에서 양팔을 올린 자세로 하였고, 고개는 치료 반대쪽으로 돌린 자세로 시행하였다.

### 2. 치료계획 설정

120-leaf Millennium MLC를 장착한 선형가속기 (21EX-S, Varian Medical System, Palo Alto, CA)의 6 MV 광자선 에너지를 이용하였으며, Pinnacle( Philips Medical Systems, Andover, MA, Version 9.8)를 사용

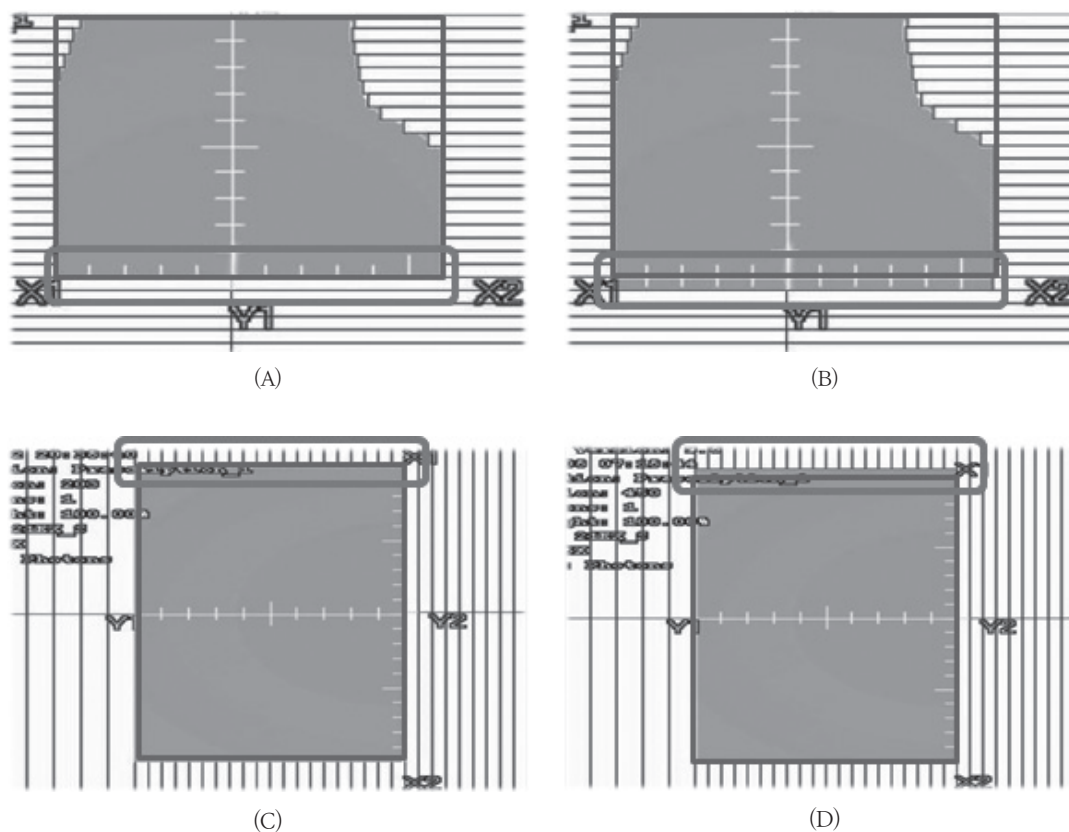


Fig. 1. Field of image of treatment plan, (A) is MLC Used SCL Field, (B) is 5mm Retracted SCL Field, (C) is MLC Used breast Field, (D) is 5mm Retracted breast Field.

하여 전산화 치료계획을 수립하였다. 치료계획은 반대쪽 유방, 폐 및 심장에 들어가는 선량을 고려한 TFT를 사용하였으며, SCL 조사야에는 척수를 고려하여 전면에서 10° 기울인 각도를 주고 필요에 따라 AAB(Anterior Axillary Boost) 조사야를 적용하였다. 또한, 불필요한 영역은 MLC를 적용하여 차폐하였다. 선량처방은 일일 선량 200 cGy, 치료 횟수 25회로 총 5000 cGy를 처방하였다. 조사야에 인접한 MLC의 영향에 따른 접합부의 선량 비교를 위해 치료계획은 유방과 SCL 조사야 접합부에 MLC가 모두 위치한 Plan1((A) + (C)), SCL 조사야 접합부에 위치한 MLC를 5 mm Retract 한 Plan2((B) + (C)), 유방 조사야 접합부에 위치한 MLC를 5 mm Retract한 Plan3((A) + (D)), 접합부에서 5 mm 모두 Retract한 Plan4((B) + (D))를 동일한 조건으로 수립하였다(Fig. 1).

### 3. 치료계획 선량 비교

평가 지표는 수립된 각 치료계획 별 접합부에서 깊이 3 cm 지점의 선량(D3 cm)과 상대적 선량 변화율(Diff.%)을 계산하여 선량 변화 정도를 비교하였다[식 1].

상대적 선량 변화율(Diff.%) =

$$\frac{D_{plan_x} - D_{plan_1}}{D_{plan_1}} \times 100 \text{ ----- [식 1]}$$

$D_{plan_1}$ : Plan1에서 Junction의 선량(cGy)

$D_{plan_x}$ : 각 plan에서 Junction의 선량(cGy)

### 4. 선량 측정값 비교

전산화 치료계획과 실제 측정값의 경향성을 비교하기 위해 치료계획과 같은 영향을 줄 수 있도록 고체 물 팬텀을 이용한 계획 수립 후 MapCHECK을 사용하여 접합부 깊이 3 cm 지점의 선량(D3 cm) 측정을 통하여 비교하였다. 측정 시 다이오드 검출기 깊이 1.35 cm(equivalent to 2g/cm<sup>2</sup>)을 포함한 측정 지점을 3 cm로 설정하기 위해 MapCHECK 위에 1 cm 두께의 고체 물 팬텀을 올린 후 SSD(Source-to-Surface Distance) 100 cm으로 조절하였다(Fig. 2).

### 4. 콜리메이터 각도에 따른 비교

MLC 방향에 따라 tongue and groove와 rounded leaf tip 구조에 따른 차이를 비교하기 위해 치료계획 Plan1, Plan2, Plan3, Plan4에서 SCL 조사야 콜리메이터의 각도를 0°, 270°로 나누어 수립하고, 각 치료계획별 0°와 270°의 비(0°/270° Ratio)를 구하여 비교하였다. 유방 조사야의 경우 dynamic wedge를 이용한 계획을 수립하여 콜리메이터 각도를 270°로 일정하게 하였다.

## 결 과

### 1. 치료계획 선량 비교

치료계획에서 plan1, plan2, plan3, plan4의 D3 cm

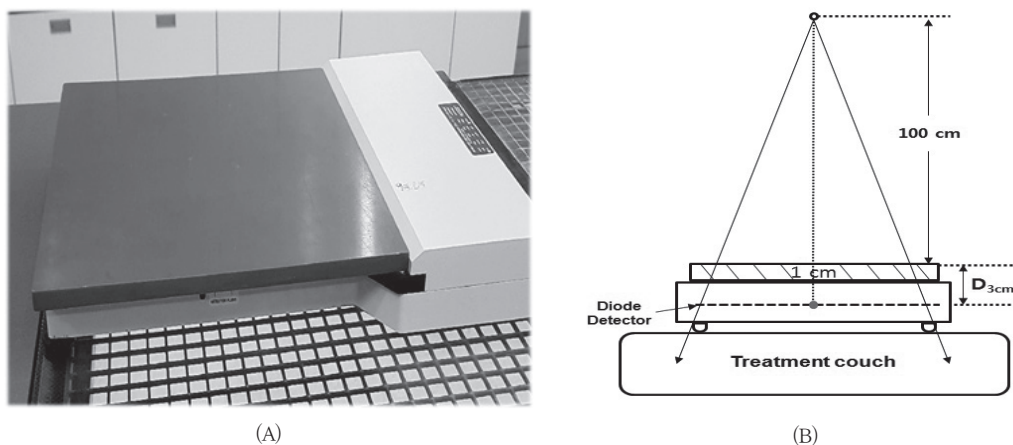
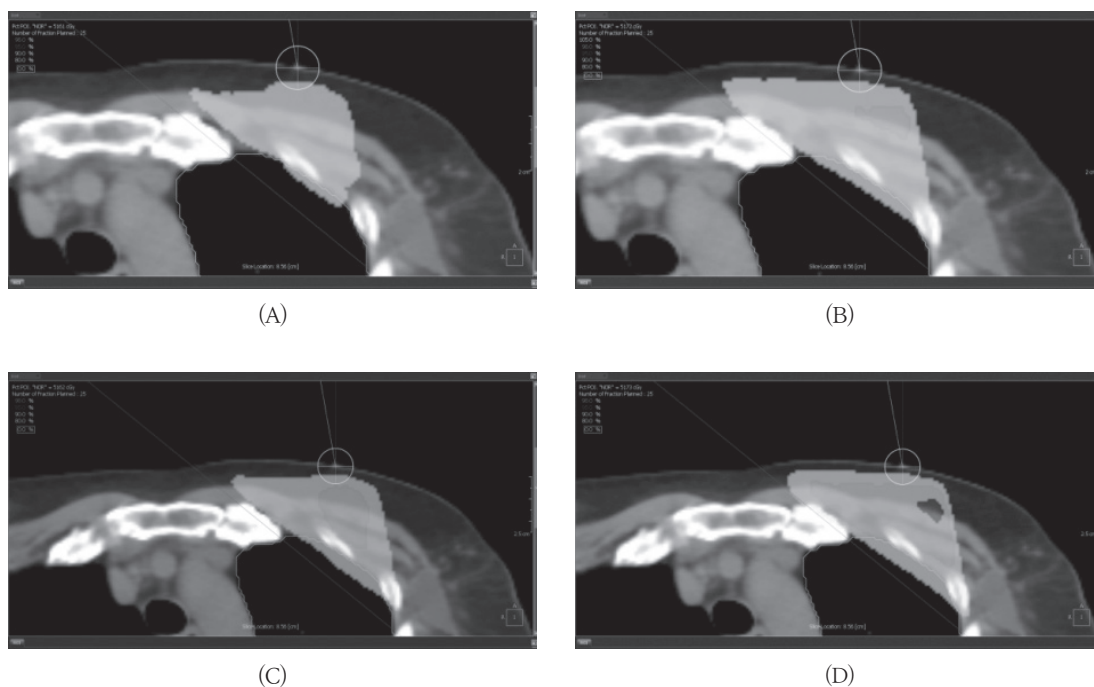


Fig. 2. (A) Measurement picture using MapCHECK, (B) D3cm is at a depth of 3 cm including a thickness of 1 cm the solid water phantom and a depth up to 1.35 cm(equivalent to 2g/cm<sup>2</sup>) of the diode detector.

**Table 1.** Comparison of treatment planning by patient.

		Plan1	Plan2	Plan3	Plan4
0°	Dose (cGy)	4131.1±186.8	4215.9±201.7	4351.4±201.2	4423.0±201.2
	Diff.(%)	0.0	+ 2.1	+ 5.3	+ 7.1
270°	Dose (cGy)	4044.3±122.4	4246.7±122.2	4291.1±129.0	4441.2±127.1
	Diff.(%)	0.0	+ 5.0	+ 6.1	+ 9.8

Values are mean±stand deviation, D3cm: the dose at 3 cm depth of reference point, 0°: SCL Field Collimator angle is 0 degree, 270°: SCL Field Collimator angle is 270 degree, Diff.(%):  $((D_{plan_x} - D_{plan_1}) / D_{plan_1}) \times 100$



**Fig. 3.** Axial view of junction ( Blue: V95%, Green: V90%, Yellow: V80%). (A) Plan1, (B) Plan2, (C) Plan3, (D) Plan4.

은 SCL 조사야 콜리메이터 0°에서 4131.1±186.8, 4215.9±201.7, 4351.4±201.2, 4423.0±201.2 cGy, 270°에서 4044.3±122.4, 4246.7±122.2, 4291.1±129.0, 4441.2±127.1 cGy로 plan1을 기준으로 하여 0°에서 평균 +2.1, +5.3, +7.1 %, 270°에서 +5.0, +6.1, +9.8 % 증가하였으며 (Table, 1), V90% 영역 또한 가장 넓어졌다(Fig. 3).

**2. 선량 측정값 비교**

고체 물 팬텀을 이용한 plan1, plan2, plan3, plan4의 측정값은 SCL 조사야 콜리메이터 0°에서 179.1, 182.5,

187.8, 195.3 cGy, 270°에서 175.8, 183.5, 185.7, 195.7 cGy로 plan1을 기준으로 하여 0°에서 +1.9, +4.9, +9 %, 270°에서 +4.4, +5.6, +11.3 % 증가하였다(Table. 2).

**3. 콜리메이터 각도에 따른 비교**

0°/270° Ratio는 Plan1, Plan2, Plan3, Plan4에서 치료 계획에서 1.021, 0.993, 1.014, 0.996였고, 측정값은 1.019, 0.994, 1.011, 0.998로 Plan1과 Plan3에서 치료계획은 1.021, 1.014, 측정값 1.019, 1.011였고, 이 경우 0°에서 선량이 높았지만, plan4에서는 0.996, 0.998로 0°에서 낮았

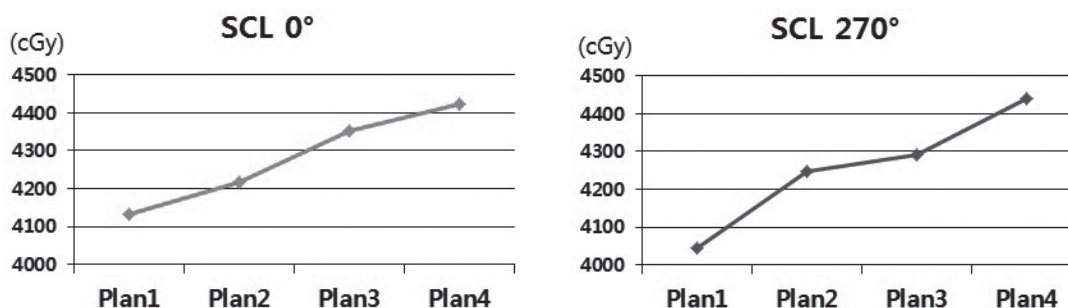
**Table 2.** Comparison of measured dose using MapCHECK

		Plan1	Plan2	Plan3	Plan4
0°	Dose (cGy)	179.1	182.5	187.8	195.3
	Diff.(%)	0.0	+ 1.9	+ 4.9	+ 9.1
270°	Dose (cGy)	175.8	183.5	185.7	195.7
	Diff.(%)	0.0	+ 4.4	+ 5.6	+ 11.3

**Table 3.** Comparison of according to collimator angle

		Plan1	Plan2	Plan3	Plan4
Ratio	Plan	1.021	0.993	1.014	0.996
	Measurements	1.019	0.994	1.011	0.998

Ratio: SCL Field Collimator angle 0° divided by 270°



**Fig. 4.** D3cm results of 30 patients for Plan1, Plan2, Plan3, Plan4. (A) is SCL field to the collimator angle 0°, (B) is SCL field to the collimator angle 270°

다(Table. 3).

### 결론 및 고찰

본 연구에서는 MLC 영향에 따른 접합부의 선량 변화 비교를 위해 조사야에 인접한 MLC의 위치 수정을 통해 Plan1, Plan2, Plan3, Plan4로 치료계획을 수립하였다. SCL을 포함한 유방암 치료계획 특성상 생기는 상대적으로 불균질 한 접합부에 각 조사야 별 접합부의 MLC로 인한 tongue and groove 및 rounded leaf tip 구조가 미치는 정도를 비교 및 평가를 위해 위의 실험을 진행하였고, 치료 계획별 각각의 D3cm 및 Diff.(%)를 비교하였다. 각각 비교한 결과에서 치료계획 및, 측정값은 plan1에서 Plan4로 갈

수록 증가하여 접합부에 인접한 MLC의 영향이 줄어들수록 선량이 증가하였으며, 모두 Retract하여 MLC영향을 제거한 Plan4에서 처방 선량과 가장 근사한 값을 보였다(Fig. 4, 5).

Varian 사의 장비 구조 특성상 생기는 가장자리에 인접한 MLC의 영향으로 tongue and groove 또는 rounded leaf tip의 구조에 따른 선량 차이가 발생한다. 일반적으로 가장자리 부분에서는 MLC가 적용된 조사야의 경우 열린 조사야의 값보다 낮게 나타나며,<sup>(7)</sup> 자동적으로 적용된 MLC로 인해 Collimated Region까지 인접하게 되어 Leaf transmission, Head scatter가 감소하는데, 이 영향을 제거한 결과로 선량이 증가한 것으로 보인다. 콜리메이터의 각도에 따라 rounded leaf tip에 의한 영향<sup>(7,8)</sup>과 tongue and groove에 따른 차이<sup>(14)</sup>도 있을 수 있다고 생각하여 비



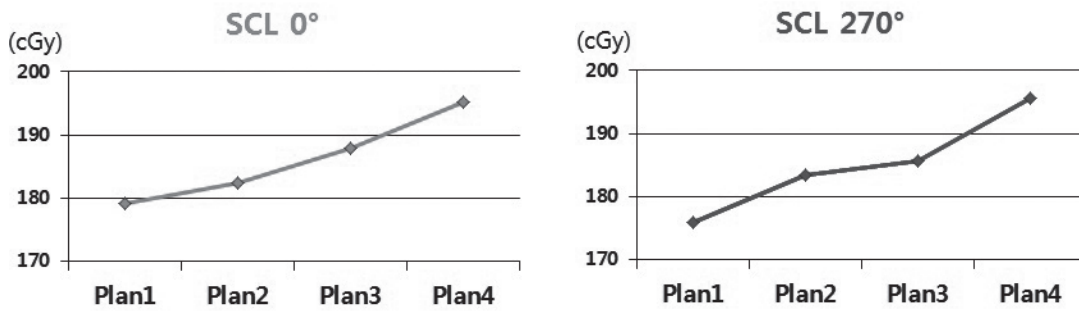


Fig. 5. D3 cm results of the measured dose using MapCHECK for Plan1, Plan2, Plan3, Plan4. (A) is SCL field to the collimator angle 0°, (B) is SCL field to the collimator angle 270°

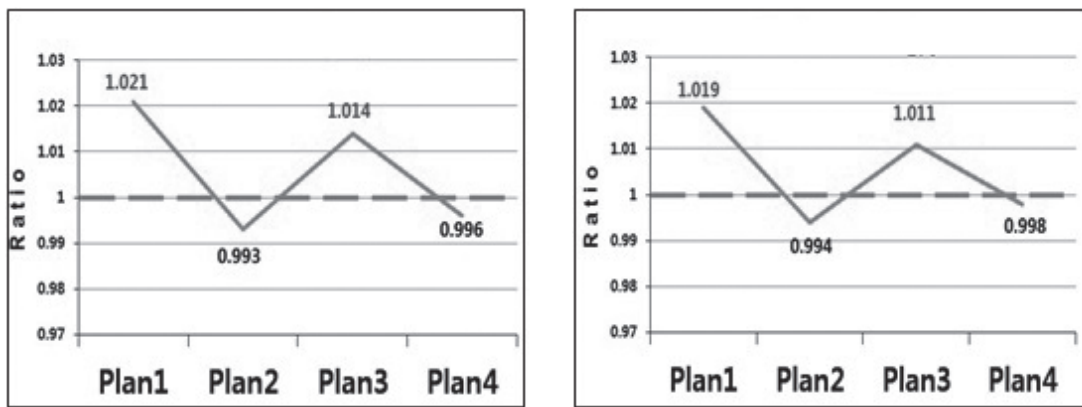


Fig. 6. The ratio of the SCL field to the collimator angle 0° divided by 270°.

교한 결과, 콜리메이터 0°와 270°의 비(0°/270° Ratio)는 Plan1과 Plan3에서 tongue and groove 구조로 되는 0°에서 선량이 높았으며, MLC가 적용될 경우 콜리메이터 각도에 따른 평균 선량 변화는 SCL 조사야에 MLC가 적용된 Plan1, Plan3이 Retract된 나머지에 비해 크게 나타났다. 또한, MLC의 영향이 없다고 볼 수 있는 Plan4의 경우는 270°에서 약 0.4% 높았는데(Fig. 6), 이는 콜리메이터 Jaw의 X축 영향을 받는 270°가 Y축 영향을 받는 0°보다 콜리메이터 산란계수(Collimator Scatter Factor, SC)가 큰 결과로 보인다. 하지만 본 연구에서는 치료계획을 포함한 한쪽 조사야 각도에 변화를 주어 비교한 값이므로, 조사야에 인접한 MLC 각도에 따른 영향에 관한 비교는 추후 추가적인 연구가 필요하다고 생각된다.

본 연구의 제한점은 사용한 120-leaf Millennium MLC의 최소 두께가 5 mm이기 때문에 접합부로부터 바깥쪽으로 MLC를 5 mm Retract 하였으며, 5 mm 보다 더

많은 영역을 Retract 하여도 차이는 없었다. 또한, Target을 윤곽 형성 하지 않았기 때문에 Plan에 따른 coverage는 확인할 수 없었지만 모든 치료계획 수립 시 일반적으로 유방, 쇄골 상부 및 겨드랑이 림프절의 해부학적 위치가 포함될 수 있도록 설정하였으며 접합부를 제외한 영역의 선량 분포에는 차이가 없었다.

결론적으로 SCL을 포함한 유방암 방사선 치료 시 조사야에 인접한 MLC가 접합부 선량에 미치는 영향을 확인한 결과, 접합부에 MLC가 모두 적용된 계획과 모두 Retract한 계획 간 약 10%의 차이를 보였다. 따라서 본 연구를 통해 SCL을 포함한 유방암 방사선 치료계획 시 MLC가 조사야 가장자리에 인접하여 의도치 않게 영향을 주는 경우에는 접합부에 인접한 MLC를 Retract 함으로써 접합부의 선량감소 현상을 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

## 참고문헌

1. Dean, J., Hansen, C. J., Westhuyzen, J., Waller, B., Turnbull, K., Wood, M., & Last, A. (2016). Tangential intensity modulated radiation therapy (IMRT) to the intact breast. *Journal of medical radiation sciences*, 63(4), 217–223.
2. Hung, H. M. (2017). EP-1827: Dosimetric comparison of 3D-CRT, IMRT and VMAT for bilateral breast irradiation. *Radiotherapy and Oncology*, 123, S1000–S1001.
3. Mazon, J. S., Santiago, M. M., Hernandez, F. S., Rodriguez, C. A., Ochoa, A. P., & Vega, J. L. (2017). IMRT vs. VMAT for breast cancer treatment using a Monte Carlo algorithm. *European Journal of Cancer*, 72, S27.
4. Rosenow, U. F., Valentine, E. S., & Davis, L. W. (1990). A technique for treating local breast cancer using a single set-up point and asymmetric collimation. *International Journal of Radiation Oncology\* Biology\* Physics*, 19(1), 183–188.
5. Lee, J. W., Hong, S., Choi, K. S., Kim, Y. L., Park, B. M., Chung, J. B., ... & Suh, T. S. (2008). Performance evaluation of field-in-field technique for tangential breast irradiation. *Japanese journal of clinical oncology*, 38(2), 158–163.
6. Frank, S. J., McNeese, M. D., Strom, E. A., et al. (2004). Advances in radiation treatments of breast cancer. *Clinical breast cancer*, 4(6), 401–406.
7. Galvin, J. M. (1999, July). The multileaf collimator: a complete guide. In *Proc. AAPM annual meeting*.
8. Galvin, James M., Alfred R. Smith, and Brian Lally. "Characterization of a multileaf collimator system." *International Journal of Radiation Oncology\* Biology\* Physics* 25.2 (1993): 181–192.
9. Huq, M. S., Yu, Y., Chen, Z. P., & Suntharalingam, N. (1995). Dosimetric characteristics of a commercial multileaf collimator. *Medical physics*, 22(2), 241–247.
10. Madu, C. N., Quint, D. J., Normolle, D. P., et al. (2001). Definition of the supraclavicular and infraclavicular nodes: implications for three-dimensional CT-based conformal radiation therapy. *Radiology*, 221(2), 333–339.
11. Wang, C. W., Kuo, W. H., Chang, K. J., Huang, C. S., & Cheng, J. C. H. (2007). Should adjuvant radiotherapy to the supraclavicular fossa be routinely given in patients with breast conservative treatment?. *Journal of surgical oncology*, 96(2), 144–150.
12. LoSasso, T., Chui, C. S., & Ling, C. C. (1998). Physical and dosimetric aspects of a multileaf collimation system used in the dynamic mode for implementing intensity modulated radiotherapy. *Medical physics*, 25(10), 1919–1927.
13. Galvin, J. M., Smith, A. R., & Lally, B. (1993). Characterization of a multileaf collimator system. *International Journal of Radiation Oncology\* Biology\* Physics*, 25(2), 181–192.
14. Sykes, J. R., & Williams, P. C. (1998). An experimental investigation of the tongue and groove effect for the Philips multileaf collimator. *Physics in medicine and biology*, 43(10), 3157.

## A study on Dose of the Junction in Radiotherapy of Breast Cancer including SCL.

Department of Radiation Oncology, Seoul National University Bundang Hospital

**Woo Hyun Jung, Joo Wan Hong, Hui SuWon, Nam Jun Chang, Byeong Don Choi**

**Purpose:** A purpose of this study was to compare dose of junction between breast and SCL fields in radiation therapy by MLC located at the junction.

**Materials and Methods:** With 6 MV of 21EX-S equipped with 120-leaf Millennium MLC, treatment plans were designed with 30 patients who underwent radiation therapy using TBT. Plan 1 where the MLC was all used at the junction. In plan 2 and plan 3, MLCs were retracted 5 mm from breast and SCL, respectively. Plan 4 with all of MLC retracted at the junction were designed. In all of the plans, collimator angle for SCL field was divided into 0° and 270°. To verify junction dose, the dose at 3cm depth of junction was compared with average value by MapCHECK.

**Results:** In case of the SCL field with 0° collimator angle, average value of D3cm was 4131.1, 4215.9, 4351.4, and 4423.0 cGy. In case of the SCL field with 270° collimator angle, average value of D3cm was 4044.3, 4246.7, 4291.1, and 4441.2 cGy. In plan1 and 3, change in average dose depending on collimator angle was changed more significantly than plan2 and 4. Dose measured at 3cm depth of junction was similar to treatment plan.

**Conclusion:** In radiation therapy plan for breast cancer with SCL, retracting MLCs from junction between breast and SCL fields will lead to decrease effect of dose of the junction.

▶ **Key word:** Breast cancer, Supraclavicular Lymph Nodes, Junction, Multileaf Collimator