

Deep inspiration breath-hold (DIBH) 적용한 림프절이 포함된 왼편 유방암의 방사선 치료계획에 따른 주변 장기 선량 평가

울산대학교병원 방사선종양학과

정다이·강효석·최병준·박상준·이건호·이두상·안민우·전명수

목 적 : 왼편 유방암 환자의 경우 오른편 유방암 환자보다 심장과 폐 등 정상장기에 불필요한 선량이 일부 조사됨에 따라 부작용이 우려되고 있다. 이를 줄이기 위해 DIBH기법을 시행하고 있다. Conventional Radiation Therapy, Intensity Modulated Radiation Therapy, Volumetric Modulated Arc Therapy의 치료계획 방법에 따라 쇄골상 림프절과 내유 림프절을 포함한 왼편 유방암의 경우 주변 장기의 선량 값을 비교 평가하고자 한다.

대상 및 방법 : 왼편 유방암 환자 중 쇄골상 림프절과 내유 림프절을 포함한 환자 8명을 대상으로 Free Breathing과 Deep inspiration breath-hold 기법을 적용하여 각각 CT-Simulation을 시행한다. 획득한 영상을 기반으로 체표윤곽을 그려 95 % < PTV, D_{max} < 110 %이 되도록 Conventional Radiation Therapy, Intensity Modulated Radiation Therapy, Volumetric Modulated Arc Therapy방법으로 계획하였다. Conventional Radiation Therapy는 쇄골상 림프절에 1문조사, 유방 부분에 접선 2문조사로 Field in Field 기법을 사용하였다. Intensity Modulated Radiation Therapy는 7개의 조사면으로 구성하였다. Volumetric Modulated Arc Therapy는 회전반경을 290°~179°으로 한 2 ARC를 이용하여 계획을 수행하였다. Eclipse의 선량체적용적을 참고하여 주변 정상 장기 선량을 분석하였다.

결 과 : Deep inspiration breath-hold기법을 적용함으로써 심장과 흉벽 사이의 간격은 평균 1.6 ± 0.6 cm 증가하였다. 폐의 평균 선량은 19.2 ± 1.0 Gy로 Intensity Modulated Radiation Therapy에서 가장 작은 값이 나타났다. 심장의 V_{30} (%)은 2.0 ± 1.9 로 Intensity Modulated Radiation Therapy에서 가장 작은 값이었다. 좌전하행 관상동맥에서는 평균 선량이 25.4 ± 5.4 Gy로 Intensity Modulated Radiation Therapy에서 가장 작은 값으로 나타났다. 반대편 유방의 최대선량 값은 Intensity Modulated Radiation Therapy일 때 29.7 ± 4.3 Gy로 가장 작은 값으로 나타났다.

결 론 : 주변 정상장기 선량의 값을 비교해 보았을 때, Intensity Modulated Radiation Therapy와 Volumetric Modulated Arc Therapy는 치료에 적용할 수 있는 값으로 나타났다. 이 중 Intensity Modulated Radiation Therapy가 적합한 치료계획 방법으로 사료된다.

▶ **핵심용어 :** DIBH, Conventional RT, IMRT, VMAT, Cardiac, LAD

서 론

유방암 환자에게 방사선 치료를 수행함으로써 생존율이 증가하고 있다. 유방 부위에 대략 50.4 Gy의 방사선량을 조사하는 방법이 치료 부위에서의 재발률을 줄이기 위해 일

반적으로 사용되고 있다.^(1,2) 방사선 치료는 비 침습적인 치료 방법이라는 장점도 있지만 주변 정상 장기에 불필요한 선량이 전달되는 단점도 있다. 유방 주변에는 주요 장기인 심장과 폐가 위치하고 있어 방사선 치료 후 폐암과 심장병으로 인한 사망률은 증가하였다.⁽³⁾ 또한, 왼편 유방암과 오른편 유방암을 비교하였을 때, 왼편 유방암 환자가 심장병 발병률이 더 높았다.^(4,5) 그리고 관상동맥(Coronary Artery) 중 심장의 왼편 앞 쪽에 위치한 좌전하행 관상동맥(Anterior descending coronary artery, LAD)은 방사

책임저자: 정다이, 울산대학교병원 방사선종양학과
울산광역시 동구 방어진순환도로 877, 44033
Tel: 052) 250-8716
E-mail: jdl1707@naver.com

선을 많이 조사받으면 관상동맥 협착 또는 심근 경색을 일으킬 확률이 높아지기 때문에 오른쪽 유방암 환자보다 왼쪽 유방암 환자의 경우 심장병 발생 확률이 더 높다.⁽⁶⁻⁷⁾ 이러한 부작용을 줄이기 위해 방사선 치료 시 몇몇 방법들이 제시되었다. 그 중 왼쪽 유방암 치료 시 환자의 호흡을 조절하는 방법, 즉 깊은 들숨 상태를 유지하여 폐를 확장시킴으로 심장과 흉벽의 간격을 최대한으로 멀어지게 하는 Deep inspiration breath-hold(DIBH) 방법이 많이 활용되고 있다.⁽⁸⁻⁹⁾ 이 방법에 대한 연구에 따르면 DIBH와 Free breathing(FB)의 심장과 흉벽의 간격은 FB일 때 5.58 cm, DIBH는 7.03 cm으로, 심장에 조사되는 평균 선량은 약 79.5 % 정도 감소되었다.

유방암 환자 중 보존적 근치수술(Breast conservative operation, BCO)을 하고 림프절 전이가 없는 경우 방사선 치료 시 점선조사 방법을 많이 사용하고 있다. 하지만 쇄골상 림프절과 내유 림프절을 포함한 유방암의 경우 치료 계획용 용적(Planning Target Volume, PTV)이 심장과 폐에 가까이 있어 조사야 내 조사야(Field in Field, FiF), 세기변조방사선치료(Intensity modulated radiation therapy, IMRT), 체적변조회전치료(Volumetric modulated arc therapy, VMAT)를 적용하여 정상조직의 손상을 최소화하는 치료 방법을 선택하고 있다.⁽¹⁰⁻¹²⁾ 그렇지만 DIBH를 적용한 쇄골상 림프절과 내유 림프절 치료가 요구되는 왼쪽 유방암 환자에 대한 주변 장기 선량 평가는 아직 많이 이루어지지 않았다.

이에 본 연구는 쇄골상 림프절과 내유 림프절 치료가 필요한 왼쪽 유방암 환자를 대상으로 DIBH를 적용한 Conventional RT(Radiation Therapy), 세기변조방사선치료, 체적변조회전치료방법에 대해 주변 정상 장기의 선량 값을 비교 평가하고자 한다.

대상 및 방법

1. 대상

본 연구에서는 2013년 4월부터 2016년 11월까지 왼쪽 유방암 환자 중 쇄골상 림프절과 내유 림프절을 포함한 8명의 환자를 대상으로 하였으며, 외과적 수술 방법에 따라 보존

적 근치수술을 시행한 환자 5명, 변형 근치절제술(Modified radical mastectomy, MRM)을 시행한 환자 3명으로 구성되었다.

2. CT-Simulation

입체 모의치료기(Brilliance Big Bore CT, 16slice, Philips)를 이용하여 환자는 Civco사의 Posiboard와 다리 지지대(knee-lock)를 이용하여 왼쪽 팔을 올리고 오른쪽 팔은 복부에 올리는 자세를 취하였다. FB, DIBH 상태의 영상을 획득하였으며, 영상의 획득과정은 두 과정 모두 동일한 조건(절편두께 3 mm, 영상영역 700 mm)으로 얻었으며, DIBH 영상 획득 시, 환자의 호흡이 최대한 들숨이 되기 위해, 그리고 호흡을 일정하게 하기 위하여 영상 획득 전 환자에게 충분한 모의 훈련을 실시하였다(Fig. 1).

3. 치료 계획

전산화 치료계획 장치로는 Eclipse treatment planning system(Varian Medical Systems, Version 13.6, USA)을 사용하였고, 치료 장비로는 Clinac IX system(Varian Medical Systems, USA)를 사용하였다. 입체 모의치료에서 획득한 DIBH영상에서 주변 장기 선량 평가를 위해 양쪽 폐, 심장, 좌전하행 관상동맥, 그리고 반대편 유방의 체표 윤곽을 그렸으며, 치료 계획용 용적의 처방선량은 50 Gy를 25회로 분할 적용하였다.

치료계획은 95 % < PTV, D_{max} < 110 %이 되도록 진행하



Fig. 1. Immobilizer of Breast patient

였으며, 110 % 이상의 과다선량 영역의 발생을 최소화 하도록 하였다. 각 환자마다 Conventional RT, 세기변조방사선치료, 체적변조회전치료방법으로 계획을 진행하였다.

Conventional RT에서 쇄골상 림프절 부분에는 1문 조사, 유방 부분에는 접선2문조사로 Field in Field기법을 적용하였다. 세기변조방사선치료는 7개의 조사면으로 이루어졌으며, 겐트리 각도는 300°~310°, 330°, 0°, 40°~50°, 80°~90°, 100°~110°, 120°~140°로 구성하였다. 체적변조회전치료의 경우 콜리메이터 각도는 30°, 330°로 설정하였고, 겐트리 회전 반경은 290°~179°로 2 ARC를 이용하여 동일하게 치료 계획을 수행하였다.

4. 치료계획 평가 및 분석 방법

계획의 모든 평가는 보존적 근치수술과 변형 근치절제술을 구분하여 평가하였다. 호흡방법에 따른 심장과 흉벽 사이의 간격을 구하기 위해 컴퓨터 단층 영상에서 왼편 심장의 끝에서 왼편 흉벽까지의 간격을 횡단면(Transverse), 관상면(Coronal) 방향에서 상중하로 분류하여 측정하였다(Fig. 2). 각 치료계획PTV의 선량 평가를 위해서 선량 균질지수(Homogeneity index, H.I)[식1]와 처방선량지수(Conformity index, C.I)[식2]를 분석하였다.

$$H.I. = \frac{D_{5\%}}{D_{95\%}} \text{-----} \text{ [식1]}$$

D_{5%}: Target 용적 5 %의 선량

D_{95%}: Target 용적 95 %의 선량

$$C.I. = \frac{TV}{V_{PTV}} \text{-----} \text{ [식2]}$$

TV: 처방 선량의 체적

V_{PTV}: PTV의 체적

Eclipse의 선량체적용적(Dose volume histogram, DVH)를 참고하여 유방의 주변 정상 장기 선량을 분석하였다. 폐는 왼편 폐의 경우 평균 선량(D_{mean}), V₅, V₂₀, V₄₀을 측정하고, 오른편 폐는 평균 선량, V₅값을 측정하였다. 심장은 최대 선량(D_{max}), 평균 선량 V₂₀, V₃₀, V₄₀을 측정하였다. 좌전하행 관상동맥은 최대 선량, 평균 선량, V₂₀, V₃₀을 측정하였고, 반대편 유방의 최대 선량 값을 측정하였다.

결 과

1. 심장과 흉벽과의 간격

Table 1과 같이 보존적 근치수술의 경우와 변형 근치절제술의 경우로 구분하였다. 보존적 근치수술의 경우 상부에서 평균 간격은 2.0±0.7 cm, 중부에서 1.6±0.5 cm, 하부에서 1.0±0.7 cm였다. 변형 근치절제술의 경우는 상부 1.7±0.4 cm, 중부 1.6±0.4 cm, 하부 1.5±0.5 cm이었다. 수술 방법에 따라 간격의 차이는 미비 하였지만, DIBH 방법을 시행하였을 때 심장과 흉벽과의 간격은 멀어지는 것을 알 수 있었다. 보존적 근치수술과 변형 근치절제술 환자가 DIBH를 하였을 때 심장과 흉벽과의 간격이 1.24배, 1.45배로 증가했다(Fig. 3).

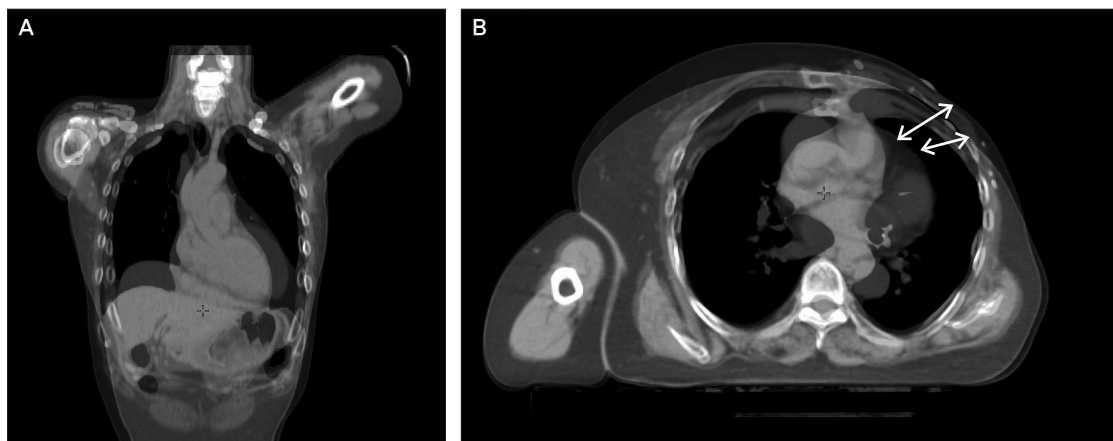


Fig. 2. A: Coronal CT image, B: Transverse CT image

Table 1. Distance between heart and chest wall according to breathing method

Patient No. (BCO)	Top		Middle		Bottom	
	FB[cm]	DIBH[cm]	FB[cm]	DIBH[cm]	FB[cm]	DIBH[cm]
1	2.0	4.5	3.6	4.6	0.3	1.8
2	2.3	3.9	1.9	3.1	0.7	1.2
3	1.7	4.6	2.0	4.2	0.4	2.5
4	1.1	2.8	1.5	3.1	0.4	1.1
5	2.3	3.5	2.6	4.5	0.6	1.0
Ave.(BCO)	1.9±0.5	3.9±3.9	2.3±0.8	3.9±0.7	0.5±0.2	1.5±0.6
Patient No. (MRM)	Top		Middle		Bottom	
	FB[cm]	DIBH[cm]	FB[cm]	DIBH[cm]	FB[cm]	DIBH[cm]
1	2.8	4.4	1.2	2.8	0.7	1.9
2	2.6	4.6	2.1	3.3	0.3	2.5
3	2	3.3	3.3	5.2	0.4	1.6
Ave.(MRM)	2.5±0.4	4.1±0.7	2.2±1.1	3.8±1.3	0.5±0.2	2±0.5

(*P<0.05)

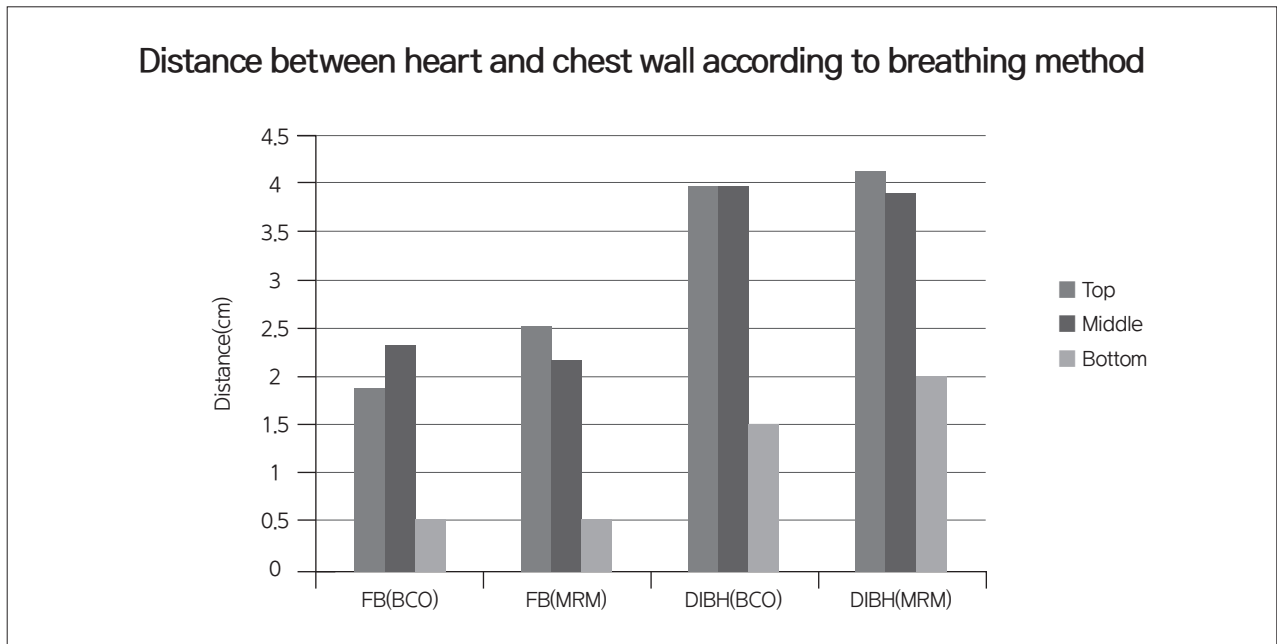


Fig. 3. Distance between heart and chest wall according to breathing method

2. PTV의 C.I, H.I값 비교

Table 2에서 보존적 근치수술의 경우 Conventional RT의 경우 C.I 평균 값이 2.1±0.2로 가장 컸고, 변형 근치절제술에서도 Conventional RT의 값이 평균 1.9±0.1로 높은 값을 나타냈다. 그 외의 값은 큰 차이를 보이지 않았다.

3. 주변 정상 장기 선량 평가

Table 3과 같이 폐의 선량 평가는 왼편 폐와 오른편 폐를 각각 하였다. 왼편 폐의 경우 보존적 근치수술의 세기변조방사선치료가 평균 선량 19.2±1.0 Gy로 가장 작았으며, 변형 근치절제술의 체적변조회전치료는 27.5±2.5 Gy로 높은 값을 나타냈다. V₅(%)와 V₂₀(%)의 값은 체적변조회전

Table 2. Values of C,I and H,I for each treatment plan

Patient No(BCO).	Conventional RT		IMRT		VMAT	
	C,I	H,I	C,I	H,I	C,I	H,I
1	2.4	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1
2	2.0	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1
3	2.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1
4	2.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1
5	2.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1
Ave.(BCO)	2.1±0.2	1.1±0.0	1.2±0.0	1.1±0.0	1.2±0.1	1.1±0.0
Patient No. (MRM)	Conventional RT		IMRT		VMAT	
	C,I	H,I	C,I	H,I	C,I	H,I
1	1.9	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1
2	1.9	1.2	1.3	1.1	1.3	1.1
3	1.7	1.2	1.1	1.1	1.2	1.1
Ave.(MRM)	1.9±0.1	1.2±0.0	1.2±0.1	1.1±0.0	1.2±0.1	1.1±0.0

Table 3. Doses of organs by treatment plan

Organs	Conventional RT		IMRT		VMAT	
	Mean ±SD		Mean ±SD		Mean ±SD	
Left Lung	BCO	MRM	BCO	MRM	BCO	MRM
D _{mean} (Gy)	21.5±2.6	21.2±1.6	19.2±1.0	21.6±2.3	23.7±3.1	27.5±2.5
V ₅ (%)	59.5±6.0	57.3±2.6	92.4±4.9	93.0±6.3	97.8±2.2	96.4±3.2
V ₂₀ (%)	41.5±5.6	40.5±3.6	35.2±3.3	40.1±5.4	50.9±10.7	63.1±12.2
V ₄₀ (%)	34.2±5.2	33.9±3.4	10.4±1.9	17.4±1.8	15.3±5.8	25.4±2.2
Right Lung	BCO	MRM	BCO	MRM	BCO	MRM
D _{mean} (Gy)	0.6±0.2	10.7±16.1	6.7±1.6	7.5±2.2	6.8±1.3	8.2±2.4
V ₅ (%)	0.5±0.4	21.0±31.0	59.5±18.9	60.1±22.1	71.2±19.9	77.0±26.2
Heart	BCO	MRM	BCO	MRM	BCO	MRM
D _{max} (Gy)	55.0±3.8	53.8±0.5	44.9±4.0	48.8±3.1	44.5±6.7	51.1±4.4
D _{mean} (Gy)	8.0±3.5	9.5±5.5	11.2±2.5	14.4±2.8	15.5±4.1	19.3±5.4
V ₂₀ (%)	13.5±7.1	16.7±10.6	7.9±5.7	15.4±7.4	25.0±14.9	38.4±19.1
V ₃₀ (%)	11.2±6.6	13.9±10.2	2.0±1.9	5.0±3.8	5.4±5.1	13.9±9.7
V ₄₀ (%)	9.2±6.0	11.5±9.8	0.3±0.3	1.0±1.2	0.6±0.8	5.4±4.9
LAD	BCO	MRM	BCO	MRM	BCO	MRM
D _{max} (Gy)	53.5±0.5	53.6±0.8	41.6±5.1	44.5±4.2	43.1±1.5	50.0±5.2
D _{mean} (Gy)	40.4±6.2	42.8±7.9	25.4±5.4	26.8±5.9	29.6±3.9	37.7±6.0
V ₂₀ (%)	79.7±10.8	83.4±14.4	60.5±19.9	72.5±15.4	80.5±13.7	97.6±3.2
V ₃₀ (%)	76.2±14.9	81.5±15.6	36.0±27.0	36.7±31.0	56.7±22.5	77.5±12.6
Right Breast	BCO	MRM	BCO	MRM	BCO	MRM
D _{max} (Gy)	57.2±2.7	53.7±3.5	29.7±4.3	33.8±19.6	24.6±4.0	38.2±15.7

치료에서 가장 높은 값이 나타났다. 하지만, V₄₀(%)에서는 Conventional RT가 높은 값으로 나타났다(Fig. 4).

심장의 경우 평균선량에서는 체적변조회전치료가 높은

값으로 나타났고, Conventional RT에서 낮은 값을 보였다. 하지만 Conventional RT는 최대 선량, V₃₀(%), V₄₀(%)에서 높은 값이 나타났다. 그리고 세기변조방사선치료에서 보

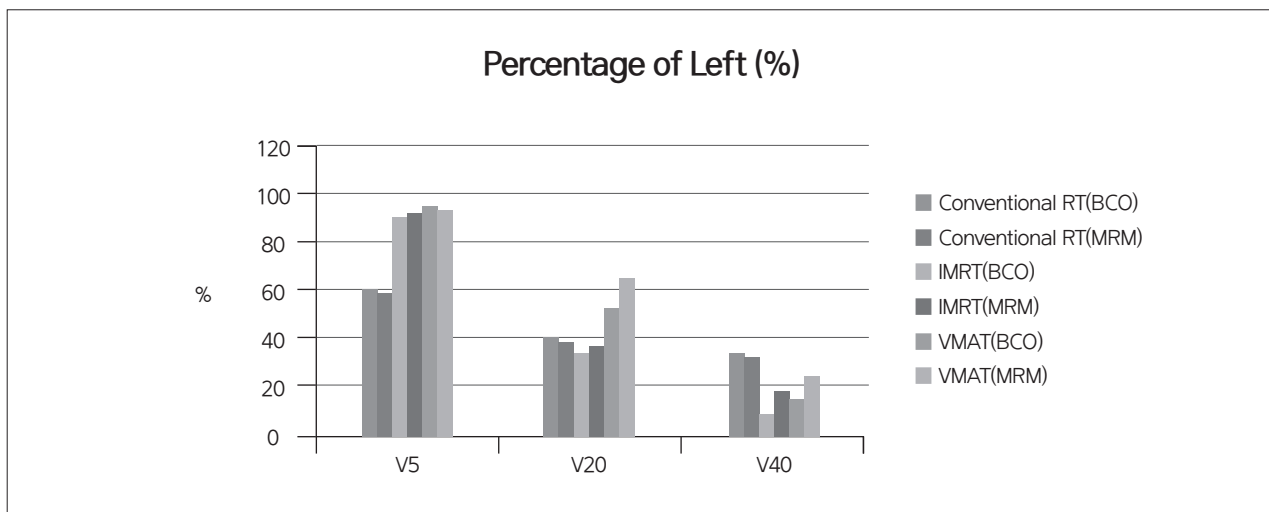


Fig. 4. Percentage of Left Lung

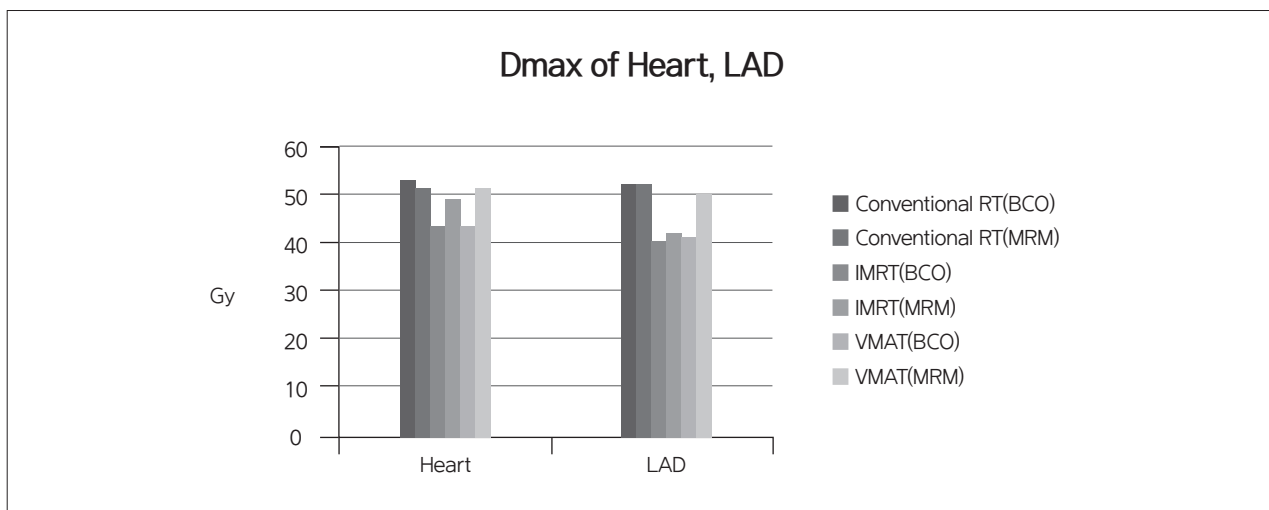


Fig. 5. Maximum Dose of Heart and LAD

존적 근치수술과 변형 근치절제술에서 $V_{30}(\%)$ 은 2.0 ± 1.9 , 5.0 ± 3.8 , $V_{40}(\%)$ 은 0.3 ± 0.3 , 1.0 ± 1.2 로 가장 낮게 나타났다.

좌전하행 관상동맥의 경우 최대 선량이 Conventional RT의 보존적 근치수술과 변형 근치절제술이 53.5 ± 0.5 Gy, 53.6 ± 0.8 Gy로 가장 높았고, 평균 선량도 Conventional RT가 40.4 ± 6.2 Gy, 42.8 ± 7.9 Gy로 높았다. 세기변조방사선치료는 보존적 근치수술과 변형 근치절제술일 때 25.4 ± 5.4 Gy, 26.8 ± 5.9 Gy로 평균 선량이 가장 낮은 값으로 나타났다. 또한 세기변조방사선치료는 다른 치료계획방법 보다 최대 선량, $V_{20}(\%)$, $V_{30}(\%)$ 이 전체적으로 낮게 나타났다 (Fig. 5).

반대편 유방의 경우 최대 선량이 Conventional RT에서 보존적 근치수술, 변형 근치절제술일 때 57.2 ± 2.7 , 53.7 ± 3.5 Gy로 높았으며, 체적변조회전치료에서 24.6 ± 4.0 Gy, 38.2 ± 15.7 Gy로 가장 낮은 값이 나타났다(Fig. 6).

고안 및 결론

원편 유방암 환자의 경우 방사선 치료 목적인 종양 조직에는 최대의 선량을 정상 조직에는 최소한의 선량을 조사하기 위하여 DIBH 기법을 사용하여 환자에게 적용하고 있

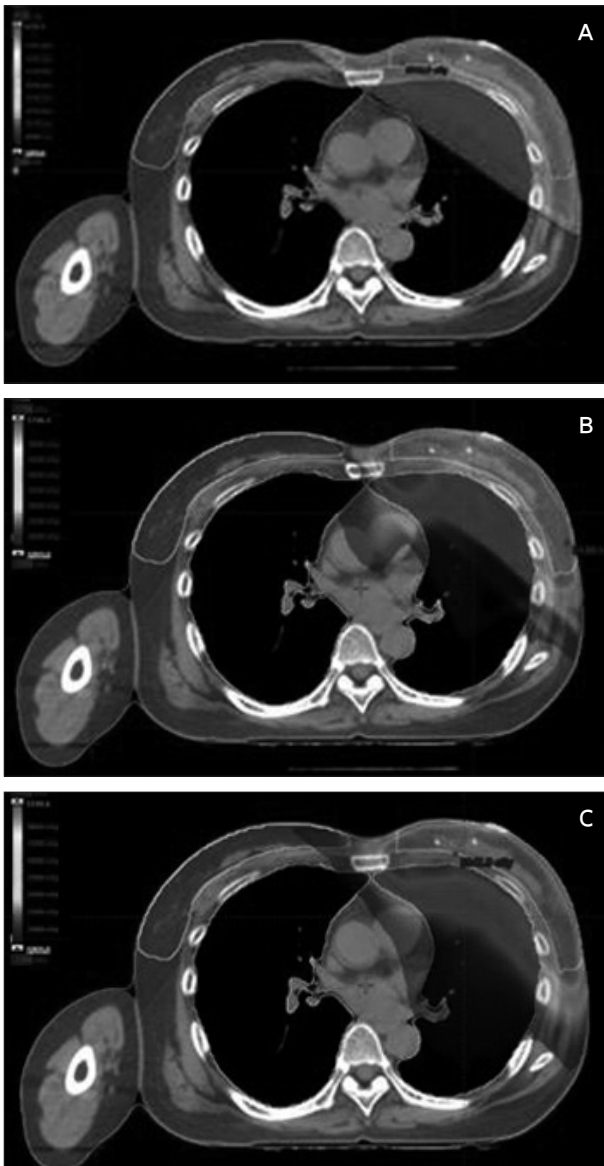


Fig. 6. Isodose curve imaging by treatment plan
A: Conventional RT B: IMRT C: VMAT

다. 특히, 쇄골상 림프절과 내유 림프절을 포함한 환자는 치료 계획용 용적이 크고, 심장과 가까이 있어 주변 정상 장기를 보호하기 위한 치료 계획의 변화, 연구가 필요하였다.

이에 본 연구는 Conventional RT, 세기변조방사선치료, 체적변조회전치료 계획 방법을 적용하여 정상 장기의 선량 값을 비교 분석하였다. 폐의 평균 선량 중 최소 값은 평균 19.2 ± 1.0 Gy으로 보존적 근치수술을 시행한 환자의 세기변조방사선치료 계획이었으며, 가장 높은 평균 값은 27.5 ± 2.5 Gy로 변형근치적 절제술을 시행한 환자의 체적변조

회전치료 계획이었다. 체적변조회전치료는 겐트리가 회전하면서 저 선량을 넓은 방향으로 조사하기 때문에 폐의 $V_5(\%)$ 의 값은 높았다. 세기변조방사선치료는 폐의 $V_5(\%)$ 값이 가장 낮고 Conventional RT, 체적변조회전치료 순서로 값이 높았다. 심장의 평균 선량은 Conventional RT가 대체적으로 낮은 값을 보였지만, 최대 선량 값은 높았다. $V_{20}(\%)$, $V_{30}(\%)$, $V_{40}(\%)$ 은 세기변조방사선치료에서 가장 낮은 값으로 나타났다. 좌전하행 관상동맥의 경우는 세기변조방사선치료계획이 전반적인 항목에서 가장 낮은 값을 보였다. 오른쪽 유방에 가장 많은 선량이 조사되는 치료계획은 Conventional RT였으며, 가장 낮은 선량 값은 세기변조방사선치료 계획이었다.

전반적으로 각각의 치료 계획을 비교하였을 때, 세기변조방사선치료계획과 체적변조회전치료계획은 실제 치료에도 유용하게 사용할 수 있는 것으로 나타났다. 이 중 세기변조방사선치료계획이 폐, 심장, 좌전 하행 관상동맥에 낮은 선량 값을 조사하는 것으로 나타났다. 따라서 방사선 치료 후의 부작용인 심장병, 심혈관 협착, 심근 경색의 발병 확률이 낮아질 것으로 사료되며, 세기변조방사선치료계획과 체적변조회전치료계획에 대한 지속적인 연구가 필요할 것으로 요구된다.

참고문헌

1. Darby S, McGale P, Correa C, et al.: Effect of radiotherapy after breast-conserving surgery on 10-year recurrence and 15-year breast cancer death:meta-analysis of individual patient data for 10,801 women in 17 randomised trials, Lancet 2011;378(9804):1707-16
2. Harry B, Jean-Claude H, Philip P, et al.: Recurrence Rates after Treatment of Breast Cancer with Standard Radiotherapy with or without Additional Radiation, N Engl J Med, 2001;345:1378-1387
3. Sarah C Darby, Paul McGale, Carolyn W Taylor, et al.: Long-term mortality from heart disease and lung cancer after radiotherapy for early breast

- cancer:prospective cohort study of about 300000 women in US SEER cancer registries, *Lancet Oncol*, 2005;6:557-65
4. Darby S, McGale P, Peto R, et al.: Mortality from cardiovascular disease more than 10 years after radiotherapy for breast cancer: Mationwide cohort study of 90000 Swedish women, *BMJ*, 2003;326:256-257
 5. Roychoudhuri R, Robinson D, Putcha V, et al.: Increased cardiovascular mortality more than fifteen years after radiotherapy for breast cancer: A population-based study, *BMC Cancer*, 2007;7:9
 6. Greger N, Lars H, Hans G, et al.: Distribution of Coronary Artery Stenosis After Radiation for Breast Cancer, *JCO*, 2012;30(4):380-386
 7. Carolyn W T, FRCR, Julie M P, et al.: Cardiac dose from Tangential Breast cancer Radiatherapy in The year 2006, *ROB*, 2008;72(2):501-507
 8. Yi R, Steve W, Meng Xu W, et al.: Improving Intra-Fractional Target Position Accuracy Using a 3D Surface Surrogate for Left Breast Irradiation Using the Respiratory-Gated Deep-Inspiration Breath-Hold Technique, *PLOS*, 2014;9(5):1-11
 9. Ki Hoon S, Kyu Chan L, Seung Heon L, et al.: Cardiac dose reduction with breathing adapted radiotherapy using self respiration monitoring system for left-sided breast cancer, *ROJ*, 2014;32(2):84-94
 10. Sung Jin K, Seon Min Y, Sung Kyu K, : A Dosimetric Comparision of IMRT and VMAT in Synchronous Bilateral Breast Cancer, *Progress in Medical Physis*, 2013;24(4):284-289
 11. Akira S, Kenshiro S, Tsuyoshi O, et al.: Single-Arc Volumetric Modulated Arc Therapt Planning for Left Breast Cancer and Regional Nodes, *J Radiant*, 2012;53:151-153
 12. David L, Elizabeth J, Adams, et al.: Cardiac avoidance in breast radiotherapy : a comparison of simple shielding techniques with intensity-modulated radiotherapy, *RTO*, 2001;60(3):247-255

Assessment of peripheral organ doses according to radiotherapy plan for left-sided breast cancer with Lymph node using deep inspiration breath-hold (DIBH)

Department of Radiation Oncology, Ulsan University Hospital, Ulsan, Korea

Da Ee Jung, Hyo Seok Kang, Byoung Joon Choi, Sang Jun Park, Geon Ho Lee, Du Sang Lee, Min Woo Ahn, Myeong Su Jeon

Purpose: On the left side, breast cancer patients have more side effects than those on the right side because of unnecessary doses in normal organs such as heart and lung. DIBH is performed to reduce this. To evaluate the dose of peripheral organs in the left breast cancer including supraclavicular lymph nodes and internal mammary lymph nodes according to the treatment planning method of Conventional Radiation Therapy, Intensity Modulated Radiation Therapy and Volumetric Modulated Arc Therapy.

Materials and Methods: We performed CT-simulation using free breathing and deep inspiration breath-hold technique for 8 patients including left supraclavicular lymph nodes and internal mammary lymph nodes. Based on the acquired CT images, the contour of the body is drawn and the convention is performed so that $95\% \leftarrow PTV$, $D_{max} \leftarrow 110\%$. Conventional Radiation Therapy used a one portal technique on the supraclavicular lymph node and used a field in field technique tangential beam on the breast. Intensity Modulated Radiation Therapy was composed of 7 static fields. Volumetric Modulated Arc Therapy was planned using 2 ARC with a turning radius of 290° to 179° . The peripheral normal organs dose was analyzed by referring to the dose volume of Eclipse.

Results: By applying the deep inspiration breath-hold technique, the mean interval between the heart and chest wall increased 1.6 ± 0.6 cm. The mean dose of lung was 19.2 ± 1.0 Gy, which was the smallest value in Intensity Modulated Radiation Therapy. The V30 (%) of the heart was 2.0 ± 1.9 , which was the smallest value in Intensity Modulated Radiation Therapy. In the left anterior descending coronary artery, the dose was 25.4 ± 5.4 Gy, which was the smallest in Intensity Modulated Radiation Therapy. The maximum dose value of the Right breast was 29.7 ± 4.3 Gy at Intensity Modulated Radiation Therapy.

Conclusion: When comparing the values of surrounding normal organs, Intensity Modulated Radiation Therapy and Volumetric Modulated Arc Therapy were applicable values for treatment. Among them, Intensity Modulated Radiation Therapy is considered to be a suitable treatment planning method.

► **Key words:** DIBH, Conventional RT, IMRT, VMAT, Cardiac, LAD