

조기유방암환자의 이차원치료계획과 삼차원치료계획의 방사선조사범위의 차이

아주대학교 의과대학 방사선종양학교실*, 인제대학교 일산백병원 방사선종양학과†

조선미* · 전미선* · 김미화* · 오영택* · 강승희† · 노오규*

목적: 유방암 치료를 위한 방사선치료계획에 전산화단층촬영을 이용한 모의치료가 널리 이용되고 있다. 이는 환자 개인의 해부학적 특징에 기반하여 종양 표적과 정상 조직을 정의할 수 있다. 본 연구는 일반적으로 유방 크기가 작은 한국인 유방암 환자에서 적용하는 방사선치료계획 방법에 따라 치료용적 및 치료범위에 차이가 있는지를 알아보기 위해 시행하였다.

대상 및 방법: 2008년 11월부터 2009년 1월까지 조기유방암으로 유방보존술을 시행 받은 25명의 환자를 대상으로 통상적인 접면조사의 이차원치료 계획과 전산화단층촬영을 기반으로 한 삼차원치료계획을 시행하였다. 이차원치료계획에서 방사선조사영역의 경계는 유방실질을 촉지하여 결정하였고 위쪽으로는 쇄골의 바로 아래, 내측은 몸의 정중선, 외측은 중심 액와선 그리고 아래쪽은 유방밑주름에서 2 cm 아래에 표시하였다. 삼차원치료계획에서 임상표적체적은 모든 유선 조직을 포함하였고 계획용 표적체적은 임상표적체적에서 피부 쪽을 제외한 모든 방향으로 1 cm의 여유를 두어 결정하였다. 이차원과 삼차원치료계획 간의 조사영역의 경계 차이 및 동등조사영역의 차이를 확인하고 신체질량지수, 폐경 여부 및 유방크기의 관련성을 평가하였다. 그리고 선량분포로 지정한 유방조사량과 삼차원 선량분포에 기반하여 측정된 조사된 폐용적과 심장용적을 평가하였다.

결과: 2명의 환자를 제외하고 계획용표적체적(PTV)은 삼차원치료계획이 이차원치료계획보다 모든 방향에서 표시한 방사선조사영역을 감소시켰고 위쪽 경계에서 그 차이값이 가장 컸다. 동등조사영역크기는 한 명을 제외하고 삼차원치료계획에서 이차원치료계획에서보다 작았으며(평균 0.9 cm), 신체질량지수, 폐경 여부 및 유방크기(브래지어 사이즈)와의 관련성은 보이지 않았다. 조사된 폐용적은 삼차원치료계획에서 유의하게 감소하였고, 심장용적 또한 감소하였지만 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다.

결론: 통상적인 치료계획과 비교하여 전산화단층촬영을 기반으로 한 삼차원치료계획이 작은 유방을 가진 환자에서 방사선조사영역 및 손상위험장기의 조사량을 줄이면서 수술 후 변화를 포함하여 더 정확한 종양치료가 가능할 수 있음을 보여주었다. 그러나 앞으로 임상표적체적의 정의에 대한 추가적인 연구 및 일반적인 합의가 필요하다.

핵심용어: 삼차원치료계획, 유방암, 임상표적체적, 방사선치료

서 론

전산화단층촬영을 이용한 삼차원모의치료는 이차원 일반 모의치료 보다 방사선치료에서 널리 이용되고 있다. 통상적으로 유방암의 방사선치료는 이차원방사선치료가 주를 이루고 있었으나 최근에는 다양한 삼차원적인 치료 방

법들이 시도되고 있다. 전산화단층촬영 모의치료는 개인의 해부학적 특징 및 종양을 직접 표시하여 표적체적을 정의하는데 중요한 역할을 한다. 또한 방사선 조사 선량의 균일성은 일반 이차원방사선치료보다는 입체조형방사선치료나 세기조절방사선치료를 이용할 때 더욱 나아지며 이를 위하여 전산화단층촬영 모의치료는 필수이다.^{1~4)}

입체조형방사선치료 및 세기조절방사선치료에서 표적체적 및 손상위험장기의 윤곽 그리기는 방사선치료계획과 관련된 모든 결정의 기초가 되는 매우 중요한 과정이다. 그러나 현재까지 삼차원치료를 위해 전산화단층촬영 상에

이 논문은 2010년 6월 4일 접수하여 2010년 8월 13일 채택되었음.

책임저자: 전미선, 아주대학교 의과대학 방사선종양학교실

Tel: 031)219-5884, Fax: 031)219-5894

E-mail: chunm@ajou.ac.kr

서 유방의 임상표적체적을 정의하는 것에 대한 합의된 표준적인 권고안은 없다.

이차원치료에서는 모든 유방실질이 표적체적 안에 포함되었는지를 측진을 통해 확인하고 방사선치료영역을 결정하게 된다. 일반적으로 위쪽경계는 쇄골두, 안쪽경계는 몸의 정중선, 뒤-가쪽경계는 만져지는 유방조직에서 2 cm 뒤쪽을 잡는데 일반적으로 중앙액와선이 되며, 아래쪽경계는 유방밑주름에서 아래쪽으로 2~3 cm이다.⁵⁾ 삼차원치료계획에서는 전산화단층촬영에서 보이는 유선조직을 포함하여 표적체적을 결정하게 되는데 이때 몇몇의 연구에서 관찰자에 따라 그려진 표적체적의 차이가 매우 크다고 보고하였다.^{6,7)}

일반적으로 한국 여성의 유방 크기는 작다. 한국인의 체형을 연구 하는 Korea size의 통계결과에 따르면(<http://sizekorea.kats.go.kr/>) 30대에서 70대 한국 여성의 가슴둘레는 평균 900.4 mm±77.4 mm, 밑가슴둘레는 평균 786.2 mm±60.93 mm이며, 한국여성의 표준 브라지어 사이즈를 기준으로 대부분의 한국 여성은 외국과 달리 B컵 사이즈(가슴둘레와 밑가슴둘레 차이, 10~12.5 cm) 이하의 작은 유방을 가지고 있었다. 이와 같이 작은 유방을 가진 환자에서 이차원치료계획 시 사용하는 표준경계가 유선조직 외에 주변 정상조직을 불필요하게 포함할 수 있다. 본 연구자들은 본과에 내원한 유방암 환자들이 유방보존술 후 방사선치료 시에 적용하는 방사선치료계획 방법에 따라 치료체적 및 치료범위에 차이가 있는지를 알아보기 위한 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

2008년 11월부터 2009년 1월까지 편측의 T1 또는 T2 조기유방암 또는 관내상피암 환자로 유방보존술 후 방사선치료를 위해 의뢰된 25명의 환자를 대상으로 하였다. 국소 림프절 전이 및 원격 전이가 있는 경우, 또는 근치적 유방절제술을 받은 환자는 제외하였다. 모든 환자는 무릎 뒤를 받치고 유방판 위에 누운 채로 환측의 팔을 들어 올린 자세에서 모의치료를 시행하였다. 방사선조사영역의 경계는 유방실질을 측지하여 방사선비투과성 납줄로 표시하였다. 조사영역의 경계는 위쪽으로는 쇄골의 바로 아래, 내측은 몸의 정중선, 외측은 중심 액와선 그리고 아래쪽은 유방밑주름에서 2 cm 아래에 표시하였다.

모든 환자는 통상적인 모의치료 시행에 따라 디자인된 접선조사영역을 카테터로 표시하고 전산화단층촬영을 시행하였다. 전산화단층촬영 시 조영제의 주입 없이 5 mm

두께로 폐의 꼭지에서 횡격막까지 모두 포함한 유방 전체를 스캔하였다. 그리고 모든 영상에 대하여 Eclipse 치료계획시스템 버전 8.6.15 (Varian Medical Systems, Palo Alto, CA, USA)을 사용하여 이차원치료계획과 삼차원치료계획을 각각 시행하였다. 이차원치료계획은 모의치료 시에 표시한 통상적인 조사영역 경계를 나타내는 표지들을 이용하여 2개의 대향접선조사를 이용한 통상적인 방법에 따라 시행하였다. 이때 허용 가능한 폐의 범주는 3 cm까지였으며 전산화단층촬영 영상에서의 다양한 각 장기별 밀도는 무시하였다.

삼차원치료계획에서 임상표적체적은 한 명의 방사선종양학과 의사가 모두 그렸으며, 모든 유선 조직을 포함하였고 장액종이나 혈종 같은 수술 후 변화 또한 임상표적체적에 포함하였다. 이렇게 지정된 임상표적체적은 영상의학과 전문의와 함께 그 적절성에 대하여 재확인하였다. 계획용 표적체적은 임상표적체적에서 피부 쪽을 제외한 모든 방향으로 1 cm의 여유를 두어 결정하였다. Eclipse 치료계획시스템의 자동 윤곽그리기 도구를 이용하여 결정장기로 양쪽 폐의 윤곽을 그렸고 왼쪽 유방암 환자의 경우 심장을 폐동맥 위편까지 심장막을 포함하여 윤곽을 그렸다.

삼차원치료계획도 접선조사 한 쌍으로 계획하여 beam's-eye-view projection을 통해 폐, 심장과 반대쪽 유방에 가장 적게 들어가는 갠트리각을 결정하였고 다엽콜리메이터를 이용하여 차폐를 조정하였다.

모든 치료계획은 6 MV 에너지의 광자선을 이용하여 선원에서 환자 표면까지의 거리를 100 cm로 지정하였으며 (SSD=100 cm), half beam을 이용하였다.

본 연구를 위하여 각 환자에게 그려진 표적체적의 크기를 측정하였고 삼차원치료계획에서 그린 계획용표적체적에 반응영 여유로 1 cm를 고려했을 때 치료 범위와 이차원치료계획에서 표시한 통상적인 치료 경계와의 위아래, 및 좌우 차이를 각각 측정하였다.

조사영역을 정량적으로 비교하기 위해 직사각형 조사면의 길이선량과 출력값을 동등하게 사용할 수 있는 정사각형의 조사면을 동등조사영역이라 하고, 그 한변의 크기로 동등조사영역의 크기를 비교하였으며 이차원과 삼차원치료계획 사이의 동등조사영역의 차이 발생에 연관 있는 것으로 신체질량지수, 폐경여부 및 유방크기(브라지어 사이즈)와의 관련성을 분석하였다. 그리고 처방선량의 50%에 해당되는 선량이 조사된 유방용적($V_{\text{breast-50\%}}$)을 측정하였다. 손상위험장기인 폐의 방사선에 대한 노출 정도를 알아보기 위하여 조사된 폐용적은 전체 폐용적에서 처방선량의 50%에 해당하는 선량이 조사된 용적($V_{\text{lung-50\%}}$)과 평균 폐선

량, 그리고 5 Gy, 10 Gy, 20 Gy, 30 Gy 이상 조사된 용적(예 V_5 , V_{10} , V_{20} , V_{30})을 측정하였다. 좌측 유방암 환자에 대해서는 평균 심장선량과 심장에서 5 Gy, 10 Gy, 20 Gy, 30 Gy 이상 조사된 용적(심장 V_5 , V_{10} , V_{20} , V_{30})도 측정하였다.

각 측정값은 수치 표기는 평균값을 사용하였고 표준편차 값을 구하였다. 그리고 각각의 치료계획에 따른 조사용적 및 평균 폐선량과 평균 심장선량 간의 차이를 분석하고자 대응표본 t-검정을 시행하였고 p값이 0.05 미만인 경우 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

환자들의 T 병기는 Tis가 4명, T1이 14명, T2가 7명이었고 좌측 유방암환자는 12명이었다. 환자의 평균 나이는 45세였고(31~73세) 유방암 진단 전 폐경 상태였던 환자가

13명이었다. 모든 환자는 가슴둘레와 밑가슴둘레의 차이가 12.5 cm 미만의 B컵 사이즈 이하의 브라지어를 착용하고 있었다. 체질량지수의 범주는 <23이 11명, 23~24.9이 6명, ≥25이 8명이었다(Table 1).

삼차원치료계획에서 전산화단층촬영을 기반으로 그린 유방조직의 평균 용적은 173.5 cm^3 이었고 범주는 44.12~376.5 cm^3 이었다. 2명의 환자를 제외하고 유선조직을 포함한 임상표적체적은 삼차원치료계획이 이차원치료계획보다 모든 방향에서 표시한 방사선조사영역을 감소시켰다(Table 2). 가쪽 경계간의 차이가 평균 2.7 cm로 차이의 절대값이 제일 컸고, 위쪽 경계간의 차이가 평균 2.4 cm, 표준편차 1.85으로 환자에 따른 변화가 제일 컸다. 방사선조사영역이 같거나 더 컸던 두 환자의 경우에는 큰 장애종이 형성

Table 1. Patients' Characteristics

Characteristic	Distribution
Age (yr)	
Range (median)	31~73 (45)
T Stage	
0 (DCIS)*	4
1	14
2	7
Menopause	
Y/N	13/12
Bra size	
A	16
B	9
Body mass index	
~18.5	1
18.6~22.9	10
23~24.9	6
25~29.9	7
30~	1

*ductal carcinoma in situ

Table 2. Difference of Margins According to Target Definition and Plan Method

Margin (2D-3D* planning)	Difference (cm)	
	Median value (range)	Mean±SD
Superior	2.5 (-2.5~4.5)	2.4±1.85
Inferior	2.5 (2~3)	2.5±0.78
Medial	1.6 (-1~3.8)	1.7±0.94
Lateral	2.6 (1.3~4.4)	2.7±1.45

*dimensional

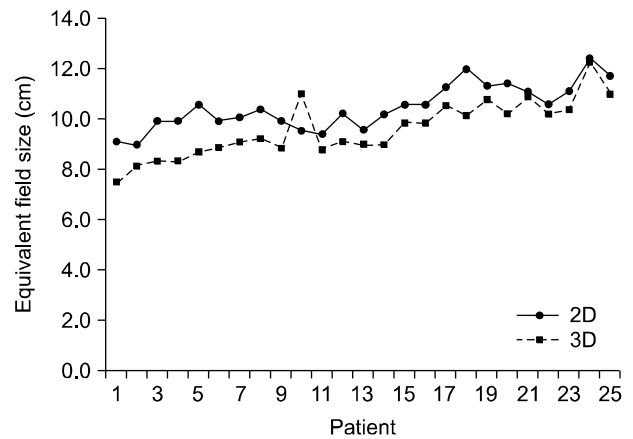


Fig. 1. Equivalent field size. In three-dimensional planning (3D planning), equivalent field size was smaller than that of two-dimensional planning (2D planning) except one patient (patient #10; mean, 0.9 cm).

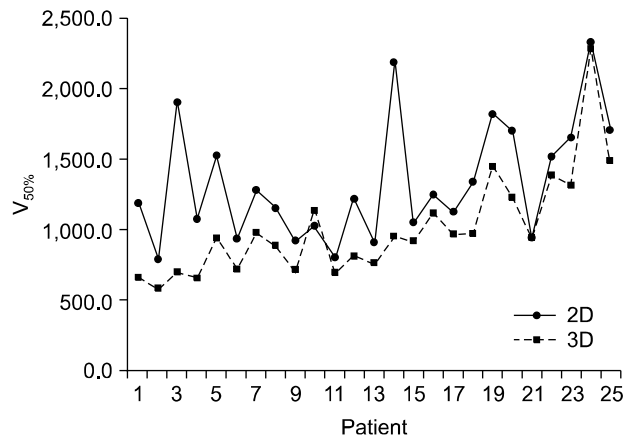


Fig. 2. $V_{50\%}$ was reduced in 3 dimensional planning (mean, 24.1%; range, 0.3 to 63.1%) except one patient (patient #10, -10.2%).

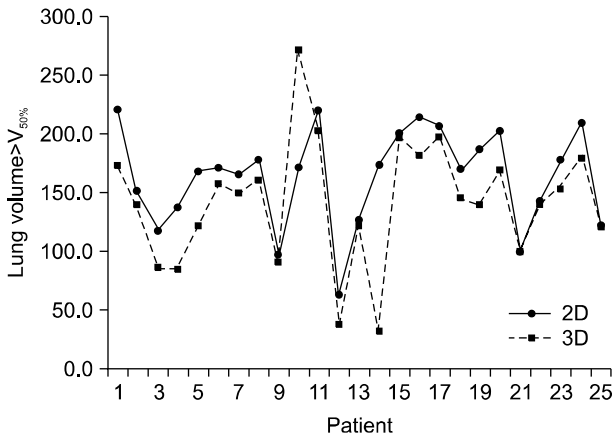


Fig. 3. Lung volume in V_{50%}. Lung volumes that was included in prescribed 50% dose volume was smaller in 3-dimensional (3D) planning (mean, 13.6%). One patient (patient #10) showed that not only V_{breast-50%} but also irradiated lung volume were larger in three-dimensional planning.

되어 있었다.

동등조사영역크기는 한 명을 제외하고 삼차원치료계획에서 이차원치료계획에서보다 평균 0.9 cm 작았다(Fig. 1). 그리고 동등조사영역의 차이와 신체질량지수, 폐경 여부 및 유방크기(브래지어 사이즈)의 관련성은 보이지 않았다. V_{breast-50%} 또한 한 명을 제외하고 감소하였으며 평균 24.1% (범주, 0.3~63.1%) 감소하였다(Fig. 2). 삼차원치료계획에서 50%로 지정된 선량 용적에 포함되는 폐용적(V_{lung-50%})이 이차원 치료계획에서보다 작았고 그 평균값은 13.6%였다(Fig. 3). 큰 장액종을 가지고 있어 방사선조사영역이 이차원치료계획보다 삼차원치료계획에서 더 컸던 한 명의 환자는 V_{breast-50%} 뿐만 아니라 조사되는 폐용적(V_{lung-50%})도 삼차원 치료계획에서 더 컸다. 평균 폐선량 및 폐 V_{5-V30}은 삼차원치료계획에서 이차원치료계획일 때 비해 유의하게 작았다. 12명의 좌측 유방암 환자에서 평균 심장선량과 심장 V_{5-V30}은 삼차원치료계획에서 V₅와 V₁₀을 제외하고 이차원치료계획보다 작았지만 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다(Table 3).

고안 및 결론

유방암의 방사선치료에서 전산화단층촬영을 기반으로 한 삼차원치료계획의 사용이 점차 증가하고 있다. 이러한 삼차원치료계획은 환자 각 개인의 해부학적 특징을 반영하고 종양과 정상조직의 윤곽을 보다 정확하게 그릴 수 있는 장점이 있다. 또한 한국인처럼 작은 유방을 갖고 있는

Table 3. Mean Dose and Percentage of Volume of Irradiated Ipsilateral Lung, and Heart

Organ at risk	2 Dimensional plan	3 Dimensional plan	p-value
Ipsilateral lung (%; n=25)			
Volume ≥30 Gy	12.1 (4.6~17.4)	10.4 (2.0~16.6)	0.006
Volume ≥20 Gy	14.1 (6.2~19.9)	12.2 (3.1~18.6)	0.004
Volume ≥10 Gy	16.7 (8.3~22.5)	14.4 (4.7~21.0)	0.002
Volume ≥5 Gy	19.9 (10.9~25.5)	17.4 (6.5~24.6)	0.014
Mean dose (Gy)	16.6 (8.6~21.8)	13.8 (4.9~20.2)	<0.001
Heart (%; n=12)			
Volume ≥30 Gy	3.7 (1.2~5.8)	3.7 (0.1~10.2)	0.989
Volume ≥20 Gy	5.1 (1.8~7.8)	5.0 (0.3~12.6)	0.908
Volume ≥10 Gy	7.2 (3.0~10.5)	7.4 (1.0~15.7)	0.851
Volume ≥5 Gy	10.4 (5.1~14.5)	10.1 (2.3~20.0)	0.852
Mean dose (Gy)	8.8 (5.8~11.4)	8.1 (3.0~15.2)	0.366

경우 삼차원치료계획은 방사선조사영역의 경계 및 조사 용적을 줄일 수 있어 더 유용할 수 있다

유방암의 삼차원입체조형방사선치료에서 전산화단층촬영의 밀도로 유방의 임상표적체적을 정의하는데 있어 실제로 재발위험이 있는 유방 조직이 정확히 포함되었는지, 또는 재발의 가능성이 있는 부분이 빠지지 않는지에 대해서는 불확실성이 존재한다. 유방 표적용적의 정의는 각 기관에 따라 다르며 다양한 방법이 사용되고 있다. 유방 표적용적의 정의에 해부학적 참조기준을 길잡이로 삼거나^{8,9)} 방사선비투과성의 와이어로 측정되는 유방을 표시하기도 한다.^{6,10)} 전산화단층촬영의 데이터를 이용하여 선량계산이나 손상위험장기의 선량을 평가하는 경우에도 통상적인 선 구성을 이용하는 방법이 쓰이기도 한다.^{7,11)} 몇몇 연구들이 유방 방사선치료에서 표적용적을 정의하는데 있어 명백한 차이가 있음을 보고하였다.^{6,12,13)} Hurkmans 등⁶⁾의 연구에서 컴퓨터단층촬영에 기반하여 다수의 관찰자에 의해 임상표적용적(유방용적)을 그렸을 경우 관찰자에 따라 유방용적이 평균17.5%의 차이를 보였다. Struikmans 등¹²⁾은 다른 관찰자에 의해 그려진 두 용적이 겹치는 경우가 유방에 대해서는 87%로 보고하였다. 최근 Landis 등¹³⁾의 연구에 따르면 세부 전공이 유방암인 4명의 방사선 종양학자가 종괴절제술 후 공동의 윤곽을 그린 경우에도 상당한 차이가 있음이 관찰되었다. 이러한 연구들과 본 연구 결과를 통해 볼 때 전산화단층촬영 이미지에서 유방 표적용적을 어떻게 정의할 것인가에 대한 일치된 의견을 도출하는 것이 시급하다. 합의된 권고안이 나오기 전까지는 비교적 일정한 결과를 얻기 위해 전산화단층촬영 이미지에서의 유선조직을 그리는 것뿐만 아니라 비투과성 와이어를 이용

하여 측정되는 유방조직을 표시하는 방법, 해부학적 참고 사항을 이용하는 방법을 종합적으로 사용하고 숙련을 위한 일정 기간의 훈련이 필요할 것으로 생각된다. 본 연구에서는 기본적으로 전산화단층촬영에서 보이는 유선조직을 모두 포함하도록 표적선량을 정의하였는데 이 방법은 어디까지가 유선조직인지에 대해 치밀유방인 경우에는 관찰자 간 차이가 크지 않지만 치밀유방이 아닌 경우에는 주변 지방조직과의 구분이 문제가 될 수 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 본 연구자들의 기관에서는 영상의학과 전문의에 의한 평가를 시행하였고, 치료계획용 전산화단층촬영을 시행할 때 측정되는 유방조직을 와이어로 표시하여 윤곽그리기를 할 때 참고하는 것을 프로토콜로 시행하고 있다.

Struikmans 등¹²⁾의 연구에 따르면 다른 관찰자에 의해 그려진 두 용적이 겹치는 순응도(conformity index)와 폐경여부는 관련이 없었다. 표적용적의 정의에 관계있는 인자에 관한 연구는 거의 없으며 본 연구에서 두 치료계획 간의 차이를 반영하는 동등조사영역의 크기와 폐경여부나 체질량지수, 유방크기는 관련성이 없었다.

유방암환자에서 유방보존술 후 방사선치료를 받은 후 폐손상이 초래된다는 여러 연구가 있다.^{14~18)} 고해상 전산화단층촬영을 이용하여 조사된 용적 내의 폐변화를 본 몇몇의 연구에서 유방암으로 치료를 받았던 경우 68~90%에서 방사선폐렴을 포함한 폐의 변화를 보고하였다. Krenegli 등¹⁴⁾의 연구에 따르면 유방보존술 후 방사선치료 하고 나서 3개월의 시점에서 관찰되는 폐변화는 폐포모세혈관장벽의 손상이 주로 관련이 있고 방사선치료 후 9개월 경에 일부 회복되며 폐손상을 줄이기 위해서는 25 Gy 이상이 조사된 폐용적을 최소화해야 한다고 하였다. 따라서 본 연구에서 삼차원치료계획을 하면 평균 폐선량과 일정선량 이상이 조사되는 폐용적이 감소하여 전체 유선조직을 치료하되 폐손상의 가능성을 줄일 수 있음을 알았다.

통상적인 방사선치료 기술을 이용했던 이전의 몇몇 연구에서 심장 일부에 방사선이 조사된 경우 심장질환으로 인한 사망률이 증가한다고 보고하였다.^{19~21)} 이러한 연구들은 통상적인 방사선치료 기술을 사용하였지만 본 연구에서는 삼차원치료계획을 시행함으로써 이차원치료계획을 시행했을 때 보다 일정한 선량 이상 조사된 심장용적을 줄일 수 있었다. 그러나 심장조사용적을 비교한 대상환자의 수가 적었기 때문에 통계적으로 유의한 결과를 얻기 위해서는 더 많은 환자를 대상으로 한 연구가 필요하다.

일반적으로 한국인의 유방이 작다고 알려져 있으나 그에 대한 정확한 통계는 알기 어려운 상태이며 실제적으로

다른 인종의 경우와 비교할 수 없는 제한점이 있어 이에 대한 연구가 좀 더 필요할 것으로 생각된다.

유방암의 방사선치료에서 전산화단층촬영을 기반으로 한 삼차원치료계획은 작은 유방의 환자에서 조사영역의 크기를 줄일 뿐만 아니라 선량체적히스토그램으로 폐 및 심장의 조사량을 확인하고 흉곽의 구조적 차이나 심장의 구조적 차이를 반영하여 치료계획을 조정할 수 있었다.

요약하면 유방암에서 전산화단층촬영을 기반으로 한 삼차원치료계획이 최근 들어 널리 이용되고 있지만 유방표적용적에 대해 명백하게 정립된 정의는 아직 없다. 본 연구의 대상 모두가 브래지어 사이즈 B컵 이하였으며 치료계획에 따른 임상표적 윤곽의 차이는 위쪽 경계와 가쪽 경계에서 가장 컸다. 이러한 작은 유방을 가진 환자의 대부분에서 유방보존술 후 유방 방사선조사 시 전산화단층촬영을 기반으로 하여 삼차원치료계획을 시행했을 때 방사선조사영역의 경계 및 조사용적을 줄일 수 있으며 손상위험장기인 폐의 조사용적 또한 줄일 수 있었다. 그러므로 대부분이 브래지어 사이즈 B컵 이하(가슴둘레와 밑가슴둘레의 차이 ≤ 12.5 cm)인 한국 여성은 전산화단층촬영에 기반한 유방용적 그리기 및 삼차원치료계획이 더 많은 도움이 될 것으로 보인다. 더욱이 큰 장액종이 형성되어 있었던 두 환자의 경우 삼차원치료계획에서 이차원치료계획보다 방사선조사영역이 더 컸는데, 이는 수술 후 변화가 있는 환자를 이차원치료계획으로 치료하였을 때 방사선치료 영역에서 유방용적 일부가 빠질 가능성이 있음을 시사한다. 그러므로 수술 후 장액종이 형성된 경우 전산화단층촬영을 기반으로 한 삼차원치료계획이 임상표적용적을 적절하게 조절하는데 유용하다.

전산화단층촬영을 기반으로 삼차원치료계획을 시행하면 수술 후 변화까지 포함하여 보다 정확한 방사선치료계획을 할 수 있으며 통상적인 이차원치료계획보다 방사선조사영역 및 손상위험장기의 측면에서 더 나은 결과를 얻을 수 있었다. 그러나 아직 임상표적용적의 정의에 대한 일반적인 합의가 필요하며 삼차원치료계획을 이용한 종양의 국소조절 향상과 부작용 감소 측면에서 추가적인 큰 규모의 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

1. Krasin M, McCall A, King S, Olson M, Emami B. Evaluation of a standard breast tangent technique: a dose-volume analysis of tangential irradiation using three-dimensional tools. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2000;47:327-333
2. Thilmann C, Zabel A, Nill S, et al. Intensity-modulated

- radiotherapy of the female breast. *Med Dosim* 2002;27:79-90
3. **van Asselen B, Raaijmakers CP, Hofman P, Lagendijk JJ.** An improved breast irradiation technique using three-dimensional geometrical information and intensity modulation. *Radiother Oncol* 2001;58:341-347
 4. **Vicini FA, Sharpe M, Kestin L, et al.** Optimizing breast cancer treatment efficacy with intensity-modulated radiotherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2002;54:1336-1344
 5. **Halperin EC, Perez CA, Brady LW, Wazer DE, Freeman C.** Perez and Brady's Principles and Practice of Radiation Oncology. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2007:1234-1244
 6. **Hurkmans CW, Borger JH, Pieters BR, Russell NS, Jansen EP, Mijnheer BJ.** Variability in target volume delineation on CT scans of the breast. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2001;50:1366-1372
 7. **van Asselen B, Schwarz M, van Vliet-Vroegindeweij C, Lebesque JV, Mijnheer BJ, Damen EM.** Intensity-modulated radiotherapy of breast cancer using direct aperture optimization. *Radiother Oncol* 2006;79:162-169
 8. **Gonzalez VJ, Buchholz DJ, Langen KM, et al.** Evaluation of two tomotherapy-based techniques for the delivery of whole-breast intensity-modulated radiation therapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2006;65:284-290
 9. **Mayo CS, Urie MM, Fitzgerald TJ.** Hybrid IMRT plans: concurrently treating conventional and IMRT beams for improved breast irradiation and reduced planning time. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2005;61:922-932
 10. **van der Laan HP, Dolsma WV, Maduro JH, Korevaar EW, Hollander M, Langendijk JA.** Three-dimensional conformal simultaneously integrated boost technique for breast-conserving radiotherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2007;68:1018-1023
 11. **Van Vaerenbergh K, De Gerssem W, Vakaet L, et al.** Automatic generation of a plan optimization volume for tangential field breast cancer radiation therapy. *Strahlenther Onkol* 2005;181:82-88
 12. **Struikmans H, Warlam-Rodenhuis C, Stam T, et al.** Interobserver variability of clinical target volume delineation of glandular breast tissue and of boost volume in tangential breast irradiation. *Radiother Oncol* 2005;76:293-299
 13. **Landis DM, Luo W, Song J, et al.** Variability among breast radiation oncologists in delineation of the postsurgical lumpectomy cavity. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2007;67:1299-1308
 14. **Krengli M, Sacco M, Loi G, et al.** Pulmonary changes after radiotherapy for conservative treatment of breast cancer: a prospective study. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2008;70:1460-1467
 15. **Nishioka A, Ogawa Y, Hamada N, Terashima M, Inomata T, Yoshida S.** Analysis of radiation pneumonitis and radiation-induced lung fibrosis in breast cancer patients after breast conservation treatment. *Oncol Rep* 1999;6:513-517
 16. **Ooi GC, Kwong DL, Ho JC, et al.** Pulmonary sequelae of treatment for breast cancer: a prospective study. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2001;50:411-419
 17. **Hernberg M, Virkkunen P, Maasilta P, et al.** Pulmonary toxicity after radiotherapy in primary breast cancer patients: results from a randomized chemotherapy study. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2002;52:128-136
 18. **Jarvenpaa R, Holli K, Pitkanen M, et al.** Radiological pulmonary findings after breast cancer irradiation: a prospective study. *Acta Oncol* 2006;45:16-22
 19. **Gagliardi G, Lax I, Ottolenghi A, Rutqvist LE.** Long-term cardiac mortality after radiotherapy of breast cancer: application of the relative seriality model. *Br J Radiol* 1996;69:839-846
 20. **Rutqvist LE, Lax I, Fornander T, Johansson H.** Cardiovascular mortality in a randomized trial of adjuvant radiation therapy versus surgery alone in primary breast cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1992;22:887-896
 21. **Cuzick J, Stewart H, Rutqvist L, et al.** Cause-specific mortality in long-term survivors of breast cancer who participated in trials of radiotherapy. *J Clin Oncol* 1994;12:447-453

Abstract

Difference in the Set-up Margin between 2D Conventional and 3D CT Based Planning in Patients with Early Breast Cancer

Sunmi Jo, M.D.*, Mison Chun, M.D.*, Mi-Hwa Kim, M.S.*, Young-Taek Oh, M.D.*,
Seunghye Kang, M.D.[†] and O Kyu Noh, M.D.*

Department of Radiation Oncology, *Ajou University School of Medicine, Suwon,
[†]Inje University, Ilsan-Paik Hospital, Ilsan, Korea

Purpose: Simulation using computed tomography (CT) is now widely available for radiation treatment planning for breast cancer. It is an important tool to help define the tumor target and normal tissue based on anatomical features of an individual patient. In Korea, most patients have small sized breasts and the purpose of this study was to review the margin of treatment field between conventional two-dimensional (2D) planning and CT based three-dimensional (3D) planning in patients with small breasts.

Materials and Methods: Twenty-five consecutive patients with early breast cancer undergoing breast conservation therapy were selected. All patients underwent 3D CT based planning with a conventional breast tangential field design. In 2D planning, the treatment field margins were determined by palpation of the breast parenchyma (In general, the superior: base of the clavicle, medial: midline, lateral: mid - axillary line, and inferior margin: 2 cm below the inframammary fold). In 3D planning, the clinical target volume (CTV) ought to comprise all glandular breast tissue, and the PTV was obtained by adding a 3D margin of 1 cm around the CTV except in the skin direction. The difference in the treatment field margin and equivalent field size between 2D and 3D planning were evaluated. The association between radiation field margins and factors such as body mass index, menopause status, and bra size was determined. Lung volume and heart volume were examined on the basis of the prescribed breast radiation dose and 3D dose distribution.

Results: The margins of the treatment field were smaller in the 3D planning except for two patients. The superior margin was especially variable (average, 2.5 cm; range, -2.5 to 4.5 cm; SD, 1.85). The margin of these targets did not vary equally across BMI class, menopause status, or bra size. The average irradiated lung volume was significantly lower for 3D planning. The average irradiated heart volume did not decrease significantly.

Conclusion: The use of 3D CT based planning reduced the radiation field in early breast cancer patients with small breasts in relation to conventional planning. Though a coherent definition of the breast is needed, CT-based planning generated the better plan in terms of reducing the irradiation volume of normal tissue. Moreover it was possible that 3D CT based planning showed better CTV coverage including postoperative change.

Key Words: Three-dimensional planning, Breast cancer, Clinical target volume, Radiotherapy