

Comparison of Dosimetric Parameters of Patient with Large and Pendulous Breast Receiving Breast Radiotherapy in the Prone versus Supine Position

Sun Young Moon*, Myonggeun Yoon*, Weon Kuu Chung[†],
Mijoo Chung[†], Dong Oh Shin[‡], Dong Wook Kim[†]

*Department of Bio-convergence Engineering, Korea University,

[†]Department of Radiation Oncology, Kyung Hee University Hospital at Gangdong,

[‡]Department of Radiation Oncology, Kyung Hee University Hospital, Seoul, Korea

The purpose of this study is to analyze dosimetric parameters of patient with large and pendulous breast receiving breast radiotherapy in the prone versus supine position. The patient underwent computed tomography simulation in both prone and supine position. The homogeneity index (HI), conformity index (CI), coverage index (CVI) to the left breast as planning target volume (PTV) and the doses to the lung, heart, and right breast as organ at risk (OAR) were compared by using dose-volume histogram. The lifetime attributable risk (LAR) according to the prone and supine position was measured for the lung and right breast. The HI, CI of the PTV decreased 21.7%, 6.49%, respectively and the CVI increased 10.8% with the prone position. The mean and maximum dose to the left lung decreased 91.6%, 87.0%, respectively and the volume parameters also decreased over 99% with the prone position. The parameters to the right lung were same regardless of the position. The mean and maximum dose to the heart decreased 51.6%, 14.2% with the prone position. But the mean and maximum dose to the right breast increased unlike the other OARs. The LARs to the lung decreased 80.3% (left), 24.2% (right) but the LAR to the right breast doubled with the prone position. The prone position is a favorable alternative for irradiation of breast in patients with large and pendulous breasts.

Key Words: Large breast, Breast cancer, Prone position, Radiotherapy

서 론

2012년 통계에 따르면 여성의 암 발생률 중 유방암이 차지하는 비율이 일본과 미국, 영국에서 1위, 우리나라에서 2위로 모두 높은 비율을 차지했다. 유방암 치료는 크게 유방 절제술과 유방보존술로 나뉘고 조기 발견될 경우 환자의 유방손실에 대한 정신적 손상을 줄이고자 대부분 유방보존술을 택한다.^{1,2)} 일반적으로 유방암 방사선 치료는 환자가

바로 누운 상태(supine position)에서 이루어지는데 그 경우 유방의 크기가 큰 거대유방 환자는 피부조직이 겹치는 부분에서 피부 부작용의 발생가능성이 증대된다. 또한, 거대유방 환자는 방사선이 조사되는 범위가 넓고 그에 따라 모양도 매우 불규칙하여 범위 내에서 선량의 균일도가 감소될 뿐만 아니라 치료 후 비정상적인 섬유층의 광범위한 형성과 치료에 기인한 비대칭적인 유방의 크기로 인해 환자는 미적, 정신적 손상을 받을 수 있다. 이와 더불어, 환자가 바로 누워 방사선치료를 받는다면 치료의 목적이 되는 거대유방이 아래로 처지면서 유방과 폐, 심장이 동일 평면에 놓이게 되고 이로 인해 치료계획 시 유방에 처방선량을 전달하고자 할 때 폐와 심장에도 또한 많은 선량이 전달될 수 있다.¹⁾ 거대유방의 유방암 환자가 prone breast board를 사용하여³⁾ 엎드린 자세(prone position)로 방사선치료를 받을 경우 상대적으로 환자 호흡에 의한 불확도가 감소하여 치료효과를 향상시킬 수 있고 고 연령군의 환자일지라도 편안하게 치료를 받을 수 있다. 또한 board는 치료 측 유방

This work was supported by the General Researcher Program (NRF-2015R1D1A1A09056828), the Nuclear Safety Research Program (Grant No. 1403019) of the Korea Radiation Safety Foundation.

Received 1 December 2015, Revised 18 December 2015, Accepted 19 December 2015

Correspondence: Dong Wook Kim (joocheck@gmail.com)

Tel: 82-2-440-6071, Fax: 82-2-440-7390

© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

과 가슴벽을 멀리 위치하도록 해 가슴벽에 고선량이 전달되는 것을 방지하고 반대쪽 유방을 옆으로 놓이게끔 하여 결과적으로 정상조직에 전달되는 선량을 감소시킨다. 선량학적 측면에서뿐만 아니라 환자가 엎드린 자세를 취할 경우 치료 시 호흡에 따른 움직임의 영향도 감소한다.¹¹⁾

이러한 이유로 현재 거대유방의 유방암 환자에게 바로 누운 자세가 아닌 엎드린 자세로 방사선치료를 행하는 것이 제안되는 중이고 이를 본 기관의 환자 사례를 통해 확인하고자 한다.

재료 및 방법

1. 환자정보

유방암을 진단받은 후 입체조형치료(3D-CRT)를 받았던 거대유방 환자의 치료계획을 통해 바로 누운 자세와 엎드린 자세일 때의 치료효과 차이를 비교하였다. 본 환자는 여성환자이며 치료 시 Planning target volume (계획표적체적, PTV)은 왼쪽 유방이고 Organ at risk (관심장기, OAR)는 오른쪽 유방, 왼쪽 폐, 오른쪽 폐, 심장으로 이루어졌다. 엎드린 자세일 때 PTV의 부피는 1,911.5 cm³이고 오른쪽 유방, 왼쪽 폐, 오른쪽 폐, 심장의 부피는 각각 1,668.1, 1,027.8, 1,318.1, 585.2 cm³이다. 바로 누운 자세일 때 PTV의 부피는 2,651.3 cm³이고 OAR (오른쪽 유방, 왼쪽 폐, 오른쪽 폐, 심장)의 부피는 각각 1,589.2, 1,044.4, 1,325.7, 592.9 cm³이다. 환자는 입체조형치료를 전체선량 50.4 Gy, 28회 분할 조사 후 3회 추가 조사받도록 처방 받았다.

2. 치료계획 비교 지표

엎드린 자세일 때와 바로 누운 자세의 치료계획비교는 선량-부피 히스토그램(DVH)을 통하여 이루어졌다. 자세에 따른 PTV의 치료효과에 대한 비교는 homogeneity index (균질성지표, HI), conformity index (적합성지표, CI), coverage index (조사범위지표, CVI)를 통하여 이루어졌다. HI는 PTV 내에서 선량분포의 균일한 정도를 나타내는 지표이다. HI를 구하는 식은 다음과 같다.⁴⁾

$$HI = \frac{(D_2 - D_{98})}{D_p} \times 100$$

D₂는 PTV 부피의 2%에 해당하는 부분에 전달되는 선량을 의미하고 D₉₈은 PTV 부피의 98%에 해당하는 부분에 전달되는 선량을 말한다. D_p는 환자의 처방선량이고 계산된

HI 값이 클수록 PTV 내에서의 선량 값이 고르지 못함을 의미한다.

CI는 환자에서 처방선량의 95% 값이 전달되는 부피와 PTV에서 처방선량의 95% 값이 전달되는 부피가 얼마나 일치하는가를 나타내는 지표로 다음과 같은 식을 통해 구해진다.⁵⁾

$$CI = \frac{V_{95PTV}^2}{(V_{PTV} \times V_{95})}$$

V_{PTV}는 PTV의 부피이고 V₉₅는 환자에서 처방선량의 95% 값이 전달되는 부피이며 V_{95PTV}는 PTV에서 처방선량의 95% 값이 전달되는 부피이다. CI는 0과 1 사이의 값으로 값이 클수록 환자에서 고선량(처방선량의 95%)이 전달되는 부피와 PTV가 일치됨을 의미하고 즉, 처방선량이 PTV에 한정적으로 전달됨을 뜻한다.

CVI는 PTV에서 처방선량의 95% 값이 전달되는 부피가 어느 정도인지를 나타내는 지표로 값이 클수록 PTV에 전체적으로 처방선량이 전달됨을 의미한다. 그 값은 다음과 같은 식을 통해 구해진다.⁶⁾

$$CVI = \frac{V_{95PTV}}{V_{PTV}}$$

환자의 자세에 따라 PTV 주위의 관심장기에 전달되는 선량 및 위험도를 비교하기 위해 선량-부피히스토그램을 통하여 OAR에 전달되는 선량의 평균값, 최대값 및 장기 특성에 따라 기타 지표들을 비교하였다. 폐는 선량의 평균값과 최대값 같은 선량지표뿐만 아니라 처방선량의 5%, 10%, 20% 선량이 전달되는 폐의 부피(V₅, V₁₀, V₂₀)를 확인하였다. 심장에 전달되는 선량이 1Gy 증가함에 따라 기능에 이상이 발생할 확률이 7% 증가함을 토대로 심장에 전달되는 평균적인 선량 값을 확인해 심장의 기능에 이상이 생길 확률을 계산하였다. 폐와 치료받지 않는 오른쪽 유방은 Lifetime attributable risk (LAR)을 계산해 비교하였다. 방사선 치료 분야에서 LAR은 방사선치료를 받은 10만명의 유방암 환자 중 특정 장기에서 2차적인 암이 발생한 환자의 통계적인 비율을 나타낸다. BEIR VII (Biological Effects of Ionizing Radiation 2006) 보고서는 방사선량과 방사선에 노출된 당시의 환자 나이 및 관심을 두고 있는 도달 나이를 통해 LAR을 계산하는 방법을 제시하고 있다. LAR을 계산하기 위해서는 Excess absolute risk (절대적인 위험도,

EAR)과 Excess relative risk (상대적인 위험도, ERR) 계산이 선행되어야 하고 유방과 갑상선을 제외한 장기의 EAR과 ERR을 구하는 식은 다음과 같다.⁷⁻⁹⁾

$$EAR(d, s, e, a) \text{ or } ERR(d, s, e, a) = \beta d \exp(\gamma e^*) \left(\frac{a}{60}\right)^\eta$$

$$\text{where } e^* = \frac{\min(e, 30) - 30}{10}$$

유방은 계산시 EAR 만을 고려하도록 제시하고 있고 EAR은 다음의 식을 통해 계산한다.

$$EAR(d,s,e,a) = \beta d \exp\left[\frac{\gamma(e-25)}{10}\right] \left(\frac{a}{60}\right)^\eta$$

where $\eta = 3.5$ for $a < 50$ and 1 for $a \geq 50$.

d는 Organ-equivalent dose (장기등가선량, OED)⁷⁾이고 β , γ , η 는 성별과 장기를 고려하여 나타낸 EAR (또는 ERR)의 특정 변수이며 e는 방사선에 노출 당시의 나이, a는 관심을 두고 있는 도달 나이를 말한다. 앞서 계산된 EAR과 ERR을 다음의 식에 대입하여 최종적으로 LAR을 계산한다.¹⁰⁾

$$LAR(d, e) =$$

$$\int_{e+L}^{100} (ERR(d, e, a) \cdot \lambda_1(a))^w \times (EAR(d, e, a))^{1-w} \frac{S(a)}{S(e)} da$$

EAR, ERR, e, a는 앞서 언급한 것과 같고 w는 비중, S(a) (또는 S(e))는 환자가 a (또는 e) 나이에 도달했을 때 생존할 가능성, $\lambda_1(a)$ 는 a 나이일 때 암이 발생할 확률 그리고 L은 잠복기간을 의미한다(National Research Council 2006). BEIR에서는 대부분의 장기의 w 값으로 0.7을 사용하길 권고하고 있고 가슴과 폐는 예외적으로 각각 0과 0.3을 권고하고 있다. 유방은 LAR 계산 시에 EAR만을 고려하여 계산한다.

Table 1. HI, CI, CVI of the left breast according to the patient's position.

	HI	CI	CVI
Prone	16.41	0.72	0.92
Supine	20.96	0.77	0.83

결과 및 토의

엎드린 자세일 때 PTV의 HI, CI, CVI는 각각 16.41, 0.72, 0.92이고 바로 누운 자세일 때는 각각 20.96, 0.77, 0.83이다 (Table 1). 왼쪽 폐는 엎드린 자세일 때 평균선량, 최대선량이 각각 처방선량의 0.7, 12.7%이고 V₅, V₁₀, V₂₀는 각각 0.16, 0.02, 0%이다. 바로 누운 자세일 때는 선량지표 값은 각각 8.3, 97.5%이고 부피지표 값은 각각 24.07, 14.04, 8.53%이다(Table 2). LAR은 엎드린 자세와 바로 누운 자세 각각 205, 1043이다(Table 3). 오른쪽 폐는 엎드린 자세일 때 평균선량, 최대선량이 각각 처방선량의 0.1, 1.3%이고 V₅, V₁₀, V₂₀는 모두 0%이며 바로 누운 자세일 때 선량지표와 부피지표 모두 동일한 값으로 확인되었다(Table 2). LAR은 엎드린 자세와 바로 누운 자세 각각 25, 33이다(Table 3). 심장은 엎드린 자세일 때 평균선량, 최대선량이 각각 처방선량의 3, 83%이고 바로 누운 자세일 때는 각각 6.2,

Table 2. Parameters of the OAR according to the patient's position.

Organ	Parameter	Prone	Supine
Left lung	Mean dose (%)	0.7	8.3
	Max dose (%)	12.7	97.5
	V5 (%)	0.16	24.07
	V10 (%)	0.02	14.04
	V20 (%)	0	8.53
Right lung	Mean dose (%)	0.1	0.1
	Max dose (%)	1.3	1.3
	V5 (%)	0	0
	V10 (%)	0	0
	V20 (%)	0	0
Heart	Max dose (%)	83	96.7
	Mean dose (%)	3	6.2
	Mean dose (Gy)	1.51	3.12
	Dysfunction R(%)	10.58	21.87
Right breast	Mean dose (%)	0.4	0.2
	Max dose (%)	19.1	15.9

Table 3. LAR of the OAR according to the patient's position.

Organ	LAR	
	Prone	Supine
Left lung	205	1,043
Right lung	25	33
Right breast	55	28

96.7%이다(Table 2). 엎드린 자세일 때와 바로 누운 자세일 때 심장에서 평균선량은 각각 1.512, 3.1248 Gy이고 방사선 치료 후 기능의 이상이 생길 확률은 1 Gy 당 7%씩 증가함에 따라 이상이 발생할 확률은 각각 10.58, 21.87%이다. 오른쪽 유방은 엎드린 자세일 때 평균선량, 최대선량이 각각 처방선량의 0.4, 19.1%이고 바로 누운 자세일 때는 0.2, 15.9%이다(Table 2). LAR은 엎드린 자세와 바로 누운 자세 각각 55, 28이다(Table 3).

환자가 엎드린 채로 방사선치료를 받을 경우 PTV의 HI 값이 21.7% 감소하였고 이는 환자가 엎드린 자세로 치료받을 때 PTV의 선량분포가 고르다는 것을 의미한다. CVI 값은 10.8% 증가하였고 PTV에 처방선량이 정확하게 전달되었음을 뜻한다. 하지만 엎드린 자세일 때 CI 값이 6.5% 감소하였고 이러한 감소는 환자에서 처방선량의 95% 값이 전달되는 부피와 PTV에서 처방선량의 95% 값이 전달되는 부피의 일치 정도가 감소했음을 의미한다. CI 값의 감소는 환자가 엎드린 채로 치료 받을 경우 PTV 주위의 관심장기에 고선량이 전달되었거나 PTV에 부족선량이 전달되었음을 나타낸다. 양쪽 폐와 심장, 오른쪽 유방의 최대선량 값을 확인했을 때 각각 6.6 (왼), 0.5 (오른), 40.3, 10.1 Gy 로 각 장기의 허용선량 범위 이내이고 이 값들은 모두 처방선량의 12.7, 1.3, 83, 19.1%에 해당하는 값에 불과하기에 PTV 주위의 관심장기에 고선량(처방선량의 95%)이 전달되어 CI 값이 감소했다 말하기 어렵다. 결과적으로 엎드린 경우 바로 누웠을 때보다 PTV에 상대적으로 부족선량이 전달되었음을 말하지만 CI 값이 감소했는지라도 CVI 값이 충분히 높기에 치료 결과에는 이상이 없다 말할 수 있다.

엎드린 자세로 치료 받는 경우 치료부위와 같은 방향인

왼쪽 폐의 경우 평균선량이 91.6, 최대선량이 87.0% 감소하였고 V_5, V_{10} 이 각각 99.3, 99.9% 감소했을 뿐만 아니라 엎드린 자세일 경우 왼쪽 폐에서 처방선량의 20% 값이 전달되는 부피는 0이다(Fig. 1). 결과적으로 환자가 엎드린 자세로 치료를 받을 경우 치료방향의 폐에 전달되는 선량을 상당량 줄일 수 있다. 선량이 감소하기 때문에 LAR 또한 80.3% 감소하였고 방사선치료가 끝난 후에 환자의 경과가 훨씬 향상될 수 있는 가능성을 확인하였다. 오른쪽 폐에서는 평균선량, 최대선량 및 부피지표들의 자세에 따른 변화가 없지만 LAR의 경우 환자가 엎드린 자세일 때 24.2% 감소를 보였다. 환자의 오른쪽 폐의 경우 치료 받은 직후에는 자세와 관계없이 별다른 징후가 나타나지 않지만 시간이 흐른 뒤 2차 암 발생여부 의 측면에서는 엎드린 자세로 치료를 받는 것이 더 좋은 결과를 나타낸다. 심장은 최대선량이 14.2% 감소했고 평균선량은 51.6% 감소했으며 이와 관련된 기능의 이상이 생길 확률 또한 동일하게 감소하였다.

양쪽 폐와 심장의 경우 바로 누워 치료를 받을 때보다 엎드린 채로 치료받을 때 여러 지표들에서 좋은 결과를 나타내었다. 하지만 치료받지 않는 오른쪽 유방에서 평균선량이 엎드렸을 때 2배 증가하였고 최대선량 또한 20.1% 증가함을 보였다. 뿐만 아니라 LAR의 경우 96.4% 증가하였다. 환자가 엎드린 자세로 치료를 받을 경우 prone breast board를 사용하면 몸이 왼쪽으로 치우치게 됨을 CT 영상에서 확인할 수 있다(Fig. 2). 환자의 몸이 전체적으로 치우치면서 PTV인 왼쪽 유방을 치료하기 위한 주된 빔 영역에 오른쪽 폐의 일부가 포함된다. 이로 인해 바로 누운 자세로 치료받을 때보다 엎드린 채로 치료받을 때 환자의 오른쪽 폐에 더 많은 선량이 전달되고 여러 지표들에서 좋지 않은

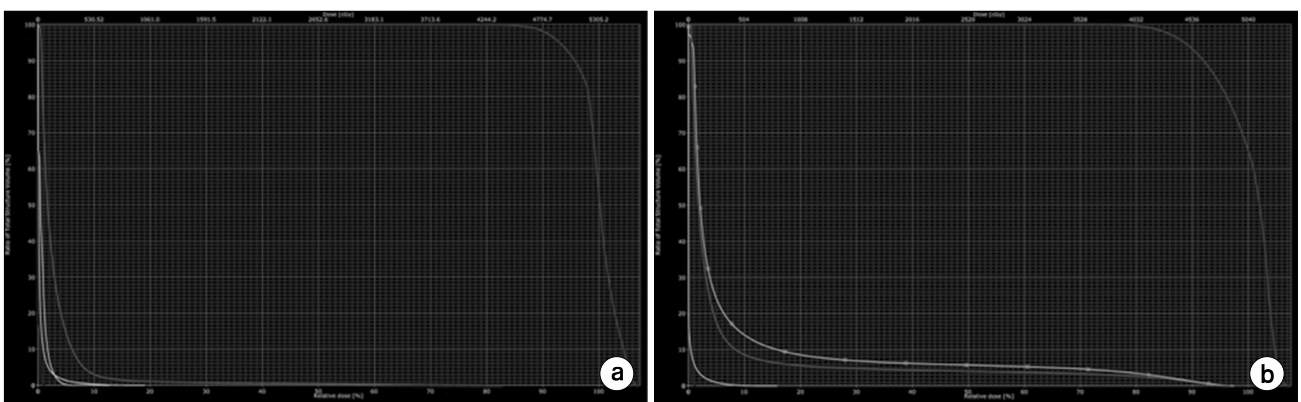


Fig. 1. Dose-volume histogram of the patient; (a) Prone (b) Supine. PTV: red, right lung: blue, left lung: bluish green, right breast: green, heart: plum.

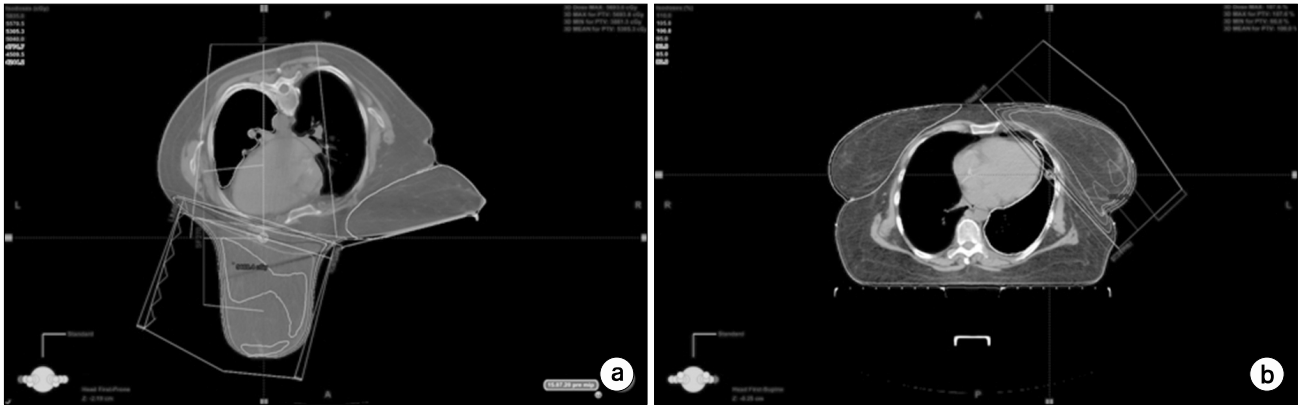


Fig. 2. CT image of the patient; (a) Prone (b) Supine.

결과가 나타났다. 엎드린 자세를 취했을 때 평균선량과 최대선량이 각각 2배, 20.1% 증가했다 하더라도 절대적인 값은 평균선량 0.2 Gy이고 최대선량 9.6 Gy에 불과하고 LAR 또한 통계적으로 방사선 치료를 받은 유방암 환자 10만 명 중 반대편 유방에 2차암이 생기는 환자 수는 55명뿐으로 낮은 수치이다.

본 연구팀의 결과에 따르면 유방이 큰 유방암 환자가 방사선 치료 시 엎드린 자세를 취한다면 PTV의 치료효과를 향상시키고 동시에 여러 관심장기에 전달되는 선량을 감소시켜 궁극적으로 정상장기는 보호하면서 암세포 제거가 가능함을 보인다. 또한 엎드린 자세를 취하고 치료할 경우 환자의 호흡에 따른 움직임에 대한 영향이 감소한다.¹¹⁾ 하지만 환자가 엎드린 자세로 치료를 받을 경우 환자의 자세를 정립하기도 어려울 뿐만 아니라 매 분할 방사선치료 때마다 재현성을 유지하는 데에도 어려움이 따르기¹²⁾ 치료 시 이에 따른 오차가 발생할 가능성이 있어 이를 개선할 연구가 진행되어야 하는 상황이다.

2013년에 Marco 팀은 41명 환자의 치료 정보를 통해 유방암 환자 치료 시 엎드린 자세와 바로 누운 자세를 취했을 때의 차이를 정리한 논문을 발표하였다. PTV의 처방선량 coverage에 대한 값은 환자가 엎드렸을 때보다 바로 누웠을 때 더 좋은 결과값을 보였지만 PTV에 전달되는 최소, 최대, 평균선량은 두 자세에서 동일해 엎드린 경우 PTV의 치료 효과가 크게 떨어지지 않았다. 관심장기 중 PTV와 동일한 방향의 폐와 심장은 엎드린 자세일 때 방사선의 영향을 덜 받았다. 엎드린 자세일 때 PTV와 동측 폐에서 처방선량의 20, 10, 5% 값이 전달된 부피는 각각 1.5, 2.6, 4%이고 바로 누운 자세일 경우에는 각각 9, 12.7, 18.4%였다(Fig. 1). 엎드렸을 때 처방선량의 20, 10, 5% 방사선에 조사된 부

피가 각각 83.3, 79.5, 78.3% 감소되었음을 나타낸다. 엎드린 경우 평균선량과 최대선량은 각각 처방선량의 2.8, 39.7%였고 바로 누운 경우 각각 5.2, 49.5%로 평균선량과 최대선량 또한 환자가 엎드린 자세를 취했을 때 73.1, 19.8% 감소를 보였다. 심장에서는 엎드린 자세일 때와 바로 누운 자세일 때 평균선량이 각각 처방선량의 3.5, 4.3%이고 최대선량은 각각 68, 83.8%로 평균선량과 최대선량 모두 엎드렸을 때 18.6, 18.9% 감소하였다. 심장에서의 평균선량 감소율을 제외하고는 본 연구팀과의 결과보다 적은 감소율을 보이지만 본 연구팀의 결과는 1명의 환자 사례를 통한 결과이기에 통계적으로 취약성을 가지고 있다. 하지만 유방이 큰 환자의 방사선 치료 시 엎드린 자세를 취했을 경우 바로 누웠을 때보다 관심장기를 보호하는 데 더 좋은 결과를 보인다는 것은 다름이 없다.

본 연구팀의 결과는 1명의 환자에 대한 것으로 보편적인 환자에게 적용하기에는 아직 어려움이 있지만 아직까지 우리나라에는 거대유방 환자 사례가 많지 않아 통계적 결과를 확인하기가 쉽지 않았다. 하지만 최근 한국에서도 식생활 및 생활환경이 서구화로 인하여 거대유방 환자 사례가 점차 증가하고 있고 또한 상대적으로 거대유방 환자 사례가 많은 러시아와 같은 주변국에서의 방문 치료가 증가하고 있으므로 국내에서도 거대유방 방사선치료에 대한 최적화 연구가 매우 필요하고 통계적으로도 유의미한 연구 결과 확보가 가능할 것으로 예상된다.

결 론

유방의 크기가 큰 유방암 환자의 경우 바로 누운 자세로 치료를 받는 경우보다 엎드린 자세로 치료를 받을 때 관심

장기에서 더 좋은 결과를 보인다는 연구결과들이 발표되고 있다. 아직까지 우리나라에서는 거대유방을 가진 유방암 환자의 사례가 많지 않아 본 연구에서 또한 러시아 환자분을 통해 수행되었으며 이와 같이 거대 유방 사례는 러시아와 같은 주변국에서의 방문에 의한 경우가 많고 사례 자체가 적어서 통계를 내기에는 어려움이 있었다. 하지만 최근에 우리나라는 식생활 및 생활환경이 서구화되고 있어 거대유방을 가진 유방암 환자의 사례가 증가할 것으로 예상되고 동시에 의료 환경의 국제화로 인하여 주변의 러시아 등지에서 방문치료가 꾸준히 증가하고 있는 추세를 감안할 때 본 연구의 중요성은 증대된다. 이전에 타 기관에서 수행되었던 분석^{1,3)} 및 본 연구의 결과 거대유방의 유방암 환자가 방사선치료 시 엷드린 자세를 취한다면 PTV와 관심장기의 대부분 지표에서 더 좋은 결과를 나타내었고 본 연구의 환자 또한 엷드린 자세를 취하고 치료를 행하였다. 하지만, 엷드린 자세를 취할 경우 관심장기에서 선량학적으로 좋은 결과를 나타내고 호흡에 따른 움직임의 영향을 줄일 수 있는 장점에도 불구하고 치료 시 환자의 자세 정립 측면에서 재현성을 유지하는 데에 어려움이 있어 많은 환자에게 이 같은 자세를 적용하기에 앞서 환자자세의 정립 시 재현성 향상을 위한 개선이 이루어져야 한다. 앞으로 유방이 큰 환자에 대한 방사선치료가 증대될 것으로 예측되기에 이를 대비한 예비 연구가 계속되어야 할 것으로 사료된다.

References

1. Annamaria Ferrari, Giovanni Ivaldi, Maria Cristina Leonard, Elena Rondi, Roberto Orecchia: Prone breast radiotherapy in a patient with early stage breast cancer and a large pendulous breast. *Tumori* 95:394-397 (2009)
2. Sung Kyu Kim, Sei One Shin, Myung Se Kim: Radiotherapy Treatment Planning using Computed Tomography in Breast Cancer. *Korean Journal of Medical Physics* 3(2):59-65 (1992)
3. Grann A, McCormick B, Chabner ES, et al: Prone breast radiotherapy in early-stage breast cancer: a preliminary analysis. *International Journal of Radiation Oncology* Biology* Physics* 47:319-325 (2000)
4. Suzy Kim, Yunseok Choi: Dosimetric Advantages of the Field-in-field Plan Compared with the Tangential Wedged Beams Plan for Whole-breast Irradiation. *Korean Journal of Medical Physics* 25(4):199-204 (2014)
5. Loic Feuvret, Georges Noël, Jean-Jacques Mazeron, Pierre Bey: Conformity index: A review. *International Journal of Radiation Oncology* Biology* Physics* 64:333-342 (2006)
6. Myonggeun Yoon, Sung Yong Park, Dongho Shin, et al: A Simple Scoring Method to Calculate the Homogeneity and Coverage Indices of Dose Volume Histogram. *Korean Journal of Medical Physics* 17(1):6-16 (2006).
7. Dong Wook Kim, Weon Kuu Chung, Sung Hwan Ahn, Myonggeun Yoon: Estimate of the Secondary Cancer Risk from Megavoltage CT in Tomotherapy. *Journal of the Korean Physical Society* 62:1199-1203 (2013)
8. Dong Wook Kim, Weon Kuu Chung, Dongoh Shin, et al: Risk of second cancer from scattered radiation of intensity-modulated radiotherapies with lung cancer. *Radiation Oncology* 47 (2013)
9. Uwe Schneider, Linda Walsh: Cancer risk estimates from the combined Japanese A-bomb and Hodgkin cohorts for doses relevant to radiotherapy. *Radiation Environment Biophysics* 47: 253-263 (2008)
10. E. M. Donovan, H. James, M. Bonora, J. R. Yarnold, P. M. Evans: Second cancer incidence risk estimates using BEIR VII models for standard and complex external beam radiotherapy for early breast cancer. *Medical Physics* 39 (2012)
11. Anna M. Kirby, Philip M. Evans, Sarah J. Helyera, Ellen M. Donovan, Helen M. Convery, John R. Yarnold: A randomised trial of Supine versus Prone breast radiotherapy (SuPr study): Comparing set-up errors and respiratory motion. *Radiotherapy and Oncology* 100:221-226 (2011)
12. Lauren D. Stegman, Katherine P. Beal, Margie A. Hunt, Monica N. Fournier, Beryl McCormick: Long-term Clinical Outcomes of Whole-Breast Irradiation Delivered in the Prone Position. *International Journal of Radiation Oncology* Biology* Physics* 68:73-81 (2007)

유방 크기가 큰 유방암 환자의 방사선 치료 시 환자의 자세에 따른 선량 비교

*고려대학교 바이오융합공학과, †강동경희대학교병원 방사선종양학과, ‡경희의료원 방사선종양학과

문선영* · 윤명근* · 정원규[†] · 정미주[†] · 신동오[‡] · 김동욱[†]

유방암 환자에 대한 방사선치료에서 유방의 크기가 큰 경우에 바로 누운 자세와 엎드린 자세 간의 선량학적 효과의 비교를 통하여 치료 최적화를 위한 효과적인 방식을 탐구 해보고자 한다. 본 연구에서는 왼쪽 유방에 종양이 있고 거대유방을 가진 환자가 바로 누운 자세와 엎드린 자세로 입체조형방사선치료를 받았을 때의 차이를 부피-선량 히스토그램을 통해 비교하였다. Planning target volume (계획표적체적, PTV)은 왼쪽 유방이고 Homogeneity index (균질성지표, HI), Conformity index (적합성지표, CI), Coverage index (조사범위지표, CVI)의 값을 확인하였다. Organ at risk (관심장기, OAR)는 오른쪽 유방, 양쪽 폐 그리고 심장이며 평균선량, 최대선량 및 장기 특성에 따른 기타 지표들을 비교하였다. 엎드린 자세로 치료 시 바로 누운 자세보다 PTV인 왼쪽 유방의 HI, CI 값이 21.7%, 6.49% 감소하였고 CVI 값이 10.8% 증가하였다. 관심장기 중 왼쪽 폐에서는 평균선량, 최대선량이 91.6, 87.0% 감소하였고 부피지표 또한 99% 이상 감소하였다. 오른쪽 폐에서는 자세와 관계없이 동일한 수치를 나타냈고 심장에서는 최대선량이 14.2% 감소했고 평균선량과 이와 관련된 이상이 발생할 확률은 모두 51.6% 감소하였다. 오른쪽 유방에서는 앞선 관심장기와는 달리 평균선량과 최대선량이 증가함을 보였다. Lifetime attributable risk (LAR)의 경우 왼쪽과 오른쪽 폐에서는 엎드린 자세를 취했을 때 80.3, 24.2% 감소함을 보였지만 오른쪽 유방에서는 두 배정도 증가함을 보였다. 유방암 환자의 유방 크기가 클 경우 엎드린 자세를 취했을 때 별다른 합병증 없이 대부분의 지표에서 더 나은 결과를 보이기에 예외적인 상황이 아니라면 엎드린 자세로 치료받는 것을 추천한다.

중심단어: 거대유방, 유방암, 엎드린 자세, 방사선치료