

변형 근치적 유방절제술 후 방사선치료에서 볼루스 적용횟수에 대한 고찰

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 방사선종양학과

홍채선 · 김종식 · 김영곤 · 박영환

목적: 유방암으로 진단 받고 변형 근치적 유방절제술(Modified Radical Mastectomy) 후 흉벽에 방사선치료를 시행 받고 있는 환자를 대상으로 볼루스(Bolus) 적용에 따른 흉벽(흉터, 수술봉합부위)의 피부선량 변화를 분석 하여 적절한 볼루스 적용횟수를 얻고자 한다.

대상 및 방법: 유방암으로 진단받고 변형 근치적 유방절제술 후 방사선치료를 받고 있는 4명의 여성 환자(우측 2명, 좌측 2명)를 대상으로 하였다. 흉벽 방사선조사기는 4 MV 광자선으로 매일 2 Gy씩 주 5회, 점선조사로 치료하였고, 총 조사선량은 50 Gy였는데 동측 내유방림프절은 포함하지 않았다. 치료 계획을 위한 전산화단층촬영에서 흉터 부위의 위치 확인을 위해 방사선비투과성물질인 Angio-catheter를 흉터 위에 위치시켰다. 획득한 영상을 이용하여 치료계획을 세웠고, 전산화치료계획장치에서 흉터부위 좌우 2 cm 영역을 포함하는 두께 0.5 cm, 넓이 6 cm의 볼루스를 적용시켰다. 계획한 내용을 바탕으로 볼루스를 적용하지 않은 경우와 볼루스를 적용한 경우에 대하여 선량분포 변화와 피부선량을 비교 분석하였고, 열형광선량계(Thermoluminescent dosimetry: TLD, Harshaw, USA)를 이용하여 관심 부위(흉터 부위 3 지점, 흉터 좌측 1 cm 3지점, 흉터 우측 1 cm 3지점) 9개 지점의 선량을 실측하였다.

결과: 전산화치료계획장치에서 얻어진 선량분포를 통해 분석한 결과, 볼루스를 적용하지 않은 경우와 볼루스를 적용한 경우 모두에서 흉벽 부위에 95~100%선량이 감싸고 있었으나, 흉터 주위 피부선량에 있어서는 볼루스를 적용하지 않은 경우(50~75%)와 볼루스를 적용한 경우(100~105%)가 큰 차이를 보였다. 선량분포를 통한 관심지점의 피부선량은 볼루스를 적용하지 않은 경우에 비해 볼루스를 적용한 경우에서 환자 1번 23.3%, 환자 2번 35.6%, 환자 3번 34.9%, 환자 4번 41.7%의 선량 증가를 보였다. 볼루스를 적용하지 않은 경우와 볼루스를 적용한 경우의 TLD 평균 측정치는 환자 1번 161.1 cGy, 209.3 cGy, 환자 2번 150.2 cGy, 200 cGy, 환자 3번 160.5 cGy, 211.4 cGy, 환자 4번 155.5 cGy, 198.6 cGy의 결과를 얻었다.

결론: 본 원에서 변형 근치적 유방절제술 후 흉벽 방사선치료의 가장 적절한 볼루스 적용 횟수는 전 치료횟수의 50~60% 적용이다.

핵심용어: 변형 근치적 유방절제술, 흉터, 볼루스, 피부선량

서 론

변형 근치적 유방절제술(Modified Radical Mastectomy, MRM) 이후 방사선 치료는 국소 재발률을 최소화하기 위해 시행되고 있으며, 국소 재발률이 높은 흉벽(흉터, 수술봉합부위)에 고선량을 조사하기 위해 흉벽 전체 또는 흉터주변에 볼루스를 적용하게 된다. 그러나, 이러한 볼루스의 사용은 정상피부의 선량도 증가시켜 급, 만성장해를 야기하게 되는 문제점을 안고 있으며, 이러한 문제를 해결하기 위해 볼루스 적용횟수를 조절하여 원하는 피부선량을 얻고자 하는 시도

가 보편화 되고 있다. 이처럼 볼루스 적용의 적절한 횟수를 결정하는 것은 방사선치료에 있어서 매우 중요한 요소라 할 수 있겠다.¹⁾ 이에, 본 원에서 유방암으로 진단 받고 변형 근치적 유방절제술 후 흉벽에 방사선치료를 시행 받고 있는 환자를 대상으로 볼루스 적용에 대한 흉벽(흉터주위)의 피부선량 변화를 분석하여 적절한 볼루스 적용횟수를 얻고자 한다.

대상 및 방법

1. 대상 환자

유방암으로 진단 받고 변형 근치적 유방절제술 후 흉벽에 방사선치료를 시행 받고 있는 여성 환자 4명을 대상으로 하였다. 중앙연령은 53세였고 연령분포는 38~74세였다. 왼쪽 유방암환자가 2명, 우측 유방암환자가 2명이었다. 외부방사

이 논문은 2006년 6월 15일 접수하여 2006년 8월 15일 채택되었음.
책임저자: 홍채선, 삼성서울병원 방사선종양학과
Tel: 02)3410-2610, Fax: 02)3410-2619
E-mail: cs519.hong@samsung.com

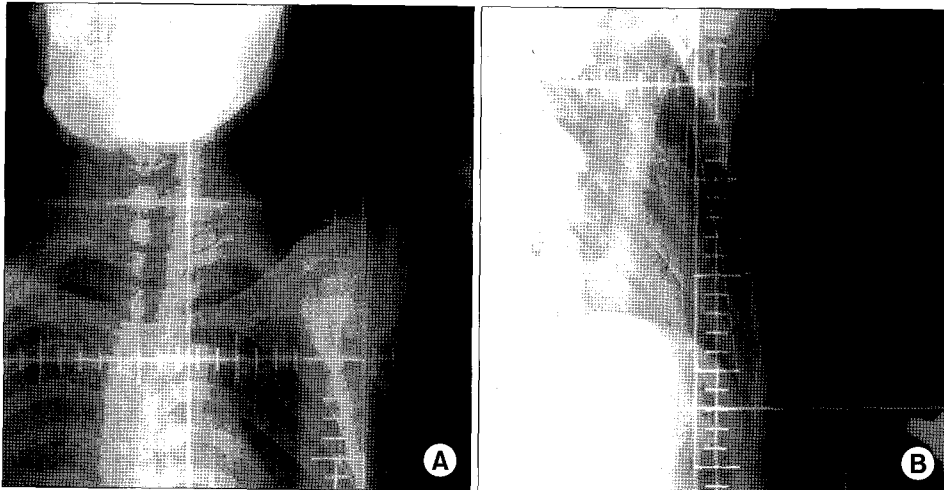


Fig. 1. Technique for post-MRM radiotherapy, simulation image for SCL (Supraclavicular lymph node) field (A), simulation image for tangential (B).

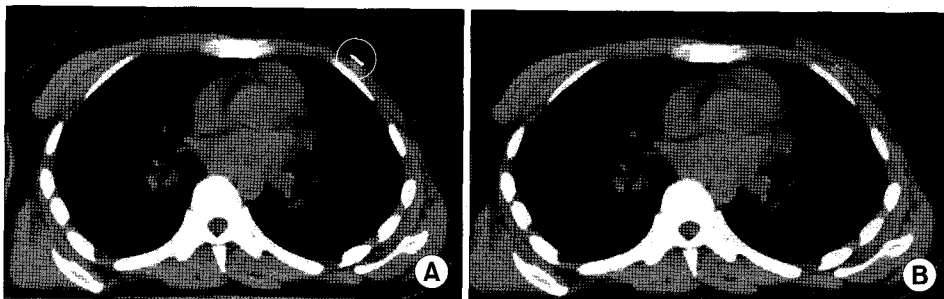


Fig. 2. Photograph show plan CT image with angio-catheter for scar position marking (A, red circle) and bolus application (B).

선치료 범위는 동측 흉벽과 쇄골상부립프절을 포함하였다. 흉벽 방사선조사는 4 MV 광자선으로 매일 2 Gy씩 주 5회, 접선조사로 치료하였고 총 조사선량은 50 Gy였는데 동측 내유방립프절은 포함하지 않았다(Fig. 1).

2. 컴퓨터 단층 촬영 및 치료 계획 방법

환자의 자세 설정 후, 치료 계획을 위한 전산화단층촬영 영상에서 흉터부위의 위치 확인을 위해 방사선비투과성물질인 Angio-catheter를 흉터 위에 위치시키고, 치료계획용 컴퓨터 단층촬영(HiSpeed Advatage, GE, USA)을 시행하였다. 얻어진 각 환자의 영상자료를 3차원 치료계획용 컴퓨터(Pinnacle³, Phillips, USA)로 전송하였고, 3차원 치료계획용 컴퓨터로 옮겨진 환자의 영상을 이용하여 치료계획을 세웠다. 선량 계산에 의한 흉벽에서의 볼루스 효과를 분석하기 위해, 흉터부위 좌우 2 cm 영역을 포함하는 볼루스(6×20×0.5 cm³)를 흉터부위에 부착한 경우와 부착하지 않은 경우의 치료계획을 얻어 선량분포를 비교 분석하였다(Fig. 2).

3. 측정

볼루스 효과를 측정을 통해 검증하고자 임의의 9지점에서 열형광선량계(Thermo-luminescence dosimetry, TLD)를 사용하여 피부선량을 측정하여 분석하였다. 9개의 TLD chip을 사용하여 일정한 간격으로 흉터 부위 3지점, 흉터 상방향 부위 3지점, 흉터 하방향 부위 3지점에 위치시켰으며, 공기층(Air gap)에 대한 오차를 최소화하기 위하여 피부에 최대한 밀착시켰다(Fig. 3).²⁾

본 실험에서는 크기 3.15×3.15×0.89 mm³인 Harshaw TLD-100 chip (Harshaw, USA)을 사용하였다. 모든 측정은 같은 위치에서 3회 실시하여 평균값을 취하였으며 매 환자마다 볼루스 적용 전후로 측정하였다.

4. 비교 및 분석

3차원 치료계획용 컴퓨터를 이용하여 매 환자마다 볼루스를 적용하지 않은 경우와 볼루스를 적용한, 두 가지의 치료 계획에 대해서 계산을 시행하였다. 4명의 환자에 대하여 볼루스 적용 전후로 변화되는 방사선 등선량 곡선을 비교하여

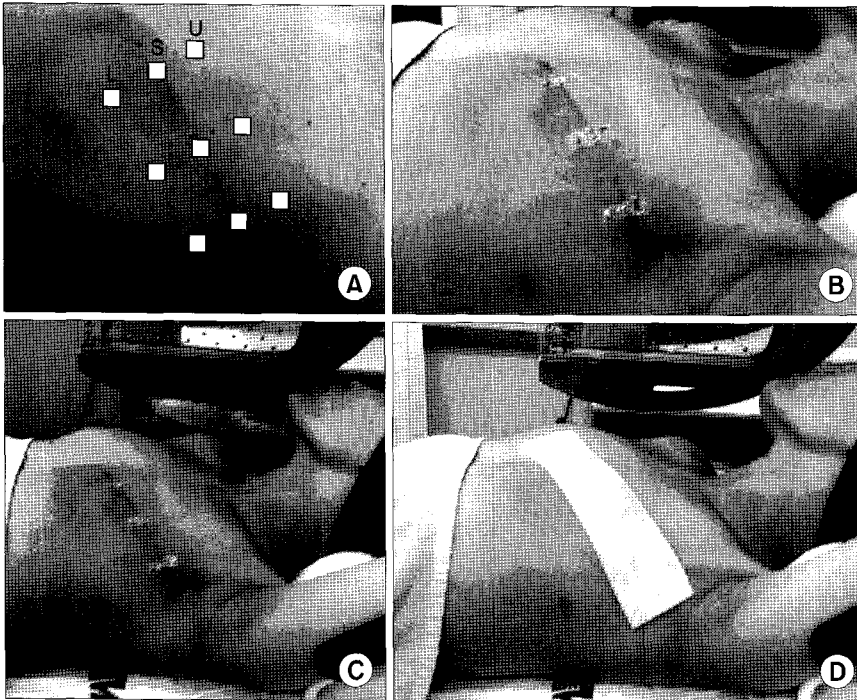


Fig. 3. Photographs of patient's set up (A) TLD at 9 points on the skin, (B) setup with the TLD-100 chip, (C) without bolus, (D) with bolus.

표적에 균등한 선량이 전달되고 있는지를 확인하였고, 흉터부 위 위에 위치한 임의의 관심지점을 설정하여 볼루스 사용에 따른 선량보강영역에서의 증가된 피부선량을 단순 비교하였다. 또한 매 환자마다 측정된 TLD값을 이용하여 볼루스 적용 전후에 대한 최소값(MIN.), 최대값(MAX.), 평균값(MEAN)을 계산하였다. 얻어진 값을 이용하여 세 종류의 볼루스 적용 프로그램(Every day, Every other day, Three times a week)에 대한 총 선량(Total dose)을 계산하여 분석하였다 (식 1~3).

- Every day=With bolus×25 ----- [식 1]
- Every other day=(Without bolus×12)+(With bolus×13) ----- [식 2]
- Three times a week=(Without bolus×10)+(With bolus×15) ----- [식 3]

결 과

1. 볼루스 적용 전후의 등선량 분포

3차원 치료계획용 컴퓨터를 이용하여 얻어진 선량분포를 통해 분석한 결과 볼루스 적용 전후 모두에서 흉벽 부위에 95~100% 선량이 감싸고 있어 표적 부위에 이상적인 분포를 나타내었다. 그러나 흉터 부위 피부선량에 있어서는 볼루스를 적용하지 않은 경우가 50~75%, 볼루스를 적용한 경우가

100~105%로 나타나 큰 차이를 보였다.

2. 볼루스 적용을 통한 흉터부위 관심지점에서의 선량 증가율

4명의 환자의 선량분포를 통해 계산된 볼루스 적용 전후의 흉터 부위 관심지점에서 선량은 환자 1번 136.8 cGy, 210.2 cGy, 환자 2번 165 cGy, 215 cGy, 환자 3번 121.25 cGy, 207.8 cGy, 환자 4번 136.48 cGy, 211.95 cGy 였다. 볼루스를 적용함으로써 나타난 흉터부위 피부선량 증가율은 환자 1번 34.9%, 환자 2번 23.3%, 환자 3번 41.7%, 환자 4번 35.6%로 나타났다(Fig. 4).

3. TLD를 이용한 표면선량 측정 및 총선량

볼루스 적용 전후의 TLD 측정 평균값은 환자 1번 161.1 cGy, 209.3 cGy, 환자 2번 155.7 cGy, 199.4 cGy, 환자 3번 150.2 cGy, 200.0 cGy, 환자 4번 160.5 cGy, 211.4 cGy의 결과를 얻었다(Table 1).

이 결과를 바탕으로 계산한 총 선량은 Table 2와 같다.

고찰 및 결론

본 원에서의 치료방법에 따른 가장 적절한 볼루스 적용 횟수는 전 치료 횟수에 대한 50~60%, 즉, 주 2~3회로 결정되

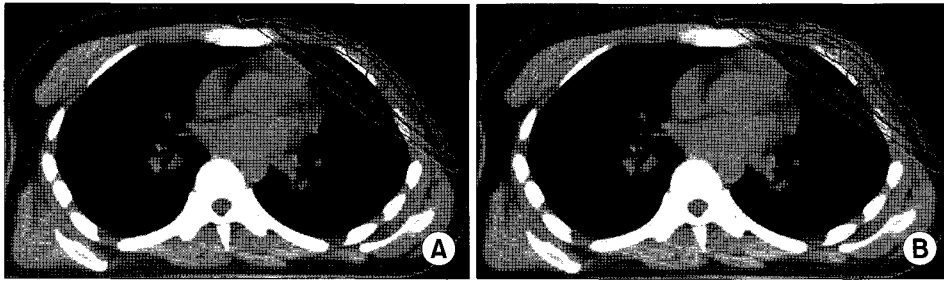


Fig. 4. The comparison of dose distribution between without (A) and with bolus (B). Line color vs % dose; green 105%, red 100%, blue 95%.

Table 1. Results of measured skin dose using TLD chip [Gy]

Pts.	Bolus	U-1	U-2	U-3	S-1	S-2	S-3	L-1	L-2	L-3	MIN.	MAX.	MEAN
Pt.1	A	1.658	1.592	1.534	1.716	1.634	1.554	1.712	1.614	1.486	1.486	1.716	1.611
(Lt.)	B	2.148	2.031	2.047	2.112	2.113	2.025	2.141	2.149	2.070	2.025	2.149	2.093
Pt.2	A	1.570	1.544	1.455	1.670	1.611	1.483	1.547	1.680	1.457	1.455	1.670	1.557
(Lt.)	B	2.030	1.956	2.058	2.042	2.003	1.984	1.957	2.028	1.887	1.887	2.058	1.994
Pt.3	A	1.523	1.426	1.447	1.648	1.507	1.430	1.662	1.460	1.418	1.418	1.648	1.502
(Rt.)	B	1.977	1.938	1.996	2.242	1.976	1.979	2.057	1.955	1.914	1.914	2.242	2.000
Pt.4	A	1.570	1.544	1.455	1.670	1.611	1.483	1.547	1.680	1.457	1.455	1.680	1.605
(Rt.)	B	2.030	1.956	2.058	2.042	2.003	1.984	1.957	2.028	1.887	1.887	2.058	2.114

U: Upper points of the surgical scar, L: Lower points of the surgical scar, S: Points on the surgical scar, A: Without bolus, B: With bolus

Table 2. Calculated total dose in schedule of bolus application

Pts.	Every day (Gy)	Every other day (Gy)	Three times a week (Gy)
	(B×25)	(A×12)+(B×13)	(A×10)+(B×15)
Pt.	152.325	19.332+27.209=46.541	16.11+31.395=47.505
Pt.	249.850	18.648+25.922=44.570	15.57+29.910=45.480
Pt.	350.000	18.024+26.000=44.024	15.02+30.000=45.020
Pt.	452.850	19.260+27.482=46.742	16.05+31.710=47.760

A: Without bolus, B: With bolus

어진다.^{3,4)} 변형 근치적 유방절제술 후 흉벽 방사선치료에서 사용되는 볼루스는 흉터부위에 최대선량을 전달할 수 있다는 장점이 있으나 그에 따른 정상조직의 부작용 발생이라는 문제점도 가지고 있다. 그러기에 흉터주위 정상조직의 허용 선량은 반드시 고려되어야 할 사항이며 이와 관련하여 볼루스 적용의 적정 횟수를 결정하는 것은 매우 중요한 요소이다. 현재 변형 근치적 유방절제술 후 방사선치료는 각 병원마다 다양한 형태로 시행되고 있으며, 볼루스의 적용 방법 및 일정 또한 다르다. 그러므로 각 병원의 치료방법에 따른

볼루스 적용에 대한 적정횟수를 분석하여 치료에 적용하는 것이 필요하겠다. 나아가 환자의 정상조직 피부변화에 대한 추적조사와 임상적 견해에 의한 분석⁵⁾을 통해 보다 정확하고 임상적인 데이터 수집이 필요하다고 생각된다.

참고문헌

1. Taylor ME, Perez CA, Levitt SH: Breast: locally advanced (T3 and T4), inflammatory, and recurrent tumors. In: Perez CA, Brady LW, eds. Principles and Practice of Radiation oncology. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers, 1977;1415-1420
2. 이용하, 박경란, 이종영 등: 측정기에 따른 고에너지 X-선의 표면 선량 및 최대 선량 지점 고찰, 대한방사선종양학회지 2003;21:322-329
3. Mendenhall WM, Million RR: Elective neck irradiation for squamous cell carcinoma of the head and neck: analysis of time-dose factors and cause of failure. Int J Radiation Oncology Biol Phys 1986;12:741-746
4. Fletcher GH: Irradiation of subclinical disease in the draining lymphatics. Int J Radiation Oncology Biol Phys 1984;10:939-942
5. Cox JD, Stetz J, Pajak TF: Toxicity criteria of the radiation therapy oncology group (RTOG) and the european organization for research and treatment of cancer (EORTC). Int J Radiation Oncology Biol Phys 1995;31:1341-1346

Abstract

A Study on the Necessary Number of Bolus Treatments in Radiotherapy after Modified Radical Mastectomy

Chae-seon Hong, Jong-sik Kim, Young-kon Kim, Young-hwan Park

Department of Radiation Oncology, Samsung Medical Center,
Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: Post-mastectomy radiotherapy (PMR) is known to decrease loco-regional recurrence. Adequate skin and dermal dose are achieved by adding bolus. The more difficult clinical issue is determining the necessary number of bolus treatment, given the limits of normal skin tolerance. The aim of this study is to evaluate the necessary number of bolus treatment after PMR in patients with breast cancer.

Materials and Methods: Four female breast cancer patients were included in the study. The median age was 53 years (range, 38~74), tumor were left sided in 2 patients and right sided in 2 patients. All patients were treated with postoperative radiotherapy after MRM. Radiotherapy was delivered to the chest wall (C,W) and supraclavicular lymph nodes (SCL) using 4 MV X-ray. The total dose was 50 Gy, in 2 Gy fractions (with 5 times a week). CT was performed for treatment planning, treatment planning was performed using ADAC-Pinnacle³ (Phillips, USA) for all patients without and with bolus. Bolus treatment plans were generated using image tool (0.5 cm of thickness and 6 cm of width). Dose distribution was analyzed and the increased skin dose rate in the build-up region was computed and the skin dose using TLD-100 chips (Harshaw, USA) was measured.

Results: No significant difference was found in dose distribution without and with bolus; C,W coverage was 95~100 % of the prescribed dose in both. But, there was remarkable difference in the skin dose to the scar. The skin dose to the scar without and with bolus were 100~105% and 50~75%. The increased skin dose rates in the build-up region for Pt. 1, Pt. 2, Pt. 3 and Pt. 4 were 23.3%, 35.6%, 34.9%, and 41.7%. The results of measured skin dose using TLD-100 chips in the cases without and with bolus were 209.3 cGy and 161.1 cGy, 200 cGy and 150.2 cGy, 211.4 cGy and 160.5 cGy, 198.6 cGy and 155.5 cGy for Pt. 1, Pt. 2, Pt. 3, and Pt. 4.

Conclusion: It was concludes through this analysis that the adequate number of bolus treatments is 50-60% of the treatment program. Further, clinical trial is needed to evaluate the benefit and toxicity associated with the use of bolus in PMR.

Key words: modified radical mastectomy (MRM), scar, bolus, skin dose