

유방암 Tumor bed 치료 시 혼합 전자선 치료 방법에 대한 고찰



울산대학교병원 방사선종양학과

이건호·강효석·최병준·박상준·정다이·이두상·안민우·전명수

목 적: 수술 후 유방암 환자의 1차 방사선치료 후 2차 방사선치료 시 단일전자선을 사용하는 것과 서로 다른 에너지의 전자선을 혼합하여 사용하는 방법에 대해 유용성을 평가하고자 한다.

대상 및 방법: 본 연구에서는 2018년 1월부터 10월까지 본원 유방암 방사선 치료 환자를 대상으로 하였으며, 혼합 전자선을 사용하여 2차 치료를 진행한 환자 59명 중 에너지 6 MeV, 9 MeV를 혼합 사용한 환자 40명(A그룹)과 9 MeV, 12 MeV를 혼합 사용한 환자 19명(B그룹)을 대상으로 진행하였다. 각 그룹의 환자마다 6 MeV, 9 MeV, Combine(6 MeV / 9 MeV)와 9 MeV, 12 MeV, Combine(9 MeV / 12 MeV) 각기 다른 방법으로 세 가지 치료계획을 세우고, 원발병소에 전달되는 최대선량, D95, D5과 폐의 전달되는 최대선량, 평균선량, V₃, V₅, V₁₀을 비교 분석하였다.

결 과: A그룹 치료계획의 D95 평균값은 6 MeV에서 785.33±225.37 cGy, 9 MeV에서 1121.79±87.02 cGy, SUM(6 MeV / 9 MeV)에서 1010.98±111.17 cGy였으며, 6 MeV / 9 MeV에서의 평균값이 처방 선량에 가장 적합했다. 치료하는 유방 방향의 폐의 저선량 영역 V₃, V₅의 평균값은 6 MeV / 9 MeV에서 3.24±3.49 %, 0.72±1.55 %였고, 9 MeV에서 7.25±4.59 %, 3.07±2.64 %로 가장 높은 값을 보였고, 6 MeV에서 0.21±0.45 %, 0.03±0.07 %로 가장 낮은 값을 보였다. 폐의 최대선량과 평균선량은 6 MeV / 9 MeV에서 727.78±137.27 cGy, 49.16±24.44 cGy였으며, 9 MeV에서 998.97±114.35 cGy, 85.33±41.18 cGy로 가장 높았고, 6 MeV에서 387.78±208.88 cGy, 9.27±6.60 cGy로 가장 낮았다. V₁₀의 값은 모두 0에 가까웠다. B그룹도 A그룹의 패턴으로 나타났다.

결 론: 폐의 V₃, V₅의 저선량 영역에서 상대적인 차이가 나타났으며, 혼합 에너지 적용 시 원발병소의 선량 전달에 있어서 가장 효과적임을 알 수 있었다. 유방암 추가 방사선 치료 시 전자선 에너지를 combine하여 사용하는 방법이 에너지 재원으로부터 제한되는 에너지의 효과를 좀 더 효과적으로 사용할 수 있는 방법이라고 사료되며 비록 작은 선량차이이기 때문에 간과하고 넘어갈 수 있는 부분들도 다시 한번 생각해본다면 조금 더 환자에게 도움이 되는 방사선 치료가 될 수 있을 것으로 사료된다.

▶ **핵심용어:** 유방암, Tumor bed, 혼합 전자선

서 론

유방암 수술 후 방사선 치료 시 유방 전체를 치료하는 1차 치료 후 원발병소(Tumor bed) 부위를 치료하는 2차 치료에 사용되는 전자선 치료는 종양 제어율을 증가시키고

재발이 일어나지 않기 위해 사용된다. 즉 생존율을 높이기 위해 시행되는데, 전자선 치료계획 단계에서 에너지 선택에 따라 1차 치료에 받은 유방 조직이나 폐에 선량이 증가될 수 있으며, 원발병소 부위에 알맞지 않은 선량이 전달되어 종양 제어율이 낮아질 수 있다.⁽¹⁾

전자선은 주변 정상 장기에 영향이 적고, 다양한 에너지를 치료부위에 맞게 활용할 수 있다. 기존 추가 전자선 치료방법은 일반적으로 1문조사에 단일 전자선으로만 사용되었는데, 고 전자선을 사용하게 되는 경우 심부에 전달되

책임저자: 이건호, 울산대학교병원 방사선종양학과
울산광역시 동구 방어진순환도로 877
Tel: 052) 250-8717
E-mail: lgh33331@naver.com

는 저선량 영역이 증가하기 때문에 정상 장기에 방사선 부작용을 일으킬 수 있는 확률이 높아질 수 있다.⁽²⁻⁴⁾

유방암 방사선치료에 있어서 일어날 수 있는 방사선 부작용에는 방사선피부염, 방사선식도염, 방사선폐렴 등이 대표적이며 이러한 부작용을 최소화하기 위해서는 치료 에너지 선택에서도 비교가 필요하다.⁽⁵⁻⁸⁾ 본원의 에너지 제원은 4 MeV, 6 MeV, 9 MeV, 12 MeV, 16 MeV, 20 MeV의 에너지를 가지고 있으며, 방사선 치료 계획 시 제원 외의 에너지에 대한 제한성을 가지고 있다. 본 연구에서는 치료 계획 시 전자선 에너지를 Combine하여 사용하는 방법을 이용하여 유방암 추가 방사선 치료 시 혼합 전자선의 유용성을 평가하고자 한다.

대상 및 방법

1. 대상

본원에서 2018년 1월부터 10월까지 본원 유방암 방사선 치료 환자를 대상으로 하였으며, 혼합 전자선을 사용하여 2차 치료를 진행한 환자 59명 중 에너지 6 MeV, 9 MeV를 혼합 사용한 환자 40명(A그룹)과 9 MeV, 12 MeV를 혼합 사용한 환자 19명(B그룹)을 대상으로 진행하였다.

2. 전산화 치료계획

전산화 치료계획 장치로는 Eclipse Treatment Planning System(Varian Medical Systems, version 13.6, USA)을 사용하였고, 치료장비로는 Clinac IX(Varian Medical System, USA)과 TrueBeam(Varian medical System, USA)을 사용하였다. 치료 계획 시 1차 치료에는 50 Gy를 처방하였으며, 추가 방사선 치료는 10 Gy를 5회 분할 조사하였다. 추가 방사선 치료는 임상적표적용적(Clinical Tumor volume, CTV-intermediate)에 기준하여 치료계획을 하였고, 처방선량이 임상표적용적의 80%를 포함할 수 있도록 하였다. 전자선 에너지(4 MeV, 6 MeV, 9 MeV, 12 MeV, 16 MeV, 20 MeV)를 혼합 사용하여 환자마다 3가지 방법으로 치료계획을 진행하였다.

3. 치료계획 평가 및 분석 방법

선량체적변화곡선 DVH(Dose Volume Histogram)을 이용하여 CTV의 최대선량, D95, D5를 측정하였고, 폐의 V₃, V₅, V₁₀, 최대선량, 평균선량을 측정하여 폐에 전달되는 저선량 영역을 비교 분석하였다.

결 과

1. CTV-intermediate의 Dose 비교

Table 1과 같이 A그룹 치료계획의 D95 평균값은 6 MeV에서 785.33±225.37 cGy, 9 MeV에서 1121.79±87.02 cGy, Combine(6 MeV / 9 MeV)에서 1010.98±111.17 cGy였으며, Combine(6 MeV / 9 MeV)에서의 평균값이 처방 선량에 가장 적합했다.

Table 2에서 B그룹의 D95 평균값은 9 MeV에서 914.22±163.81 cGy, 12 MeV에서 1154.10±53.15 cGy, Combine(9 MeV/12 MeV)에서 1067.01±99.70 cGy의 평균값을 보였고, Combine(9 MeV/12 MeV)의 평균값이 A그룹과 마찬가지로 처방 선량에 가장 적합하였다.

2. 폐의 선량 평가

Table 3에서 치료하는 유방 방향의 폐의 저선량 영역 V₃, V₅의 평균값은 Combine(6 MeV / 9 MeV)에서 3.24±

Table 1. Values of CTV for each treatment plan, (A Group)

Parameter	6 MeV	9 MeV	Combine 6 MeV/9 MeV
A Group			
CTV(max)	1263.66±52.41	1277.75±44.26	1250.58±47.99
D95	785.33±225.37	1121.79±87.02	1010.98±111.17
D5	1233.09±46.75	1251.73±40.00	1225.03±41.25

Table 2. Values of CTV for each treatment plan, (B Group)

Parameter	9 MeV	12 MeV	Combine 9 MeV/12 MeV
B Group			
CTV(max)	1268.24±31.37	1280.34±29.08	1266.16±26.89
D95	914.22±163.81	1154.10±53.15	1067.01±99.70
D5	1245.33±21.56	1259.56±20.63	1246.71±17.21

Table 3. Doses of Lungs by treatment plan (A group)

Parameter	6 MeV	9 MeV	Combine 6 MeV/9 MeV
A Group			
Max(cGy)	387.78±208.88	998.97±114.35	727.78±137.27
Mean(cGy)	9.27±6.60	85.33±41.18	49.16±24.44
V ₃ (%)	0.21±0.45	7.52±4.59	3.24±3.49
V ₅ (%)	0.03±0.07	3.07±2.64	0.72±1.55
V ₁₀ (%)	0	0.06±0.18	0

Table 4. Doses of Lungs by treatment plan (B group)

Parameter	9 MeV	12 MeV	Combine 9 MeV/12 MeV
B Group			
Max(cGy)	388.37±174.90	911.84±163.56	717.79±206.71
Mean(cGy)	15.14±6.67	85.18±33.19	56.19±24.45
V ₃ (%)	0.15±0.24	7.43±4.12	3.37±2.71
V ₅ (%)	0.01±0.02	2.54±1.69	0.65±0.88
V ₁₀ (%)	0	0.03±0.10	0

3.49 %, 0.72±1.55 %였고, 9 MeV에서 7.25±4.59 %, 3.07 ±2.64 %로 가장 높은 값을 보였고, 6 MeV에서 0.21±0.45 %, 0.03±0.07 %로 가장 낮은 값을 보였다. 폐의 최대선량과 평균선량은 Combine(6 MeV / 9 MeV)에서 727.78±137.27 cGy, 49.16±24.44 cGy였으며, 9 MeV에서 998.97 ±114.35 cGy, 85.33±41.18 cGy로 가장 높았고, 6 MeV에서 387.78±208.88 cGy, 9.27±6.60 cGy로 가장 낮았다. V₁₀의 값은 모두 0에 가까웠다.

Table 4에서 B그룹의 폐의 저선량 영역 V₃, V₅의 값은 Combine(9 MeV / 12 MeV)에서 3.37±2.71 %, 0.65±0.88 %였고, 9 MeV에서 0.15±0.24 %, 0.01±0.02 %로 가장 낮은 값을 보였다. 폐의 최대선량과 평균선량은 Combine(9 MeV / 12 MeV)에서 717.79±206.71 cGy, 56.19±24.45 cGy였으며, 12 MeV에서 911.84±163.56 cGy, 85.18 ±33.19 cGy로 가장 높았고, 9 MeV에서 388.37±174.90 cGy, 15.14±6.67 cGy로 가장 낮았다. V₁₀의 값은 A그룹과 마찬가지로 모두 0에 가까웠다.

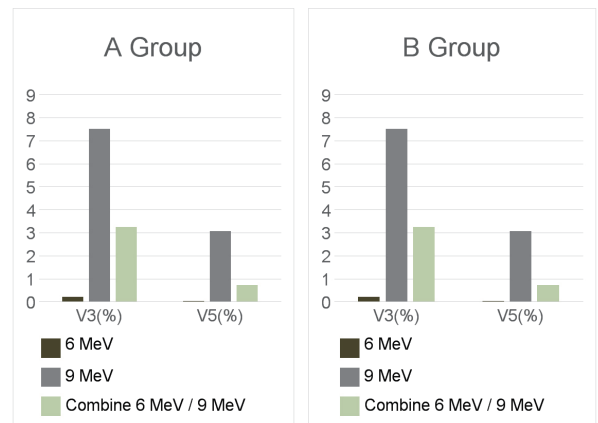
고안 및 결론

본 연구에서는 유방암 환자의 전자선 추가 치료 시 유방의 주변 장기인 폐의 선량을 비교, 분석하였다. 폐의 선량 비교 결과 A그룹에서 6 MeV 에너지만 사용하여 치료계획을 적용한 경우 최대선량은 9 MeV 에너지를 사용한 치료계획에 비해 611.19 cGy 적은 선량이 전달되었으며, 6 MeV에서의 V₃, V₅ 값은 평균 0.22 % 미만으로 가장 작은 값을 나타내었다.

B그룹에서 역시 9 MeV 에너지를 사용한 치료계획이 폐에 전달되는 최대선량 비교 결과 12 MeV 에너지를 사용한 치료계획보다 389.21 cGy 적은 선량을 나타내었다. 그러나 A, B그룹의 상대적으로 낮은 에너지의 치료계획은 원발병소에 전달하고자 하는 선량이 충분하지 않은 것으로 판단된다.

A, B그룹에서 모두 혼합전자선을 사용하여 치료계획을 적용한 경우, 상대적으로 높은 에너지만을 사용한 치료계획과 비교하였을 때, Table 5의 결과처럼 혼합전자선을 사용한 치료계획이 폐의 V₃, V₅의 저선량 영역에서 작게는 1.9 %, 최대 4.2 % 이상 낮은 체적(Volume)을 나타내었다. 혼합 에너지 적용 시 원발병소의 선량 전달에 있어서도 역시 가장 효과적임을 Fig. 1, Fig. 2를 통해서도 알 수 있었다. 본 연구의 결과로 미루어 볼 때, 유방암 추가 방사선 치료 시 전자선 에너지를 혼합하여 사용하는 방법이 에너지 재원으로부터 제한되는 에너지의 효과를 좀더 효과적으로 사용할 수 있는 방법이라고 사료되며 비록 작은 선량차이

Table 5. Low Doses of Lungs by treatment plan



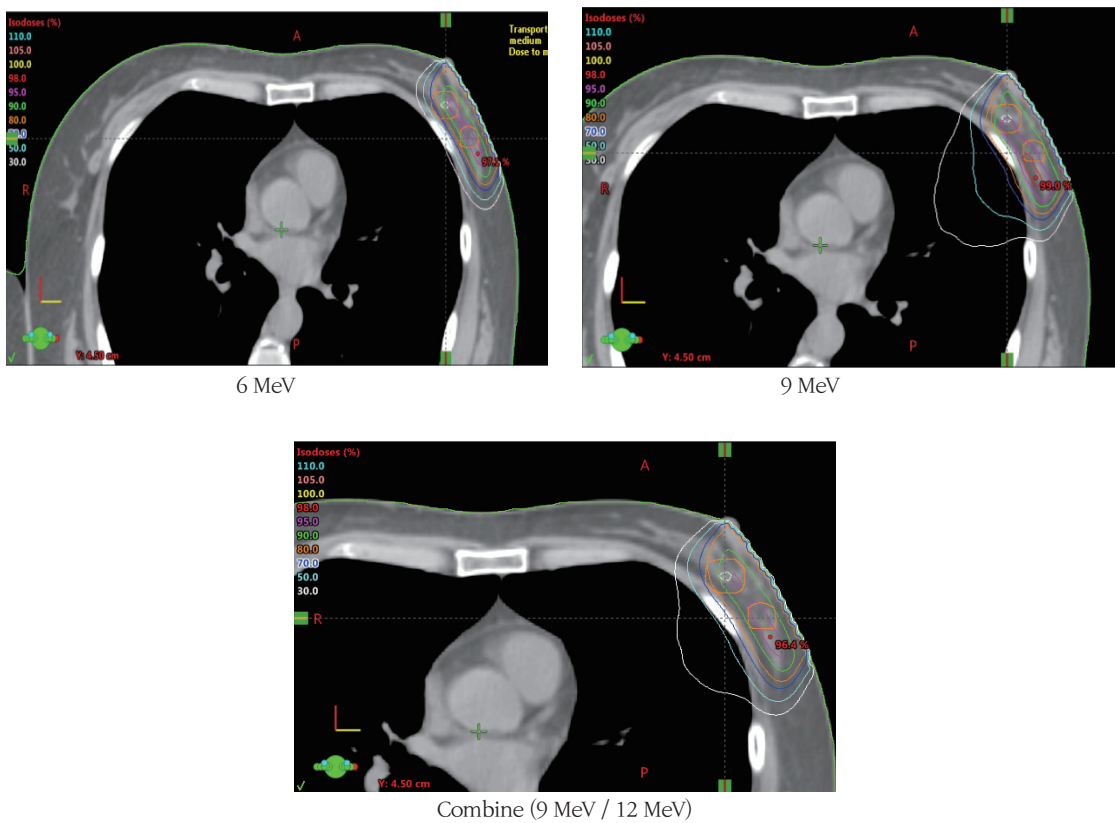


Fig. 1. A group Treatment Plan(6 MeV, 9 MeV, Combine 6 MeV / 9 MeV)

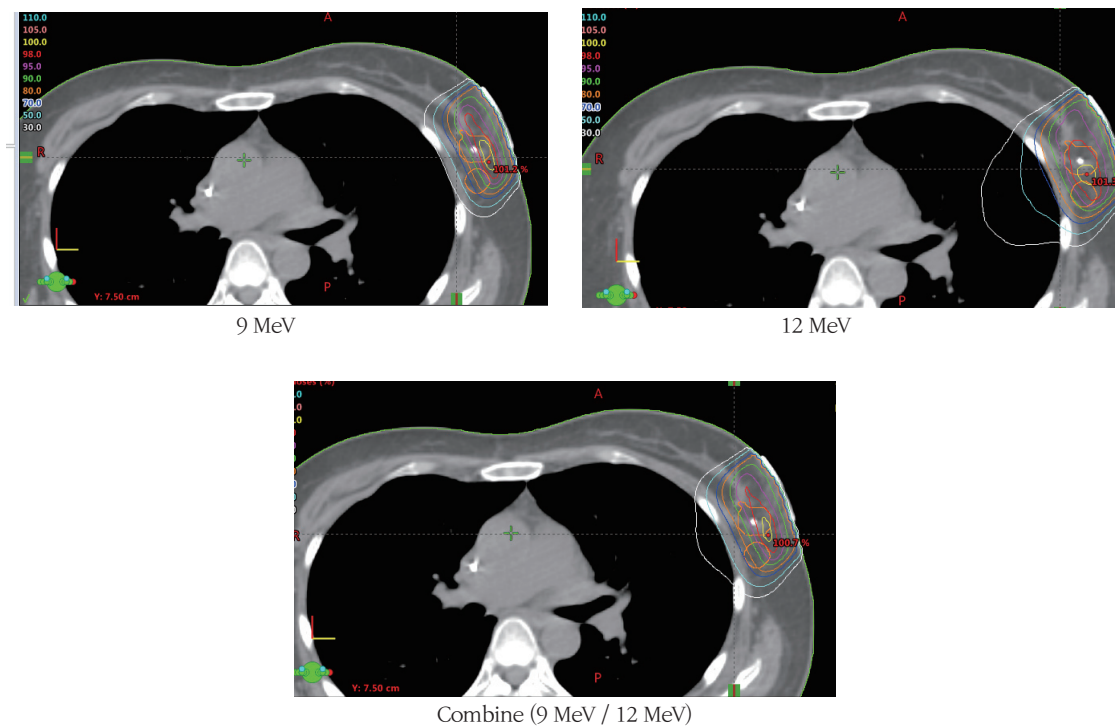


Fig. 2. B group Treatment Plan(9 MeV, 12 MeV, Combine 9 MeV / 12 MeV)

이기 때문에 간과하고 넘어갈 수 있는 부분들도 다시 생각 해본다면 조금 더 환자에게 도움이 되는 방사선 치료가 될 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. EBCTCG(Early Breast Cancer Trialists' Collaborative Group), McGale P, Taylor [1]C, Correa C, Cutter D, Duane F, et al. Effect of radiotherapy after mastectomy and axillary surgery on 10-year recurrence and 20-year breast cancer mortality: meta-analysis of individual patient data for 8135 women in 22 randomised trials. *Lancet*. 2014;383:2127-35.
2. Tokatli F, Kaya M, Kocak Z, Ture M, Mert S, Unlu E, et al. Sequential pulmonary [6]effects of radiotherapy detected by functional and radiological end points in women with breast cancer. *Clin Oncol (R Coll Radiol)*. 2005;17:39-46.
3. Lind PA, Wennberg B, Gagliardi G, Fornander T. Pulmonary complications following different radiotherapy techniques for breast cancer, and the association to irradiated lung volume and dose. *Breast Cancer Res Treat*. 2001;68:199-210.
4. Bornstein BA, Cheng CW, Rhodes LM, Rashid H, Stomper PC, Siddon RL, et al. Can simulation measurements be used to predict the irradiated lung volume in the tangential fields in patients treated for breast cancer? *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 1990;18:181-87.
5. Gustavo Nader MartaI, Samir Abdallah HannaII, Eduardo MartellaIII, João Luis Fernandes da SilvaIV. Complications from radiotherapy for breast cancer Sao Paulo Med J. 2011;129(2):116-7.
6. Barnett GC, Wilkinson J, Moody AM, et al. A randomised controlled trial of forward-planned radiotherapy (IMRT) for early breast cancer : baseline characteristics and dosimetry results. *Radiother Oncol*. 2009;92(1):34-41.
7. Donovan E, Bleakley N, Denholm E, et al. Randomised trial of standard 2D radiotherapy (RT) versus intensity modulated radiotherapy (IMRT) in patients prescribed breast radiotherapy. *Radiother Oncol*. 2007;82(3):254-64.
8. Tsoutsou PG, Koukourakis MI. Radiation pneumonitis and fibrosis : mechanisms underlying its pathogenesis and implications for future research. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2006;66:1281-93.

A Study on the Treatment of Combine Electron Beam in the Treatment of Breast Cancer Tumor Bed.

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

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

Purpose: The usefulness of using single-electron radiation for secondary radiotherapy of breast cancer patients after surgery is assessed and the use of a combine of different energy.

Methods and materials: In this study, 40 patients (group A) using energy 6 MeV and 9 MeV, and 19 patients (group B) using a combine of 9 MeV and 12 MeV were studied among 59 patients who performed secondary care using combine electronic radiation. Each patient in each group, 6 MeV, 9 MeV, Combine(6 MeV / 9 MeV) and 9 MeV, 12 MeV, Combine (9 MeV / 12 MeV) were developed in different ways, and the maximum doses delivered to the original hospital, D₉₅, D₅, and V₃, V₅, V₁₀ were compared.

Result: The D₉₅ mean value of Group A treatment plan was 785.33±225.37 cGy, 1121.79±87.02 cGy at 9 MeV, and 1010.98±111.17 cGy at 6 MeV / 9 MeV, and the mean value at 6 MeV / 9 MeV was most appropriate for the dose. The mean values of the low dose area V₃ and V₅ in the lung of the breast direction being treated were 3.24±3.49 % and 0.72±1.55 % at 6 MeV, the highest 9 MeV at 7.25±4.59 %, 3.07±2.64 %, the lowest at 6 MeV. Maximum and average lung dose was 727.78±137.27 cGy at 6 MeV / 9 MeV, 49.16±24.44 cGy, highest 9 MeV at 998.97±114.35 cGy, 85.33±41.18 cGy, and lowest 6 MeV at 387.78±208.88 cGy, 9.27±6.60 cGy. The value of V₁₀ was all close to zero. Group B appeared in the pattern of Group A.

Conclusion: Relative differences in low-dose areas of the lungs V₃ and V₅ were seen and were most effective in the dose transfer of tumor bed in the application of combined energy. It is thought that the method of using electronic energy in further radiation treatments for breast cancer is a more effective way to use the energy effect of limiting energy resources, and that if you think about it again, it could be a little more beneficial radiation treatment for patients.

▶ **Key words:** Breast Cancer, Tumor bed, Combined Electron Beam