

Lung RPO 선량전달시, Carbon Couch Side Rail과 Vac-lok이 미치는 영향

전북대학교 병원 방사선종양학과, 전북대학교 의과대학 방사선종양학과¹⁾, 전북대학교 병원 의생명연구소²⁾

김석민·곽근탁·이승훈·김정수^{1, 2)}·권형철^{1, 2)}·김양수·이선영^{1, 2)}

목 적 : 폐의 우측후사방향 선량전달시, Carbon Side Rail과 환자 고정기구인 Vac-lok이 미치는 영향을 보고자 한다.

대상 및 방법 : Vac-lok의 오른쪽 부분을 10, 20, 30 mm 두께로 제작하였다. 측정은 유리선량계를 이용하여 측정하였고, 측정점은 팬텀 우측 폐의 center Point를 기준으로 좌, 우, 하, 상 방향 각각 A, B, C, D Point로 설정 하였다. 각 point에 유리선량계를 삽입한 후 couch의 Side Rail을 외측(Out)으로 뺀 후 vac-lok을 놓지 않은 no vac-lok, 그리고 10, 20, 30 mm의 vac-lok 위에 팬텀을 세팅하였다. 중심점에 6 MV 광자선을 조사하여 10 × 10 cm², SAD 100 cm, 겐트리 각도 225°로 하여 300 MU/min 선량률과 100 MU 조사선량을 전달하였다. 측정은 5회씩 실시하였고, 마찬가지로 Side Rail을 내측(In)으로 넣은 후 각 point에 대해서도 같은 조건으로 5 회씩 측정하여 평균값을 산출하였다.

결 과 : side rail에 따라서는 중심점, A, B, C, D Point 각각 -11.8 %, -12.3 %, -4.1 %, -12.3 %, -7.3 %의 선량 감소를 보였다. Side-Rail-Out에서 10 mm vac-lok의 경우 약 -0.9%가 감소되었고, 20 mm vac-lok 사용 시 약 -2.0 %, 30 mm vac-lock 사용 시 약 -3.0%가 감소되었다. Side-Rail-In에서 10 mm vac-lok의 경우 약 -1.0%가 감소되었고, 20 mm vac-lok 사용 시 약 -2.1 %, 30 mm vac-lok 사용 시 약 -3.0%가 감소되었다. Side-Rail-In 상태의 no vac-lok 선량 값을 기준으로 Side-Rail-Out 상태의 10, 20, 30 mm vac-lok을 사용할 때, side rail에 대한 선량 감소에 더하여 중심점에서는 약 -0.9 %, -1.8 % -2.4 %, A point에서는 -0.5 %, -1.6 %, -2.1 %, B point에서는 약 -0.9 %, -2.0 %, -3.2 %, C Point에서는 -1.0 %, -2.1 %, -3.1 %, D point에서는 약 -1.0 %, -1.6 %, -3.1 %의 추가적인 선량 감소를 나타냈다.

결 론 : 폐를 비롯한 우측후사방향 방사선 치료 시 side rail에 대해 주의를 기울이고, vac-lok 제작 시 vac-lok 두께에 대해 관심을 갖는다면 더 나은 치료 효과를 기대해 볼 수 있으리라 사료된다.

▶ **핵심용어** : Vac-lok, Side Rail, Immobilization Device, 유리선량계, Rando Phantom

서 론

최근 방사선치료는 3차원입체조형방사선치료(three-dimensional conformal radiation therapy: 3D-CRT)가 보편화되었으며 세기조절방사선치료(intensity modu-

lated radiation therapy: IMRT) 등의 특수한 방사선치료 기술이 도입되면서 단순히 종양의 원발 병소 뿐만 아니라 궁극적으로 원격전이를 감소시켜 국소제어효과를 극대화시키는 동시에 주변 결정 장기(critical organ) 및 정상조직에 대한 부작용을 최소화함으로써 치료 후 삶의 질을 향상시키고 있다.^(1,2)

방사선치료계획의 수립은 임상표적체적(clinical target volume: CTV)을 충분히 포함하고 체내 장기들의 움직임과 환자의 재현성을 고려하여 계획용 표적체적(plan-

책임저자: 김석민, 전북대학교병원 방사선종양학과
전북 전주시 덕진구 건지로 20
Tel: 063)250-1188
E-mail: rta0294@cuh.co.kr

ning target volume: PTV)을 수립하도록 권고하고 있다.^(3,4) 그러나 정상 조직의 피폭선량을 최소화하고 종양에 처방선량을 정확히 전달하기 위해서는 환자의 위치결정 및 조사영역 내에서 표적체적의 재현성을 향상시키고 방사선 치료 오차를 최소화 할 수 있어야 한다.⁽⁵⁾ 또한 환자의 고정 에 소요되는 시간을 최소화하고 방사선치료 효과에 영향을 주지 않아야 한다.⁽⁶⁾ 이를 위하여 적절한 고정 장치의 사용은 필수불가결한 요소이다. 임상에서 보편적으로 사용되고 있는 다양한 고정 장치 중에서 Vac-lok은 폐암, 흉선 종, 맨틀조사면 등의 흉부 방사선치료나 대동맥주변 림프절 등의 하복부 방사선치료에서 주로 사용되는 고정기구이다.⁽⁷⁾ 따라서 환자의 위치결정(positioning) 및 조사영역 내에서 표적체적(target volume)의 위치 재현을 효율적으로 증가시키기 위한 노력이 필요하며 이를 위하여 환자의 고정 장치의 개발 및 적절한 사용이 무엇보다도 중요하지만 환자고정기구의 이용은 선량의 감약을 초래한다.⁽³⁾ Olch et al.의 AAPM task group 176 report에 의하면 polyurethane 폼의 immobilization device의 경우 4 MV 광자선에서 1.6 %의 감약이 존재한다고 보고하고 있고, 그러한 결과로 치료 계획되었던 선량보다 더 적은 선량이 입사하게 된다.^(8,9) 또한 방사선치료에는 carbon 재질의 couch를 사용하는데 밀도가 낮고 방사선 투과성이 좋아 에너지의 감약이 적은 장점을 가지고 있다.⁽¹⁰⁾ carbon 재질이 다른 재질과 비교했을 때, 강도적인 측면이 높을 뿐만 아니라 가볍고 빔 투과력이 좋아 현재까지 사용되고 있다.⁽¹¹⁾ 이러한 장점에도 불구하고 carbon 재질의 couch에 대한 감약은 존재하고 중요한 문제이다.⁽¹⁰⁾ McCormark et al.의 연구에서는 6 MV 광자선이 carbon 재질의 couch에 의해 gantry angle 180°에서는 2.2 %의 감약이 110°에서는 8.7 %까지의 감약이 존재한다고 보고하고 있다.⁽¹²⁾ carbon 재질의 couch는 환자가 누웠을 때, 안전하게 지지할 수 있도록 다른 부분보다 상대적으로 더 두껍게 제작된 side rail, spine down rail로 구성되어 있고, Vieira et al.의 연구에서는 6 MV 광자선을 이용한 두경부 치료 시 couch rail과 환자 고정기구를 같이 사용할 때 15 %까지 감약된다고 보고하고 있다.^(13,14) 이와 같이 방사선이 couch rail 단독으로 경유하여 환자에게 조사되는 경우보다 couch rail 환자 고정기구를 같이 경유하는 경우가 더 큰 감약을 일으킬 수

있다. 그로 인해 지정된 치료 부위에 계획했던 선량보다 더 적은 선량이 조사될 가능성이 있다.

이에 본 연구에서는 vacuum immobilization device (vac-lok)를 이용해 posterior oblique 방향에서 lung 부위 선량전달시, side rail과 vac-lok의 두께에 따른 감약을 보고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

측정에 사용된 장비는 선형가속기(Clinac iX, VARIAN, USA)이며 측정에너지는 6 MV X선을 사용하였다. 방사선량 측정용 팬텀은 인체모형팬텀(Anderson rando phantom, USA)을 사용하였다. 측정을 위해 유리 선량계(photoluminescence glass dosimeter, PLD, GD-351M, GD-352M, AGC techno co, LTD)와 FGD-1000(AGC techno co., LTD)판독기, vac-lok(Klarity, China)을 사용하였다.

vac-lok의 두께를 측정하기 위해 CT scanner (LightSpeed RT, GE healthcare, USA)를 이용하였다.

본원에서는 lung 부위 치료 시, wing board(Medtec, USA)를 주로 사용하며 본 연구에서도 실제 lung 환자와 같은 조건을 갖추기 위해 사용되었다.

2. 실험 방법

wing board를 CT scanner couch table 위 H4에 위치시켰다. vac-lok은 wing board의 pillow와 중복되게 하여 F3 범위에 걸쳐 놓았다. 팬텀의 lung 부위는 팬텀 단면 slice 중 17번 slice의 왼쪽 lung 부위를 선택하였다. 왼쪽 lung 부위 중 posterior oblique로 조사되는 방향의 표면으로부터 9.5 cm 깊이에 있는 lung center hole을 center point로 지정하였고, center로부터 3 cm 간격의 좌, 우, 하, 상 hole을 A, B, C, D Point로 지정하여 본 실험을 진행하였다(Fig. 1). 9.5 cm 깊이에 있는 center point는 가장 일반적인 오른쪽 lung의 중심이기 때문에 선택하였다. 팬텀을 vac-lok 위에 True AP가 되도록 정렬시켜 supine position/head first로 놓고, 17 slice 내의 지정된 point

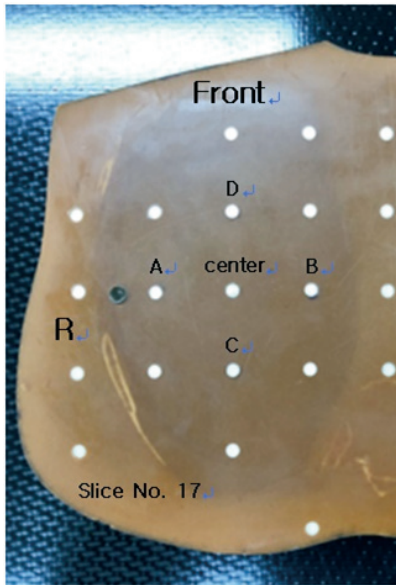


Fig. 1. Placement of the PLDs in the phantom's lung

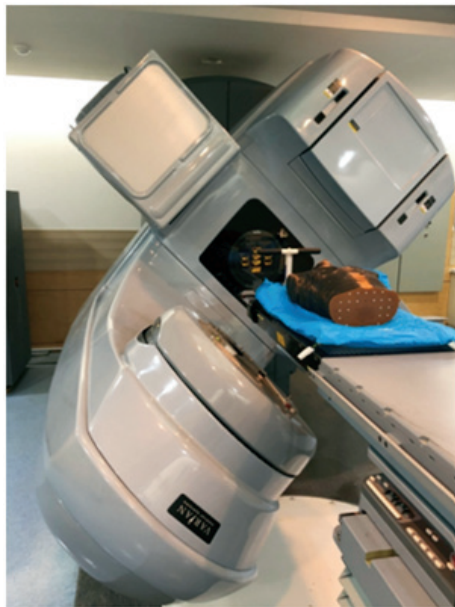


Fig. 2. Phantom irradiation setup

들이 치료실 선형가속기 조사야 $10 \times 10 \text{ cm}^2$ 안에 들어올 수 있도록 좌측 vac-lok의 두께를 10 mm, 20 mm, 30 mm로 제작하였다. 이 때, vac-lok 두께 오차를 최대한 줄이기 위해 CT scan 후 단면 영상을 통해 두께를 확인하고 재조정하여 반복 제작하였다. 모든 vac-lok의 두께는 $\pm 2 \text{ mm}$ 오차로 제작하였다.

팬텀의 17 slice의 center, A, B, C, D Point에 유리 선

량계를 삽입하여 위치시켰다. 치료실 내의 side rail Out 상태에서 vac-lok을 놓지 않은 경우, 10 mm, 20 mm, 30 mm의 vac-lok 놓은 경우 총 5가지를 5번의 측정을 수행하여 평균값을 산출하였고, side rail In 상태에서도 같은 방법으로 실험을 진행하였다(Fig. 2). 측정은 6 MV 광자선, 조사야 $10 \times 10 \text{ cm}^2$, center point를 기준으로 SAD 100 cm, 방사선과 Side rail이 가장 많이 중복되는 갱트리 각도 225° 로 하여 300 MU/min 선량률과 100 MU 조사선량을 전달하였다.

결 과

1. Side-Rail-Out 측정 결과

인체모형팬텀의 17번 slice에서의 no vac-lok의 경우 평균 0.687 Gy로 측정되었다. 10 mm vac-lok 사용 시 평균 0.681 Gy, 20 mm vac-lok은 평균 0.674 Gy, 30 mm vac-lok 은 평균 0.666 Gy로 측정되었다(Table 1).

Table 1. Phantom absorbed dose measurement for thickness of vacuum immobilization device in Side-Rail-Out

measurement site	No Vac-lok (Gy)	10 mm (Gy)	20 mm (Gy)	30 mm (Gy)
Center	0.670	0.663	0.656	0.652
A	0.745	0.741	0.733	0.727
B	0.661	0.655	0.647	0.64
C	0.741	0.733	0.724	0.714
D	0.621	0.614	0.610	0.60
average	0.687	0.681	0.674	0.666

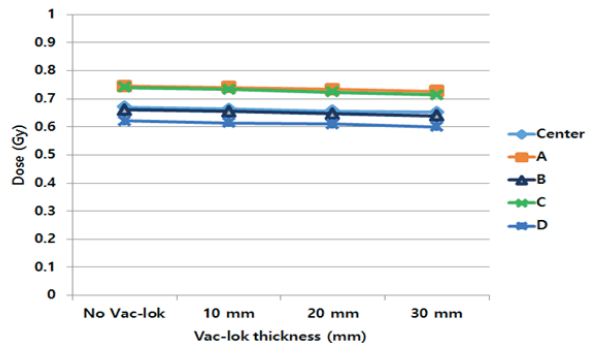


Fig. 3. Dose distribution for thickness of vacuum immobilization devices in Side-Rail-Out

Table 2. Phantom absorbed dose measurement for thickness of vacuum immobilization device in Side-Rail-In

measurement site	No Vac-lok (Gy)	10 mm (Gy)	20 mm (Gy)	30 mm (Gy)
Center	0.760	0.750	0.740	0.730
A	0.850	0.840	0.839	0.830
B	0.689	0.683	0.676	0.673
C	0.845	0.836	0.824	0.820
D	0.670	0.665	0.655	0.648
average	0.763	0.755	0.747	0.740

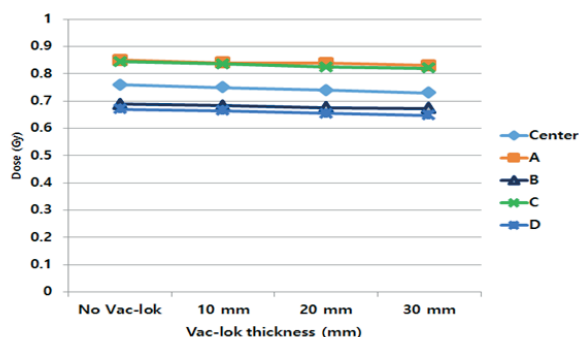


Fig. 4. Dose distribution for thickness of vacuum immobilization devices in Side-Rail-In

Side-Rail-Out에서의 경우 측정 위치에 따른 선량분포는 A Point에서 높게 측정되었다(Fig. 3).

2. Side-Rail-In 측정 결과

인체모형 팬텀의 17번 slice에서의 no vac-lok의 경우 평균 0.763 Gy로 측정되었다. 10 mm vac-lok 사용 시 평균 0.755 Gy, 20 mm vac-lok은 평균 0.747 Gy, 30 mm vac-lok은 평균 0.740 Gy로 측정되었다(Table 2).

Side-Rail-In에서의 경우 측정 위치에 따른 선량분포는 A Point에서 높게 측정되었다(Fig. 4).

3. Side-Rail-Out에서 vac-lok 두께에 따른 영향

인체모형 팬텀의 no vac-lok의 경우 평균 0.687 Gy로 측정되었다. 10 mm vac-lok 사용 시 0.006 Gy가 감소되었고, 20 mm vac-lok 사용 시 0.014 Gy, 30 mm vac-lok 사용 시 0.02 Gy가 감소되었다. 즉, vac-lok을 사용하지 않을 때 보다 사용하였을 때 10 mm vac-lok의 경

Table 3. Reduction ratio for thickness of vacuum immobilization device in Side-Rail-Out

	No Vac-lok (Gy)	Vac-lok Thickness		
		10 mm (Gy)	20 mm (Gy)	30 mm (Gy)
measured dose	0.687	0.681	0.674	0.666
reduced dose		-0.006	-0.014	-0.02
reduction ratio(%)		0.9 %	2.0 %	3.0 %

Table 4. Reduction ratio for thickness of vacuum immobilization device in Side-Rail-In

	No Vac-lok (Gy)	Vac-lok Thickness		
		10 mm (Gy)	20 mm (Gy)	30 mm (Gy)
measured dose	0.763	0.755	0.747	0.740
reduced dose		-0.008	-0.016	-0.023
reduction ratio(%)		1.0 %	2.1 %	3.0 %

우 약 -0.9 %가 감소되었고, 20 mm vac-lok 사용 시 약 -2.0 %, 30 mm vac-lok 사용 시 약 -3.0 %가 감소되었다(Table 3).

4. Side-Rail-In에서 vac-lok 두께에 따른 영향

인체모형 팬텀의 no vac-lok의 경우 평균 0.763 Gy로 측정되었다. 10 mm vac-lok 사용 시 0.008 Gy가 감소되었고, 20 mm vac-lok 사용 시 0.016 Gy, 30 mm vac-lok 사용 시 0.023 Gy가 감소되었다. 즉, vac-lok을 사용하지 않을 때보다 사용하였을 때 10 mm vac-lok의 경우 약 -1 %가 감소되었고, 20 mm vac-lok 사용 시 약 -2.1 %, 30 mm vac-lok 사용 시 약 -3 %가 감소되었다(Table 4).

5. side rail과 vac-lok에 따른 영향

감약된 선량의 경우 Side-Rail-In의 no vac-lok에서 각각의 point를 기준으로, Side-Rail-Out의 no vac-lok에서 center Point에서는 0.09 Gy가 감소되었고, 10 mm, 20 mm, 30 mm vac-lok 사용 시 0.097 Gy, 0.104 Gy, 0.108 Gy로 감소되었다. A Point에서는 no vac-lok에서 0.105 Gy, 10 mm, 20 mm, 30 mm 각각 0.109 Gy, 0.117 Gy, 0.123 Gy 감소되었다. B Point에서는 no vac-lok에

Table 5. Dose comparison about side rail and thickness variation of vac-lok in the state of Side-Rail-Out based on the no vac-lok dose in the state of Side-Rail-In

measured site	Side-Rail-In No Vac-lok (Gy)	Side-Rail-Out Vac-lok Thickness			
		No Vac-lok	10 mm (Gy)	20 mm (Gy)	30 mm (Gy)
Center	0,760	0,670	0,663	0,656	0,652
reduced dose		-0,09	-0,097	-0,104	-0,108
reduction ratio(%)		11,8 %	12,7 %	13,7 %	14,2 %
A	0,850	0,745	0,741	0,733	0,727
reduced dose		-0,105	-0,109	-0,117	-0,123
reduction ratio(%)		12,4 %	12,8 %	13,8 %	14,5 %
B	0,689	0,661	0,655	0,647	0,640
reduced dose		-0,028	-0,034	-0,042	-0,049
reduction ratio(%)		4,1 %	4,9 %	6,1 %	7,1 %
C	0,845	0,741	0,732	0,723	0,714
reduced dose		-0,104	-0,113	-0,122	-0,131
reduction ratio(%)		12,3 %	13,4 %	14,4 %	15,5 %
D	0,670	0,621	0,614	0,610	0,6
reduced dose		-0,049	-0,056	-0,06	-0,07
reduction ratio(%)		7,3 %	8,4 %	9,0 %	10,4 %

서 0,028 Gy, 10 mm, 20 mm, 30 mm 각각 0,034 Gy, 0,042 Gy, 0,049 Gy 감소되었다. C Point에서는 no vac-lok에서 0,104 Gy, 10 mm, 20 mm, 30 mm 각각 0,113 Gy, 0,122 Gy, 0,131 Gy 감소되었고, D Point에서는 no vac-lok일 때 0,049 Gy, 10 mm, 20 mm, 30 mm 각각 0,056 Gy, 0,06 Gy, 0,07 Gy 감소되었다. side rail 만의 영향으로 A Point에서 가장 큰 감소를 보였고, vac-lok의 두께의 변화에 따라 평균 -0,9 %의 감소를 보였다.

감소율 면에서 살펴보면 가장 side rail과 중복이 많은 gantry angle 225도, beam의 중심인 center Point에서 side rail 만으로 약 -11,6 %의 감소율을 보였다. Side Rail 과 더불어 vac-lok을 사용할 때 10 mm, 20 mm, 30 mm 각각 vac-lok을 사용하지 않을 때 보다 약 -0,9 %, -1,8 % -2,4 %의 추가적인 감소율을 보였다. A Point에서는 side rail 만으로 약 -12,3 %의 감소율을 보였고 10 mm, 20 mm, 30 mm의 vac-lok을 추가적으로 사용할 때, 사용하지 않을 때에 비해 약 -0,5 %, -1,6 %, -2,1 %의 추가적인 감소율을 보였다. B Point에서는 side rail만으로도 약 -4,1 %의 감소율을 보였으며 10 mm, 20 mm, 30 mm

Vac-lock을 추가적으로 사용할 때, 약 -0,9 %, -2,0 %, -3,2 %의 추가적인 감소율을 보였다. C Point에서는 side rail 만으로 약 -12,3 %의 감소율을 보였고, 10 mm, 20 mm, 30 mm vac-lok의 두께에 따라 약 -0,9 %, -2,0 %, -3,0 %의 추가적인 감소율이 나타났다. D Point에서는 side rail 만으로 약 -7,3 %의 감소율을 보였고, 10 mm, 20 mm, 30 mm vac-lok의 두께에 따라 약 -1 %, -1,6 %, -3,1 %의 추가적인 감소율을 보였다(Table 5).

결론 및 고찰

3차원입체조형방사선치료(threedimensional conformal radiation therapy: 3D-CRT)와 세기조절방사선치료(intensity modulated ration therapy: IMRT)의 정확성은 방사선 조사 영역의 재현에 의존하고, 이를 위한 환자 고정기구(immobilization device)는 방사선 beam 방향의 범위를 최소화하고 재현성을 최대화하여야 한다. 다차원적인 방사선치료를 위하여 다양한 고정 장치를 사용하고

있으며 그 중에서 vac-loc은 흉부 또는 하복부 방사선치료 등에 폭 넓게 사용되고 있다.⁽⁷⁾ vac-loc 등과 같은 환자 고정기구와 환자를 지지하기 위해 선형가속기의 couch는 밀도가 낮고 방사선 투과성이 좋아 에너지의 감약이 적은 carbon 재질을 사용하고 있다.⁽¹⁰⁾ carbon 재질의 경우, 방사선 beam의 간섭을 최소로 간주되고 있으며 이는 곧 상당한 선량 오류로 이어질 수 있다.^(1,7) 환자의 oblique 치료는 종종 이용되고 있으며, 이 경우 방사선 beam은 couch의 side rail을 통과한 후 환자에게 조사될 수 있다.⁽¹³⁾ Myint et al.의 연구에서는 Side Rail 때문에 선량 감약이 -16.2 %까지 감약된다고 보고하였다.⁽¹³⁾ Side Rail의 경우 In·Out을 이용하여 posterior oblique 방향에서 입사되는 beam의 감약을 줄일 수 있지만, 중앙에 최적의 선량을 전달하기 위해서 대부분의 경우의 x선 beam은 환자에게 입사되기 전에 환자 고정기구를 통과하게 된다.^(16,17) couch와 환자 고정 기구를 결합하여 치료를 진행할 경우 감약의 폭은 커지고, 고정 기구의 구성 물질과 종류에 따라 감약이 다양한 양상으로 나타나게 된다.⁽⁹⁾ 환자 고정기구에 대한 선량 감약을 간과 하게 된다면, 환자에 대한 정확한 치료가 될 수 없다. Olch et al.의 AAPM Task Group 176 Report에서는 couch와 환자 고정 기구의 구성 물질과 구조에 따른 감약 data를 만들 것을 권고하고 있다.⁽⁹⁾ 이와 같은 선량의 작은 변화는 조직의 국소 반응적인 측면에서 큰 변화를 야기시킬 수 있다.⁽¹³⁾ 예를 들어 Sanchez-Mieto와 Nahum의 연구에서는 전립샘 표적 용적에 대한 5 %~20 %의 선량 변화는 종양억제율(TCP)이 18 %까지 줄어들 수 있다고 보고하고 있다.⁽¹⁸⁾

본 연구에서는 선량을 측정하기 위해 유리선량계를 사용하였는데, 유리 선량계는 타 선량계에 비해 선량의 범위가 10 uGy~500 Gy로 넓고, 안정성이 높아 감쇄(fading) 현상이 거의 없고, 소자 간의 균일성이 뛰어나고, 독해한 데이터의 소실이 없으며,⁽¹⁹⁾ TLD와 PLD를 비교한 재현성 실험에서 TLD는 ± 2 %이지만, PLD는 모든 소자에서 TLD보다 낮은 ± 1 % 이내의 값을 나타냈다.⁽²⁰⁾ 이는 PLD가 TLD보다 통계적으로 우수하다는 점과 TLD에 비해 많은 장점을 가지고 있어 본 실험에서 유리선량계를 사용하였다. 또한 인체 팬텀 내부에 유리 선량계를 삽입함으로써 실제 치료와 유사한 상황에서의 선량 측정 연구를 할 수

있었다.

본 연구에서의 조건은 vac-loc 두께를 일정하게 하여 실험을 진행하였지만 실제 임상에서는 환자에 대한 vac-loc을 제작할 때, vac-loc의 두께를 정량적으로 계산하여 제작할 수 없다는 제한점을 가지고 있다. 하지만 posterior oblique 조사 시 vac-loc을 사용함으로써 생기는 감약을 간과할 수 없다는 사실은 변함이 없다.

본 연구에서는 많은 환자 고정 기구 중 vac-loc을 선택하여 couch side rail과 결합하였을 때의 영향을 보았다. carbon 재질이 밀도가 낮고 방사선 투과성이 좋아 에너지의 감약이 적다는 장점으로, 환자를 지탱하기 위해 다른 부분 보다 상대적으로 더 두꺼운 side rail의 영향을 간과할 수 있다. 하지만 환자를 치료하기 앞서 side rail의 영향이 있는 posterior oblique 치료 방향에 대해서 한번 더 인지하고 환자를 위한 vac-loc을 제작할 때, 편안하고 정확한 치료를 위한 고정 용구를 제작함과 동시에 치료 부위 근처의 vac-loc 두께에 대해 더 주의를 기울인다면 환자에게 더욱 효과적인 치료를 진행할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Huh SJ, Park CI. Advances in radiation oncology in new millennium in Korea, J Korean Soc Ther Radiol Oncol. 2000;18(3): 167-176
2. Hanks GE, Schultheiss TE, Hunt MA, Epstein B. Factors influencing incidence of acute grade 2 morbidity in conformal and standard radiation treatment of prostate cancer. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 1995; 31(1): 25-29
3. Suh YL, Yi BY, Shin SA, Kim JH, Ahn SD, Lee SW, Choi EK. A feasibility study on the abdomen immobilization with air injected balloon blanket. Korean J Med Phys. 2002; 13(3): 176-180
4. Pollack A, Zegars GK, Starkschall G, Childress CH, Kopplin S, Boyer AL, Rosen II. Conventional vs conformal radiotherapy for prostate cancer: pre-

- liminary results of dosimetry and acute toxicity. *Int J Radat Oncol Biol Phys*. 1996; 34(3): 555-564
5. Huh SN, Cho W, Park YK, Ha SW. Development of devices for improving the reproducibility of patient positioning on a breast board. *J Korean Soc Ther Radiol Oncol*. 2005;23(2):123-130
 6. Fukunaga-Johnson N, Sandler HM, McLaughlin PW, Strawderman MS, Grijalva KH, Kish KE, Lichter AS. Results of 3D conformal radiotherapy in the treatment of localized prostate cancer. *Int J Radit Oncol Biol Phys*. 1997; 38(2): 311-317
 7. CIVCO. Radiation Oncology 2010 Source book, 2010: 61-73
 8. Koi-Wei Lee, M.S., Jian-Kuen Wu, et al.: skin dose impact from vacuum immobilization device and carbon fiber in intensity modulated radiation therapy for prostate cancer. *Medical Dosimetry* 2008; 34: 228-232
 9. Olch A, J. et al.; Dosimetric effects caused by couch tops and immobilization devices report of AAPM Task Group 176. *Med. Phys*. 2014; 41: 061501
 10. Seppälä J K, Kulmala J A. Increased beam attenuation and surface dose by different couch inserts of treatment tables used in megavoltage radiotherapy. *J Appl Clin Med Phys* 2011; 12 (4): 3554
 11. S. J. Meara and K. A. Langmack, "An investigation into the use of carbon fibre for megavoltage radiotherapy applications," *Phys. Med. Biol*. 1998; 43(5), 1359-1366
 12. S. McCormack, J. Diffey, and A. Morgan, "The effect of gantry angle on megavoltage photon beam attenuation by a carbon fiber couch insert," *Med. Phys*. 2005; 32: 483-487
 13. W. K. Myint, M. Niedbala, D. Wilkins, and L. H. Gerig, "Investigating treatment dose error due to beam attenuation by a carbon fiber tabletop," *J. Appl. Clin. Med. Phys*. 2006; 7(3): 21-27
 14. S. C. Vieira, R. S. Kaatee, M. L. Dirkx, and B. J. Heijmen, "Two dimensional measurement of photon beam attenuation by the treatment couch and immobilization devices using an electronic portal imaging device," *Med. Phys*. 2003; (30) 2981-2987
 15. Olch AJ and Lavey RS. Reproducibility and treatment planning advantages of a carbon fiber relocatable head fixation system. *Radiother Oncol*. 2002; 65(3): 165-68
 16. Mihaylov I, et al. Modeling of carbon fiber attenuation properties with a commercial treatment planning system. *Med Phys*. 2008; 35: 4982-5
 17. Cheung T, Butson MJ, Yu Peter KN. Evaluation of build-up dose from 6 MV X-rays under pelvic and abdominal patient immobilisation devices. *Radiation Measurement* 2002; 35(3): 235-8
 18. Snachez-Nietro B, Nahum AE. The Delta-TCP Concept: A clinically useful measure of tumour control probability *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1999; 44: 369-380
 19. 김창규: 자체제작 Pb 밴딩을 이용한 피폭선량 감소, *The Journal of Digital Policy & Management* 2013; 11(6): 269-273
 20. 최재호, 강구준, 장서구: DAP(Dose Area Product)를 이용한 TLD와 PLD의 선량 측정 비교. *한국콘텐츠학회논문지* 2012; 12: 244-250

Effect of Carbon Couch Side Rail and Vac-lok In case of Lung RPO irradiation

Department of Radiation Oncology, Chonbuk National University Hospital,
Department of Radiation Oncology, Institute for Medical Sciences, Chonbuk National University Medical School¹⁾,
Institute of Clinical Medicine, Chonbuk National University-Biomedical Research Institute,
Chonbuk National University Hospital²⁾, Jeonju, Korea

**Kim Seok Min, Gwak Geun Tak, Lee Seung Hun, Kim Jung Soo^{1), 2)},
Kwon Hyoung Cheol^{1), 2)}, Kim Yang Su, Lee Sun Young^{1), 2)}**

Purpose : To evaluate the effect of carbon couch side rail and vacuum immobilization device in case of lung RPO irradiation.

Materials and Methods : The 10, 20, 30 mm thickness of vac-lok's right side were obtained. To measure of doses, glass dosimeters were used and measured reference point is left lung center at the phantom. A, B, C, and D points are left, right, down, and up directions based on the center point. In the state of Side-Rail-Out, place the without vac-lok, with the thickness of 10, 20, and 30 mm vac-lok. After the glass dosimeters was inserted in center, A, B, C, and D points, 100 MU of 6 MV X-ray were irradiated to the referenced center point in the condition of 10 x 10 cm² field size, SAD 100 cm, gantry angle 225, 300 MU/min dose rate. Five measurements were made for each point. In the state of Side-Rail-In, five measurement were made for each point under the same conditions. The average is measured on each of the five Side-Rail-Out and Side-Rail-In measurements.

Results : In the presence of side rail, the dose reduction ratio was -11.8 %, -12.3 %, -4.1 %, -12.3 %, -7.3 % for each A, B, C, and D points. In the state of Side-Rail-Out, the dose reduction ratio for the using 10 mm thickness of vac-lok was -0.9 % than without vac-lok. The dose reduction ratio for the using 20 mm thickness of vac-lok was -2.0 %, for the using 30 mm thickness of the vac-lok was -3.0 % than without vac-lok. In the state of Side-Rail-In, the dose reduction ratio for the using 10 mm thickness of vac-lok was -1.0 % than without vac-lok. The dose reduction ratio for the using 20 mm vac-lok was -2.1 %, for the using 30 mm vac-lok was -3.0 % than without vac-lok. Based on the value of no vac-lok dose in the Side-Rail-In state, The dose reduction ratios for the using 10 mm, 20 mm and 30 mm thickness of vac-loks In the Side-Rail-Out that the center point were -12.7 %, -13.7 %, -14.2 % and -12.8 %, -13.8 %, -14.5 % respectively at point A. The dose reduction ratios for the same conditions to the B point were -4.9 %, -6.1 %, -7.1 % and -13.4 %, -14.4 %, -15.5 % respectively at point C. The dose reduction ratios for the same conditions to the D point were -8.4 %, -9.0 %, -10.4 % respectively.

Conclusion : The attenuation was caused by presence of side rails and thickness of vac-lok. Pay attention to these attenuation factors, making it a more effective radiation therapy.

▶ **keyword :** Vac-lok, Side Rail, Immobilization Device, Glass Dosimeter, Rando Phantom