

## Mantle Field에서 Lung Block의 선량분포 고려

고신대학교 의학부 치료방사선과

유명진 · 신병철 · 문창우 · 정태식 · 엄하용

= Abstract =

### Dosimetric Consideration of the Lung Block in the Mantle Field

Myung-Jin Yoo, Ph.D., Byung-Chul Sin, M.D., Chang-Woo Moon, M.D.,  
Tae-Sig Jeung, M.D. and Ha-Yong Yum, M.D.

*Department of Therapeutic Radiology, Medical College, Kosin University, Pusan, Korea*

**Purpose** : To evaluate the dose under lung block as a function of depth and the effectiveness of a block as a function of block width.

**Materials and Methods** : Field size of mantle field was 22.8x32.4cm<sup>2</sup>. Dose distribution of the mantle field was measured with two dimensional water phantom system. To analyze the effectiveness of the lung block, central axis plane, 5cm off-axis plane, and 10cm off-axis plane were studied.

**Results** : The dose under the lung block was recorded with maximum at the depth between 5cm and 10cm. In the central axis plane, dosimetric block width was 10-15% less than physical block width. In the 5cm off-axis plane, dosimetric block width was 4-9% less than physical block width. In the 10cm off-axis plane, dosimetric block width was 2% less than physical block width.

**Conclusion** : Depth dependence of the dose under the lung block was founded. Also, block width dependence of the lung block was founded. To induce the accurate relation between the physical block width and the "effective" block width, it needs more detailed understanding of the variables involved.

**Key Words** : Mantle field, Lung block, Physical block width, Dosimetric block width, "Effective" block width

### 서 론

치료 조사면의 형태를 정하는 것은 중요 장기의 방어 뿐만 아니라 정상 조직에 불필요한 방사선 조사를 피하는데 절대적으로 필요한 것이다<sup>1)</sup>. 방사선 치료시에 흔히 부정형 조사면을 사용하게 되는데 차폐물 또한 복잡한 경우가 많아서 각 부위별로 흡수되는 방사

선량이 균일하지 않을 뿐더러 선량을 측정하는데 어려움이 많다.

Hodgkin's disease는 방사선 치료에서 완치율이 높은 질병으로 알려져 있으며<sup>2)</sup> mantle field를 사용하여 Hodgkin's disease를 치료하는 방법은 방사선 치료에서 보편화된 기술이다<sup>3)</sup>. mantle field 에서는 lung 이나 larynx를 차폐하는 block을 필요로 한다. 차폐 block의 목적은 tumor와 정상조직이 받는 선량에 차

이를 두자는데 있으므로, 정상 기관을 보호하는 shadow zone을 만들어내는 동시에 처방된 선량이 치료 용적에 전달이 되도록 차폐 block을 정확하게 위치시켜야 한다.

방사선 field에서 block 효과에 영향을 주는 인자는 block의 기하학적 반응영, block 아래의 부분적인 투과, 전체 field의 기하학적 반응영 그리고 block에 의한 산란성분의 기여 등이 관련되어 있다<sup>3)</sup>.

본 연구의 목적은 이런 요인들에 의한 block의 효과를 beam profile을 측정하여 그 기울기를 분석함으로써, mantle field에서 lung block의 효과를 선량분포적으로 고려하는데 있다. 따라서 simulation film 상에 그려 놓은 lung에 대한 물리적 block width로 충분한 lung block 효과를 달성할 수 있는지를 조사하기 위해, 저자들은 mantle field와 같은 large field 조건 하에서 다음과 같은 세 가지 점에 중점을 두고 분석하였다.

첫째, lung block 아래의 선량이 depth에 따라 어떻게 변하는가?

둘째, large field 조건하에서 block width가 변함에 따라 block 효과는 어떻게 변하는가?

셋째, simulation film 상에 그려진 물리적 block width와 선량분포적으로 완전한 차폐를 달성할 수 있는 유효 block width 사이에는 어떤 관계가 있는가?

**대상 및 방법**

본 연구에서 사용된 lung block은 cerrobend를 재료로 한 두께 7.5cm의 divergent block 형태이다. 조사면의 크기는 22.8×32.4cm<sup>2</sup>로 하였다. beam은 6MV X-선을 이용하였으며 mantle field의 선량분포는 2차원 water phantom system을 사용하여 측정하였다.

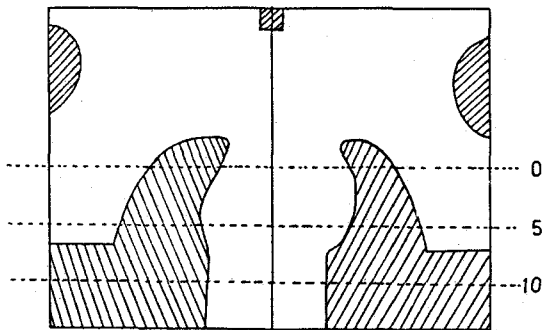


Fig. 1. Block position and measured plane of the mantle field.

Fig. 1에 mantle field의 block 위치와 측정된 면을 나타내었다.

field size를 맞추고 lung block을 위치한 후 detector를 water phantom 속에 넣고 좌,우로 이동시켜가며 mantle field의 beam profile을 연속적으로 측정하였다. beam central axis면과 central axis면으로 부터 아래로 5cm, 10cm 떨어진 두 off-axis면을 대상으로 하였고, 각 axis면에서 구해진 beam profile의 기울기를 분석하여 선량분포상의 block width를 결정하였다. 아울러 각 axis면 마다 block width가 다르므로 block width 변화에 따른 lung block 효과도 분석하였다.

block 아래의 선량이 depth에 따라 어떻게 변하는가를 보기 위해서 0, 5, 10, 15, 20cm의 depth에서 beam profile을 측정하여 lung block 효과의 depth 의존성도 조사하였다.

**결 과**

Fig. 2는 mantle field의 central axis면에 대한 선량의 profile 분포를 water phantom 속에서 측정된 것이다. depth에 대한 의존성을 조사하기 위해 depth를 0, 5, 10, 15, 20cm로 변화시켜가며 측정하였다.

block 아래 부분은 방사선을 조금도 받지 않아야 되지만 그림 2에서처럼 block의 가장자리 부근에서 선량분포는 지수함수 형태를 나타내고 있다. 이런 현상을 penumbra라고 볼 수 있다. penumbra가 생기는 이유는 target과 block의 크기에 의한 기하학적 원인과 산란 성분의 기여 때문이다. mantle field의 central axis면의 각 depth에서 simulation film을 근거로 계산한 lung block의 물리적 width와 선량분포상에서 측정된 block width를 Table 1에 나타내었다. block은

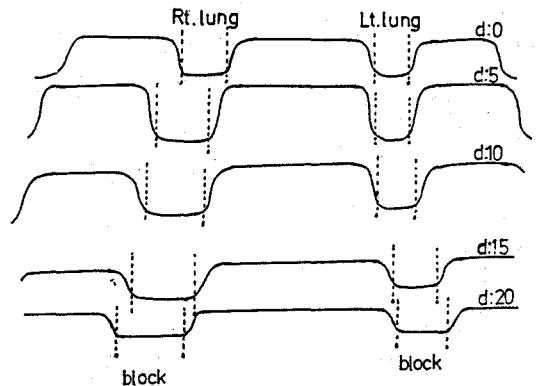
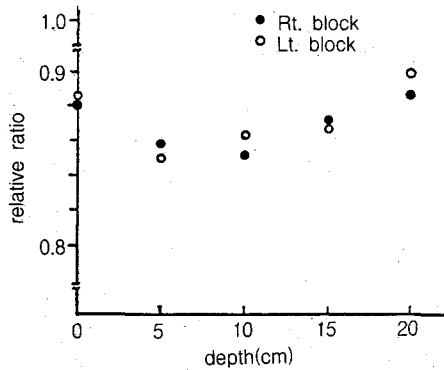


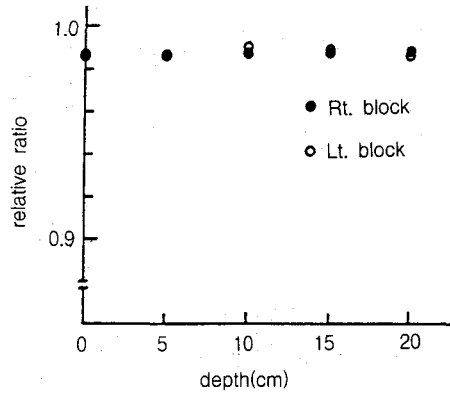
Fig. 2. Dose profile of the central axis plane in the mantle field.

**Table 1. Comparison of the Physical Width and Dosimetric Width for the Lung Block**

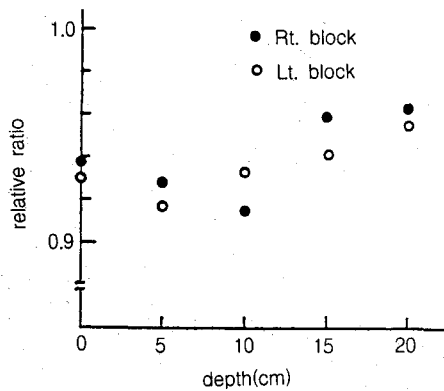
깊이	Rt. lung block		Lt. lung block	
	물리적 width	선량분포상의 width	물리적 width	선량분포상의 width
0	5.8cm	5.1cm	3.6cm	3.2cm
5	6.2cm	5.3cm	3.8cm	3.2cm
10	6.5cm	5.5cm	4.0cm	3.5cm
15	6.8cm	5.9cm	4.2cm	3.6cm
20	7.3cm	6.5cm	4.4cm	3.9cm



**Fig. 3.** Relative ratio of the dosimetric width to physical width of lung block in the central axis plane.



**Fig. 5.** Relative ratio of the dosimetric width to physical width of lung block in the 10cm off-axis plane.



**Fig. 4.** Relative ratio of the dosimetric width to physical width of lung block in the 5cm off-axis plane.

95% 이상의 선량을 차단해야 된다는 점을 고려하여

Fig. 2에서 선량이 5% 이하인 부분을 선량분포상의 block width로 결정하였다.

Rt. lung block의 경우 선량분포상의 block width는 물리적 width 보다 0.7-1.0cm 작았다. Lt. lung block의 경우 선량분포상의 width는 물리적 width 보다 0.4-0.6cm 작았다.

Fig. 3은 central axis면에서의 lung block 효과를 보여주고 있는데, Table 1을 토대로 물리적 width에 대한 선량분포상에서 측정된 width의 상대적인 비로 나타내었다.

각 depth에서 측정된 선량분포상의 block width는 물리적 width와 비교하여 약 10-15% 작은 것을 볼 수 있다. depth에 대한 의존성은 5-10cm depth 부근에서 block 효과가 가장 좋지 못한 것을 볼 수 있다.

Fig. 4는 central axis면으로 부터 아래쪽으로 5cm 떨어진 off-axis면의 lung block 효과를 나타낸 것이다.

전반적으로, 선량분포상의 block width는 물리적 block width 보다 약 4-9% 작은 것을 볼 수 있다. depth 의존성은 Fig. 3과 마찬가지로 5-10cm 부근에서 block 효과가 가장 좋지 못하다는 것을 알 수 있다.

Fig. 5는 central axis면에서 아래쪽으로 10cm 떨어진 off-axis면의 lung block 효과를 나타낸 것이다.

이 면에서는 Rt. lung block과 Lt. lung block의 바깥쪽을 충분히 크게하여 조사면 밖에 까지 도달하게 하였으므로 Fig. 5는 lung block의 안쪽 가장자리에 대한 lung block 효과를 나타낸 것이다. 선량분포상의 block width와 물리적 width 사이의 차이는 2% 이하로 block의 효과를 충분히 달성하고 있다. 뿐만 아니라 depth에 대한 의존성도 사라진 것을 볼 수 있다.

## 고 안

방사선 부작용을 최소화하고 충분한 양의 방사선을 종양 부위에 조사하기 위하여 복잡한 차폐물의 부정형 조사면을 사용하게 된다. 차폐물의 형태가 복잡하고 환자의 두께와 외형이 고르지 못하게 되면 각 부분에 흡수되는 방사선량이 균일하지 않게 된다. mediastinal tumor를 치료하는 데는 mantle field를 흔히 사용한다. 조사면의 모양이 단순하지 않으므로 선량 분포를 평가하는 것이 쉽지 않다. 특히 lung block을 설계할 때 정상 lung 조직과 tumor volume에 들어가는 dose를 동시에 고려해야 하므로 lung block을 설계하는데 선택의 어려움이 있을 것이다. 바람직한 것은 tumor dose를 극대화 하고 정상 lung 조직의 선량을 최소화시키는 것인데, 실제적으로 이런 목표를 달성하려면 여러가지 변수를 고려하지 않고는 어려운 것이다<sup>4)</sup>.

large field 조건하에서 lung block width에 따라 lung block의 효과가 어떻게 변하는가를 Fig. 3, 4, 5를 통해 살펴 보면 물리적 block width가 커짐에 따라 penumbra는 줄어들기 때문에 block 효과는 증대되는 것을 알 수 있다. central axis면과 5cm off-axis면에서 선량분포상의 block width는 물리적 block width보다 각각 10-15%, 4-9% 작게 나타났다.

이것은 block의 양 끝에서 생기는 기하학적 원인과 산란선의 기여로 인해 block의 가장자리로부터 block 안쪽으로 방사선이 도달되고 있음을 의미한다. 따라서 central axis면과 5cm off-axis면의 lung block 효과는 완전하지 못하다고 말할 수 있다. 그러나 5cm off-axis면이 central axis면 보다는 block 효과가 좋은 것을 알 수 있는데, 이는 central axis면 보다 5cm

off-axis면에서 block의 물리적 width가 더 큰 것과 관련이 있는 것 같다. 물리적 width가 커지면 target과 block 가장자리에 의해 생기는 기하학적 penumbra가 작아지므로 block 효과는 커진다고 볼 수 있다. 10cm off-axis면은 block의 물리적 width가 크면 block 효과가 좋아진다는 것을 단적으로 보여주고 있다.

lung block 효과의 depth 의존성을 살펴보면, central axis면과 5cm off-axis면에서는 5-10cm depth에서 block 효과가 가장 좋지 못하였는데 이는 어느 정도 깊이까지는 phantom내의 산란 성분이 점차 증가하므로 block 안쪽으로 도달되는 선량이 최대를 이루었다가 더 깊은 곳에서는 선속 자체의 감쇠로 인해 산란선이 block 안쪽으로 도달할 수 있는 충분한 에너지를 가지지 못하기 때문인 것으로 생각된다. 그러나 10cm off-axis면에서는 block의 width에 비해 방사선 조사면적이 상대적으로 훨씬 작기 때문에 phantom depth에 의한 산란 성분이나 기하학적 penumbra가 급격히 줄어들어 depth 의존성도 사라진 것을 볼 수 있다.

이종영 등<sup>5)</sup>은 mantle field의 lung block 아래에서는 중심부 선량에 비교하여 10-18%의 방사선이 흡수되었고, 식도 및 폐중앙 조사면의 경우에도 lung block 아래에서 6-10%의 방사선이 흡수되었다는 것을 TLD를 이용하여 측정하였다. Page 등<sup>6)</sup>은 차폐물의 두께를 두배로 하여 1차 방사선의 투과량을 줄이더라도 주위로 부터의 산란선 때문에 차폐 부위의 방사선 흡수선량을 많이 줄이지는 못한다고 하였다.

완전한 block 효과를 달성할 수 있는 block width를 “유효” block width로 정의할 내린다면, “유효” block width와 simulation film상에 그려놓은 물리적 block width 사이에 어떤 관계식을 유도해 낼 수 있을지는 의문이지만 물리적인 block width로 lung 조직을 완전하게 보호할 수 없으므로 “유효” block width는 이보다 좀더 크게 결정해야 한다는 것은 분명하다. 본 연구에서 측정한 mantle field의 경우, lung 조직의 “유효” block width는 다음과 같이 추측할 수 있다. central axis면에서 “유효” block width는 물리적 block width보다 10-15% 크게해야 하고, 5cm off-axis면에서는 4-9% 크게해야 된다는 것이다. 그러나 방사선을 받아야 될 부분이 빠져서는 안되므로 lung block 효과의 depth에 대한 의존성을 고려하여 적절한 width를 선택하여야 한다. “유효” block width와 물리적 block width 사이의 정확한 관계를 결정하기 위해서는 lung block 효과의 field size 의존성과 또 water phantom 보다는 lung 조직을 고려한 phantom 속에서 측정된 data가 필요할 것으로 생각된다.

## 결 론

mantle field와 같은 large field 조건하에서 lung block 효과를 선량분포적으로 고려하였을때 lung block 아래의 선량은 depth 5-10cm 사이에서 최대가 되는것을 알 수 있었다. block width에 따른 block 효과의 변화는 물리적 block width가 커짐에 따라 lung block 효과도 증대되었다. 선량분포적으로 완전한 차폐를 달성 할 수 있는 "유효" block width는 물리적 block width보다 커야 하지만 둘 사이에 정확한 관계식을 유도하기 위해서는 관련된 변수(field size 의존성, lung 조직을 고려한 phantom 속에서의 측정 등)에 대한 더 많은 연구가 필요하다

## REFERENCES

1. **Clarkson JR.** A note on depth doses in fields of irregular shape. *Br J Radiol* 14:265-268, 1941
2. **Maruyama Y, Khan FM.** Blocking Consideration in Mantle Therapy. *Radiology* 101:167-173, 1971
3. **Hoppe RT, Glatstein E, Wasserman TH. Hodgkin,s Disease.** In. Perez CA, Brady LW, eds. *Principles and Practice of Radiation Oncology*. 2nd ed. Philadelphia, PA: Lippincott Co. 1992:1314-1315
4. **Orton CG, Herskovic AM, Ezzell GA, Spicka JT, and Vitals TJ.** Transimssion Blocks: Clinical and Biological Rationales. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 11:2155-2158, 1985
5. **이종영, 박경란, 김계준.** 부정형 조사면에서의 TLD를 이용한 방사선 흡수선량 측정. 대한 치료 방사선과학회지 12(2):263-267, 1994
6. **Page V, Gardner A, Karzmark CJ.** Physical and dosimetric aspects of the radiotherapy of malignant lymphomas. I. The mantle technique. *Radiol* 96:609-618, 1970