

Extremity의 균등조사를 위한 box bolus의 제작과 조직등가물질의 특성

이화대학부속 동대문병원 치료방사선과

이호수, 이종걸, 이병준

I. 서론

Extremity의 피부표면 가까이에서 발생하는 skin cancer 또는 sarcoma등의 종양에 대하여 저에너지 X-선이나 전자선을 이용하여 방사선치료를 하여 왔다. 이때 조사범위가 크고 체표면이 불규칙한 환자에 대하여 균등한 선량을 부여 하기 위하여 조사부위를 나누어 치료하거나 표면선량을 높이기 위해 bolus를 사용하여 치료하게 된다. 그러나 조사부위를 나누어 치료할 경우 두 조사야의 접합부위에 저선량부위와 고선량부위가 발생 불균등조사가 이루어지며 표면 선량을 높이기 위한 bolus의 사용 또한 어려움이 따르게 되며 체표면이 불규칙한 환자의 경우 치료부위의 위치고정이 곤란한 경우가 발생하게 된다

따라서 이러한 환자에 대하여 요철을 보정하기 위해 일반적으로 사용하여 왔던 grain 즉, 쌀, 보리쌀, 조, 수수, 콩 등을 이용 먼저 신뢰도가 높은 자를 이용 각각의 grain의 diameter를 측정하였으며, density(ρ) 측정은 1cm³와 5cm³에 대하여 각각의 부피를 일정량의 물속에 넣어 물의 증가량을 무게로 환산하여 각각의 밀도를 측정하였으며, 또한 비교 분석하기 위하여 각각의 부피에 대하여 정밀한 저울을 이용 무게를 산출하여 밀도(g/cm³)를 계산하였다.

또한 6MV X-선에 의한 반가층 및 흡수계수를 구

II. 재료 및 방법

bolus를 제작하여 체표면이 불규칙하고 조사부위가 크고 위치잡이가 곤란한 환자 등에 대하여 일반적으로 사용하여 왔던 bolus 사용시의 문제점을 보완하고 표면선량을 증가시키기 위한 box bolus의 임상적용 가능성과 선량분포에 대하여 알아 보고자 하였다.

또한 6MV X-선에 의한 반가층 및 흡수계수를 구

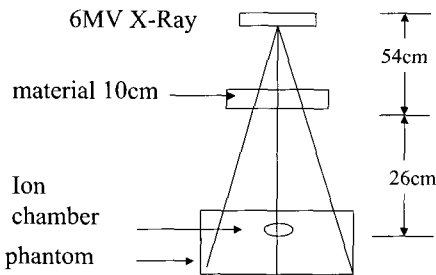


그림 1. 반가층 측정 방법

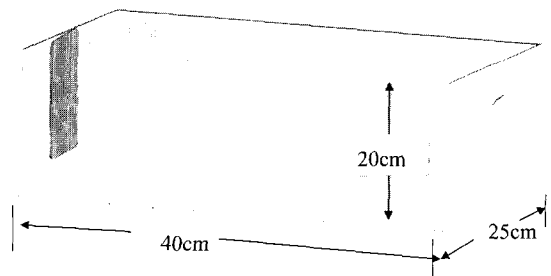


그림 2. Box Bolus의 설계도

하기 위하여 각각의 등가물질을 그림 1과 같이 tray holder 위에 10cm두께의 grain을 삽입하고 arcyl phantom내에 victoreen 0.33cc probe를 삽입하여 반가층을 측정하였다,

box bolus를 제작하기 위하여 그림 2와 같이 extremity를 삽입할 수 있도록 가로x세로x높이가 40x25x20cm³로 설계하고 포장용 상자를 이용 한쪽 면은 지름이 20cm의 구멍을 내고 가로길의 반을 잘라 Extremity를 쉽게 들어갈 수 있도록 하였으며 한쪽은 중앙에 폭이 15cm로 위쪽이 터지게 잘라 extremity의 proximal 부분이 쉽게 삽입할 수 있도록 제작하였다.

측정 결과에서 density(ρ) 1에 가장 근사치인 쌀을 이용 재현성을 보다 쉽게하기 위하여 vinal봉지 9x15cm² 크기에 쌀을 약 80%씩 넣어 조직등가물질로 이용하였다.

dose planning은 표1에 나타낸 바와 같이 6MV X-Ray를 이용 SAD 80cm에서 field size 20x30cm², lat field에서 two parallel opposed로 선량계산을 하였다.

일반적인 선량계산에서 field size는 13x30cm², box bolus 사용시 field size는 16x30cm²로 선량분포도를 계산하였다.

표 1. Dose Planning

Photon energy	6MV X-ray from NELAC - 1006X
SAD	80cm
Field Size	16 × 30cm ² , 13 × 30cm ²
Tumor region	Leg(Kaposi sarcoma)
Technique	Parallel opposed field
RTP	NEC Therac-1000

III. 결과

측정에서 grain의 크기는 1-3mm \emptyset 였으나 bean의 경우 6-8mm \emptyset 였다.

각각의 grain의 density(ρ)는 1cm³에서 물을 1로 기

준으로 하였을때 쌀, 콩, 수수, 조, 보리쌀은 각각 1.45, 1.14, 1.32, 1.19, 1.35로 물보다 오히려 density가 높게 측정되었으며 5cm³이상에서는 각각 0.93, 0.71, 0.82, 0.89, 0.85로 밀도가 낮게 측정되었다.(표2)

표 2. 조직등가 물질의 특성

구분 종류	Grain의 크기 (mm \emptyset)	Density ρ (g/cm ³)	Mean density ρ (g/cm ³)	보존성
물	-	1.00	1.00	●
쌀	2.0-3.0	1.45	0.93	▲
콩	6.0-8.0	1.14	0.71	▲
수수	1.5-2.0	1.32	0.82	▲
조	1.0-1.5	1.19	0.89	▲
보리쌀	2.5-3.0	1.35	0.85	▲

따라서 적은량의 부피에서는 밀도 측정이 부정확하게 측정됨을 알수 있으며 grain에 대한 밀도 측정은 일정량 이상에서의 측정이 가능하다는 것을 알수 있었다.

반가층 측정은 6MV X-선에서 물이 11cm측정되었으며, 쌀, 콩, 수수, 조 그리고 보리쌀은 각각 11.2, 13.6, 12.0, 11.6, 11.4cm로 grain의 diameter가 큰 것이 반가층의 두께가 증가됨을 알수 있으며 또한 diameter가 비교적 적은 grain의 반가층이 얇게 측정되었다.

이를 기초로한 흡수계수 μ 는 물이 0.063이었으며 쌀, 콩, 수수, 조, 보리쌀은 각각 0.062, 0.051, 0.058, 0.060, 0.061이었다.(표3)

표 3. 각 조직등가물질의 HVL 및 흡수계수(μ)

구분 종류	Mean density ρ (g/cm ³)	6MV X-Ray HVL(cm)	6MV X-Ray μ (cm ⁻¹)
물	1.00	11.0	0.063
쌀	0.93	11.2	0.062
콩	0.71	13.6	0.051
수수	0.82	12.0	0.058
조	0.89	11.6	0.060
보리쌀	0.85	11.4	0.061

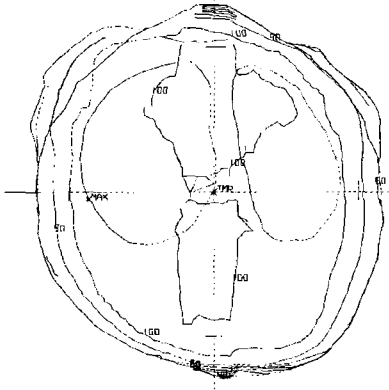


그림 1

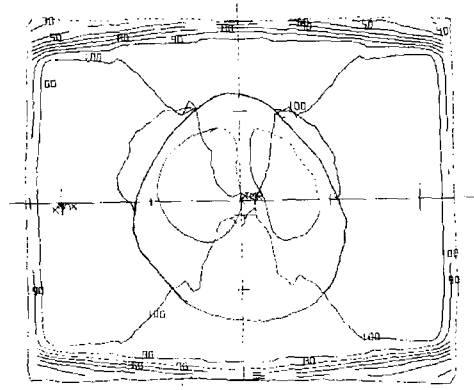


그림 2

반가층 및 흡수계수에 이용된 수식은 식1과 같다.

$$D = D_0 e^{-\mu x}$$

$$\ln \frac{D}{D_0} = -\mu x$$

$$\mu = \frac{0.693}{X_{1/2}} \quad \text{---(식 1) } X_{1/2} = \text{Half Value Layer } X_{1/2}$$

일반적인 치료방법과 box bolus 사용할 때의 dose distribution을 비교하여 본 결과 일반적인 치료방법에 의한 선량분포는 그림 3과 같이 조직내의 선량분포는 균등한 선량분포를 보이나 표면선량은 80-90%로 불균등한 선량분포를 보였으며 box bolus 사용시의 선량분포는 그림 4와 같이 조직내의 선량뿐만 아니라 표면선량에서도 대부분 11.1%의 증가로 균등한 선량분포를 이루었다.

IV. 결론

이상에서의 측정결과로 쌀의 density(ρ)가 0.93, 반가층(HVL)는 11.2cm, 흡수계수 μ 는 0.062로 물의 density(ρ) 1, 반가층 11cm, 흡수계수(μ) 0.063에 가장 근사치로 측정되어 쌀이 조직등가물질로 이용하기

에 가장 적합하였다.

그러나 grain의 건조상태에 따라 density가 달라질 수 있을 알수 있었다.

조직등가물질을 이용한 box bolus는 제작이 용이하고 가격이 저렴할 뿐만 아니라 고에너지 광자선을 이용하여도 표면선량을 높일 수 있다.

또한 조사부위가 크더라도 one field 조사가 가능하고 two field 조사시의 저선량부위와 고선량부위를 제거할 수 있어 균등한 조사가 가능하며 체표면이 불균등하여 고정이 어려운 환자에 있어서도 위치 고정이 용이하다고 할 수 있다.

그러나 box bolus 이용시 재현성에 다소 문제가 따를 수 있었다.

참고 문헌

1. Weshler. Z; Loewinger. E.; Loewenthal, E.; Levinson, R.; Fkus, Z, Megavoltage radiotherapy using water bolus in the treatment of Kaposi, sarcoma Int, J, Radiat. Oncol. Biol. Phys. 12:2029-2032;1986.
2. Harrison, M ; Harrington, K, J.; Tomlinson, D. R.; Stewart, J. S. W. Response and cosmetic outcome

- of two fractionation regimens for AIDS-resulted Kaposi,s sarcoma Radiother. Oncol. 46:23-28;1998
3. Kirova, Y.M; Belembaogo, E; Frnkha, H.; Haddad. E.; calitchi, E.; Levy, E; piedbaois, P; Le Bourgeois, J.P. Radiotherapy in the management of epidemic Kaposi,s sarcoma: a retrospective study of 643 cases. Radiother. Oncol. 46:19-22; 1998.
 4. Cooper, J.S.; Fried, P.R.; Laubentein, L.J. Initial observations of the effect of radiotherapy on epidemic Kaposi,s sarcoma JAMA 252:934-935; 1984.
 - 5 Nobler,M.P; Leddy,M.E; Huh,S.H. The impact of pallative irradiation on the management of patients with acquired immune deficiency syndrome. J. Clin. Oncol. 5:107-112:1987.
 6. Chak, L. Y.; Gill, P. S.; Levine, A. M.; Meyer, P. R.; Anselino, J. A.; Petrovich,Z.Radiation therapy for acquired immunodeficiency syndrome related kaposi's sarcoma. J. Clin; Oncol 6:863-867; 1998.
 7. Stelzer, K. J.; Griffin, T. W. A randomized prospective trialof radiation therapy for aids-associated kaposi's sarcoma. Int. J. Radiat. Oncol Biol phys. 27:1057-1061;1993.
 8. Cooper.J.S; Steinfeld , A. D.; Lerch, I. Intentions and outcomes in the radiotherapeutic management of epidemic kaposi's sarcoma. Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys. 20:419-422;1991.