

Medical Linear Accelerator Model Clinac 2100C/D 특성고찰

연세대학교 세브란스병원 방사선 종양학과

조정희 · 최홍식 · 박재일

I. 연구목적

방사선 치료기술의 발달과 치료장비의 발달은 치료효과를 현저히 증대시켰으며 악성종양의 치료에 있어서 핵심적인 역할을 담당하고 있는 것이 사실이다. 또한 이러한 방사선치료장비의 발달은 치료의 정확성을 증대시키고 환자의 안전성을 증대시키는 방향으로 꾸준히 발달하고 있으며 치료시 방사선으로부터 환자를 보호하며 차폐에 필요한 연차폐물 제작시 발생할 수 있는 유해 gas와 유해물질로부터 환자를 보호할 수 있도록 하는 방향으로 점차 발전하고 있는 것을 알 수 있다. 최근 국내에 최초로 소개된 Clinac 2100C/D는 이러한 측면에 부합되는 장비이므로 본 연구에서는 이를 소개하고자 한다. 본 연구는 주로 Clinac 2100C/D의 일반적인 특성에 관한 것과 이 장비에 도입되어 이용되고 있는 MLC(Multileaf-Collimator)와 portal vision, 그리고 dynamic wedge system을 중심으로 이들의 특성을 살펴보고 다음으로 이러한 기술들이 기존에 이용되고 있는 방법들에 대하여 가지는 장단점을 비교하는 방향을 진행코져 한다.

II. Clinac 2100C/D 특성에 관한 고찰

1. Clinac 2100C/D의 기능

Clinac은 방사선 치료에 있어서 치료의 특성에 따른 이용이 편리하도록 구성되어 있다. 즉 Clinac은 soft ware에서 clinical mode와 special procedure mode가 지원되어 조작의 편리성을 추구하였으며 각각의 기능은 다음과 같다.

1) Clinical mode

- Fixed x-ray : 6, 10 MV
- Fixed electrons : 6, 9, 12, 16, 20 Mev
- Arc x-ray
- Dynamic wedge x-rays treatment
- Port film

2) Special procedure mode

- Arc electron
- Total body x-ray treatment(TBI)
- Total body electrons treatment(TSEB)
- High dose rate TSEB

* High dose rate TSEB는 6, 9 Mev를 이용하여 isocenter에서 분당 2500 MU의 치료가 가능하도록 되어있다.

2. MLC

MLC는 26쌍의 52개의 leaf로 구성되어 있으며 각각의 leaf는 isocenter에서 1cm의 폭을 이루도록 제작되었다.

Leaf는 tungsten 합금으로 만들어 졌으며 방

사선 투과율이 4% 미만이 되도록 6 cm의 두께를 가지며 MLC 이용시 최대 이용 가능한 조사야의 범위는 26×40 cm이며 이를 제거시 최대 40×40 cm의 조사야를 이용할 수 있다. MLC의 최대이동속도는 1.5 cm/s이며 중심선을 기준으로 최대 16 cm까지 반대편 조사야 내로 이동이 가능하다(그림 1 참조).



Fig. 1

3. Portal vision

기존의 L-gram이나 γ -gram을 대체키 위해 이용되는 것으로 치료중 이를 이용하여 환자에게 정확한 치료를 제공하고 있는지를 확인하기 위하여 이용되며 이를 이용시 보다 정확한 양질의 치료를 제공할 수 있을 뿐더러 화상의 재구성(image reconstruction)이 가능하고 치료 조건 film과 portal image를 겹쳐서 관찰할 수 있고 치료중 수개의 영상을 얻음(Cine L-gram)으로써 운동장기에 대한 관찰이 가능하도록 되어 있다(그림 2 참조).

이러한 portal vision의 이론적 고찰은 기본적으로 해부학적 구조와 주위조직간의 밀도차에 의한 전자적 신호의 차이를 이용한 것으로 이러한 비율로 영상의 농도차를 이용한 것이다.

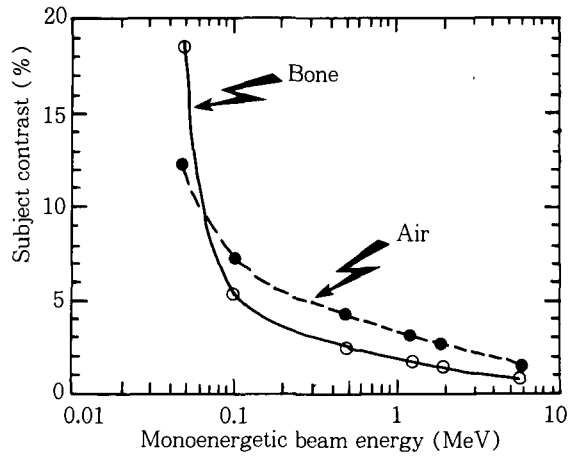


Fig. 2 Subject contrast as a function of monoenergetic beam energy for a 1-cm bony structure and a 1-cm air cavity embedded in a 0-cm-thick water medium. The calculations assumed a 25-cm-diam beam and no air gap between the patient and the detector. Bone is represented by the open symbols and air by the solid symbols.

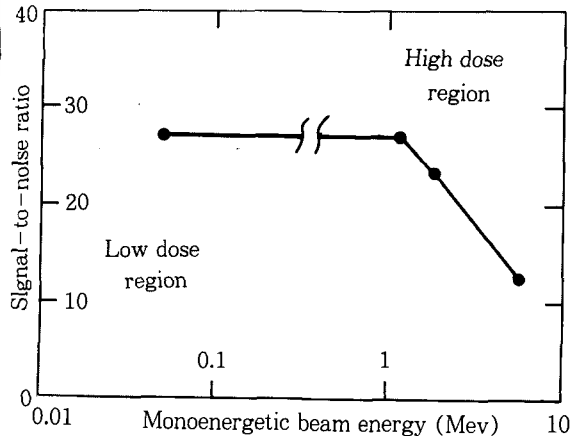


Fig. 3 The SNR to be expected for a 1-cm bony object embedded in a 20-cm-thick water medium when using exposures typical for diagnostic radiology (low dose region) and for radiation therapy (high dose region). The calculations assume the same geometry as in Fig. 1. The calculations assume that the typical dose for a diagnostic radiograph is 0.05 cGy, while the typical radiation dose for a radiotherapy image is 10 cGy.

물질의 농도차이는 만일 해부학적 구조와 주위의 물질간에 밀도의 차이가 증가하면 할수록 영상의 대조도(contrast)는 증가하게 될 것이며 산란계수가 감소한다면 같은 효과를 얻을 수 있을 것이다($F=ns/nt$).

그러나 portal vision이 정보를 제공하는 것과 관련하여 가장 중요한 요소는 전기적신호 대 잡음의 비율이다(signal to noise ratio, SNR). 즉, 영상을 만드는데 있어서 전기적 신호의 차이를 검출하는데 관련한 해부학적 구조와 주변의 조직간의 통계적 잡음의 차에 대한 전기적 신호의 차이가 중요한 요소이다(그림 3 참조).

III. Clinac에 이용된 기술들의 장단점 비교

1. MLC vs conventional collimator

1) 장점

- 종양의 모양에 따른 block 제작의 용이성
- 기존의 block 교체가능
- Multiportal 치료시 쉽게 block 교체
- Cone-down 치료시 block 제작에 따른 지연이 짧다.

2) 단점

- MLC 이용시 field size가 제한됨
- Penumbra가 일반 block에 비해 크다.
- 종양의 모양에 따른 block 제작에 한계
- Beam transmission이 큼.

2. Portal vision vs Port film

1) 장점

- 기존의 L-gram 대체가능
- Simulation film과 겹쳐볼 수 있다.
- Image reconstruction이 가능
- Dynamic image가능
- Real time imaging
- Extra-radiation exposure가 없다.

2) 단점

- Portal vision ion chamber의 사용시간 제한

(1-2yr)

- Dark current noise가 큼.
- Field size가 최대 20×20 cm으로 제한
- Double exposure 불가능

3. Dynamic wedge vs Hard wedge

1) 장점

- Energy 변화의 최소화
- Output 증가
- Hot point가 적어진다
- Wedge filter에 의한 산란선 감소(skin dose decrease)
- 사용상의 편리성

2) 단점

- Wedge 진행 방향의 제한
- Wedge의 작용여부 확인이 곤란

IV. 결 론

1. Clinac 2100C/D의 도입은 전반적으로 환자에 양질의 치료를 제공하는데 크게 기여할 수 있다.

2. MLC의 도입은 기존의 block 제작과정에서 발생할 수 있는 유해 gas와 분진의 발생을 억제함으로써 유해환경문제의 해결과 기술자의 건강증진에 기여할 수 있다.

3. Portal vision의 사용으로 보다 정확한 치료를 위한 감시가 가능하다.

4. 그러나 고가장비의 도입에 따른 과중한 비용은 기관이나 환자에게 경제적인 부담감을 줄수 있다.

5. 새로운 기술에 대한 안전성(safety), 효과성(effectiveness), 비용-효과분석(cost-effectiveness analysis)과 비용-편익분석(cost-benefit analysis) 등 의료기술평가(medical technology assessment)가 향후 더 연구되어야 한다.

참 고 문 헌

1. Boyer AL, et al. : A review of electron por-

- tal imaging device(EPIDs) Med. Phys 19(1), 1992.
2. G. K. Svensson : Quality assurance in radiation therapy : Physics efforts. Int. j. Radiat. Oncol, Biol. Phys. Sup. 1 10, 23-29, 1984.
 3. P. Munro, J. A. Rawlison, and A. Fenster. : Therapy imaging : a signal-to-noise analysis of fluoroscopic imaging system for radiotherapy localization. Med. Phys. 17, 763-772, 1990.
 4. H. Meertens, M. Van Herk, J. Bijhold, and H. Barteilnk : First clinical experience with a newly developed j electronic protal imaging device. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys. 18, 1173-1181(1990).