

자체 제작한 IORT Cone의 특성 검토

고려대학교 의과대학 부속병원 치료방사선과

권영호 이병구 김유현

1. 서론

수술중 방사선 치료(IORT: Intra Operative Radiation Therapy)는 Abdomen, Retroperitoneum, Pelvis 등에 존재하는 초기 종양, 혹은 전이된 종양의 치료에 있어서 수술만 하거나 수술과 External radiation Therapy 만으로는 치료하기 어려운 종양의 치료에 획기적인 방법으로 알려져 있으며 근래에 들어서 많이 시행하고 있는 방법이다.

IORT의 장점은 Tumor를 육안으로 직접확인할 수 있으므로 치료범위를 즉시 결정할 수 있고 치료범위내에 포함되어 있는 정상적인 조직이나 기관, 혹은 방사선 감수성이 예민한 장기들을 적당한 차폐물을 이용하여 차폐하거나 치료 Field 밖으로 분리 시킬수 있다. 또한 적합한 전자선의 Energy를 즉시 결정할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

Tumor(종양), 혹은 Tumor bed에 대선량을 일시에 줌으로써 치료효과를 증진시켰으며 주변의 정상적인 조직이나 기관에 보다 적은 선량을 주는 효과를 가져왔다. 단 한번의 조사로 치료가 완료되므로 환자가 장기간 동안 통원을 해야 하는 불편을 없앴다. 이와같이 IORT에는 많은 장점을 가지고 있지만 많은 어려움도 포함하고 있다는 사실을 배제할 수 없다.

IORT의 어려움점을 열거해 보면 다음과 같다. IORT를 위한 수술은(Operation)장비가 완벽하게 갖추어진 수술실에서 시행되어야 하며 방사선 치료실 또한 완벽하게 소독이 되어 있어야

한다.

수술실에서는 수술팀이 의도한대로 수술이 완벽하게 이루어졌다고 할지라도 환자를 수술실에서 방사선치료실로 옮기는 과정에서 혈압이 갑자기 떨어진다거나 출혈이 생기는 등 예상치 않았던 상황이 발생하여 환자가 불안정하게 될 가능성이 있다. 복도를 통해서 이동하여야 하기 때문에 오염된 일반공기에 노출됨으로써 감염(Infection)의 위험성이 증가한다. 환자를 이동시키는 과정이다. 방사선치료실에서는 수술실에서보다 숙련된 사람들의 도움을 덜 받게 되므로 위험성이 증가한다.

일반 수술을 위한 마취시간보다 많은 마취시간이 요구되며 보다 많은 소독기구들이 요구된다. 이와같이 많은 어려움중에서도 중요한 것은 IORT를 하게 되면 일상적인 External방사선치료의 스케줄에 방해를 준다는 것이다. 그러므로 IORT는 External방사선치료에 방해를 주지 않도록 토요일 오전에 시행하는 것이 바람직하다고 생각한다.

본원에서는 위에 나열한 어려움을 극복하기 위하여 방사선치료실인접 Room에 수술실과 회복실 및 수술준비실을 갖추어 놓아 모든 어려움을 극복하여 위험성을 최소한으로 줄이려 한다.

IORT를 시행하기 위해서는 몇가지 특수한 장치. 즉, Applicator, Electron cone, Treatment Table 등이 갖추어져야 하는데 기존의 제품화된 상품들이 나와 있지만 본원에서도 IORT용 Electron cone을 자체제작해서 비용을 줄이는 효과를 가져왔는데 본원에서 자체 제작한 IORT

용 Electron cone의 특성을 소개하고자 한다.

2. 본 론

1) 장치의 제작방법 및 특징

① Applicator and Adaptor

Applicator은 Electron Cone과 Linear Accelerator의 Head부분을 연결시켜주는 장치이다. Applicator는 선량에 영향을 주지 않는 물질로 만들어져야 하며, 전기적으로 안전한 물질, Photon Beam이다.

X-선 오염이 되지 않는 원자번호가 낮은 물질, 전자선이 차폐되는 두께로 만들어져야 한다. 통상적으로 Al, 아크릴, Altaglass등을 사용한 다.

본원에서는 0.5cm Al을 사용하였다. Linear Accelerator의 Head부분과 결합되는 부분의 두께는 전자선의 차폐를 위해서 2cm두께로 만들었으며, 전자선을 통과시키는 부분 즉, 1차 Collimator의 크기는 15×15cm로 하였다. Head와의 결합을 쉽고 견고하게 하기위해 원래 기계의 Accessory Mount의 결합 방식과 똑같은 방식으로 결합할 수 있도록 만들었다. Applicator의 측면에는 원형의 구멍을 뚫어 반사경 혹은 내시경으로 치료부위를 확인할 수 있도록 하였다. 측정결과 이 구멍은 선량에 영향을 주지 않음을 알았다. Applicator의 밑부분 즉, Electron cone과 연결되는 부분은 원형 Cone과 사각 Cone을 연결할 수 있도록 2가지 종류의 Adaptor를 만들었다. Adaptor의 두께는 2차 Collimator의 역할과 차폐를 위해 5cm로 하였다. Electron cone과 결합은 쉽고 견고하게 하기위해 조작이 간편한 나사로 만들었으며 4방향에서 조이도록 되어 있어 cone 뒤틀리는 것을 방지하도록 하였다. 환자에 급격한 압박충격을 주지 않기 위해서 완충 장치를 만들었다. Gantry 혹은 Collimator에 사고가 생기거나 급격한 충격이 가해지면 즉각 멈출수 있는 안전 장치를 제작하려고 하였지만 기술과 비용상의 문제로 그렇게 하지 못한점이 아쉽다. 본원에서 사용하는 Clinac-

1800의 경우 Field Size에 따른 별도의 Electroconnetor가 있어서 Field Size에 맞을 때만 전자선이 나오도록 고안되어 있는데 본원에서 제작한 Electron Cone을 사용했을때도 전자선이 나올수 있도록 기계회사측의 협조로 별도의 Electroconnetor를 제작하였다. [그림 1]

② Electron Cone은 Applicator와 환자를 연결시켜 주는 부분이며 치료범위(Treatment Field)를 결정하는 기구이다. 0.5cm Al으로 선형 가속기의 Target로 부터 cone의 끝이 100cm가 되도록 제작하였다. Electron cone의 윗부분은 Applicator와 결합이 용이하도록 제작하였다. Electron cone의 종류는 원형과 경사진 원형(15° Angle) 직사각형의 모양으로 제작하였다.

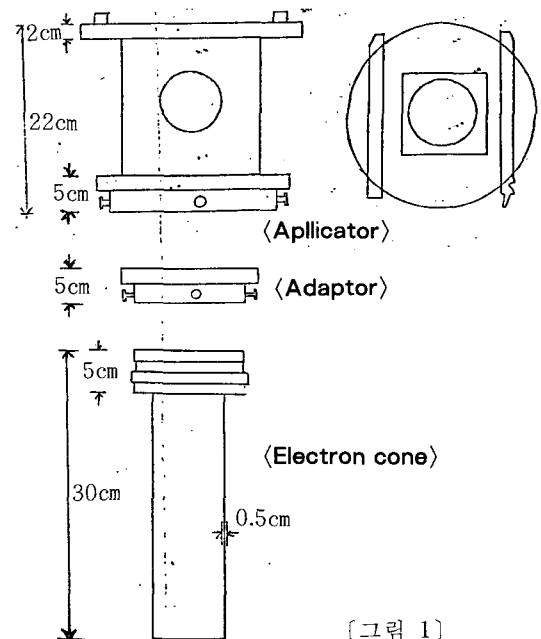
원형 : 지름 3cm, 5cm, 7cm, 9cm

경사진 원형(15°) : 3cm 5cm 7cm 9cm

직사각형 : 5×7cm, 8×12cm

③ Treatment Table

Linear Accelerator의 Gantry는 Isocenter를 중심으로 회전운동만 하도록 되어 있으므로 다양한 각도, 다양한 부위의 치료를 위해서는 Treatment Table이 전후 좌우 상하, 회전 등 자유로이 움직일 수 있어야 하며 Applicator와



[그림 1]

Electron Cone의 결합을 용이하게 할 수 있도록 되어 있어야 한다. 또한 Table의 움직임은 환자에 급격한 충격을 주지 않도록 부드럽게 아주 천천히 움직일 수 있도록 제작되어야 한다. 본원의 Treatment Table인 ETR Couch는 이와같은 일을 만족하게 수행할 수 있도록 제작되어 있다.

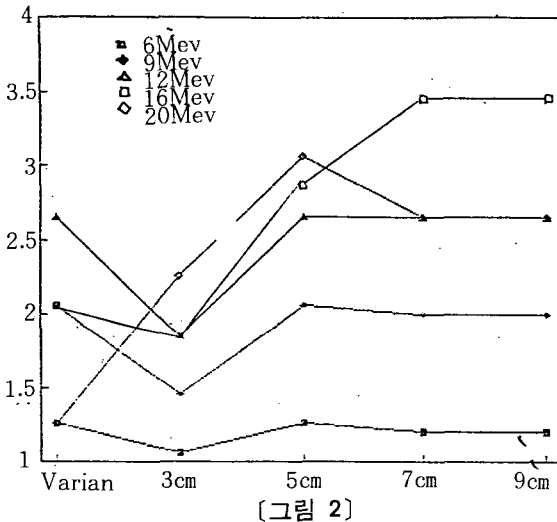
2) IORT Cone의 선량 특성

① 실험재료 및 장치

- Clinac-1800(Varian)
- Water phantom(Multidata)
- Electrometer : PTW IQ4
- Ionchamaer : PTW 0.3cc(M 233641)
0.125cc(M233643)
- RID System : Multidata
- IORT Electron cone
Circle ϕ : 3,5,7,9cm
15° beveled ϕ : 3,5,7,9cm
Rectangle : 5×7 8×12cm²

② 선량 분포 및 특성

┌ Dmax

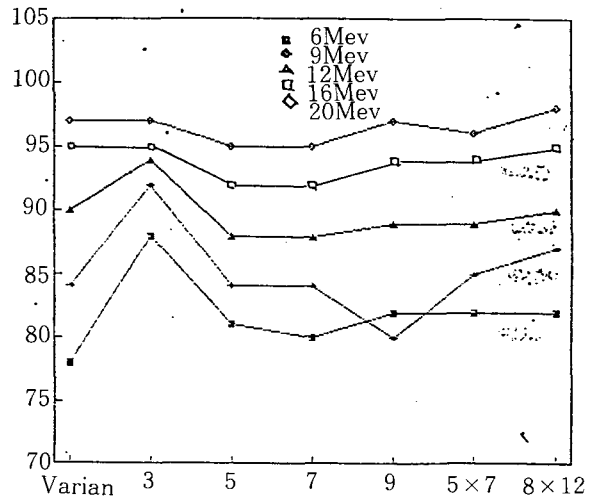


[그림 2]

Dmax점은 Energy가 증가함에 따라 깊어졌으며 IORT Cone의 사용으로 인해 Varian Cone보다 Surface쪽으로 약간 이동하는 것을 볼 수 있다. Cone size증가에 따른 변화는 별로 없는 것을 볼 수 있다. 3cm cone에서는 선량변화가 급

격한 것을 볼 수 있다. [그림 2]

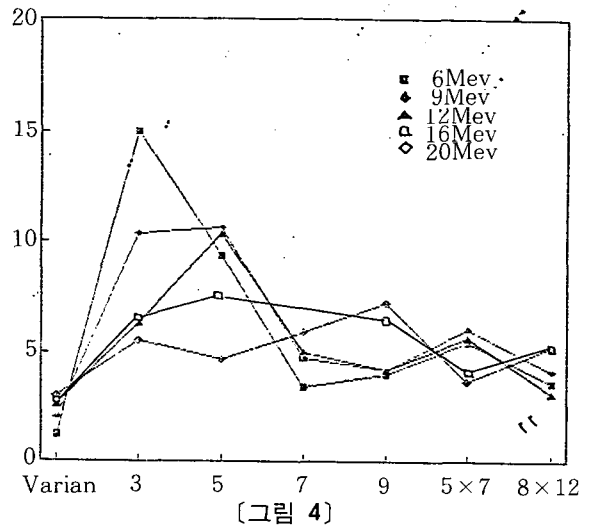
┌ 표면 선량(Surface Dose)



[그림 3]

Surface Dose는 Varian cone과 마찬가지로 Cone의 Size가 작을 수록, Energy가 증가 할수록 증가됨을 볼 수 있었으며 IORT Cone의 사용으로 Surface Dose가 더욱 증가함을 볼 수 있었다. Dmax점이 Surface쪽으로 이동한다. Depth가 깊어 질수록 등선량곡선이 완만해지는 것을 볼 수 있다. 3cm Cone에서는 6,9,12MeV의 낮은 에너지에서는 Surface Dose가 급격히 증가함을 볼 수 있다. [그림 3]

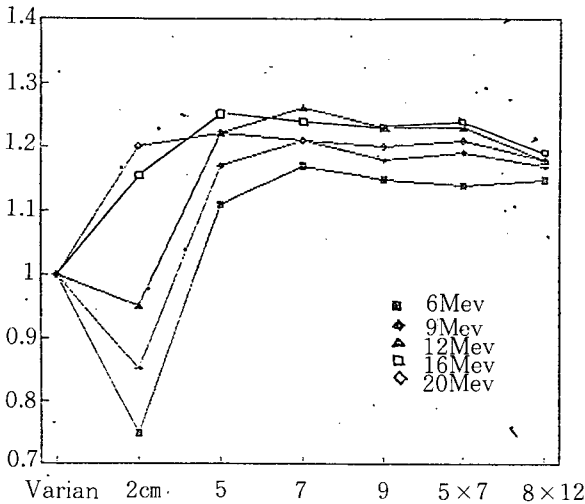
┌ Flatness at Dmax



[그림 4]

Energy가 증가함에 따라서 Wr-Wriformity도 증가하게 되는데 이것은 Cone 벽에 의한 산란선의 영향으로 볼 수 있다. Varian Cone에서는 모든 Energy에서 5%이내의 안정성을 보였으며 IORT Cone에서는 3cm, 5cm Cone에서는 불안정한 면을 보였으나 Cone의 Size가 커짐에 따라 5%이내의 안정성을 보였다. [그림 4]

ㄱ Out put Factor



[그림 5]

3cm Cone에서는 낮은 Energy에서는 감소하고, 16~20MeV의 높은 Energy에서는 증가하는 모습을 보여 주었다. 5cm Cone 이상에서는

Varian Cone보다 Out put이 증가함을 보여주었고 비교적 안정성이 있는 것으로 보인다.

ㄴ X-ray Contamination

낮은 Energy에서는 찾아볼 수 없었으며 Energy가 높아지고 Cone의 Size가 커짐에 따라서 0.1%~0.3%까지의 X-ray Contamination을 볼 수 있었다.

3. 결론 및 고찰

- 1) Dmax점이 3cm Cone을 제외한 Cone에서는 증가하였는데 이는 Cone 주위에서의 산란선의 영향인 것으로 사료된다.
- 2) Out put에 있어서도 10~20%의 증가를 보였다.
- 3) Surface Dose에서는 Varian Cone에서와 유사한 분포 (75%~97%)를 보였다.
- 4) Flatness 역시 3cm Cone에서는 받아들일 수 없을 정도의 증가를 보였으며 Cone Size가 클수록 Varian Cone보다는 다소 높으나 5%이내의 범주에서 측정 되었다.
- 5) 이상에서 볼때 Cone의 크기가 작은 (3cm) Cone에서는 임상에서의 사용에 주의를 요하며 큰 Cone의 사용은 무난한 것으로 사료된다.