

수술중 방사선치료를 위한 LYON Intraoperative device를 이용한 전자선 선량분포의 특성

연세대 원주기독병원 치료방사선과

이석춘·최운홍·김남석·오종영

서 론

IORT는 방사선치료실 내의 수술장비가 없어서 현재 자주 이용되지는 않지만 멀지않은 장래에 자주 이용될 것으로 믿는다.

수술중 방사선치료를 위해서 1회조사로 대선량의 방사선을 요구함으로써 beam의 특성이 중요시되었다. IORT를 위한 AR109 system은 LYON SUD hospital (France)의 치료 system으로 개발 보급되었다.

AR109는 applicator와 부속기구로 구성되어 있는데, cone의 길이가 신축적으로 작동하는 pantographic adapter가 있어서 압박에 의한 상처나 장해를 방지하고, 적당한 압력으로 두개의 ball을 틀어서 잠글 수 있다.

3차에 걸친 beam collimation으로 penumbra가 적어 sharp한 선량의 경계를 이루며, flattening filter를 사용하여 표면선량이 증가하고 isodos curve가 균일하다.

applicator에 부착되는 cone은 straight cone type과 bevelled cone type이 있는데, straight cone type은 중심축과 cone의 축이 일치하고 bevelled cone type은 중심축에서 30도 기울어져 있어서, 측정시 cone의 끝이 물의표면과 수평을 이룬다.

본 론

Cone의 재질은 altuglss로 되어있고, straight

type과 bevelled type있는 데 각각 직경 9cm, 11cm의 4개의 원통형으로 되어있고, 길이 18cm 두께 0.5cm이고 cone의 상단부는 applicator 하단부에 연결되고, cone의 하단부 바로 위에는 ring이 부착되어 3차 collimator 역할을 한다.

AR109의 중요한 특징은 3차에 걸친 beam의 collimation에 있다. 1차 collimator는 accelator collimator이고, 2차 collimator는 6개의 납으로 된 평면판에 직경 3.8cm에서 8.8cm가 있는데, 이것은 pantographic adaptor 하단부에 위치한다. 2차 collimator 바로 밑에 두께 1mm의 lexan flattening filter를 끼울 수 있다.

3차 collimator는 cone의 하단부 바로 위에 6개의 직경 4, 5, 6, 7, 8, 9cm, 두께 1cm의 황동에 crom을 입힌 circular ring로 구성되어 있다.

Pantographic adapter는 X자 2개를 X자로 연

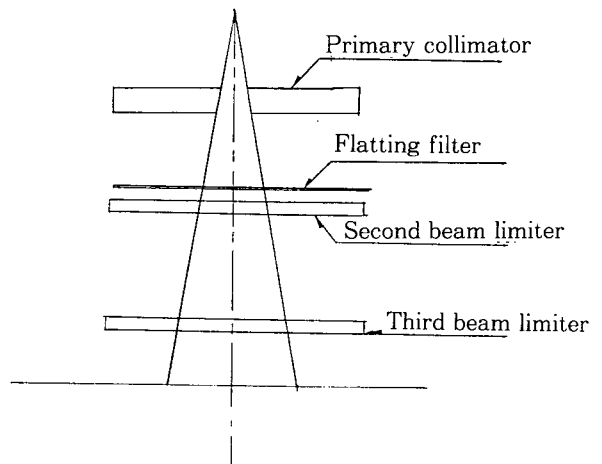


Fig 1. Beam collimation system

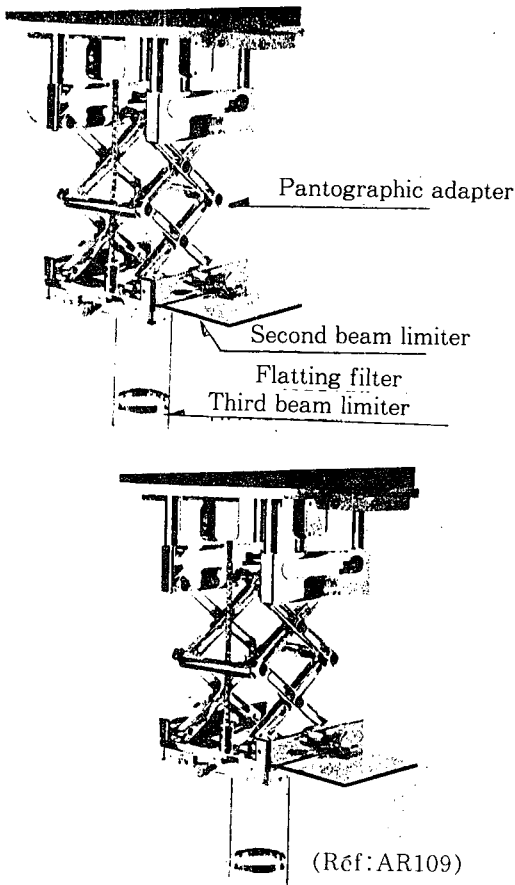


Fig 1-1. AR109 applicator

결사킨 형태로 applicator 상단부에 위치하며 cone의 길이를 신축시키는 기능을 한다.

[그림 1] [그림 1-1]

실 험

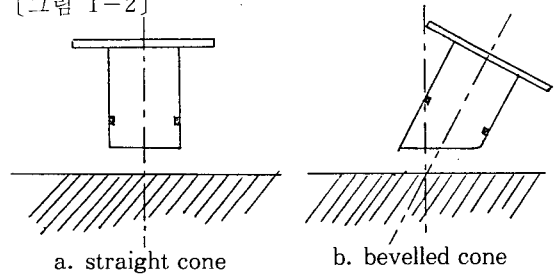
본원에서는 CLINAC1800 liner accelerator로 IORT를 측정하였다. Electron energy 6-18MeV. 3D-water phantom system. film dosimeter. 0.1cm³ cylindrical ion chamber, (ptw) electrometer, AR109 applicator가 사용되었고 각 energy, cone size, cone의 종류, filter의 사용유무등에 따라 cone output, SSD correction, surface dose는 3D-water phantom system을 사용하였고, beam profile은 film dosimeter를 사용하였다.

Beam collimation은 1차 collimator는 2차 col-

limator보다 크게하고 2차 collimator는 3차 collimator보다 크게하였다.

Straight cone type은 gentry 축과 중심축이 일치하여 측정하고 bevelled cone type은 cone의 끝이 물의 표면과 수평을 이룬 상태에서 gentry angle 30° 에서 beam의 축을 따라서 측정하였다.

[그림 1-2]



CONE STRUCTURE

Fig 1-2

1) DEPTH DOSE

그림 2는 energy 별 cone type별 %depth dose를 보여준다.

표면선량은 energy가 클수록, bevelled cone 사용시, filter의 사용시에 커진다. 12MeV electron straight cone에서 92.7%인데, flattening filter 사용시 93.4%의 표면선량이 증가하였다.

치료시 표면선량은 90% 이상을 요하므로 속도처리된 bolus를 사용하여 해결할 수 있다. X-ray contamination은 5% 이하여야 하는데 AR109 applicator에서는 ±2%를 보여주었다.

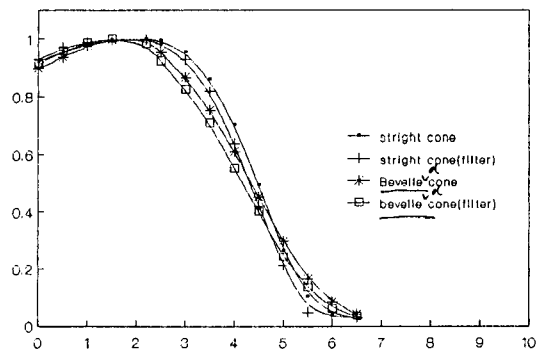


Fig 2. 12MeV electron depth dose

2) CONE OUTPUT RATIOS

Cone output ratio는 모든 Applicator와 모든

energy에 대하여 결정되어야 하는데 cone output ratio는 15cm×15cm의 field size에서의 depth dose를 기준으로 했을 때 cone의 size별로 측정 한 값의 선량율로 정의한다.

Cone size가 작을수록, energy가 작을수록 straight cone과 bevelled cone 모두 신속한 감소를 보였다.

그림 3, 4는 straight cone과 bevelled cone의 output ratio를 나타낸다.

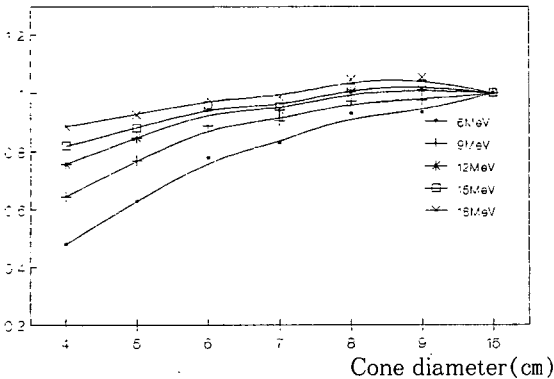


Fig 3. Output factors(straight cone)

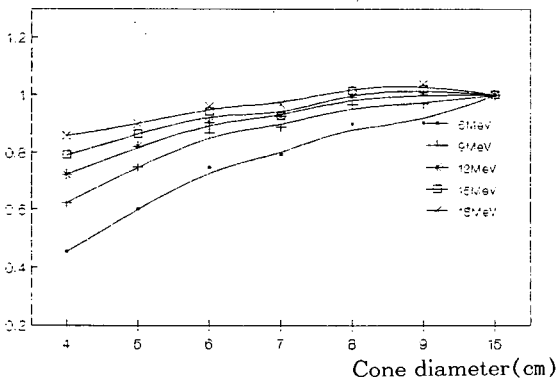


Fig 4. Output factors(bevelled cone)

3) SSD CORRECTION

대부분의 환자치료에 있어서 SSD100이 많이 쓰거나 그렇지 못한 경우에 대비하여 SSD100-110cm까지의 선량을 측정 한 결과 거리역사승법칙을 따르지않고 energy와 field size의 영향을 많이 받았다.

그림 5는 12MeV의 SSD Correction factor을 나타낸다.

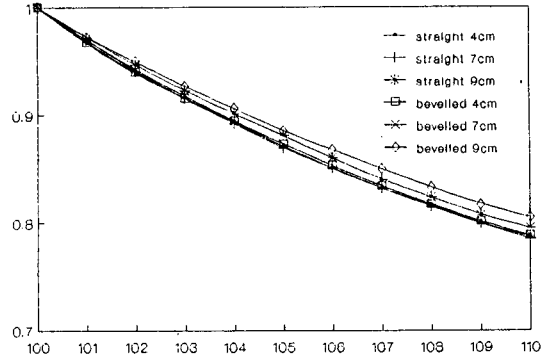


Fig 5. SSD correction

4) Surface dose

Surface dose는 energy와 cone size, cone의 형태 filter의 사용유무에 따라서 결정된다. cone size가 클수록, electron energy가 클수록 straight cone보다는 bevelled cone이 surface dose가 크고, filter의 사용시도 surface dose가 커진다.

그림 6은 surface dose를 나타낸 것이다.

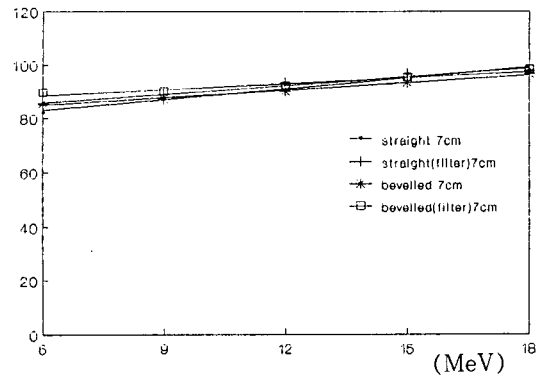


Fig 6 Surface dose

결 론

AR109 Applicator는 3개의 collimator로 되어 있다. 2차 collimator는 3차 collimator보다 직경이 크며 이러한 System에 의하여 penumbra를 최소화 하였다.

AR109 applicator의 output ratio는 3차에 걸친 collimator에서 발생한 electron beam scattering에 영향받고, cone size, field size, energy가 작을수록 급격히 감소하였다.

flattening filter의 사용은 1차, 2차 collimator에서 방출되는 2차 전자를 filtering 해 줌으로써 beam uniformity가 좋고 beam width가 넓어지며 표면선량을 1~2% 증가시킨다.

일반적으로 beam width는 90% Isodose curve로 정의하는데 tumor치료 용적은 primary tumor volume보다 넓은데 cone을 바꾸지않고 3차 ring collimator만을 바꾸어 줌으로써 primary tumor에 boost로 선량을 더 줄수가 있다.

output의 측정은 SSD100cm-110cm까지 측정하였는데 SSD100cm를 기준으로하여 field size, energy가 작을수록 거리역자승법칙을 따르지

않았으며 모든 거리의 측정값을 얻어서 사용해야만 했다.

AR109 applicator는 압박에 의한 위험을 줄이고 ring collimator를 역으로 넣을 수 있고 pantographic adapter를 사용으로 상처나 장애를 줄일 수 있다.

penumbra가 적어서 applicator 외부의 누출선량이 거의 없어 정상조직의 보호 효과가 좋다.

이상과 같이 AR109 applicator의 특성을 기술하였는데 보통 사용하지 않는 energy에 대하여도 측정하였고, 수술중 방사선 치료에 있어 적절한 치료 방법을 모색해 보았다.