

전자선에서 Virtual Source Distance의 위치 결정

서울중앙병원 치료방사선과

권경태 · 윤화룡 · 박광호 · 김정만

Determination of the Virtual Focus Position for Electron Beam with Air Scanning

Kyung Tea Kwon · Wha Ryong Youn · Kwang Ho Park · Chung Man Kim

Dept. of Therapeutic Radiology, Asan Medical Center

Authors have measured virtual source distance of electron beam from CL/1800 medical linear accelerator, with newly designed method. Beam scanning was performed with the direction of beam axis in the air.

Compared results between this study and well established in phantom measurement shows good agreement with in experimental error.

And we have found that build-up cap plays very important role in air measurement because of charge build up.

The method of in-air measurement of virtual source distance is very easy to set-up and generate accurate results.

I. 서 론

임상에서 사용하고 있는 높은 에너지의 전자선은 field size나 source to surface distance 등의 조건변화에 따라 광자선과는 달리 선량분포의 특성이 변하는 일이 많아서 임상응용에 특별한 주의를 기울여야 함은 이미 잘 알려져 있다.

따라서 전자선의 선량 측정은 공식에 의한 계산보다는 일일이 측정하여 적용하는 것이 최선의 방법이나 많은 시간과 노력이 요구되므로 매우 불편한 것이 사실이다.

이에 본원에서는 90년도에 이미 조사야 크기에 따른 선량계산을 위해 “차폐 면적의 변화

에 따른 전자선 출력인자의 변화”에 대해 발표하였으며 이번에는 gap에 의한 선량보정을 위해 virtual source의 position을 용이하게 구할 수 있는 방법을 알아 보기로 하였다.

전자선은 scattering foil과 collimator 등에 의한 산란선의 영향과 bending magnetic field에 의한 fringing 현상등이 energy와 field size에 따라 측면분포등 선량분포의 성질을 변화시켜 virtual source position을 가상하게 되며 실제로 estimate source position을 기준으로 하여 거리역자승법칙으로 선량을 보정하게 되면 잘 맞지 않게 된다.

실제 임상에서는 치료조건이 표준조건, 즉 SSD 100 cm를 이루지 않게 되는 일이 빈번히 생기게 되므로 거리역자승법칙이 성립할 수 있

도록 virtual source distance 또는 effective SSD의 개념을 도입하여 사용하고 있다.

II. 측정장비 및 실험방법

1. 실험기기

Linear accelerator (Clinac 1800, Varian U.S.A)

Polystyrene phantom

Farmer type chamber

Multi data water phantom system

Ion chamber 0.125cc (PTW 233641)

Build-up cap. 0.5 g/cm²

Build-up cap. 1.2 g/cm²

2. 방법

1) Phantom내에서 측정한 D₁, D₂값에 inverse square law 적용한 방법 (Fig. 1)

실제 phantom내 측정법은 가장 확실하고 정확한 방법이지만 거리(d), 즉 SSD를 계속 변화시켜 가며 반복 측정을 해야하므로 많은 시간 동안 측정하여야 하는 단점이 있다.

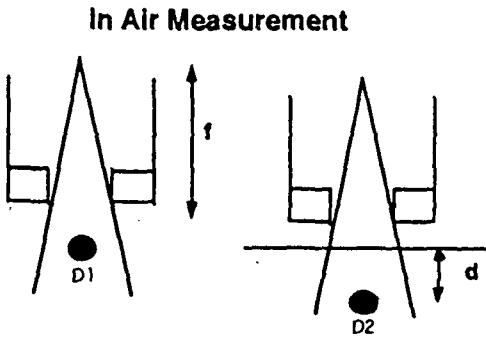


Fig. 1

2) Build-up cap을 이용하여 air에서 측정한 D₁, D₂값에 inverse square law 적용한 방법 (Fig. 2)

이때 거리(d)는 공기 중에서 전리함을 움직이면서 측정하는 것이기 때문에 측정상 정확성과 짧은 시간만에 측정을 마칠 수 있는 장점이 있다.

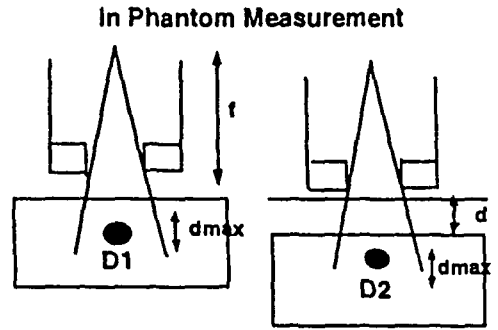


Fig. 2

3) Grid와 film을 이용한 방법

Film에 나타난 grid의 음영을 확대율로 계산하여 effective SSD를 구하는 방법이 있다.

Fig 1, 2의 측정에 의하여

$$D_2 = D_1 \left(\frac{f}{f+d} \right)^2 \dots\dots\dots (1)$$

이 된다. 이때 f는 isocenter에서의 virtual source distance, d는 isocenter로부터의 거리가 되며 (1)식과 같은 거리역자승법칙이 성립되는 f를 구할 수 있게 된다.

$$f = \frac{d \sqrt{\frac{D_2}{D_1}}}{1 - \sqrt{\frac{D_2}{D_1}}} \dots\dots\dots (2)$$

위의 모든 실험은 6MeV의 전자선과 4×4, 6×6, 10×10, 15×15, 20×20, 25×25 cm의 Cone를 사용하여 측정하였으며 (1)의 방식이 가장 이상적이기는 하나 많은 측정 시간과 장비의 움직임으로 인한 오차를 유발시킬 수 있으므로 이의 결점을 보완할 수 있는 (2)의 방법이 (1)의 방법과 같은 결과를 얻을 수 있는지를 측정을 통해 조사해 보았으며 이때에도 계산식은 (2)의 식을 적용하였다.

III. 결과 및 고찰

Table 1은 build-up cap에 따라 virtual source가 변해가는 모습을 보였다.

Table 1. The variation on in-air-measured virtual source distance as build-up thickness

Build up thickness	Cone size (cm ²)					
	4×4	6×6	10×10	15×15	20×20	25×25
0g/cm ²	45.0	54.7	71.3	81.4	85.8	94.4
0.5g/cm ²	45.7	54.9	74.2	83.3	87.7	93.7
1.2g/cm ²	49.7	62.2	82.8	89.6	93.2	96.6

Fig. 3~Fig. 8은 6 MeV에서의 각 cone size에 따라 SSD를 100 cm로부터 이동했을 때 변화 추세를 보여주고 있다. 전리함에 도달되는 전자는 매우 넓은 에너지 스펙트럼을 갖고 있으며 이 에너지 스펙트럼은 거리에 따라 미세하게 변할 수 있다. 팬텀내에서 측정하는 경우 대단히 낮은 에너지의 전자선은 build-up region에서 적절히 흡수되었지만 공기 중에서는 이것을 흡수하는 장치가 없으므로 virtual source distance 평가에 영향을 미칠 수 있다. 또한 측정기에 충분한 build-up이 이루어졌는가 여부도 측정값 평가에 영향을 줄 수 있다.

Table 1의 결과는 virtual source distance가 1.2 g/cm² 두께의 build-up cap을 씌웠을 때 갑자기 증가하는 양상을 보여주고 있으므로 공기중 측정에서는 광자선에서의 마찬가지로 전자선에서도 낮은 에너지의 전자선 보다는 charge build-up이 정확한 측정에 더 중요한 인자가 됨을 알 수 있다.

Table 2는 cone size에 따라 virtual source distance를 공기 중 측정법에 의한 결과와 팬텀 측정법에 의한 결과로 비교하였다. 두 결과가 실험 오차 범위내에서 잘 일치함을 알 수 있다.

가장 큰 차이를 보이는 6×6, 20×20 cm cone의 virtual source distance가 3~4 cm의 차이를 보인다. 실제 임상에서 생길 수 있는 gap를 5 cm라고 할 때 3~4 cm의 virtual source distance의 차이는 inverse square correction factor가 불과 1%의 차이도 되지 않는다. 따라서 본 실험에서 얻어진 공기 중 측정값을 사용

Table 2. The comparison of measured virtual source distance between in air measurement and in phantom measurement.

measurement condition	Cone size (cm ²)					
	4×4	6×6	10×10	15×15	20×20	25×25
in air ※	51.2 ±3.2	63.4 ±1.3	84.1 ±1.0	90.8 ±2.0	94.4 ±1.8	97.8 ±0.9
in phantom ※	52.5 ±3.2	66.3 ±1.7	83.2 ±1.5	92.0 ±3.3	90.8 ±1.3	95.9 ±0.9

하거나 팬텀 측정값을 사용하거나 하는 것이 임상적으로 아무런 차이를 주지 않는다.

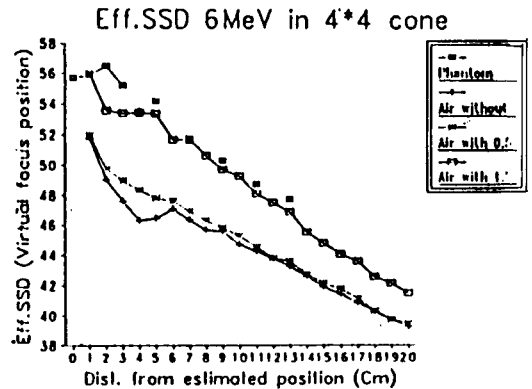


Fig. 3

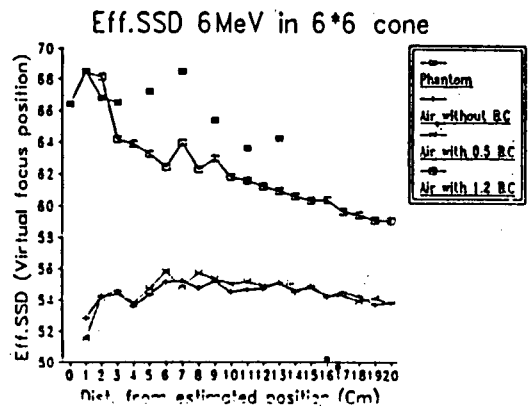


Fig. 4

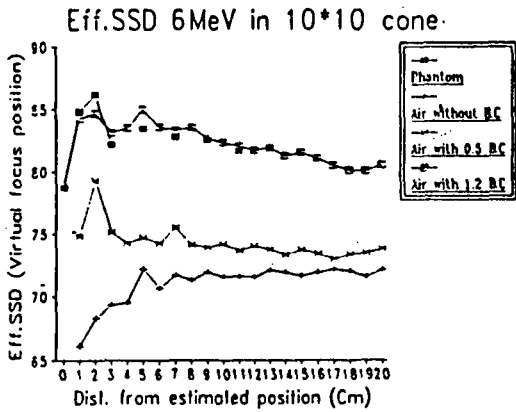


Fig. 5

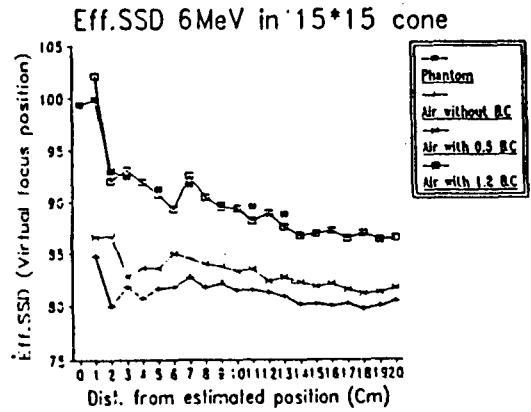


Fig. 6

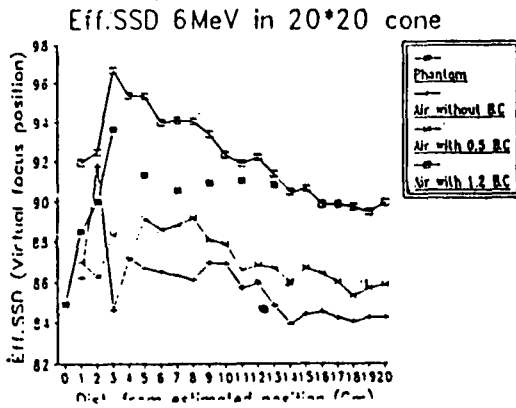


Fig. 7

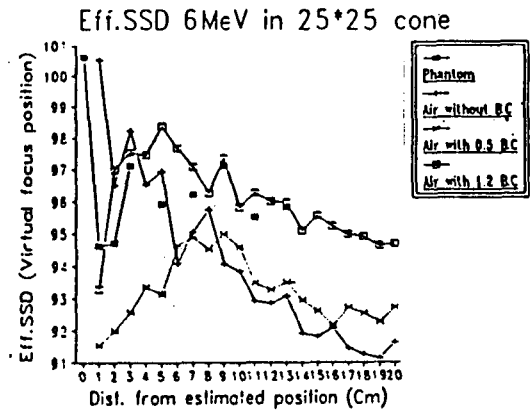


Fig. 8

IV. 결 론

Effective SSD 또는 virtual source distance는 전자선을 사용하는 기관에서는 반드시 알아야 할 중요한 인자이다.

실제 phantom내 측정법은 원리상 가장 확실하고 정확한 방법이지만 반복 측정에 따른 많은 시간이 걸려 측정에 어려움을 겪어 왔던 것이 사실이다.

본 실험에서와 같이 공기 중에 build-up cap를 썬 뒤 beam축 방향으로 측정할 경우 별다른 보조장비 없이 측정시간을 현저히 줄일 수 있으며 또한 정확한 결과를 보여주고 있어서 본 실험에서 제안된 방법이 virtual source distance를 결정하는 데 좋은 방법이 됨을 알

수 있었다. 공기중에서 전자선 측정에는 낮은 에너지 산란선의 영향보다는 charge build-up이 보다 더 중요한 인자인 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 김정화, 권경태, 김정만; 차폐면적의 변화에 따르는 전자선 출력인자의 변화, 치료기술학회지, 1990.
2. International commission on radiation unit and measurement, radiation dosimetry, Electron beams with energies between 1 and 50 Mev, I CRU Report 35, Bethesda, ICRU, 1984 : 43~64.
3. Poblitz Dosimetrie Zur Betatrontherapie,

Stuttgart, Georg Thiem Verlag, 1965.

1981 : 637ff.

4. Sohroeder Babo, P., Medizimischer Physilc,
Bunde E. Heidelberg, A. Huething Verlay

5. Kham F. M., Private communication, 1989.