

준소조사면에서의 산란인자

이상공, 김진기, 김정홍, 김부길, * 권형철, ** 김정수**
전북대학교 물리학과, 의용생체공학과* 치료방사선과**

초 록

준소조사면을 대상으로한 측정자료로부터 콜리메이터에 의한 산란영향과 웨지(wedge) 사용에 따른 부가적 효과를 알아보았다. 6MV 의료용 선형가속기에서 발생된 방사선속의 중심축에서 공기중과 폴리스틸렌 팬텀, 물에 대해 점리함 및 반도체검출기를 이용한 측정으로 헤드산란(위·아래 콜리메이터)의 방사선 기원과 그 크기를 결정하였다.

편평화 필터에서 형성된 산란이 대부분 윗 콜리메이터 조절에 의한 영향이 가장 크게 미침을 알 수 있었다. 준소조사면에서 웨지인자(wedge factor)의 깊이에 대한 영향은 웨지 각이 클수록 많은 경향을 보였고 조사면에 대한 영향은 0.28%였다.

임상적으로 $10 \times 10 \text{cm}^2$ 이하의 준소조사면과 wedge가 부가적으로 사용되는 10cm 깊이 이하의 조사면 변화에 대한 관심으로 헤드산란 및 웨지에 의한 영향을 확인함으로써 보다 적합한 선량계산을 도모하고자 하였다.

1. 서 론

의료용 선형가속기에서 발생된 X-선속은 중심축선상에서 광자 플루언스(photons fluence)가 콜리메이터 조절에 따라 변화된다. 그 중심된 이유는 선속의 경로상에 설치되어진 편평화 필터(flattening filter)나 웨지(wedge) 등과 X-선속 광자들이 산란하기 때문이다.¹⁾²⁾³⁾ Khan 등이 논의한 것처럼 광자에 의한 초기선량은 콜리메이터와 조사야 편평화 필터로부터 산란된 광자 플루언스성분을 포함하고 있다.⁴⁾

웨지(wedge)나 특정한 블럭들이 없는 조사면에서 이러한 헤드의 산란은 콜리메이터 조절에 의존하기에 선량계산에 있어서 TMR이나 SMR과 달리 고려되어야 한다.¹⁾⁵⁾ 이러한 헤드산란성분의 영향을 위·아래 콜리메이터 변화로 표현하였다(그림1).

헤드산란인자(head-scatter factor)는 일반적으로 기준조사면($10 \times 10 \text{cm}$) 최대선량 지점에 대한 변화도나 조사면 최대선량지점의 선량비로 나타낸다. 그리고 준조사면에 부가적으로 웨지를 이용한 경우 웨지인자(wedge factor)는 그 종류에 따라 기준조사면에 대한 최대선량지점에서 측정하여 선량계산에 이용되고 있다. 최근 활발한 실험연구중의 하나인 웨지 인자의 깊이 및 조사면에 따른 연구에서 깊이에 따른 보정이 필요함이 보고되고 있다.⁶⁾

본 연구에서는 준소조사면을 대상으로 6MV X-선 선원의 위·아래 콜리메이터에 의한 산란영향과 웨지 사용에 따른 부가적인 효과를 알아보았다.

준조사면에서의 산란인자

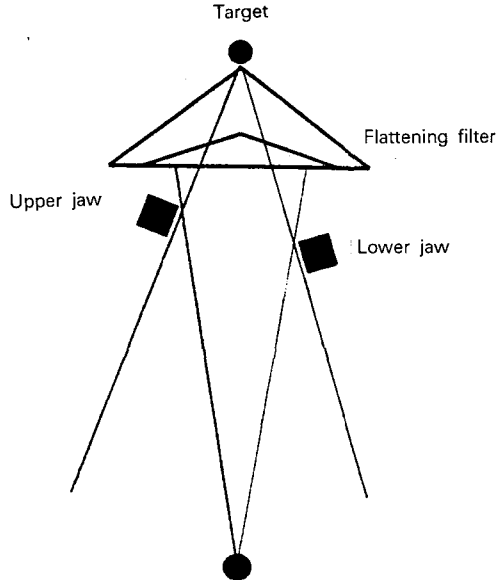


Fig.1 Sources of head scatter measurement geometry. Showing how the collimator opening effect the area of flattening filter that contributes to the dose at isocenter.

2. 재료 및 방법

위·아래 콜리메이터의 변화에 따른 X-선속의 산란광자에 의한 헤드산란(head-scatter)의 변화량은 전리함(Capintec192 PR-06c 0.65ml, Therados DPD-6 IDF-5 5p-Si type, 폴리스틸렌 build-up cap)을 공기중에서 중심축에 지지하고, 고정된 모니터값(MU)에 대한 전하량을 콜리메이터 조절함수로 측정하였다.⁷⁾

콜리메이터 조절은 1) 정방향 조사면, 2) 윗 콜리메이터(upper jaw)고정에 대한 아래 콜리메이터(lower jaw)의 변화, 3) 아래 콜리메이터 고정에 대한 윗 콜리메이터의 변화, 4) 웨지(wedge)사용에 대한 1)의 변화로 설정하였다. 고정된 콜리메이터는 중심축 조사면 한 변을 4-10cm 로 설정하고 중심축에서 각각의 조사면 변화에 따라 동일한 측정점에서 비교하였다.

준조사면에 추가적으로 사용된 웨지의 영향은 4-15 cm 조사변에 대하여 최대선량지점(Dmax)과 5cm, 10cm깊이에서 웨지각에 따라 전리함을 이용하여 폴리스틸렌 펜툼으로 측정하였다.

Table 1. Relative does as a function of square field size for 6MV

Field Size(cm)	4	5	6	8	10	15	20	30
Output Factor	0.9194	0.9355	0.9516	0.9839	1.000	1.0320	1.0480	1.0650

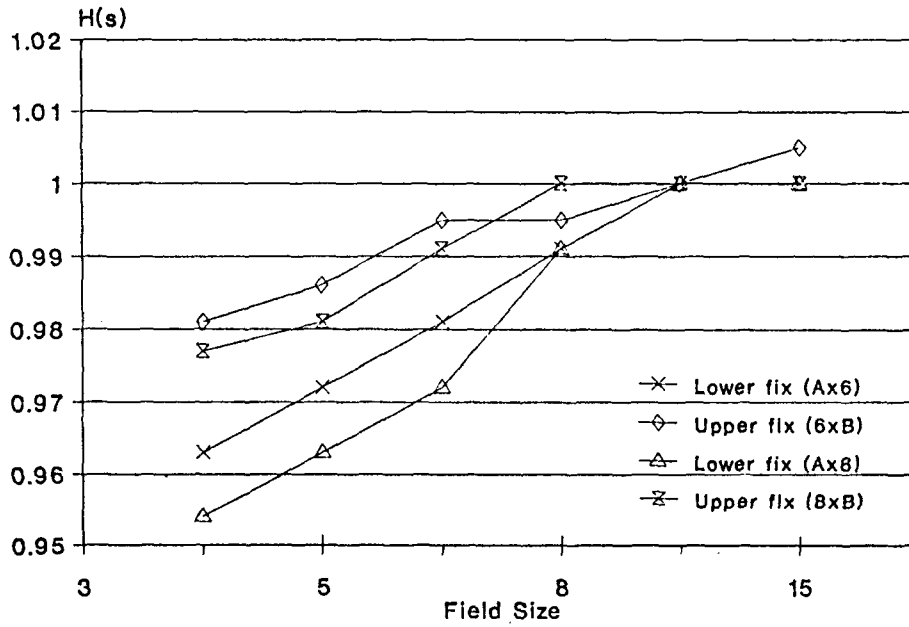


Fig. 2. Head-scatter factor versus collimator setting for fixed(a) lower (b)upper jaw

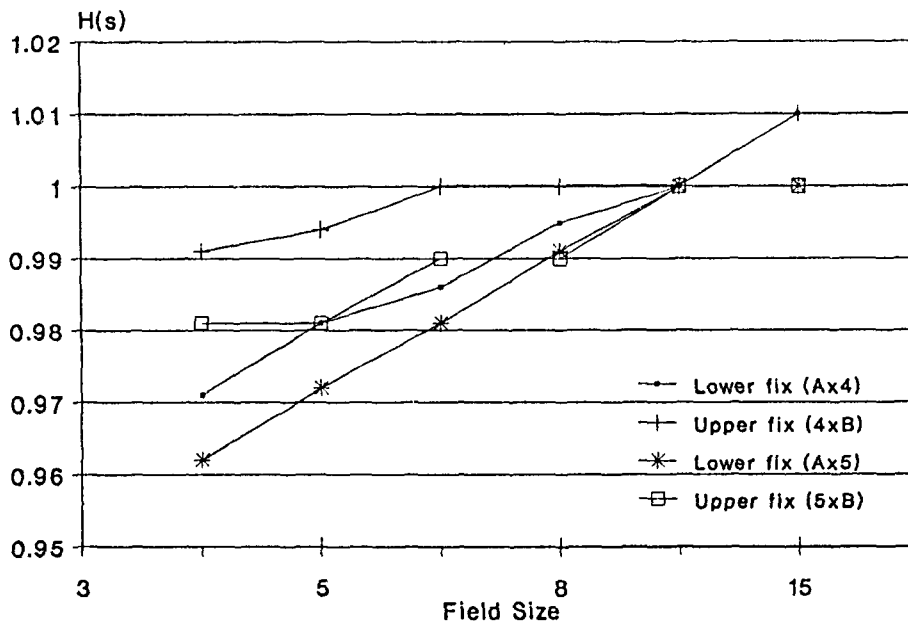


Fig. 3. Head-scatter factor versus collimator setting for fixed(a) lower (b)upper jaw

준소조사면에서의 산란인자

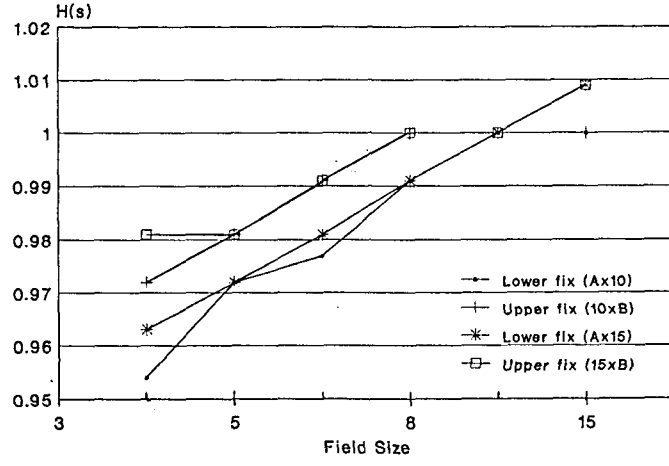


Fig. 4. Head-scatter factor versus collimator setting for fixed(a)lower (b)upper jaw

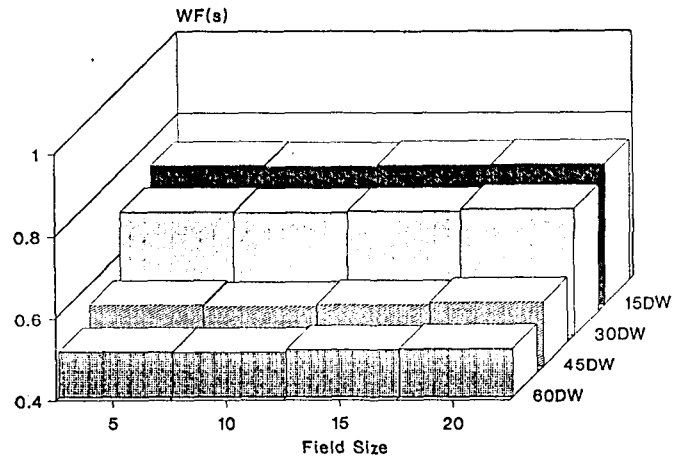


Fig. 5. Wedge factor for 6MV X-rays.

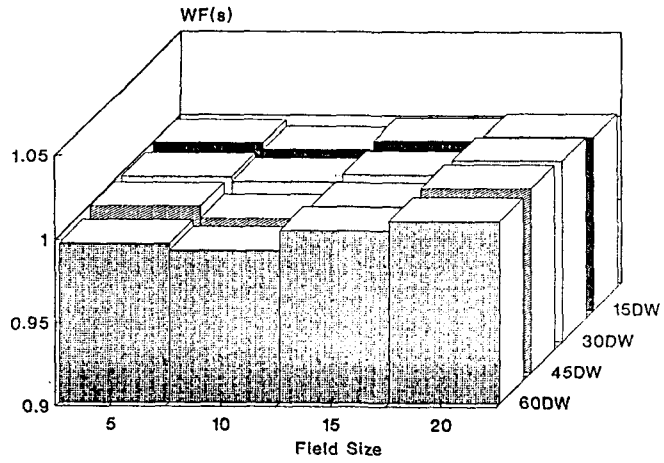


Fig. 6. Normalized wedge factor for 6MV X-rays.

3. 결과 및 고찰

표1. 은 조사면에 따른 기준조사면($10 \times 10 \text{cm}^2$)의 틀맞춤된 선량비율(output factor)이다. 그림 2.-4.은 준소조사면에서 변화되는 위·아래 콜리메이터의 고정에 따른 측정값을 나타내고 있다. 그림2.-4.에서 보는바와같이 준소조사면에 대한 콜리메이터 산란 변화량은 기준조사면($10 \times 10 \text{cm}^2$)의 비율로 $-4.6 \sim +1\%$ 의 분포를 보이고, 콜리메이터 위·아래에 대한 변화는 준소조사면의 상대적 변화로 $-2.3 \sim -1.8\%$ 분포를 보였다.

위·아래 콜리메이터의 변화는 조사면이 기준조사면보다 적을수록 광자 플루언스(photon fluence)의 변화량 감소가 평균 -2.05% 변화를 보이고, 기준조사면보다 큰 경우는 평균 1% 이내의 변화를 보였다. 따라서 조사면이 적을 때 위·아래 콜리메이터 산란에 따른 광자 플루언스(photon fluence)의 변화가 보다 많음을 알 수 있었다. 또한 위·아래 콜리메이터 중 윗 콜리메이터가 보다 큰 영향을 보이고 있었다. 그러므로 임상적인 준소조사면의 활용시 조사면의 $a \times b$, $b \times a$ 의 변화를 고려함으로써 보다 적합한 선량을 계획할 수 있을 것으로 사료된다.

준소조사면에서 웨지 사용에대한 추가적인 영향은 그림5.-6.에 도식하였다. 웨지의 조사면 의존성은 $\pm 0.28\%$ 로 작았으나 동일 깊이에서 조사면이 적을수록 크게 나타나, 조사면이 적을수록 산란에 의한 선량증가 효과가 줄어들고 광자 플루언스(photon fluence)의 강화에 의한 에너지효과가 상대적으로 크게 작용함을 알 수 있었다.

Kase. 보고에 따르면 위·아래 콜리메이터 변화의 산란인자는 에너지 변화에 거의 비슷함을 보이고 있다.³⁾ 웨지인자(wedge factor)의 조사면 의존성은 보고와 같이 작았으나 준소조사면에서의 깊이에 따른 변화는 비교적 적게 나타났다. 보고에 의하면 에너지가 커질수록 wedge factor의 깊이에 따른 의존성은 감소하고 에너지가 적을수록 커지는 경향을 나타내고 있다.⁶⁾

4. 결 론

1) 콜리메이터 위·아래 헤드산란은 준소조사면 영역에서 5% 보다 적은 효과($-4.6 \sim +1\%$)를 보이고, 2) 편평화 필터에서 형성된 산란이 대부분 윗 콜리메이터 조절에 의한 영향이 가장 크게 미침을 알 수 있었다. 편평화 필터는 가장 큰 산란성분이지만 다른 성분들 역시 조사면에 따른 MU당 output dose 결정에 중요한 요소들이었다. 3) 일반적인 조사면에 의한 산란인자가 $10 \times 10 \text{cm}^2$ 기준 조사면에 대한 규격화 값이지만, 정방형 구조가 아닌 직사각형 구조의 조사면에 대해 $a \times b$, $b \times a$ 의 구조적인 산란의 영향이 있었다. 이는 초기 산란 값이 조사면에 기여하는 콜리메이터의 영향으로 선량계산시 위·아래 콜리메이터에 의한 상대적인 선량변화가 준소조사면에서 조사면의 형태에 따라 $\pm 2.05\%$ 의 변화를 보였다. 4)준소조사면에서 웨지사용의 영향은 조사면 의존성이 $\pm 0.28\%$ 로 작았으며 깊이에 따른 상대적 변화량은 웨지의 각도가 클수록 큰 경향을 보였다.

5. 참 고 문 헌

1. T.C.Zhu, B.E.Bjarngard : The head-scatter factor for small field sizes : Med. Phys. 21(1) 65-68 1994
2. D.Vadash, B.Bjarngard : An equivalent-square formula for head scatter factors : Med. Phys 20(3), 733-734 1993
3. K.R.Kase, G.K.Svensson : Head scatter data for several linear accelerators (4-18MV) : Med Phys. 13(4), 530-532 1986
4. Khan FM. The physics of Radiation Therapy. 2nd ed. Baltimore, Williams & wilkins, 1994 : 418-434
5. G.Luxton, M.A.Astrahan : Output factor constituents of a high-energy photon beam : Med. Phys 15(1), 88-91 1988
6. J.R.Palta, I.Daftari : Field size dependence of wedge factors : Med. Phys. 15, 624-626 1988
7. KAPM : 방사선 표준 측정법 : Korean J. Med. Phys 2(1) 37-105 1991

이상공, 김진기, 김정홍, 김부길, 권형철, 김정수

The Head Scatter Factor For Quasi-small Field Sizes

Sang Gong Lee, Jhin Kee Kim, Jung Hong Kim, Bu Kil Kim*
Hyong Chol Kwon** Jung Soo Kim**

Departement of Physics, Biomedical Engineering*
Therapeutic Radiology & Oncology**
Chonju, 560-182, Korea

Abstract

The behavior of the correction factor associated with the collimator opening(head-scatter factor) were investigated for the 6MV x-ray beams of medical linear accelerator. The primary photon fluence was measured in air quasi-small field size. Consideration in this study was given to the effect of head scatter factor with quasi-small field size, the upper and lower collimator jaw scatter collection factors of quasi-small field(4-10cm) were measured with ion chamber.

In general, the wedge factors which are used clinical practices are ignored of dependency on field sizes and depth. In wedge factors for each wedge filter were measured at various depth by using 6MV X-ray. In this present we investigated systematically the depth and field sizes dependency to determine the absorbed dose more accurately.

Head scatter(upper-lower collimator jaw) appears to be (1) a small effect, less than 5% over the range of clinical field sizes (2) generated primarily at the flattening filter and therefore influenced most by the upper collimator setting.