

## 6MV Linac에서의 Independent jaw에 의한 Asymmetric field가 Output factor에 미치는 영향 비교

충북대학교병원 치료방사선과

최시형 · 김종식 · 류인형 · 이상근

### 개 요

현재 사용하고 있는 치료기 중 선형가속기에는 한 개 또는 그 이상의 collimator를 각자 독립해서 움직이게 할 수 있도록 되어있다. 이러한 independent jaw는 임상응용에 있어서 많은 장점들을 찾을 수 있는데, field의 크기를 독립적으로 조절함에 따라 단순히 collimator로써의 기능 뿐만 아니라 block의 효과를 나타내는 데에도 사용되고 있다. 또한 인접된 field와의 맞닿는 부위에도 좋은 기능으로써 활용할 수 있는데, 예를 들어 인접된 두 조사야 사이에 발생할 수 있는 hot area나 cold area 같은 junction 부위에 아주 효과적으로 이용할 수 있다. 즉, field의 중심축을 따라 한쪽 jaw를 닫아서 blocking시키므로써 field junction에 있어서의 beam divergence를 없앨 수 있어 얻는 효과를 말한다. 이러한 장점들로 인하여 따로 block을 제작하여 tray 위에 고정해 blocking하던 것을 independent jaw의 특성을 이용함으로써 환자의 치료를 위한 set up 시간을 줄일 수 있고, block의 제작시간이 필요없는 등 technician의 부담을 절감시켜주고 있다.

위와 같은 independent jaw의 특성에 의한 여러가지 장점이 있는 반면에, independent jaw의 사용에는 몇 가지 고려되어야 할 조건들이 있다.

일반적으로, 환자의 치료 data에 사용하고 있는 output factor나 PDD는 symmetric field에서 측정하여 conversion된 것이기 때문에 independent jaw를 사용하는 asymmetric field에 그대로 적용한다는 것은 몇 가지 문제가 있기 때문에 주의를 기울이지 않으면 안된다. 이러한 관점에서 지금까지 많은 사람들이 연구를 했지만, 치료기의 종류도 다양해서 그 연구 결과를 그대로 본 병원에서 보유하고 있는 치료기에

적용시키기에는 여러가지 모순이 있어 이 연구를 시작하게 되었다. 본 병원에 보유한 치료기는 independent jaw가 Y field에서만 가능한 관계로 X field의 측정은 이루어지지 못하였으며, 이 연구에서는 output factor만 다루기로 하였다.

### 대상 및 장비

- 6MV Linac (Mevatron 6700, Siemens)
- Water Phantom
- Ionization Chamber (PTW 30-351, Sensitive Volume 0.6cc)
- Electrometer (Victoreen 530)

### 방 법

1) 6MV linac을 이용하여 SPD는 100cm으로 하고, 5cm depth(SCD 105cm)에서 chamber를 beam 중심으로 이동해 가며 측정하였다(그림 1). 그리고 오차를 줄이기 위해, 한 field당 3회 반복하여 측정하고 그 평균값을 구했다.

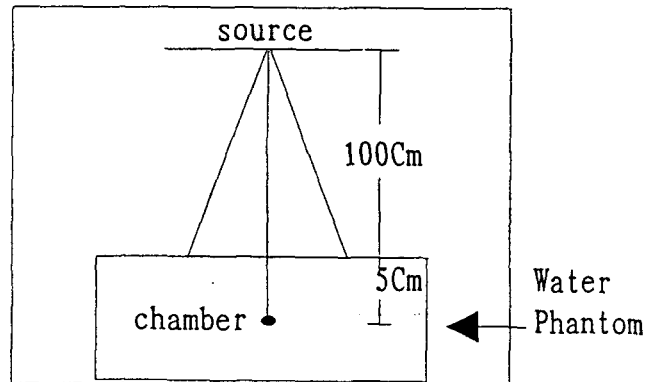
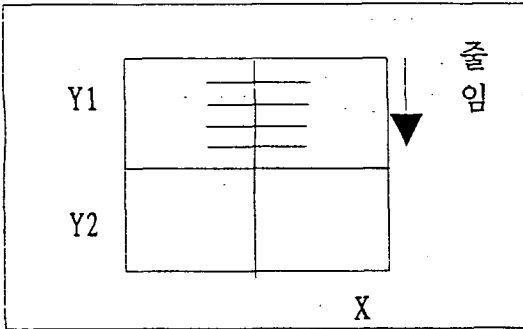


그림 1 (SPD 100cm, SCD 105cm)

2) FS는 6\*6, 8\*8, 10\*10, 12\*12, 16\*16, 20\*20, 24\*24를 선택하였다.

3) <그림 2>에서 보는 바와 같이 각각의 field size에서 X field는 그대로 둔 상태에서 Y field의 upper 축(이하 Y1으로 표기)만을 2cm씩 줄여 측정하고 얻은 output factor와, 일반적으로 사용하고 있는 output factor(즉, symmetry field size에서 측정하여 equivalent field size의 값으로 conversion하여 얻은 output factor)를 비교하였다.



<그림 2> Sym FS에서 Y1만 2cm씩 줄임. Chamber는 줄어든 beam 중심으로 이동하며 위치함.

결 과

1) FS 6\*6에 대하여 6\*6(6), 6\*4(4.8)에서 각각, 0.9397(0.9397), 0.9185(0.9071)의 output factor를 얻었다(표 1, 그림 3).

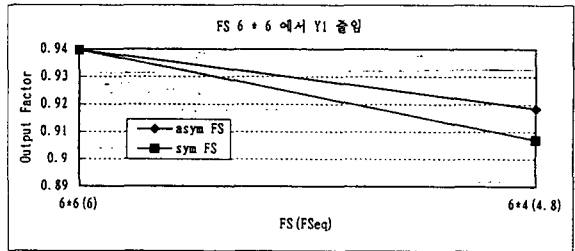
2) Field size 8\*8을 symmetry로 열어 측정하고 independent jaw를 이용해 Y1을 2cm씩 줄여서 측정 한 결과, FS 8\*8(8), 8\*6(6.8), 8\*4(5.3)에 대하여 각각 0.9696(0.9696), 0.9559(0.9513), 0.9448(0.9285)의 output factor를 얻었다(표 2, 그림 4).

3) Field size 10\*10도 FS 10\*10(10), 10\*8(8.8), 10\*6(7.5)에 대하여 각각, 1(1), 0.9899(0.9817), 0.9829(0.9619)의 output factor를 얻었다(표 3, 그림 5).

그림 3, 4, 5에서 볼 수 있듯이 independent jaw를 이용한 field size에서의 output factor는 symmetric field에서 conversion한 output factor보다 independent jaw를 half쪽으로 다가갈수록 더 커짐을 알 수 있다. 이것은 independent jaw가 산란선을 부가시켜 출력의 증가함을 의미한다고 판단된다.

<표 1>

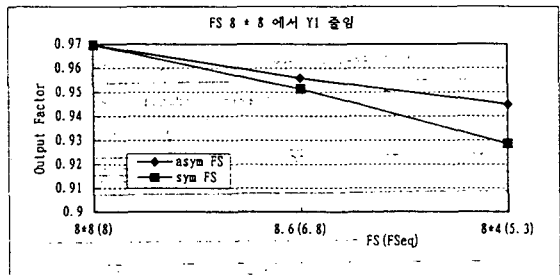
FS	asym FS	sym FS	오차(%)
6*6(6)	0.9397	0.9397	0
6*4(4.8)	0.9185	0.9071	1.14



<그림 3>

<표 2>

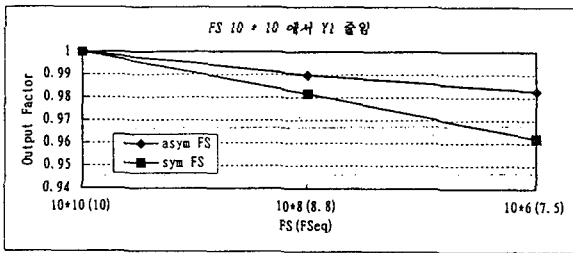
FS(FSeq)	asym FS	sym FS	오차(%)
8*8(8)	0.9696	0.9696	0
8*6(6.8)	0.9559	0.9513	0.46
8*4(5.3)	0.9448	0.9285	1.63



<그림 4>

<표 3>

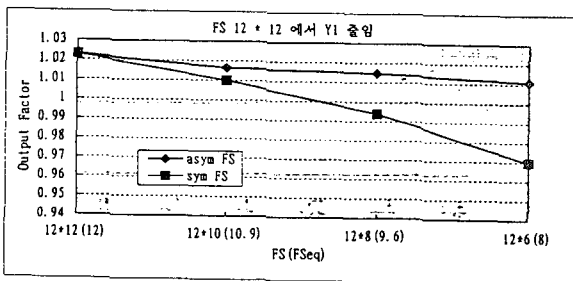
FS(FSeq)	asym FS	sym FS	오차(%)
10*10(10)	1	1	0
10*8(8.8)	0.9899	0.9817	0.82
10*6(7.5)	0.9829	0.9619	2.1



<그림 5>

<표 4>

FS(FSeq)	asym FS	sym FS	오차(%)
12*12(12)	1.0229	1.0229	0
12*10(10.9)	1.0164	1.01	0.64
12*8(9.6)	1.0147	0.9939	2.08
12*6(8)	1.0109	0.9696	4.13



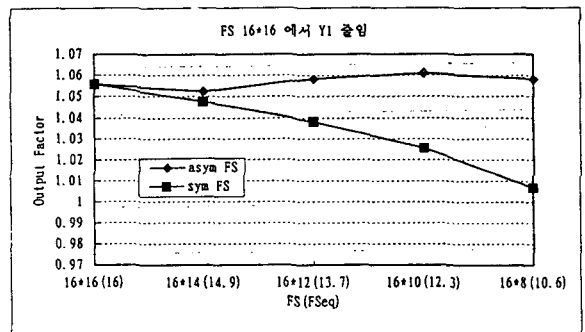
<그림 6>

4) Field size 12\*12도 역시 위와 같은 방법으로 측정 한 결과 12\*12(12), 12\*10(10.9), 12\*8(9.6), 12\*6(8)에서 각각, 1.0299(1.0229), 1.0164(1.01), 1.0147(0.9939), 1.0109(0.9696)의 output factor를 얻을 수 있다(표 4, 그림 6).

5) FS 16\*16에서도 16\*16(16), 16\*14(14.9), 16\*12(13.7), 16\*10(12.3), 16\*8(10.6)에서 각각, 1.0557(1.0557), 1.0524(1.0476), 1.0582(1.0382), 1.0610(1.0256), 1.0581(1.0068)의 output factor를 얻을 수 있었다(표 5, 그림 7)

<표 5>

FS(FSeq)	asym FS	sym FS	오차(%)
16*16(16)	1.0557	1.0557	0
16*14(14.9)	1.0524	1.0476	0.48
16*12(13.7)	1.0582	1.0382	2
16*10(12.3)	1.061	1.0256	3.54
16*8(10.6)	1.0581	1.0068	5.13



<그림 7>

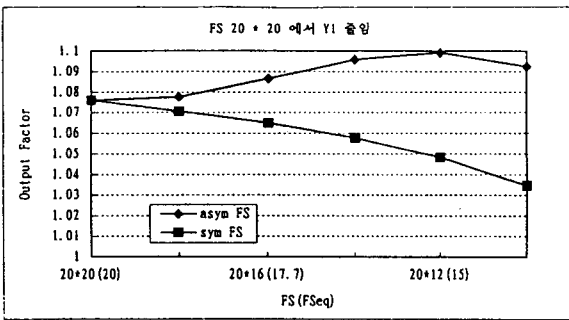
6) 같은 방법으로 20\*20에서도 측정 하였으며, FS 20\*20(20), 20\*18(18.9), 20\*16(17.7), 20\*14(16.4), 20\*12(15), 20\*10(13.3)에서 각각, 1.0761(1.0761), 1.0777(1.076), 1.0865(1.0648), 1.0958(1.0578), 1.0992(1.0483), 1.0925(1.0346)의 output factor를 얻었다(표 6, 그림 8).

〈표 6〉

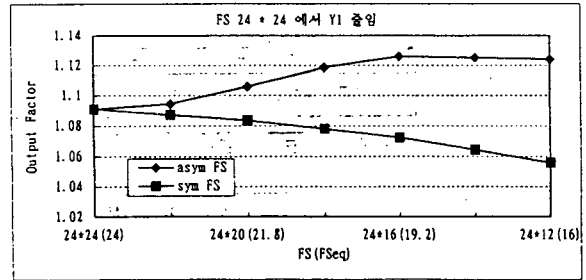
FS(FSeq)	asym FS	sym FS	오차(%)
20*20(20)	1.0761	1.0761	0
20*18(18.9)	1.0777	1.0706	0.71
20*16(17.7)	1.0865	1.0648	2.17
20*14(16.4)	1.0958	1.0578	3.8
20*12(15)	1.0992	1.0483	5.09
20*10(13.3)	1.0925	1.0346	5.79

〈표 7〉

FS(FSeq)	asym FS	sym FS	오차(%)
24*24(24)	1.0908	1.0908	0
24*22(22.9)	1.0943	1.0873	0.7
24*20(21.8)	1.106	1.0836	2.24
24*18(20.5)	1.1188	1.0781	4.07
24*16(19.2)	1.1261	1.0722	5.39
24*14(17.6)	1.1252	1.0643	6.09
24*12(16)	1.1241	1.0557	6.84



〈그림 8〉



〈그림 9〉

그림 6, 7, 8에서는 symmetric field에서 output factor가 FS가 줄어들면서 일정하게 작아지는 반면에, independent jaw를 이용해 실제 측정된 asymmetric field에서의 output factor는 어떤 규칙성을 찾아볼 수 없었고, 한쪽 jaw를 닫아 FS가 작아짐에 따라 수치가 올라간 것은 산란선의 증가와 더불어 flattening filter가 beam profile에 영향을 주어 중앙보다 가장자리에서 선량이 커지는 부분에 chamber가 위치했기 때문이라 생각된다.

7) 같은 방법으로 FS 24\*24에서도 24\*24(24), 24\*22(22.9), 24\*20(21.8), 24\*18(20.5), 24\*16(19.2), 24\*14(17.6), 24\*12(16)의 FS를 측정하여 각각, 1.0908(1.0908), 1.0943(1.0873), 1.106(1.0836), 1.1188(1.0781), 1.1261(1.0722), 1.1252(1.0643), 1.1241(1.0557)의 output factor를 얻었다(표 7, 그림 9).

8) 위 결과를 종합하여 표를 만들어 보면 다음 과 같이 오차를 보여준다(표 8, 그림 10).

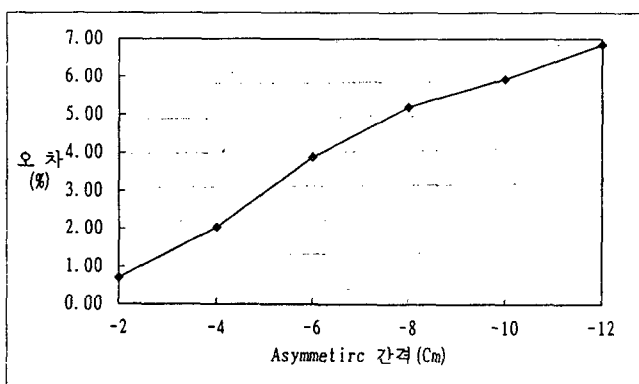
결 론

앞의 결과에서 보았듯이 independent jaw를 이용한 asymmetric field에 있어서의 output factor의 차이는, independent jaw를 half쪽으로 많이 닫은 FS에서, 그리고 작은 FS에서 사용하는 것보다 큰 FS에서 더 큰 차이를 보임을 알 수 있었다. 이것은 collimator에 의한 산란선의 증가와 또한 flattening filter에 의해 beam 중앙보다는 양측으로 dose가 더 큰데에 원인이 있는 것으로 판단된다.

Independent jaw는 여러가지로 장점이 있지만 이 연구 결과에 나타난 것처럼 몇 가지 고려되어야 할 사항들이 있다는 것을 인지하여 independent jaw의 사용시에는 항상 실제 측정된 data들을 가지고 환자의 치료에 입해야 한다고 생각된다.

〈표 8〉 symmetric FS와의 오차율(%)

-cm	AVE	24	20	16	12	10	8
-2	0.71	0.7	0.71	0.48	0.64	0.82	0.46
-4	2.04	2.24	2.17	2	2.08	2.1	1.63
-6	3.88	4.07	3.8	3.54	4.13		
-8	5.20	5.39	5.09	5.13			
-10	5.94	6.09	5.79				
-12	6.84	6.84					



〈그림 10〉 symmetric 간격과 오차율(%)

## REFERENCE

1. Faiz M. Khan, Bruce J. Gerbi, and firmin C. Deibel ; Dosimetry of asymmetric X-ray Collimators, Med. Phys. 13, 936-941, 1986.