

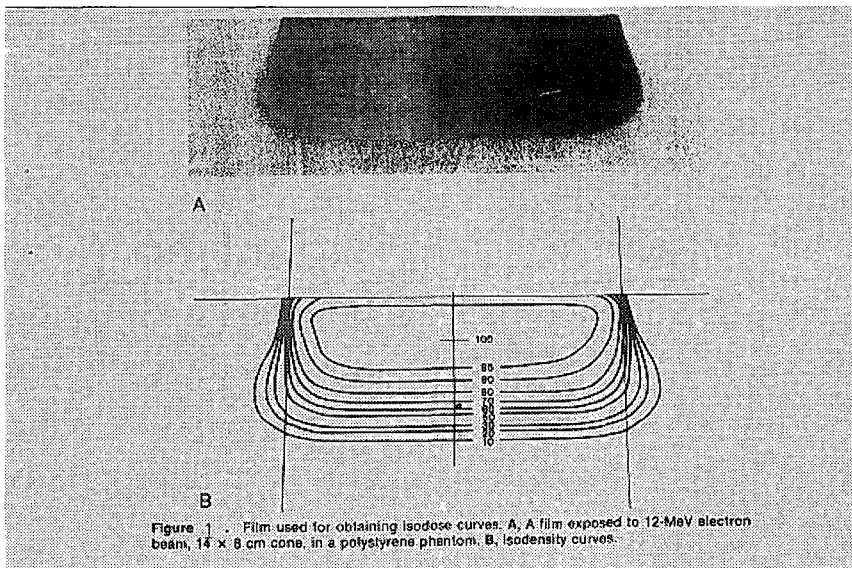
## 인접된 Electron field의 선량분포의 차이점

연세대학교 연세암센터 방사선종양학과 김천보건전문대학

윤종원 · 나수경 · 최홍식 · 박재일

### I. 서 론

최근들어 tumor의 크기 깊이 위치에 따라서 다양한 치료방법들이 사용되고 있으며 특히 superficial region에 위치한 tumor에 electron이 많이 사용되고 있는데 그림 1과 같이 sharp fall off, rapid build up, construction 등으로 인하여 electron field가 abutted될때 junction 부분에 high dose가 초과해 주어질 위험성이 있고 다른 한편으로 electron field가 분리될 때 tumor에 under dose가 주어질 수 있다. Electron field가 분리되거나 abutted 하는 것은 target의 combine된 dose분포도 uniformity에 기초를 두고 있는데 이를 고찰해 봄으로써 방사선 치료에 내실을 기하고져 한다.

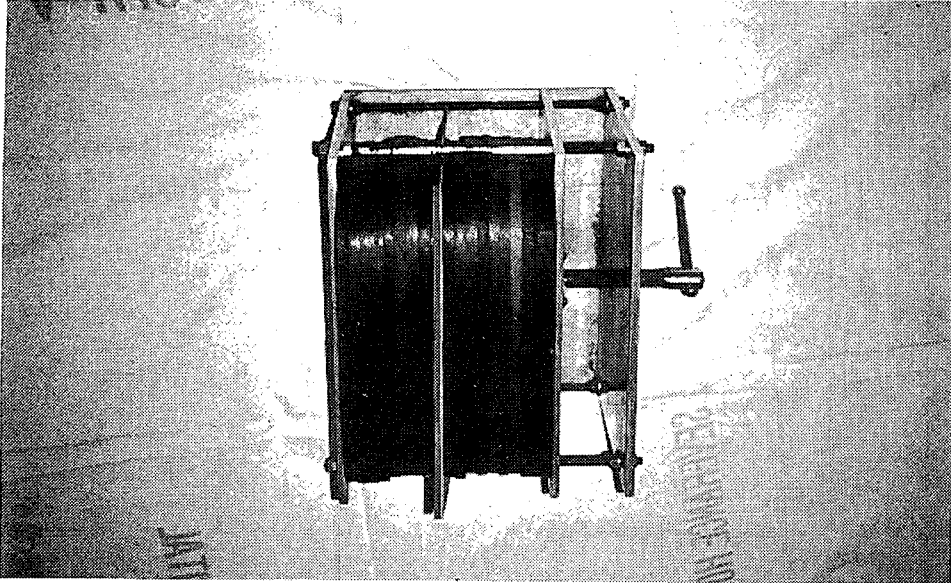


〈그림 1〉

#### 측정장비

- 1) 선형가속기 clinac 2100C/D  
Electron energy 6, 9, 12, 16, 20MeV
- 2) Polystyrene phantom 20×20cm<sup>2</sup>

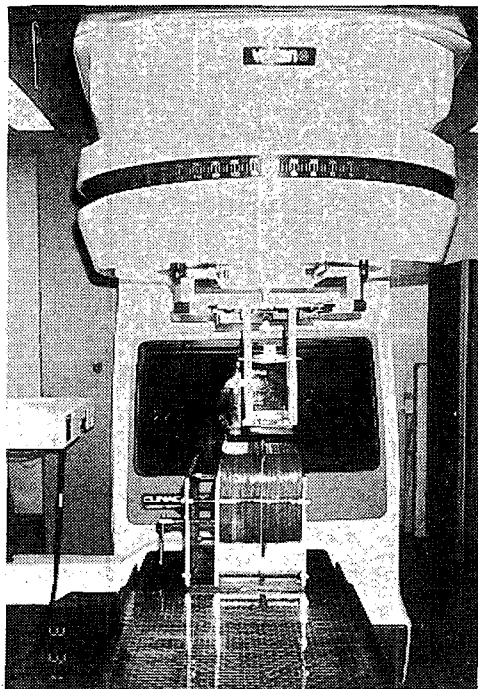
- 3) Video densitometer(welohfer)
- 4) X-omat-TL 측정용 film
- 5) doosan DSP 10000e



〈그림 2〉 Polystyrene phantom 20×30cm<sup>2</sup> clip

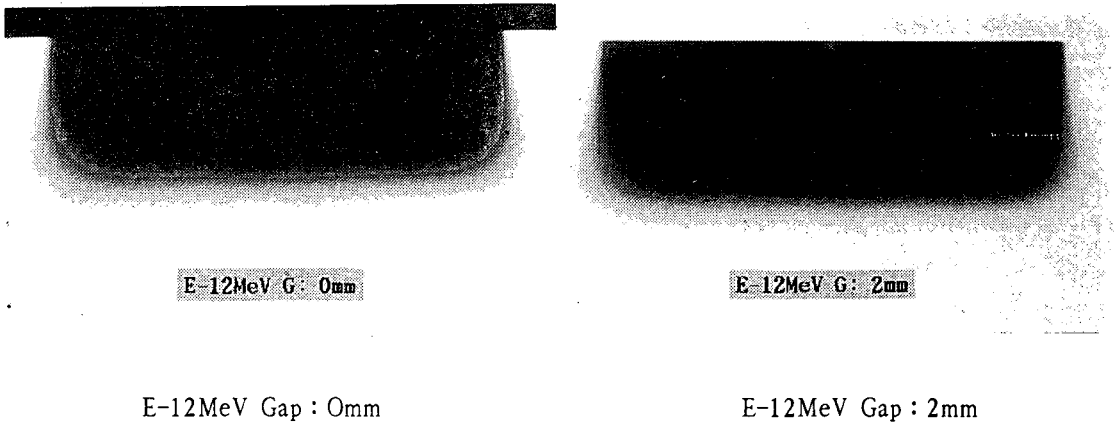
측정 방법

그림 2처럼 중앙 upper margin에 X-omat-TL 측정용 film upper margin을 동일선상에 일치시킨다.

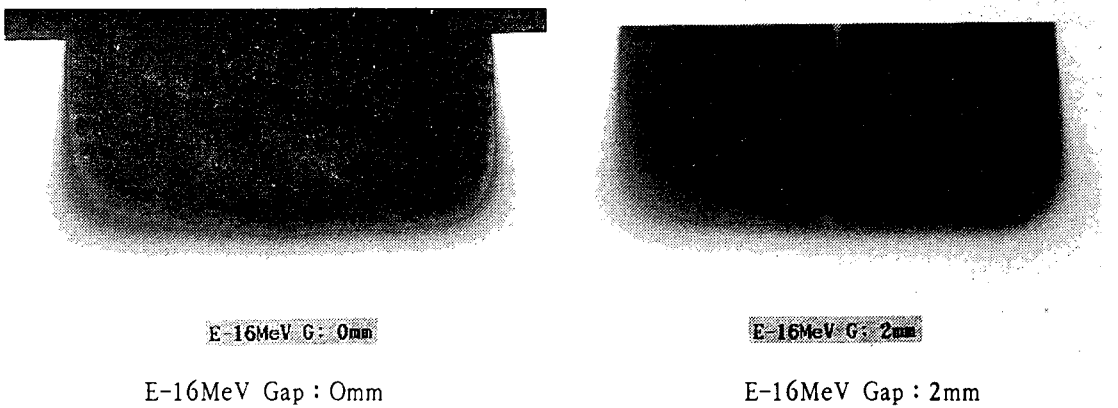


〈그림 3〉 Clinac 2100CD polystyrene phantom set-up

Clinac 2100 C/D 6, 9, 12, 20MeV 각각의 electron energy를  $6 \times 6\text{cm}^2$ 의 field, SSD-100cm의 거리로서 X-omat-TL측정용 필름중앙부분을 수직으로 통과하도록 하고 다시 같은 방법을 0, 1, 2, 3mm의 간격을 두고 통과 시킨다.



〈그림 4〉

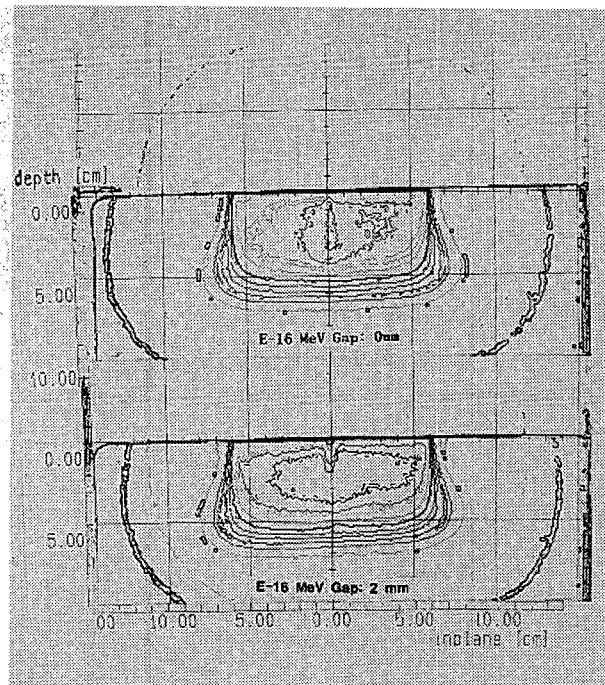


〈그림 5〉

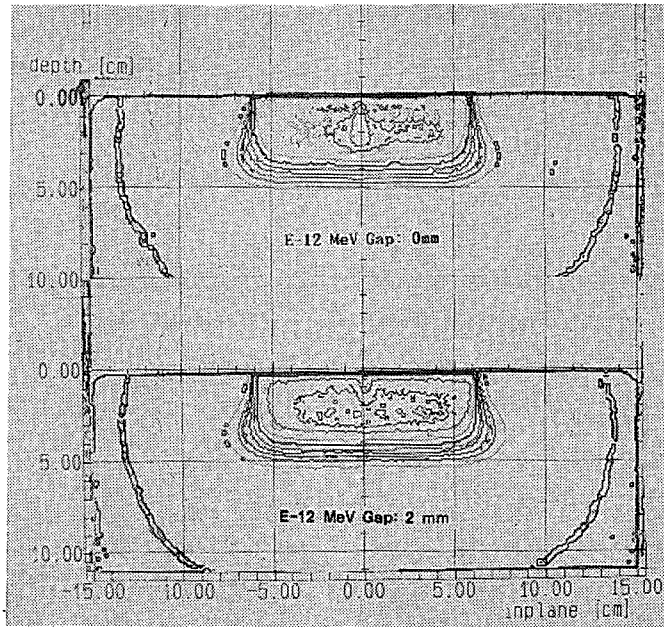
그림 4. 그림 5는 위와 같은 방법으로 얻은 12MeV, 16MeV 0mm에서와 2mm의 간격을두고 조사한 예다. Source에서의 거리가 같은 두 electron field의 지점과 junction 부분의 dose 분포도가 같다면 좋겠지만 E-12MeV G : 0mm E-16MeV G : 0mm 에서는 표면에서부터 방추형의 hot spot area가 나타나고 있고 E-12MeV G : 2mm E-16MeV G : 2mm에서는 가는 선속의 beam처럼 cold spot area가 나타나고 있는데 이는 전자선의 특성(sharp fall off, rapid build up, construction)등에 의해서 일어난다고 본다.



〈그림 6〉 Video densitometer



〈그림 7〉 E-12MeV G : 0mm, E-16MeV G : 2mm isodose curve상



〈그림 8〉 E-12MeV G : 0mm, E-12MeV G : 2mm isodose curve상

흑화도를 이룬 측정용 film은 video densitometer의 image processing 과정을 거치게 된다.

image processing

Luminous Flux image - Dark image

= Reference image

Film image - Dark image = film content

Luminous flux image : CCD-pixel 감도 lens의 정확성, light box 불균질성에 관한 정보를 얻는다.

Dark image : Scattered light을 제거한다.

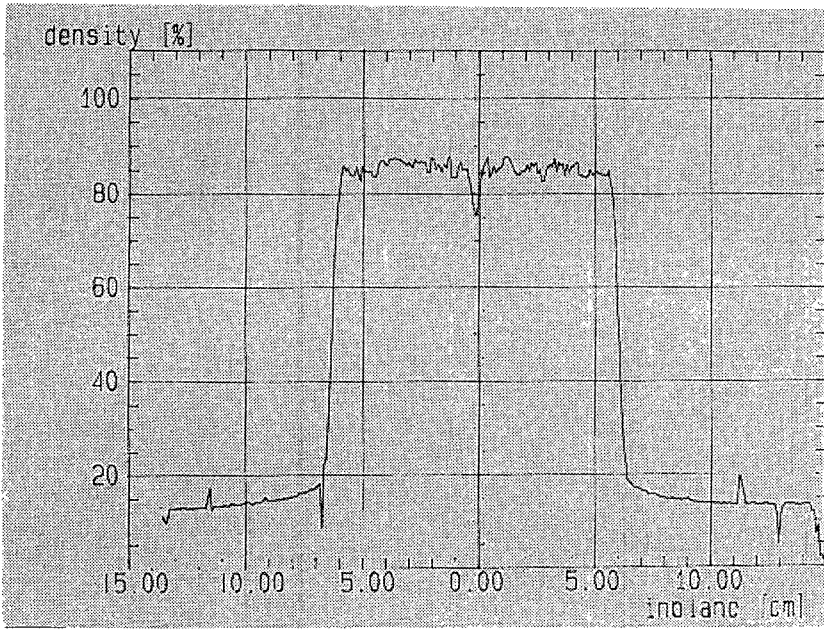
Film image : Exposed region에서 analysis 하고자 하는 부분의 정확한 setting

$$\frac{\text{Reference Image}}{\text{Film content}} = \frac{1}{T}$$

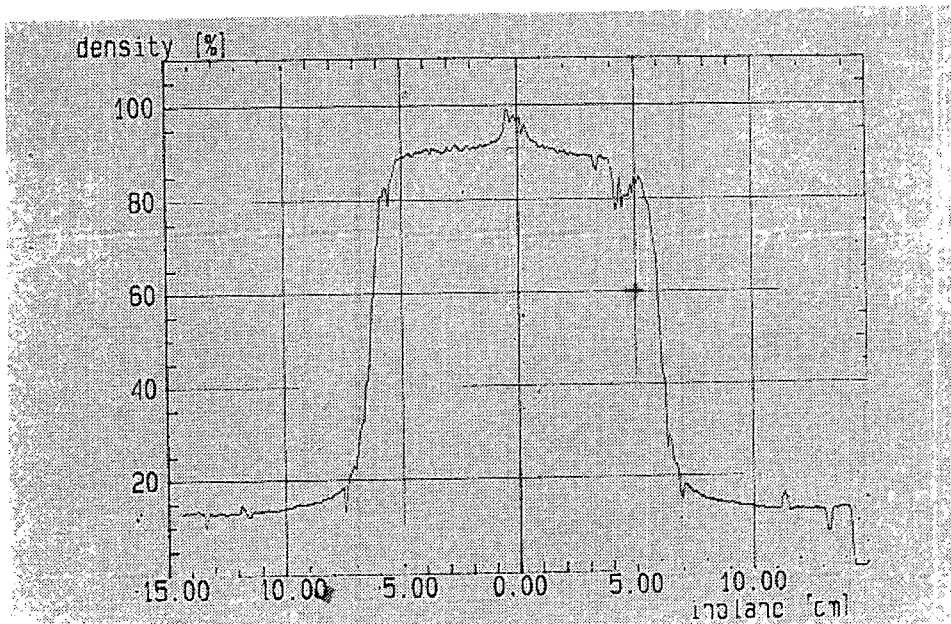
DT(Optical density image)

DT = log 1/T

이렇게 출력된 그림 7, 그림 8의 isodose curve상은 그림 4, 그림 5의 단지 흑화도로만 나타내고 있는 전자선의 특징과 그 특징들로 기인되는 hot spot area와 cold spot area를 더욱 더 확연하게 알아 볼 수 있게 해주고 있다.



〈그림 9〉 E-12MeV G : 2mm, 표면에서의 pick up scan 상



〈그림 10〉 E-16MeV G : 2mm, 표면에서의 pick up scan 상

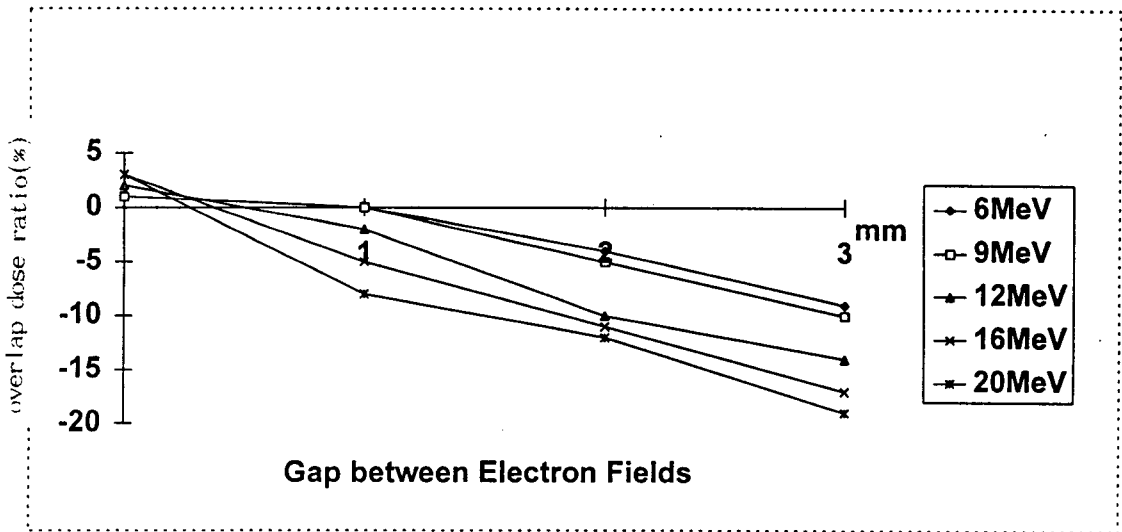
그림 9, 그림 10은 E-12MeV G : 2mm E-16MeV G : 0mm에서의 isodose curve상의 표면을 횡으로 scan해서 나타내는 pick up scan graph인데 그림 9에서는 12MeV field와 field junction 부분의 표면에는 송곳 모양으로 들어가는 결로 보이는데 이는 cold spot area로 나타내고 있다. 그림 10에서는 16MeV field와 field junction 부분이 그림 9와는 반대로 뾰족하게 돌출되어 hot spot area를 보여주고 있다.

## II. 결 과

위와같은 방법을 토대로 도표 (그림 11)을 작성하고 그 수치에 따른 그래프 그림 12, 그림 13을 그려보았다.

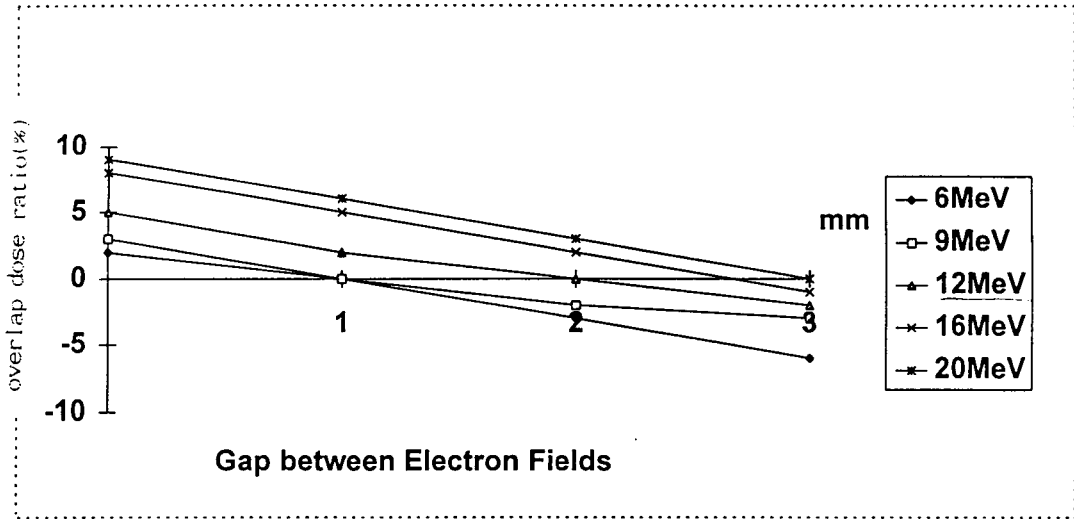
Mev(cm)	6		9		12		16		20	
	S=0.1	Dm=1	S=0.1	Dm=1.5	S=0.1	Dm=1.5	S=0.1	Dm=2	S=0.1	Dm=2
0	1	-2	1	3	2	5	3	8	3	9
1	0	0	0	0	-2	2	-5	5	-8	6
2	-4	-3	-5	-2	-10	0	-11	2	-12	3
3	-9	-6	-10	-3	-14	-2	-17	-1	-19	0

〈그림 11〉 Overlap dose ratio for electron fields(%)



〈그림 12〉 Gap of electron field (skin)

그림 12에서처럼 electron field와 field 사이가 0mm일때 energy의 크기가 작을수록 overlap dose는 작아지는 반면 상대적으로 energy가 클수록 overlap dose는 커짐을 알수가 있다. 그리고 Gap이 멀어질수록 energy의 크기가 작은 것보다는 큰 energy에서의 overlap dose가 급격하게 작아짐을 알 수가 있다. 결국 0mm에서의 Gap에서는 energy가 클수록 hot spot이 커지고 Gap의 일정한 거리(6MeV : 1 mm, 9MeV : 1mm, 12 MeV : 0.5mm, 16MeV : 0.4mm, 20MeV : 0.3mm)에서 멀어질수록 치료에서 원하지 않은 cold spot area가 강하게 나타나고 있다.



〈그림 13〉 Gap of electron field (Dmax)

그림 13에서의 0mm의 Gap에서는 그림 12와 마찬가지로 energy가 클수록 hot spot은 커지지만 Gap의 거리가 멀어짐에 따라서 완만하게 cold spot이 나타나짐을 알수가 있고 그림 12와는 반대로 energy가 큰것보다 작은것이 cold spot이 더 강하게 나타남을 알수가 있다. 그리고 균일한 선량이 주어지는 부분이 그림 12에서는 각 energy 별로 0.3~1mm 사이에 들어있지만 그림 13에서는 1~3mm사이에서 들어있음을 알 수 있다.

### III. 결 론

Electron field junction부분에 선량분포가 균일하면 좋겠지만 skin에서의 Gap이 0mm일때는 모든 energy가 hot spot, Gap이 1mm이상 떨어질때는 모두 cold spot이 나타나고 있다. Dmax부분에서의 Gap이 0mm을 넘을때 즉 모든 energy가 hot spot, Gap이 3mm이상일때 cold spot이 나타나고 있다. 이를 종합할때 6,9MeV는 1mm의 Gap일때 skin부분과 Dmax 부분에서 균일한 선량을 보였고 12, 16, 20MeV는 각각 Dmax부분에서 2, 2.7, 3mm의 순으로 균일하게 나타났지만 skin부분에서 0.5, 0.4, 0.3mm의 순으로 균일하게 나타났다.

### 참고문헌

1. Almond PR. Radiation physics of electron beams. In : Tapley of N, ed. Clinical applications of the electron beam. New York ; Wiley, 1976 : 7
2. Johnson JM, Khan FM. Dosimetric effects of abutting extended SSD electron fields with photons in the treatment of head and neck canecrs. Int J Radiat Oncol Biol Phys 1992 ; 24(suppl 1) : 202