
두경부암 치료를 위한 6MV X-선 산란판의 제작과 산란분포 측정

이화여자대학교 의과대학부속 동대문병원 치료방사선과

이호수 · 이종걸 · 이병준

Abstract

Skin Dose Distributions with Spoiler of 6MV x-ray for Head and Neck Tumor

Ho Soo Lee, Jong Keol Lee, Byung Jun Lee,
Department of Therapeutic Radiology College of Medicine
Ewha Womans university

It is very useful benefits to use the megavoltage photon beams in deep site tumor radiotherapy for skin sparing effects. But, In some cases of head and neck tumors, it is often necessary to use spoiler for rapid buildup on skin region.

A spoiler with tissue equivalent material to be moved between the patients and the collimator can increase or control the skin dose and buildup region due to position and thickness of the spoiler was measured. Then, the effect of spoiler on skin dose and build up region in protruded tumor of head and neck was evaluated quantitatively.

The measurements were obtained with PTW 2334 chamber (Markus type) on a polystyrene phantom for 6MV x-ray from an accelerator.

Key words : skin dose; spoiler, buildup, Markus chamber

I. 서 론

고에너지 광자선의 전방산란 현상에 의한 피부보호 효과는 체내 존재하는 악성종양 치료에 상당한 이익을 주기 때문에 6-20메가볼트의 고에너지 가속기를 설치 사용하고 있다. 그러나 피부 또는 피부근방에서 발생된 종양이나 피부를 밖으로 밀고나온 종양치료에는 피부근방의 선량이 적을 경우 만

족한 치료 성과를 기대할 수 없다. 특히 두경부에 발생하는 임파종등은 체표면굴곡과 겹쳐 피부 및 최대선량지점의 선량을 최적 조건으로 조절할 수 있어야 한다.

본원에서는 6메가볼트 심부치료용 가속기가 설치 운영되고 있으며 고에너지 X-선속을 산란시킬 수 있는 방사선산란판을 제작하고 이를 이용하여 조직의 표면선량과 최대선량지점을 조절함으로써 두경부암, 피부암등 피부표면에 근접된 종양에 균일한 선량을 부여하여 방사선치료효과를 높이 고저한다.

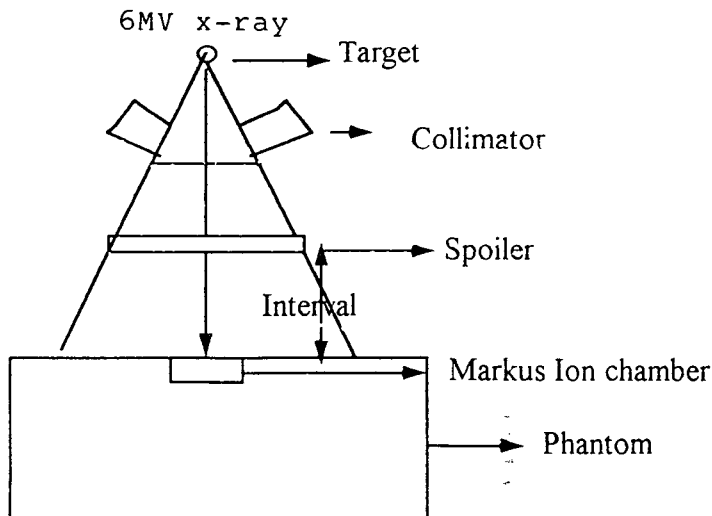
II. 대상 및 방법

피부면의 선량을 조절하기 위한 방법으로 가속기의 콜리메터와 피부간에 산란판(Spoiler)을 설치하고 이를 이동시키면서 피부면과 피부하 일정한 깊이까지 선량을 측정하였다(그림 1). 산란판은 조직등가물질인 폴리에틸렌판을 사용하였으며 두께 0.5, 1, 1.5cm, 면적이 각각 $10 \times 10 \text{cm}^2$ 인 여러개의 산란판을 제작하고 산란판과 피부간의 거리를 0-30cm까지 조절할 수 있는 특수 트레이를 제작한 후 이를 가속기의 콜리메터 앞에 간단하게 탈착할 수 있도록 고안하였다.

고에너지 엑스선 발생장치는 직선형 가속기(NELAC 1006)로서 최대 에너지가 6메가볼트이고 타겟트와 회전중심간의 거리는 80cm, 콜리메터와 피부간의 거리는 40cm, 최대 조사면은 $32 \times 32 \text{cm}$, 최대 선량율은 분당 350cGy이다.

피부의 선량은 임상적으로 피부반응이 발생하는 피부표면하 2mm지점으로 정하였으며 피부표면 선량 측정은 얇은 평판형 이온함(Parallel shallow chamber, Markus, PTW)을 이용하였고 조직등가 물질인 폴리스틸렌 팬텀내에 삽입하여 전하 계측기(Radcon 500)로 원격 측정하였다.

각각의 조사면, 산란판의 두께 및 피부와의 간격에 따라 피부표면의 선량과 최대선량지점의 변화를 측정하였다. 측정결과는 최대선량 대 표면선량비율(BUR^{-1} , Inverse buildup ratio)로 표시하였으며 불균등 표면보상에 사용하는 조직등가 볼러스(Bolus)에 의한 선량분포 변화를 측정하고 산란판과 상호 비교 검토하였다.

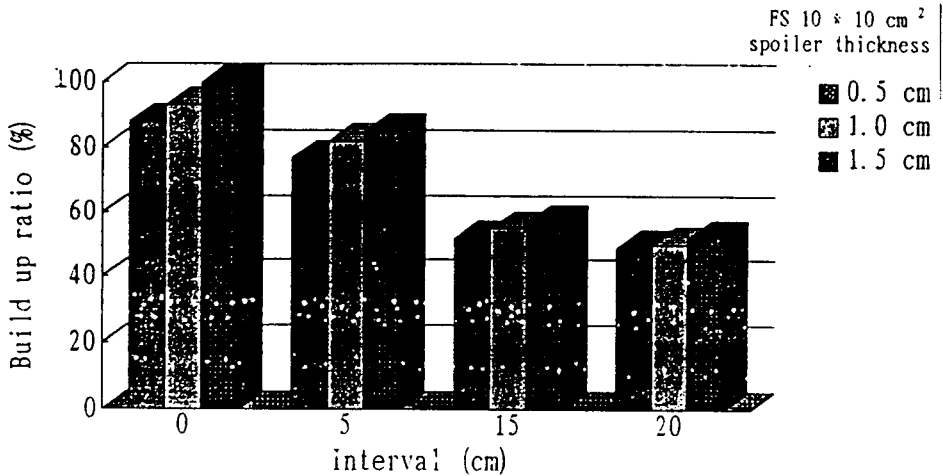


〈그림 1〉 Spoiler를 이용한 피부선량 측정도

III. 결 과

1. 피부선량의 측정

6MV x-선속과 피부사이에 산란판을 설치하였을 경우 피부선량이 증가되었으며 산란판의 위치에 따라 피부선량이 변화하였다. 최대선량지점도 피부표면쪽으로 이동하였다. 피부표면의 선량은 그림 2와 같이 임상적 피부반응이 발생하는 피부하 2mm 깊이의 선량으로 결정하고 0.5cm두께인 산란판을 사용하였을 경우 피부간의 거리는 0, 5, 10, 15, 20cm로 이동하였을때 각각 88,77,62,52,49%(BUR⁻¹)로 감소하였다.



〈그림 2〉 Skin doses for spoiler thickness

표 1, 2, 3은 각각 산란판두께 0.5, 1, 1.5cm에 피부 및 피하지점의 선량을 산란판과 피부간의 거리를 0, 1, 2, 5, 10, 15, 20, 30cm로 증가시켰을때의 측정값으로서 산란한 1.5cm이상, 피부하 7mm이상에서는 큰 변화가 없었다.

FS(cm)	10 x 10			15 x 15			
	depth(mm)	2	7	12	2	7	12
Inter- val(cm)							
0		88	98	100	90	99	103
1		87	96	101	89	100	103
2		86	94	101	88	98	102
5		77	92	99	80	96	101
10		62	86	98	65	90	100
15		52	84	97	55	88	100
20		49	80	96	53	83	99
30		44	77	95	48	81	98

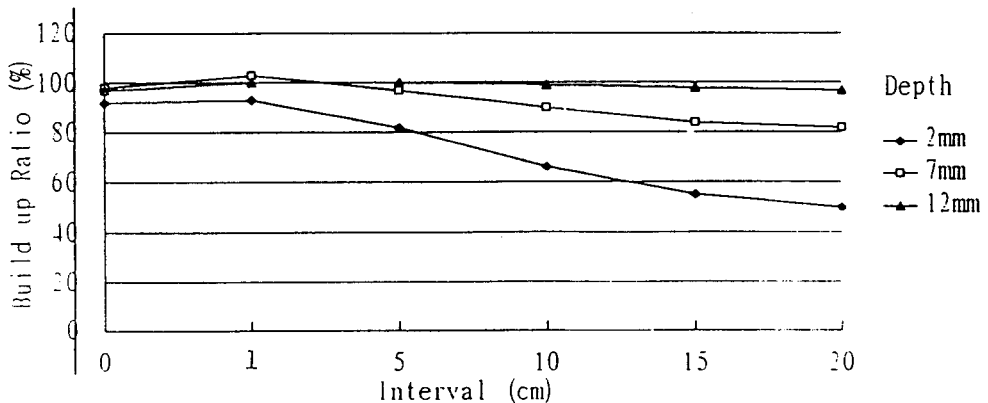
〈표 1〉 Doses(BUR⁻¹) as depth, field size and interval for 0.5cm thickness spoiler

FS(cm ²) depth(mm) Inter val(cm)	10 x 10			15 x 15		
	2	7	12	2	7	12
0	93	100	99	94	103	100
1	94	103	100	95	104	101
2	93	102	101	94	103	100
5	82	97	100	84	100	100
10	66	90	99	68	94	99
15	55	89	98	56	93	99
20	50	82	97	53	87	98
30	46	80	96	50	84	97

<표 2> Doses(BUR⁻¹) as depth, field size and interval for 1.0cm thickness spoiler

FS(cm ²) depth(mm) Inter val(cm)	10 x 10			15 x 15		
	2	7	12	2	7	12
0	100	99	98	103	100	98
1	100	99	99	104	99	99
2	97	100	99	102	99	99
5	85	99	98	88	98	100
10	68	92	98	72	96	100
15	57	91	98	61	95	99
20	52	83	97	56	86	99
30	47	81	97	51	82	99

<표 3> Doses(BUR⁻¹) as depth, field size and interval for 1.5cm thickness spoiler

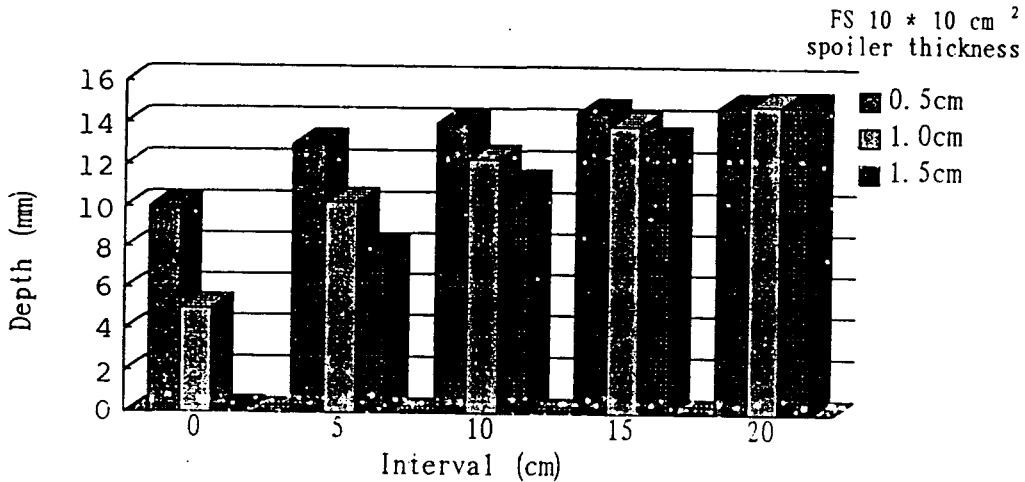


<그림 3> Depth dose for 1cm thickness spoiler

그림 3은 1cm두께의 산란판을 사용하였을때 피부표면하에서의 선량은 산란판과 피부간의 간격에 따라 변화하며 피부반응의 지점인 2mm 깊이에서의 선량은 93%에서 46%로 상당히 많이 변화시킬 수 있으며 7mm깊이에서는 100%에서 80%, 12mm깊이에서는 99%에서 96%로 선량변화 폭이 적었다.

2. 최대선량지점의 측정

에너지 6MV의 X-선속은 피부하 1.5cm 깊이에서 최대선량이 부여되며 피부쪽으로는 선량이 급히 감소되기 때문에 1cm두께인 산란판을 사용하였을 경우 그림 4와 같이 피부간의 거리는 0, 5, 10, 15, 20cm로 증가하였을때 최대선량지점을 피부 표면으로부터 5, 10.2, 13.9, 14.8mm로 증가하였다.



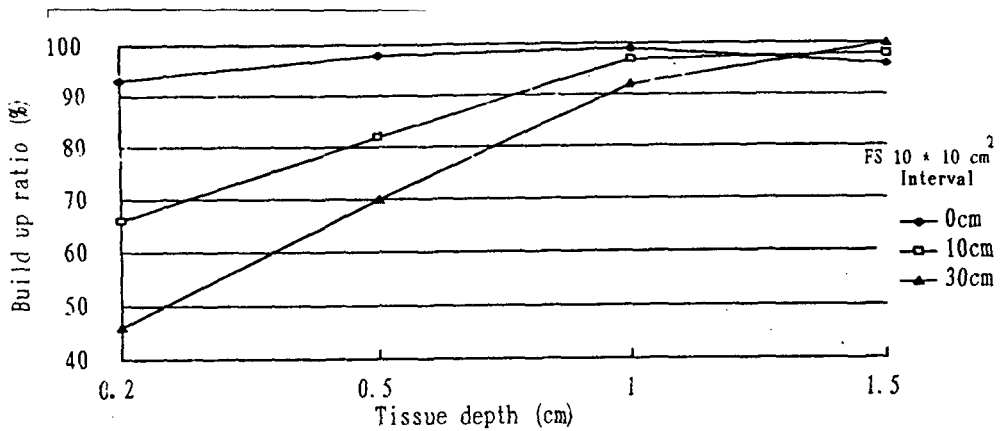
〈그림 4〉 D_{max} shift for spoiler thickness

표4는 산란판의 두께가 0.5, 1, 1.5cm에서 산란판과 피부간의 거리를 0, 1, 2, 5, 10, 15, 20, 30cm로 증가시켰을때 조직내 최대선량지점은 피부표면에서 부터 점점 증가하였으며 산란판두께가 1.5cm일때 가장 큰 폭으로 변화하였다.

그림 5는 산란판두께 1cm이고 산란판과 피부간의 간격이 0, 10, 30cm일때 피부근방의 심부율로서 간격이 클수록 피부선량은 감소되지만 최대선량지점은 피부표면에서 부터 점점 증가하였다.

Thickness(cm) \ Interval(cm)	0.5	1.0	1.5
0	10.0mm	5.0mm	0mm
1	11.0	6.6	3.0
2	11.8	7.8	4.5
5	13.0	10.2	8.0
10	14.0	12.3	11.1
15	14.5	13.9	13.2
20	14.9	14.8	14.8
30	15.0	15.0	15.0

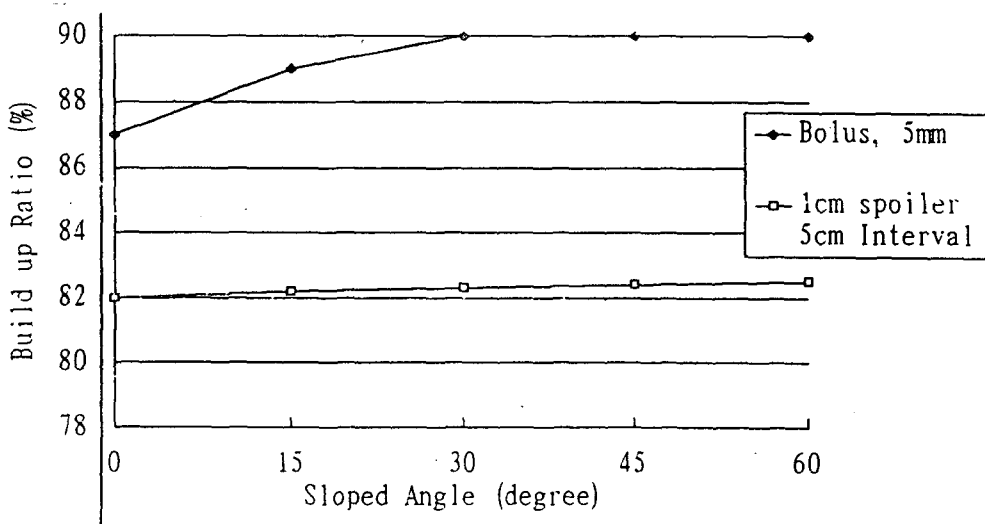
〈표 4〉 D_{max} shift for spoiler thickness



〈그림 5〉 Build up curves for interval of 1cm thickness spoiler

3. 경사피부선량의 조절

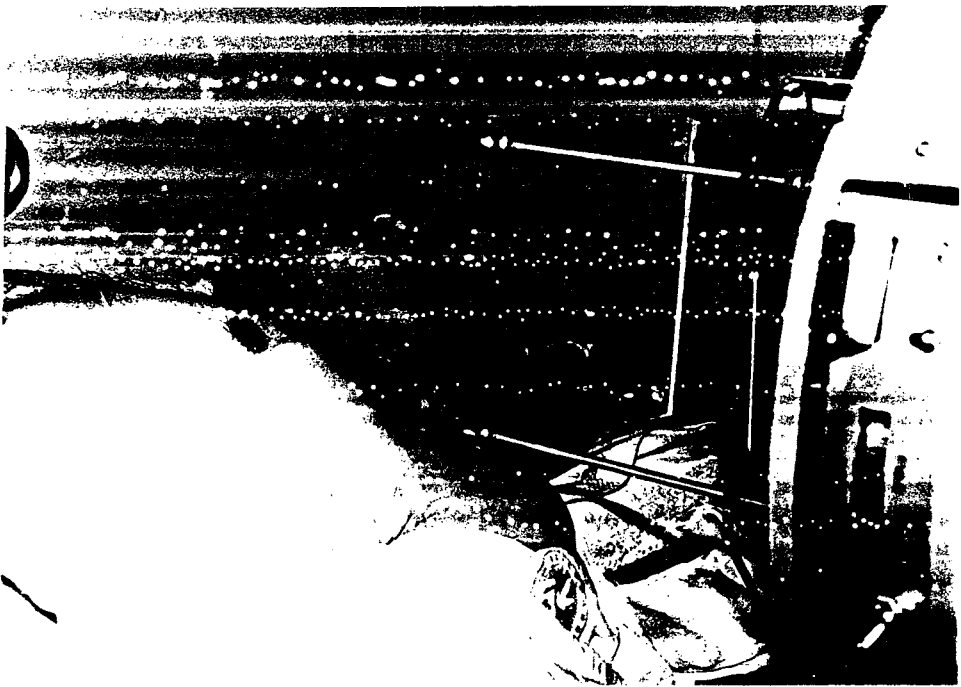
산란판과 피부면이 일정한 각으로 경사를 이루고 있을때의 산란판에 의한 피부의 선량 증가는 그림 6과 같이 경사각 0, 15, 30, 45, 60도에서 거의 변화가 없었고 피부의 굴곡이나 옆면의 선량은 피부간의 간격에 따라 60~95%(BUR⁺)의 일정비율로 측정되었으며 볼러스에 의한 피부표면이 선량은 80~100%(BUR⁺)로 선량변동오차가 심하였고 굴곡이나 옆면의 선량은 볼러스의 두께에 관계없이 90-100%(BUR⁺)의 많은 선량이 측정되었다.



〈그림 6〉 Skin dose as skin slope for 1cm spoiler and 5mm bolus

4. 임상응용

후두암이 진행되어 경부임파까지 전이되어 피부까지 6MV x-선으로 치료하여야 할 환자에 대하여 1cm산란판을 피부에서 10cm거리에 위치함으로 피부를 최대한 보호하면서 종양에 균일하게 만족한 선량을 부여할 수 있었다.(그림 7)



〈그림 7〉 1cm spoiler를 이용하여 입상에 응용하는 모습

IV. 고 찰

외부방사선조사치료의 시작은 엑스선 심부치료기(400kVp) 또는 세슘-137원격치료기(662keV)등을 사용하였으며 최대의 결점은 피부선량 증가와 낮은 심부율때문에 종양치료보다 피부손상에 의한 휴유증이 크게 문제되어 왔다. 최근에는 메가전자볼트 이상의 고에너지 엑스선을 선호하고 이는 고에너지 엑스선의 전방산란 현상에 의거 피부보호 효과가 커서 체내 존재하는 악성종양 치료에 상당한 이익을 주기 때문에 고에너지 가속기의 설치가 보편화 되고 있다.

Leung등은 코발트 60 원격치료장치에서 피부표면선량이 평균 65%로 측정보고 하였으며 Purdy등은 6메가볼트 선형가속기에 대한 피부 및 통과선량측정에서 피부선량이 50%로 감소한다고 보고되었으며 그외 많은 연구자들이 피부보호에만 몰두하여 왔다.

그러나 피부 또는 피부근방에서 발생된 종양이나 피부를 밀고 밖으로 튀어나온 종양치료에는 피부근방의 선량이 적을 경우 만족할 만한 치료 성과를 기대할 수 없다. 특히 두경부에 발생하는 임파종 등은 체표면굴곡과 겹쳐 피부 및 최대선량지점의 선량을 최적 조건으로 조절할 수 있어야 한다. 그러나 연구소마다 저에너지 고에너지등 여러기종의 가속기를 설치하기에는 재정상 문제가 많고 택일할 경우 고에너지 가속기의 설치가 불가피하다.

본원에서는 6메가볼트가 발생하는 가속기 1대를 설치하여 자궁암 폐암등 주로 심부치료를 주관하였으나 최근 피부암, 두경부암, 임파종암등 피부근방에 발생하는 종양이 증가함에 따라 피부근방의 선량을 증가시킬 수 있는 방법이 필요하였으며 연구자들은 X-선속을 산란시킬 수 있는 방사선 산란판을

제작하고 이를 이용하여 조직의 표면선량과 최대선량지점을 측정 조절함으로써 두경부암, 피부암등 피부표면에 근접된 종양에 균일한 선량을 부여하여 방사선치료 효과를 높이고 있다.

V. 결 론

흉부, 복부, 하복부내에 존재하는 종양치료에는 심부율이 높고 피부보호가 큰 고에너지 광자선을 사용하는 것이 바람직하며 두경부암, 피부암, 피부를 밀고 솟아난 임파종, 전이암등은 피부에 근접한 부위를 포함해서 치료가 될 수 있는 1-4MV 에너지의 광자선이 바람직하다. 그러나 6MV 이상의 고에너지 x-선을 이용하여 두경부암을 치료할때는 피부표면의 선량을 계획된 선량만큼 증가시켜야 할 경우가 종종 발생한다. 이와같은 상황에서는 산란판을 이용하여 산란판은 조직내에서 발생하는 이차 산란전자를 피부표면 앞에서 발생시킴으로서 피부의 선량이 증가되며 최대선량지점을 피부표면으로 이동시킬 수 있어서 피부근방에 발생된 종양에 균일한 선량을 부여할 수 있다.

피부표면의 선량을 최대로 높일 수 있는 볼러스는 조직 표면의 굴곡이나 옆면에서 선량변화의 조절이 불가능하지만 산란판은 피부간의 간격을 조절함으로써 피부선량을 단계적으로 변화시킬수 있고 굴곡이나 옆면의 선량도 조절할 수 있었다.

산란판은 이와같이 임상적 효과뿐만 아니라 제작과 임상사용이 간단하고 편리하며 피부선량을 계획한 만큼 조절할 수 있기 때문에 방사선치료 성과를 향상시킬 수 있다고 생각한다.

참 고 문 헌

1. Fiorino C, Cattaneo GM, et al. : Skin dose measurements for head and neck radiotherapy. Med. Phys 1992 : 19 : 1263-1266
 2. Gerber RL, Marks JE, Perdy JA. The use of thermal plastics for immobilization. Int J Radiat Oncol. Biol. Phys. 1992 : 8 : 1461-1462
 3. Wishko D, Lewinsiy B. Measurement of surface dose with one, two or three layers of lightcast. Int J Radiat Oncol Biol Phys 1977 : 2 : 363-365
 4. Purdy JA. Buildup surface dose and exit dose measurements for a 6MeV linear accelerator> Med Phys : 1986 : 13 : 259-262
 5. Tannous NBJ, Gagnon WF, Almond PR. Buildup region and skin dose measurements for the Therac 6 linear accelerator for radiation therapy. Med Phys 1981 : 8 : 378-381
 6. Gerbi BJ, Khan FM. The polarity effect for commercially available plane parallel ionization chambers. Med Phy 1987 : 14 : 210-215
 7. Velkley DE, Mansion DJ, Purdy JA, Oliver GD Buildup region of megavoltage photon radiation sources. Med Phy 1975 : 2 : 14-210-215
- Gervi BJ, Khan FM Measurement of dose in the buildup region using fixed separation plane

- parallel ionization chambers. *Med Phys* 1990 : 17 : 1041-1044
8. Leung PMK, Sontag MR, Maharaj H, Chenery S. Dose measurements in the buildup region for ⁶⁰Co therapy units. *Med Phys* 1976 : 3 : 169-172
 9. Nilsson B, Schnell PO. Buildup effects at air cavities measured with thin thermoluminescent dosimeters. *Acta Radiol The Phys Biol* 1976 : 15 : 427-432
 10. Scrimger JW. Effect of air gap on absorbed dose in tissue. *Radiology* 1972 : 102 : 171-173