

구강내 전자선 조사를 위한 Oral Cone의 특성

고려대학교의료원 치료방사선과

이병구 · 정희영 · 권영호 · 황웅구

I. 서 론

구강내의 질환, 특히 구강암의 약 67%를 차지하는 설암 등의 치료는 질병의 진행도에 따라 조직내 조사, 구강내 전자선 조사 그리고 외조사 등을 조합하여 사용한다. 비교적 초기인 경우는 조직내 조사가 주로 이용되고, 설첨부나 설 측부 등의 질환에는 전자선 강내조사를 시행한다. 또한 구강내의 작은 병소 부위에도 전자선 근접조사를 이용함으로써 외조사 치료시 동반되는 구강내 연부조직의 반응을 최소화 하고 정확한 병소 부위에 충분한 선량을 줄 수 있는 장점이 있다.

그러나 현재 사용하고 있는 전자선 cone은 선원에서 cone 끝까지의 거리가 95 cm로서 그 끝은 환부에서 5 cm의 거리가 있으며, 그 모양도 사각형이 되어 구강내의 해부학적 특성에 적절히 대응하기가 어려운 점이 있다. 또한 환부에서 5 cm의 거리를 띄움으로 인한 반응영도 무시할 수 없는 요소이다. 이에 본원에서는 구강내에 고통없이 삽입될 수 있고 종양부위에 정확히 조사야를 결정할 수 있는 oral cone을 제작하였다. 전자선은 cone의 재질, 모양 및 조사면의 크기에 따라 그 선량율과 선량분포가 변하므로 구강내 전자선 조사를 위해서는 적절한 선량평가가 필요하다.

이에 구강내 조사에 사용되는 oral cone에 대한 심부선량 백분율, 출력선량인자 그리고 전자선의 표면 선량 등을 평가하여 그 결과를 보고 하고자 한다.

II. 재질 및 방법

본 실험에 이용된 선형가속기는 Varian사의 Clinac-1800이며 전자선의 에너지는 6, 9, 12, 16, 20MeV의 5종류가 있다.

Oral cone의 구성은 cone 지지대와 전자선 cone으로 되어 있으며, 이는 녹십자 의료공업에 의뢰하여 제작 하였다. Cone 지지대는 본 원에서 사용하는 선형가속기의 accessory mount에 직접 삽입할 수 있도록 제작했으며 재질은 Al로 두께는 2.5 cm로 하였다. 전자선 cone의 재질은 아크릴로 하였는데 원자번호가 낮은 재질을 사용함으로써 cone 자체에서 발생하는 산란선을 줄일 수 있었으며, cone 자체의 무게를 줄임으로서 사용에 편리하게 하였다. Cone의 길이는 21.5 cm이고, 선원에서부터 cone끝까지의 길이는 100 cm으로 되어있어 환부에 밀착시켜 사용하게 고안되었다. Cone의 내경은 3 cm이며, 두께는 0.2 cm과 0.5 cm 두 종류이고, cone의 끝은 90°와 15° 그리고 30°로 제작되어 환부에 밀착이 보다 용이하게 만들었다. 한편 선량분포에 영향을 준다는 X-선 collimator의 크기는 기존의 Varian 6 cm cone이 전자선 조사시 20×20 cm으로 개방되며, 자체 제작한 oral cone 역시 20×20 cm으로 개방되도록 제작하였다. Oral cone의 누설선량은 ion chamber로 각 에너지별 Dmax에서 측정한 값과 cone의 외벽에서 측정한 값을 비교해 볼 때 총선량의 4% 이내의 값이 측정되었다. 이것은 기존의 Varian cone과 차이가 없어 사용에 별 무리가 없음을 알 수 있었다. 출력 선량율은 RTD,

Multidata system과 물핀뿔을 사용하여 측정하였고, ion-chamber는 PTW Freiburg 0.3cc volume과 0.125cc volume을 이용하였다.

본 실험에서는 oral cone의 전자선 에너지 별 심부선량, 출력선량변화, 조직내선량분포 등을 Varian의 6 cm 전자선 cone에 3 cm직경의 ceroband block을 부착한 것과 비교 분석하였다.

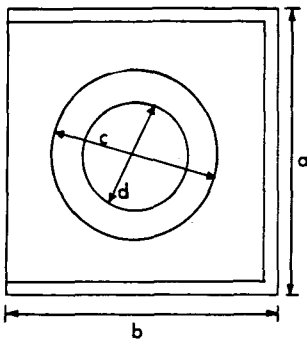
Varian사의 Clinac-1800 전자선은 표면에서 5 cm 띄워서 조사하게 되므로 기준 조사면인 6×6 cm electron cone의 끝은 water phantom의 수면에서 동일하게 5 cm 떨어진 위치에 두고 측정하였고, oral cone은 수면에 밀착하여 그 선량을 측정 하였다.

III. 결 과

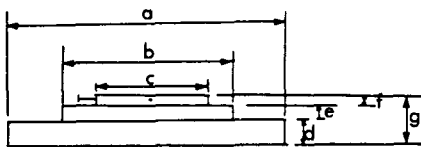
1. 심부선량

6, 9, 12, 16, 20 MeV의 각 에너지 별로 4 종류의 전자선 cone의 심부선량 곡선을 얻어내어 최대비정인 Rp값과 R50 값 그리고 유효 에너지인 E0 값을 구하였다.

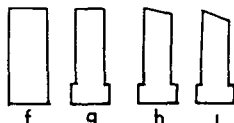
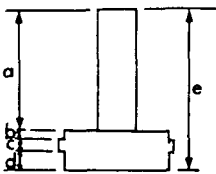
주 사용 에너지인 6 MeV를 볼 때 Table 1-1에서 처럼 Varian cone의 R50은 24.5mm, Rp값은 30.5mm를 보여주고 있으며 Fig 1-2 graph에서 보듯이 0.2 cm straight oral cone의 R50은 23.1mm, Rp는 30.3mm로 나타났다. 한편, oral cone의 Tip-end가 15°경사진 것은



- a 29.9 cm
- b 29.7 cm
- c 18.7 cm
- d 13 cm



- a 29.7 cm
- b 18.7 cm
- c 13 cm
- d 2.5 cm
- e 2 cm
- f 1.5 cm
- g 6 cm



- a 16.5 cm
- b 1 cm
- c 1 cm
- d 2 cm
- e 20.5 cm
- f 0.5 cm thickness
- g 0.2 cm thickness
- h 0.2 cm 15° angle
- i 0.2 cm 30° angle

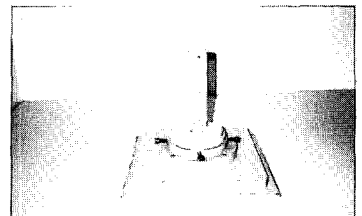
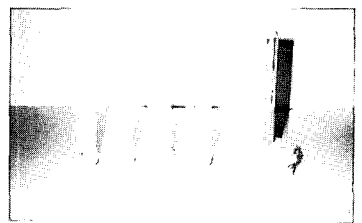
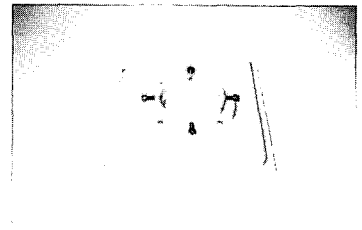


그림 1

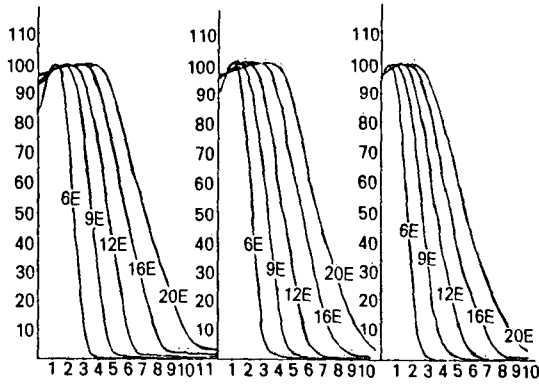


Fig. 1-1

Fig. 1-2

Fig. 1-3

Fig 1-1 Varian cone의 심부선량 곡선

Fig 1-2 0.2 cm 두께인 straight oral cone의 심부선량곡선

Fig 1-3 Angle의 심부선량 곡선

R50이 17.4mm, Rp는 23.8mm로 Varian cone과 straight oral cone에서는 표면 평균 에너지가 약 1.5mm 정도 차이인데 비해 Varian cone과 15°angle cone은 약 7mm 정도의 차이를 보여 표면 평균 에너지는 기준 Varian cone에 비해 oral cone이 낮게 나타남을 보여주며 특히 15°angle 일때는 더욱 표면 평균 에너지가 낮게 나타나고 있다.

한편 30° angle 일 때는 15° angle일 때와 거의 유사하게, 그리고 0.5 cm 두께의 straight cone일 때는 0.2 cm 두께 일때와 거의 동일하게 나타났다. Varian cone과 oral cone의 심부선량 백분율은 Table 1-2와 같다. 표에서 보

표 1-2

	6 MeV				9 MeV				12 MeV				16 MeV				20 MeV			
	Varian	Oral			Varian	Oral			Varian	Oral			Varian	Oral			Varian	Oral		
%	3∅	0.2	15°	30°	30∅	0.2	15°	30°	3∅	0.2	15°	30°	3∅	0.2	15°	30°	3∅	0.2	15°	30°
100	1.40	1.20	0.6	0.6	1.60	1.60	0.6	0.8	1.60	1.20	1.0	1.0	1.60	1.80	1.40	1.0	2.0	1.20	1.40	1.40
90	1.83	1.63	1.05	1.08	2.59	2.31	1.68	1.72	3.17	2.96	2.17	2.21	4.07	3.86	2.77	2.79	4.84	4.65	3.33	3.34
80	2.02	1.85	1.27	1.29	2.92	2.62	2.02	2.04	3.60	3.31	2.59	2.64	4.54	4.23	3.29	3.32	5.39	5.11	3.94	3.98
70	2.18	2.03	1.44	1.46	3.16	2.87	2.26	2.33	3.96	3.63	2.94	2.99	4.96	4.62	3.72	3.75	5.88	5.56	4.47	4.51
50	2.45	2.31	1.74	1.76	3.58	3.34	2.74	2.78	4.61	4.25	3.58	3.63	5.78	5.40	4.54	4.59	6.94	6.48	5.49	5.54
20	2.84	2.75	2.15	2.18	4.18	4.02	3.43	3.44	5.50	5.28	4.64	4.66	7.14	6.83	6.09	6.14	8.82	8.36	7.53	7.58
10	3.03	2.93	2.36	2.38	4.45	4.31	3.74	3.75	5.86	5.69	5.10	5.13	7.70	7.44	6.79	6.82	9.71	9.28	8.56	8.59

듯이 Varian cone에 비해 oral cone의 심부선량 깊이는 전 에너지 영역에 걸쳐 3-9mm 정도까지 표면으로 이동함을 보여주고 있다.

표 1-1. R50, Rp, Eo Mev(cm)

	6E		9E		12E		16E		20E	
	std	oral	std	oral	std	oral	std	oral	std	oral
R50	2.43	2.30	3.58	3.34	4.61	4.25	5.78	5.40	6.94	6.48
RP	3.05	3.03	4.53	4.42	6.01	5.81	7.90	7.45	9.51	8.93
Eo	5.80	5.50	8.40	7.80	10.7	9.90	13.7	12.7	16.5	15.5

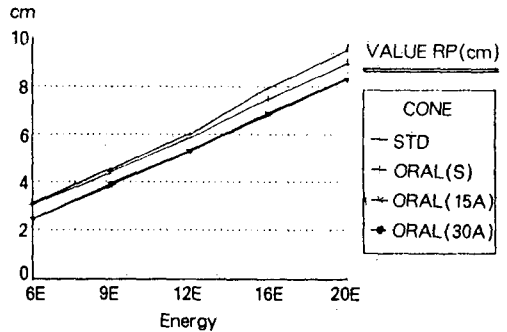


그림 2

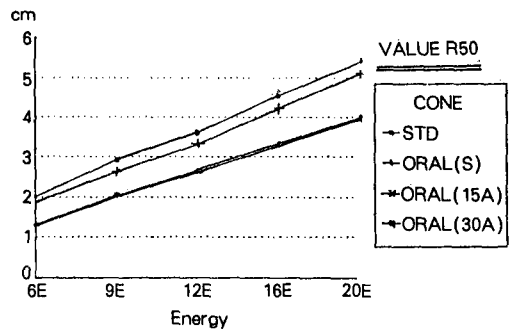


그림 3

2. 출력 선량율(out-put factor)

본 원에서 사용하는 전자선의 output factor는 15×15 cm² Varian cone의 출력선량을 기준으로 하고 있다. 따라서 Varian 6×6 cm² cone에 3 cm 직경의 ceroband block을 부착시킨 본 실험의 기준이 되는 cone 역시 15×15 cm Varian cone에 대한 output factor이다.

Table 2는 cone의 tip-end가 15°와 30° 경사진 cone을 vertical과 15° 및 30° oblique로 하여 Varian 6×6 cm과 비교한 값이다.

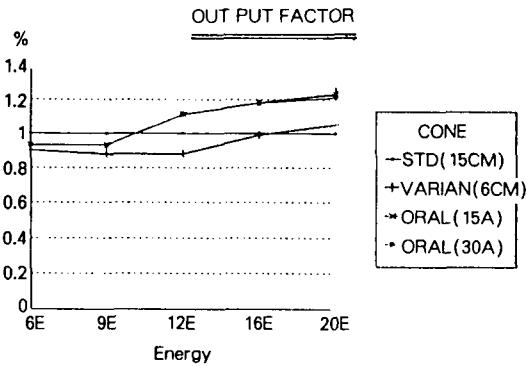


그림 4

표 2. Output factor

	6E	9E	12E	16E	20E
STD(15×15)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
VARIAN(6×6)	0.90	0.88	0.88	0.99	1.05
ORAL(15A.S)	0.94	0.94	1.11	1.18	1.23
ORAL(15A.O)	0.93	0.89	1.15	1.23	1.28
ORAL(30A.S)	0.93	0.93	1.11	1.18	1.21
ORAL(30A.O)	0.92	0.92	1.15	1.17	1.25

3. 표면선량

기준이 되는 Varian cone은 선원에서 cone 끝까지의 거리가 95 cm이어서 환자의 surface에서 5 cm을 띄워서 사용하게 되고, oral cone은 선원에서 cone 끝까지의 거리가 100 cm이므로 surface에 밀착시켜 사용하게 된다.

Table 3에서 보듯이 6 MeV일 때 Varian

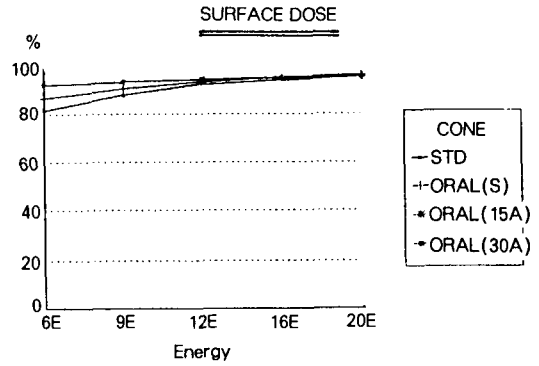


그림 5

표 3. Surface dose(%)

	6E	9E	12E	16E	20E
STD	81.7	87.7	92.5	95.3	96.1
ORAL(S)	86.4	90.4	93.6	95.3	95.6
ORAL(15A)	92.2	92.9	94.2	94.7	95.4
INCREASE(%)	5.70	3.10	1.20	1.10	0.40

cone의 표면선량은 81.7%였으나 20 MeV에서는 95.2%를 보여 에너지가 커질 수록 표면선량이 비례하여 증가함을 알 수 있다. 또한 동일 에너지에서 Varian cone에 비해 oral cone의 표면선량이 6 MeV에서는 Varian 81.7, oral 86.4로 5.7% 증가했으나 20 MeV에서는 Varian 95.2, oral 95.6으로 0.4%의 증가함을 보여 에너지가 커질 수록 Varian cone과 oral cone의 차이는 거의 없음을 알 수 있다. 또한 전 에너지 영역에 걸쳐 표면선량이 유효치료 선량을 80%로 선택했을 때 Varian cone과 oral cone 모두 부족함이 없음을 알 수 있다.

IV. 결 론

본 실험은 구강내의 질환과 설암의 치료를 보다 용이하게 하기 위해 그 특성을 분석하였다. Acryl cone은 내경 3 cm의 크기에 cone 끝을 15°와 30°로 경사지게 하며 두께는 0.2 cm으로 제작하고 straight인 경우는 cone의 두께를 0.2 cm와 0.5 cm 두 가지로 제작하여 모두 4종류의 oral cone을 제작하였다. 또한 기준이

되는 Varian cone에는 직경 3 cm의 ceroband block을 부착하여 그 data를 비교하였다.

1. 실험 결과에서 보듯이 최대 비정을 나타내는 Rp 값과 R50값, 그리고 유효 에너지를 나타내는 E0값 모두 기준이 되는 Varian cone에 비해 oral cone의 값이 낮게 나타나는데, Rp 값은 6 MeV와 9 MeV에서는 별 차이가 없으나 에너지가 커질 수록 최고 5.8mm 정도 낮은 값을 나타내었다. 그러나 R50 값은 전 에너지 영역에 걸쳐 2-4mm 정도의 차이를 보여 주었다.

2. 심부선량백분율은 저에너지 영역에서 Varian cone에 비해 oral cone이 약 3mm 표면으로 이동함을 보였고, cone 끝이 경사진 경우에는 최고 14mm 정도 표면으로 이동함을 보였다.

3. Out-put factor는 전 에너지 영역에서 Varian cone에 비해 oral cone의 out-put factor가 증가함을 보여 주는데 이는 작은 직경의 acryl cone 내벽에 의한 산란선에 기인한 것으로 보인다.

4. 표면 선량은 낮은 에너지 영역, 6 MeV에서는 Varian cone에 비해 oral cone이 약 5.7% 증가함을 보였으나 고 에너지 영역으로 갈수록 점차 증가분이 둔해져 20 MeV에서는 약 0.4% 증가함을 보여 에너지가 클수록 표면 선

량이 Varian cone과 oral cone 모두 비슷함을 나타내었다. 또한 에너지가 커질 수록 표면선량이 증가하여 선량곡선의 견부가 넓게 나타났다.

REFERENCES

1. 한국의학물리학회; 방사선량의 표준 측정법 (방사선치료용 광자선 및 전자선) p 13-35, 1990.
2. Khan, F.M.; Electron beam Therapy: The physics of radiation therapy. Baltimore/London, Williams & Wilkins, p 299-350, 1989.
3. 김성규, 신세원, 김명세: Rectal IORT cone의 선량 분포에 관한 연구, 의학 물리 3권 1호 45-52, 1992.
4. 최태진, 이호준, 김영애, 김진희, 김옥배: ML-15MDX술 중 조사용 applicator에 의한 전자선 선량 특성, J. Korean Soc. Ther. Radiol. Vol.11 No.2, 1993.
5. AAPM protocol: TG21: A protocol for the determination of absorbed dose from high energy photon and electron beams, Med Phys, 1993.