

# 자궁경부암 환자에서 In vivo dosimetry (Diode detector)를 이용한 직장선량의 측정

인하대병원 방사선종양학과

김성기, 김완선

- Abstract -

## Measurement of Rectal Radiation dose in the Patients with Uterine Cervix Cancer using In Vivo Dosimetry(Diode Detector)

Department of Radiation Oncology Inha University Hospital

SungKee Kim, WanSun Kim

- Purpose** : A rectum and a bladder should be carefully considered in order to decrease side effects when HDR patient of uterine cervix cancer. Generally speaking, the value of dosimeter at a rectum and a bladder only depends on the value of a planning equipment, while some analyses of the value of dosimetry at rectum with TLD has been reported. On the contrary, it is hardly to find a report with in vivo dosimetry(diode detector). On this thesis, we would like to suggest the following. When a patient of uterine cervix cancer is in therapy, it is helpful to put a diode detector inside of a rectum in order to measure the rectal dose. Based upon the result of the dosimetry, the result can be used as basic data at decreasing side effects.
- Materials and Methods** : Six patients of uterine cervix cancer(four with tandem and ovoid, one with cylinder, and the other one with tandem and cylinder) who had been irradiated with HDR. Ir-192 totally 28 times from February 2003 to June 2003. We irradiated twice in the same distant spots with anterior film and lateral film whenever we measured with a diode detector. Then we did planning and compared each film.
- Results** : The result of the measurement 4 patients with a diode detector is the following. The average and deviation from 3 patients with tandem and ovoid were  $274.1 \pm 13.4\text{cGy}$ , from 1 patient with tandem and ovoid were  $126.1 \pm 7.2\text{cGy}$ , from 1 patient with cylinder were  $99.7 \pm 7.1\text{cGy}$ , and from 1 patient with tandem and cylinder were  $77.7 \pm 11.5\text{cGy}$ .
- Conclusion** : It is difficult to predict how the side effect of a rectum since the result of measurement with a diode detector depends on the state of a rectum. According to the result of the study, it is effective to use a TLD or an in vivo dosimetry and measure a rectum in order to consider the side effect. It is very necessary to decrease the amount of irradiation by controlling properly the duration of the irradiation and gauze packing, and by using shield equipments especially when side effects can be expected.

## I. 서 론

자궁경부암 환자의 방사선 치료는 Linac장치를 이용한 외부 방사선 치료와 Ir - 192 동위원소를 사용하는 고선량을 강내 근접치료로 나눌 수 있다. 자궁경부암 환자치료 시 가장 주의 깊게 선량을 고려해야 할 곳은 직장과 방광에 조사되는 선량이다. 근접치료 계획을 세울 때 직장과 방광의 흡수선량을 고려하여 종양에 조사하는 치료선량을 최적화 하게 된다. 그 선량의 분포는 ICRU 38에 근거하여 직장과 방광의 Reference point를 기준으로 삼아 조절하고 있으며 직장과 방광의 흡수선량 분석은 Planning장치의 계산값에만 의존하고 있는 상태이다. 지금까지 TLD를 이용한 직장 선량 분석은 보고된바 있으나 Diode detector를 이용한 보고는 거의 없었다. 따라서 실제 환자 치료시 직장내에 Diode detector를 삽입하여 직장선량을 측정해보고, 동일한 지점에서 촬영된 Film을 가지고 전산화 치료계획 시스템으로부터 계산된 선량값과 비교하여 계산의 정확성을 알아보고, 직장내에서 측정된 Diode detector 측정값을 토대로 직장의 부작용을 줄이는데 기초자료로 활용하고자 하였다.

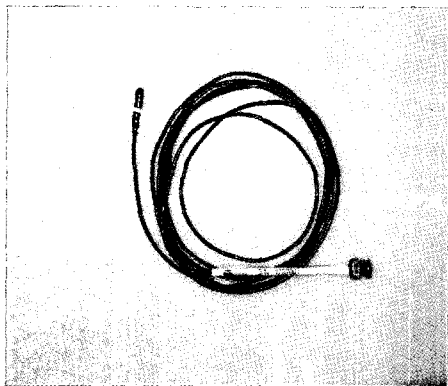


Fig 1. Diode detector

## II. 대상 및 방법

### 1. 실험장비 및 재료

- HDR ( Nucletron사 )
- Nucletron사 PLATO BPS planning system (ver 13.2)
- Sun Nuclear사 ISORAD-p형 Diode detector (Fig 1)
- Electrometer ( Sun Nuclear사 )
- Urine tube

### 2. 실험방법

2003년 2월부터 2003년 6월까지 자궁경부암 환자 중 Ir - 192 동위원소를 사용하여 고선량을 강내 근접치료를 받은 환자 6명(Tandem and ovoid 4명, Cylinder 1명, Tandem and cylinder 1명)을 대상으로 하였다. Diode detector를 직장내에 삽입하여 각 환자 당 3~6회씩 총 28회 직장선량 측정을 실시하였으며 Diode detector를 직장내에 삽입할 때 이물질이 Detector에 묻지 않도록 Urine tube를 이용하여 삽입하였다.(Fig 2)

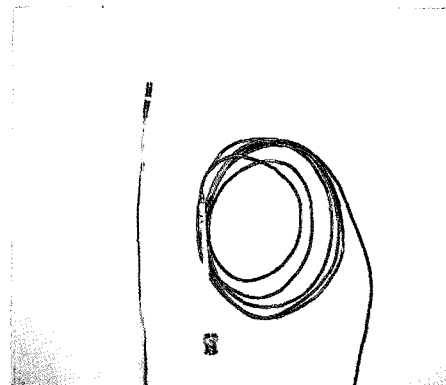
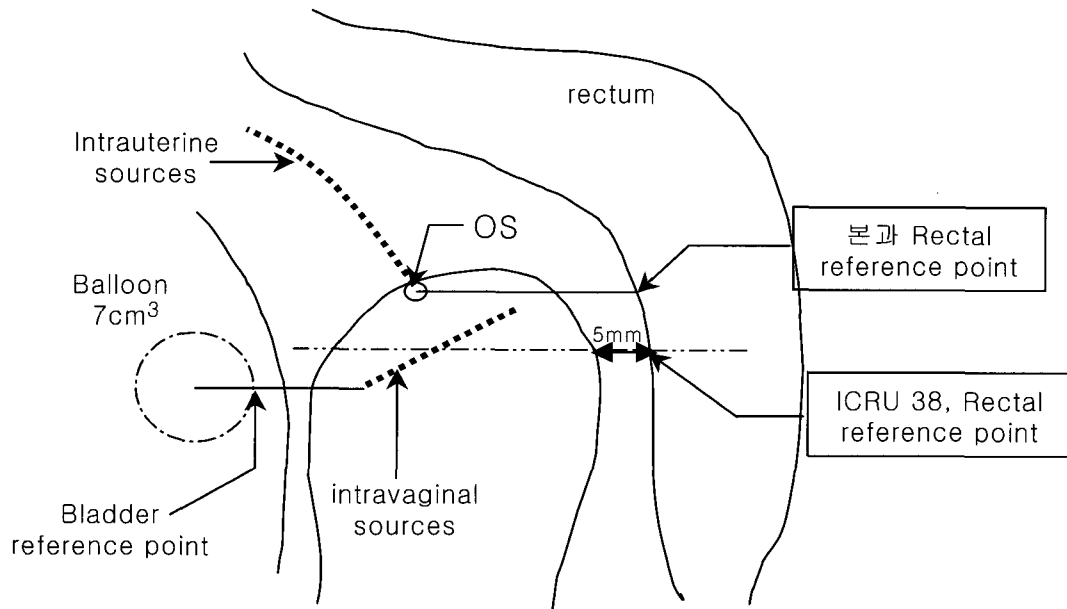


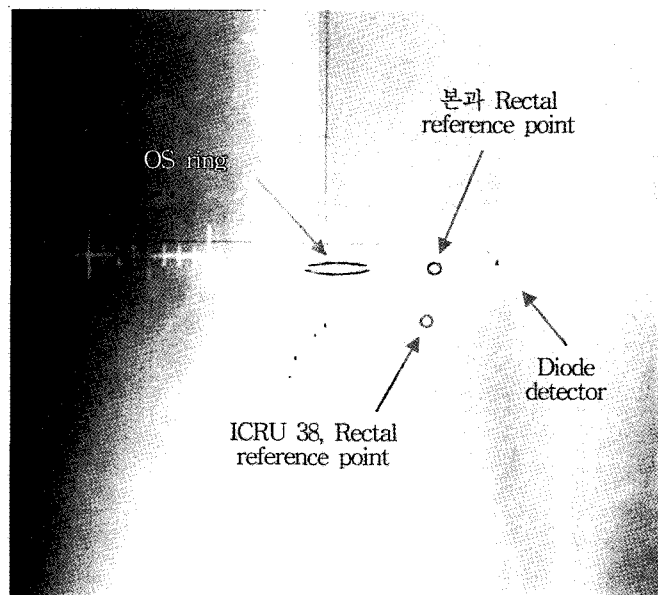
Fig 2. Insert for Diode detector in Urine tube



**Fig 3. Localization of bladder and rectum points.**  
 From ICRU 38. Dose and volume specification  
 for reporting intracavitary therapy in gynecology.

실제 치료환자 6명을 대상으로 Tandem and ovoid  
 4명 중 3명은 A point에 5Gy씩 각 3~5회, 총 12회  
 Diode detector를 이용하여 직장선량을 측정하였고, 1

명은 OS로부터 1×1.5cm 되는 point에 4Gy씩 6회 측  
 정하였다. Cylinder 기구를 사용한 치료환자 1명은  
 Mucosa로부터 0.5cm에 3Gy씩 4회 측정하였고,



**Fig 4. Lateral film for insert of Diode detector**

Tandem and cylinder 치료환자 1명 역시 Mucosa로부터 0.5cm에 5Gy씩 6회 측정하였다. 이때 고선량을 강내 근접치료 시 직장의 TD5/5 기준에 따라서 직장에 65Gy를 초과하지 않도록 치료기준을 잡았으며, 점선원의 간격은 5mm로 하여 Planning 하였다. 직장내 Diode detector를 삽입하여 매회 치료시 직장선량 측정 때마다 Anterior, lateral film을 동일한 지점에서 촬영 후, Planing을 실시하여 Diode detector측정값과 비교해 보았다. 본 연구에서는 Fig 3. 의 그림에서 보듯이 고선량을 근접치료에서의 선량과 부피의 특성에 대한 보고인 ICRU 38번 보고서에서는 lateral film상에서 ovoid의 중간지점에서 직선으로 내려 질후벽에서 후방으로 5mm 되는 지점을 직장기준점으로 정하여 치료를 시행하는 것을 권고하고 있지만<sup>2</sup>본 과에서는 환자 개개인의 신체적인 특성을 고려하여 OS에서

직장 후방쪽 방향에 직선으로 내려 만나는 직장벽을 직장기준점으로 정하여 치료를 시행하고 있으며 본 연구에서도 직장선량의 측정을 본과의 직장기준점에 따라 측정하였다.(Fig 4)

환자치료 시 직장내 Diode detector를 넣고 lateral film을 촬영해 보면 본과 Rectal reference point에서 측정이 이루어져야 하나 Diode detector를 직장벽 전방부에 위치시킬 수 없는 관계로 직장내에 삽입된 Diode detector가 직장기준점에 밀착되지 못하고 약간 떨어진 지점에 위치해 있는 것을 볼수 있다.(Fig 4) 하지만 매회 환자 치료시 마다 동일한 지점에 Diode detector를 위치시켜 직장선량을 측정하였고, 측정시 마다 얻은 Anterior, lateral film을 가지고 Diode detector의 측정위치와 같은 지점에서 Planning 을 하여 직장 선량값을 비교하여 보았다.

### III. 결 과

Table 1. A comparison of rectal dose between measurement and calculation when 500cGy was delivered at the A point with tandem and ovoid

환 자	측정횟수	Diode 측정값(cGy)	Film 선량값(cGy)	Difference(%)
<i>Pt 1</i>	1	346.0	307.0	-12.70
	2	359.1	354.7	-1.12
	3	291.3	297.9	2.26
	4	308.8	304.3	-1.48
	5	313.8	319.7	1.85
<i>Pt 2</i>	1	308.2	325.3	5.32
	2	237.7	246.3	3.49
	3	288.8	292.7	1.33
<i>Pt 3</i>	1	208.3	236.7	11.99
	2	215.1	238.3	9.78

환자	측정횟수	Diode 측정값(cGy)	Film 선량값(cGy)	Difference(%)
<i>Pt 3</i>	3	296.2	331.1	10.54
	4	218.7	252.9	13.52
<i>Pt 4</i>	1	143.5	137.4	-4.44
	2	122.7	116.5	-5.32
	3	140.5	144.0	2.43
	4	105.9	108.3	2.22
	5	101.5	106.2	4.43
	6	142.5	152.3	6.43

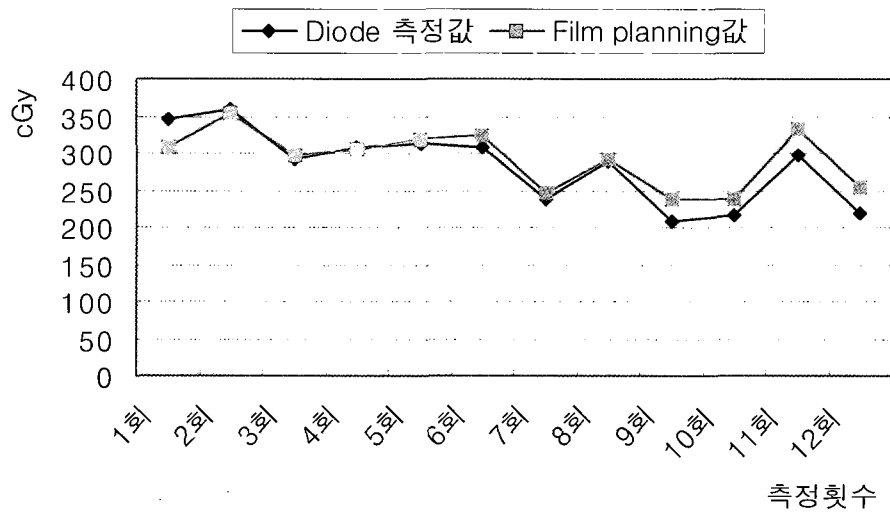


Fig 5. Measured rectal doses using diode detector in patients with tandem and ovoid

자궁경부암 환자 6명을 대상으로 총 28회 측정시 Table 1, 2, 3 와 Fig 5, 6, 7에서 보듯이 동일한 지점에서 수회 측정된 직장내 Diode detector의 측정값은 많은 차이를 보였다. 또한 같은 위치에서 측정된 Planning값(Film 선량값) 역시 많은 차이를 보였다. Table 1.에서 Tandem and ovoid 기구를 사용하여 A

point에 500cGy를 조사한 3명의 환자와 OS로부터 1×1.5cm 되는 point에 400cGy를 조사한 1명의 환자를 보면 처음에 계획된 각각의 환자 당 6회씩 치료를 시행하며 Diode detector를 이용하여 직장 선량을 측정하려고 했으나 환자의 컨디션 문제와 병원의 치료 사정상(환자들의 치료대기 시간이 너무 밀리는 관계

로) 환자당 각각 6회씩 직장선량을 측정하지 못하고 각각 3회 ~ 6회씩 직장선량을 측정하였다. 직장선량 측정결과를 보면 첫 번째 환자에서 Diode 측정값이 291.3 ~ 359.1cGy까지 측정값에 큰 차이를 보였으며 측정시 마다 같은 지점에서 Film을 촬영한 후 직장선량을 Planning한 값도 297.9 ~ 354.7cGy의 차이를 나타내었다. Diode 측정값을 참 값으로 하여 Film Planning한 계산값을 비교한 Difference(%)의 차이 역시 -12.70 ~ 2.26%까지 많은 차이가 남을 알수 있었다. 두 번째 환자에서는 Diode 측정값이 237.7 ~ 308.2cGy까지 차이가 발생하였고 Difference(%)의 차

이 역시 1.33 ~ 5.32%까지 많은 차이가 남을 알수 있었다. 세 번째 환자에서는 208.3 ~ 296.2cGy까지 Diode 측정값이 측정되었고 Difference(%)의 차이는 9.78 ~ 13.52%까지 차이가 남을 알수 있었다. OS로부터 1×1.5cm 되는 point에 400cGy를 조사한 환자에 있어서도 Diode 측정값은 101.5 ~ 143.5cGy까지 차이를 보였으며 Difference(%)의 차이는 -4.44 ~ 6.43%까지 많은 차이를 보였다. Diode detector 측정값과 Planning한 값을 그래프로 나타낸 Fig 5.를 보면 각 환자의 측정시 마다 직장 선량의 Diode 측정값과 Planning값이 많은 차이가 남을 볼수 있다.

환자	측정횟수	Diode 측정값(cGy)	Film 선량값(cGy)	Difference(%)
<i>Pt 1</i>	1	101.2	98.3	-2.95
	2	109.6	109.8	0.18
	3	76.2	74.8	-1.48
	4	111.7	108.3	-3.14

Table 2. A comparison of rectal dose between measurement and calculation when 300cGy was delivered at the 0.5cm from the mucosa with cylinder

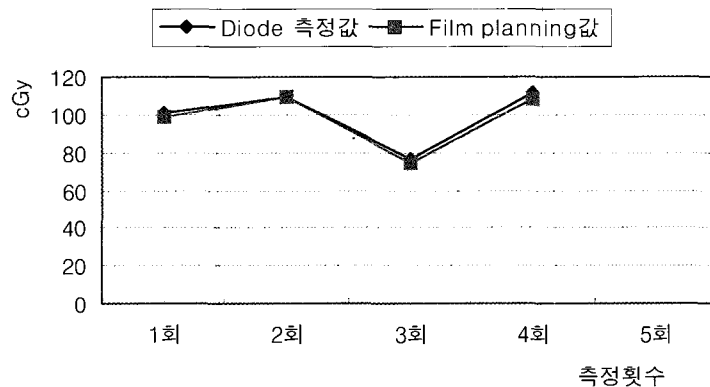


Fig 6. Measured rectal doses using diode detector in patients with cylinder

또한 Cylinder 기구를 사용한 치료환자 1명은 Mucosa로부터 0.5cm되는 지점에 300cGy씩 4회 치료 중 Diode를 이용하여 매회 측정값 역시 Diode

detector의 측정값은 76.2 ~ 111.7cGy까지 많은 차이가 났으며 Difference(%)의 차이는 -3.14 ~ 0.18%까지 비교적 근소한 차이를 보였다.(Table 2, Fig 6)

Table 3. A comparison of rectal dose between measurement and calculation when 500cGy was delivered at the 0.5cm from mucosa with tandem and cylinder

환자	측정횟수	Diode 측정값(cGy)	Film 선량값(cGy)	Difference(%)
<i>Pt 1</i>	1	151.6	183.2	17.25
	2	191.3	197.6	3.19
	3	159.3	178.7	10.86
	4	144.7	174.8	17.22
	5	194.5	202.5	3.95
	6	224.6	238.0	5.63

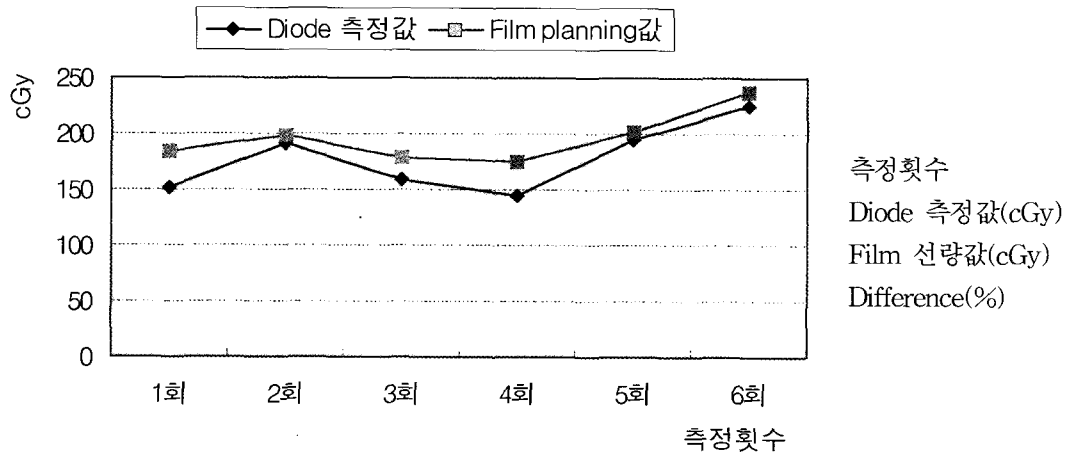


Fig 7. Measured rectal doses using diode detector in patients with tandem and cylinder

Tandem and cylinder 치료환자 1명 역시, Mucosa로부터 0.5cm에 500cGy씩 6회 조사하며 Diode detector로 직장선량을 매회 측정한 결과값은 144.7 ~ 224.6cGy까지 많은 차이가 났으며 Diode 측정값을 참 값으로 하여 Film Planning한 계산값을 비교한 Difference(%)의 차이는 3.19 ~ 17.25%까지 큰 차이를 보였다.(Table 3, Fig 7)

#### IV. 고찰

자궁경부암 치료 시 외부 방사선 치료와 고선량률 강내 근접치료를 병행하여 치료하는 환자들이 늘어나고 있는 추세이다. 이때 자궁경부암 고선량률 근접치료 시 인접장기에 방사선 선량이 다량 조사됨으로서 부작용이 발생할 확률 역시 상존하는 것 또한 문제로 지적되고 있다. ICRU 38에서도 권고하는 방광과 직장선량 기준점에 따라 일반적인 자궁경부암 환자의

고선량을 근접치료 설계시에 모의 촬영한 ICR simulation film에서 A점에 처방하는 선량에 따라 직장의 기준점 선량값이 나오면 이를 계획한 분할치료 회수만큼 곱하여 총 직장선량을 계산한다. 그런후 이 값을 외부 방사선 치료선량과 합하여 총 직장선량으로 계산하였다. 총 직장선량을 기준으로 자궁경부암 치료설계를 최적화 하여 치료를 시행해 왔다.1) 그러나 본 연구의 결과에서도 알수 있듯이 매회 환자치료시 ICR simulation film과 동일한 지점에 Tandem 과 ovoid를 위치시키고 직장선량을 측정하기 위하여 삽입한 Diode detector 역시 동일한 지점에 삽입하고 측정한 결과 Diode측정값은 매회 측정시 마다 208.3cGy ~ 359.1cGy까지 많은 차이가 남을 알수 있었다.(Table 1) Diode detector직장선량 측정값에 많은 차이가 발생한 요인은 ICR치료가 수 mm의 차이에 의해서도 선량차이가 많이 나므로 매번 측정시 마다 위치를 아주 정확히 놓지 못하고 비슷한 위치에 삽입하므로 해서 차이가 발생하는 것으로 생각되어지며 환자의 신체조건에 의한 차이 즉, Bladder에 Urine이 차있거나 또는 Return내에 배변의 상태에 따른 직장의 위치나 굵은 정도에 따라 차이가 발생함을 알수 있었다.3) 위 결론에서도 알수 있듯이 Diode detector로 매회 측정한 결과값과 동일한 지점에서의 Film Planning한 계산값을 비교한 Difference(%)의 차이는 -12.70~13.52%까지 큰 차이를 보였다.(Table 1) 강내 고선량을 근접치료시 직장의 Diode detector 측정 결과로 볼때 매회 치료시 마다 직장선량의 편차가 매우 크므로 단한번의 전산화 치료계획의 측정값으로 직장의 부작용을 예측하고 치료를 시행하는 것은 적절하지 않은 것으로 사료된다.

## V. 결 론

지금까지의 실험결과를 종합하여 보면 매회 치료시 마다 측정된 직장선량에 많은 차이가 발생함을 알수 있었다. 환자치료 시 가능하다면 TLD 또는 In vivo dosimetry(Diode detector) 장비를 이용하여 매회 치료시 마다 실측하여 직장의 부작용을 판단하는 것이

중요하리라 생각되며, 환자치료시 A point에 500cGy의 치료선량을 조사할때 Diode detector장비로 직장선량을 실측 했을경우 350cGy이상 측정되거나 총 직장선량이 1800cGy이상 측정될 경우에는 직장의 부작용이 예상되므로 gauze packing 및 조사시간을 조절하거나 shield된 기구를 사용하여 직장선량을 낮추도록 하는 것이 필요하다고 사료된다.

## 참 고 문 헌

1. Montana GS and Fowler WC : Carcinoma of the cervix analysis of bladder and rectal radiation dose and complications. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 95-100, 1989
2. Khan FM : Acquisition of patient data, *The physics of radiation therapy*, 2nd ed, 461-467, 1994
3. Rodica Alecu and Marius Alecu : in vivo rectal dose measurements with diodes to avoid misadministrations during intracavitary high dose rate brachytherapy for carcinoma of the cervix. *Med phys*, 768-770, 1999
4. Cunningham DE, Stryker JA, Velkley DE : Routine clinical estimation of rectal, rectosigmoidal and bladder doses from intracavitary brachytherapy in the treatment of carcinoma of the cervix. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 653-660, 1987



## 자궁경부암 환자에서 In vivo dosimetry (Diode detector)를 이용한 직장선량의 측정

인하대병원 방사선종양학과

김성기, 김완선

- 목적** : 자궁경부암 환자의 고선량률 근접치료 시 부작용을 줄이기 위해 가장 주의 깊게 선량을 고려해야 할 곳은 직장과 방광이다. 일반적으로 직장이나 방광에서의 선량값은 Planning장치의 계산값에만 의존하고 있는 상태이고, TLD를 이용한 직장 선량분석은 보고된 바 있으나 In vivo dosimetry(Diode detector)를 이용한 보고는 거의 없었다. 본 연구에서는 자궁경부암 환자치료 시 매번 diode detector를 직장 내에 삽입하여 직장 선량을 측정하고 측정된 값을 토대로 직장의 부작용을 줄이는데 기초 자료로 활용하고자 하였다.
- 대상 및 방법** : 2003년 2월부터 2003년 6월까지 Ir-192 동위원소 고선량률 근접치료기로 치료받은 자궁경부암 환자 6명(tandem and ovoid 4명, cylinder 1명, tandem and cylinder 1명)을 대상으로 총 28회 측정을 실시하였고 직장내 Diode detector를 매번 측정 시마다 anterior, lateral film을 동일한 지점에서 촬영 후, Planing을 실시하여 측정값과 비교해 보았다.
- 결과** : 4명의 tandem and ovoid에서 3명의 직장내 Diode detector측정값의 평균과 편차는  $274.1 \pm 13.4\text{cGy}$ 이고 1명의 tandem and ovoid에서  $126.1 \pm 7.2\text{cGy}$ , cylinder에서  $99.7 \pm 7.1\text{cGy}$ , tandem and cylinder에서  $77.7 \pm 11.5\text{cGy}$ 이었다.
- 결론** : 직장의 매 측정 시마다 Diode detector측정값은 직장의 상태에 따라 표준편차가 매우 크므로 단 한번의 치료계획 계산 값으로 직장의 부작용을 예측하는 것은 어렵다. 본 연구에서 얻어진 결과로 볼 때 가능하다면 TLD 또는 In vivo dosimetry장비를 이용하여 치료 시마다 실측하여 직장의 부작용을 판단하는 것이 중요하며 직장의 부작용이 예상될 시 gauze packing 및 조사시간을 조절하거나 shielded된 기구를 사용하여 직장의 선량을 낮추도록 하는 것이 필요하다고 사료된다.