

## 高線量率 遠隔操縱 Afterloading裝置와 臨床應用

延世大學校 醫科大學 放射線科學教室

秋 成 實 · 李 道 行 · 朴 昌 潤

— Abstract —

### Clinical Application of Remotely Controlled Afterloading Apparatus Using High Dose Rate Sources

S.S. Chu, M.S., D.H. Lee, M.D., C.Y. Park, M.D.

Department of Radiology and Nuclear Medicine, Yonsei University College of Medicine,  
Seoul, Korea

The remotely controlled afterloading apparatus, Toshiba RAL 303, was installed in Yonsei Cancer Center in 1979.

The intracavitary irradiation method of high dose rate is very different from low dose rate such as radium 226.

The irradiation of high dose rate is more effective for relative biological effects but it need precisely to dosimetry and dose distribution in tissue.

We described the properties of apparatus, protective room and its advantages and studied the arrangement of sources and dose distribution to be directly applied to Korean patients.

The dose distribution varied considerably with arrangement of radiation sources, degree of vaginal extension, length and angulation of uterine cavity and mode of tumor growth to obtain some indices for the optimum arrangement of radiation source and dose fractions, statistical evaluation was made on 82 patients who had received the intracavitary radiotherapy.

Using the statistical evaluation, radiobiological effects, computer program and simulating method, we established the therapy process and treatment planning of high dose rate intracavitary irradiation and provided the charts and diagram of the dose distribution according to arrangement of sources.

### I. 緒 論

放射線은 數拾年前부터 지금까지 癌治療의 一翼을 擔當하여 왔으나 大部分이 低에너지의 低線量率이므로 많은 不作用과 治療 不可能한 點이 많았다.

最近 子宮癌의 放射線 治療에는 線型加速器等의 強力한 에너지의 外照射와 集中 大線量의 腔內照射을 並用함으로써 急進的인 治療效果를 얻을 수 있다는 確固한 臨床結果가 世界各地에서 發表되고 있다.

延世 癌센터에서는 이미 7年前부터 線型加速器의 外照射을 利用하여 子宮癌治療을 해왔으며 昨年 7月 遠隔

操縱 大線源 아프트로딩 시스템(Toshiba Model RAL 303)을 稼動함에 따라 在來의 라듐(Ra-226) 세시움(Cs-137)等 小線源 腔內照射의 短點을 完全히 更新하여 子宮頸癌의 治療效果를 높일 수 있었다.

遠隔操縱 大線源 아프트로딩 시스템(Remote Control Afterloading System)의 長短點은 子宮頸部 및 體部等 病巢에 集中 大量的의 線量이 接觸治療되며 直腸, 膀胱等 그 周圍의 正常組織에는 激減된 線量으로 充分히 回復될 수 있으며 라듐, 세시움等 在來의 低線量率(分當 1렌트겐)보다 100~200倍 강한 高線量率(分當 200렌트겐)인 Co-60(1~10Ci)을 利用함으로써 生物學의 效果가 크며(RBE가 1.8倍) 分割照射가 可能하므로 正常組織보다 癌組織의 破壞比가 增加한다.

\* 본 논문은 1979년도 연세대학교 의과대학 연구비로 이루어졌음.

또한 高線量率이므로 治療時間(1~2分)이 짧아 患者의 苦痛을 줄일 수 있고 長期間 線源을 挿入할 必要가 없기 때문에 入院이 必要없고 通院治療가 可能하고 模擬線源과 TV monitor에 依해서 線源의 區別 및 線量分布가 一定하고 正確하며 長時間으로 因한 線源의 移動變化의 念慮가 全然 없고 擔當醫師, 看護員, 技士 및 該當 從事者들의 放射線 被曝問題가 없으며 線源의 紛失念慮가 없으며 貯藏分配 및 防護된 入院室이 必要없고 몇벌의 挿入器라도 消毒만으로 1日 數拾名씩 治療할 수 있다.

子宮頸癌 뿐만 아니라 口腔癌, 直腸癌, 喉頭癌等 모든 腔內接觸照射가 可能하나 防護된(콩크리트壁 1m) 治療室 建物이 必要하며 機械 및 設置費用이 高價인 것이 短點이다.

以上과 같은 短點보다 많은 長點을 가진 高線量率 遠隔操縱裝置를 우리나라에 처음으로 導入함으로써 우리

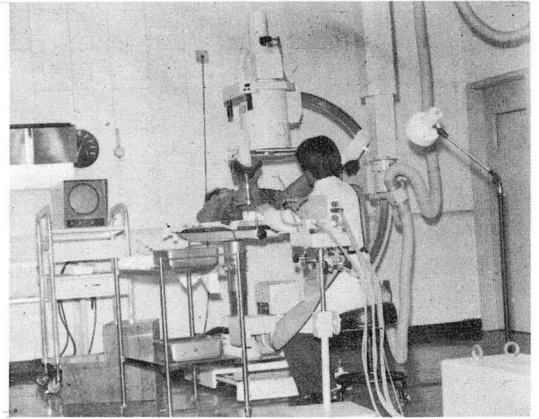


Fig. 1. The remotely controlled afterloading system installed in Yonsei Cancer Center manufactured by Toshiba Electric Co., Ltd. model number RAL-303

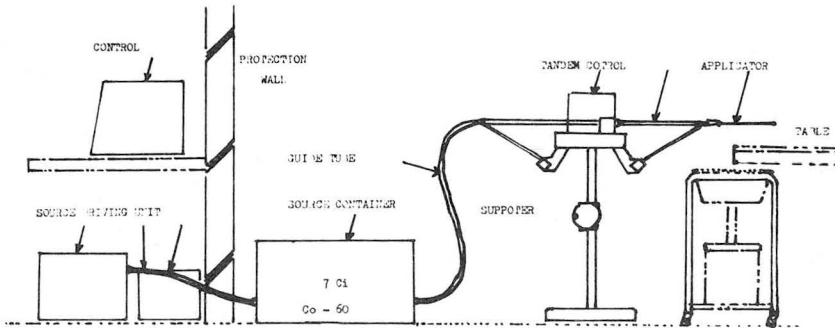


Fig. 2. Block diagram of the remotely Controlled afterloading apparatus, model number RAL-303

나라 子宮癌 患者들에 對한 가장 適切한 線量分布와 線量計算 方法 및 評價節次를 研究함으로써 高線量率 腔內照射方法의 基礎를 確立하고 治療成果를 더욱 높일 수 있었다.

## II. 裝置의 構成

遠隔操縱 Afterloading system RAL 303型의 構成은 Applicator, 線源容器, 線源送收器, 操縱器, 治療臺, X-선 T. V monitor等으로 構成되어 있다(그림 1, 2).

Applicator는 폴리에치렌으로 만들어진 直徑 5mm의 tandem과 子宮頸部를 表示하는 O-ring, 그리고 子宮入口 腔의 크기에 따라 調節할 수 있는 鵝卵型의 ovoid로 構成되어 있으며 ovoid內에서의 線源은 體軸에 垂直으로 挿入되도록 考察되어 膀胱과 直腸의 被曝線量を 最大限으로 줄일 수 있었다(그림 3).

線源容器는 最大收容力이 Co-60 20Ci이며 漏出線量

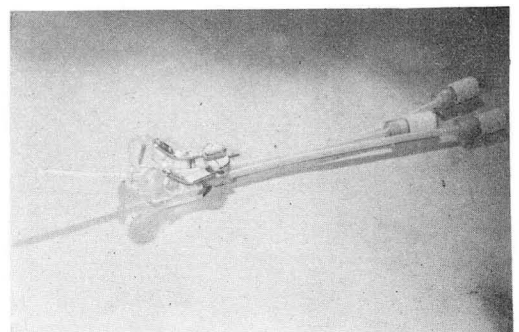


Fig. 3. Applicators, tandem and ovoids, for Co-60 sources.

은 8mR/hr以下이고 線源의 挿入時間은 約 15秒이며 速度는 秒當 16cm이다.

操縱臺(그림 4)는 2個의 ovoid線源과 1個의 tandem 線源으로 되어 있으며 tandem線源은 5段階(A, B, C, D, E)의 停止裝置가 있어 이는 15cm以內에서 그 間隔과

照射時間을 任意로 調節할 수 있게 되어 있다(그림 5).

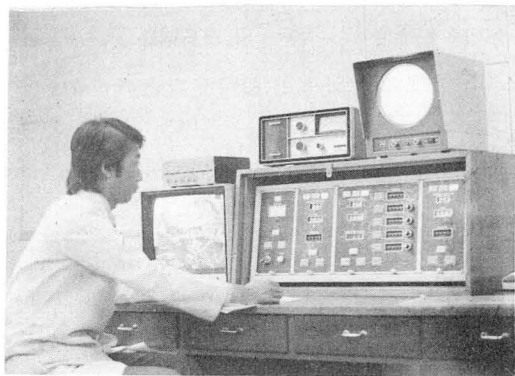


Fig. 4. panel of control cabinet in control room.

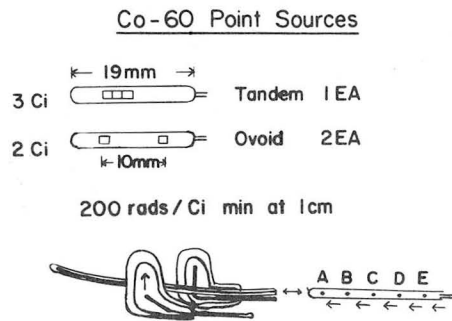


Fig. 5. Co-60 point sources and tandem, ovoid applicators, the source for tandem can be descretely moved by 5 steps forward.

### Ⅲ. 線源配置를 爲한 子宮癌 患者의 統計的 觀察

世界各國은 子宮癌 患者의 放射線 治療를 爲한 腔內 照射裝置를 自國民에게만 맞도록 開發使用해 왔으나 우리나라에서는 歐美의 腔內照射方法을 採用하여 왔었다.

그러나 西歐人과 韓國人과의 體格相異와 解剖學의 特異性이 있기 때문에 空間的 線量分布를 그대로 適用한다면 많은 誤差를 超來케 될 것은 當然한 일이다.

腔內照射 方法은 線量の 急傾斜때문에 子宮內 線源(Tandem)과 腔內線源(Ovoid)을 子宮腔의 길이, 傾斜 腫瘍의 發育 形態等에 따라 가장 適當한 方法으로 配列 하여야하며 特히 高線量率은 生物學的 效果比가 늦기 때문에 더욱더 最適한 空間線量分布가 必要하였다.

著者들은 高線量率 腔內照射를 받은 82名을 研究對象으로 하여 이들에 對한 基礎調査를 아래와 같이 하였다

### 1. 病期別 分類

高線量率 腔內照射를 받은 患者 82例의 病期別 分類은 表 1와 같으며 I 期 3例(3.7%), II 期 41例(50.0%), III 期 32例(39.0%), IV 期 6例(7.3%)이고 II 期과 III 期の 合이 73例로서 全體의 89%를 차지하고 있었다.

Table 1. Stage distribution of clinical materials

stage \ age	31-40	41-50	51-60	61-70	Total
I			2	1	3( 3.7%)
II	5	18	12	6	41( 50.0%)
III	3	7	16	6	32(39.0%)
IV	1	1	2	2	6( 7.3%)
	9	25	33	15	82
Total	(11.0%)	(30.5%)	(40.2%)	(18.3%)	(100%)

第II, III期은 early stage와 late stage로 나눌 수 있으며 III期 症例는 骨盤壁에 浸潤이 顯著하고 前方에 큰 腫瘍塊를 形成한 것이 많았다.

### 2. 腔圓蓋部の 幅

腔圓蓋部の 幅을 測定하기 爲하여 RAL-103의 polyethylene ovoid를 使用하여 計測할 수 있었다.

Ovoid 두께때문에 腔壁은 線源으로부터 0.75cm 떨어져 있으며 線源間隔에 1.5cm를 加算한 것이 腔圓蓋部の 幅이 된다. 腔圓蓋部の 幅은 病期와 分晚回數 및 年齡에 關係가 있었으며 그림 6와 같이 大略 3.5cm에서 6.5cm以內이고 5.5cm가 大部分이며 이때 ovoid線源間의 間隔은 4cm가 되며 이를 標準으로 간주할 수 있었다.

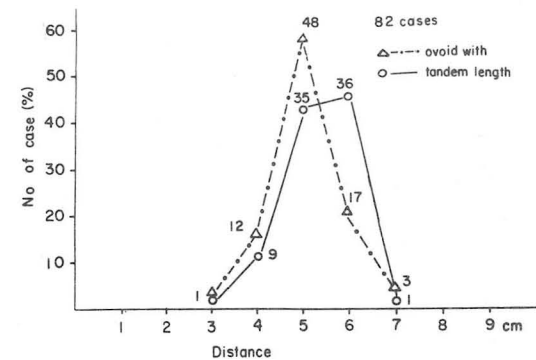


Fig. 6. Distribution of cases listed according to size of vaginal vault and uterus length.

### 3. 子宮內의 길이

子宮入口에서 子宮 最端內部の 길이測定은 tandem의 血跡을 測定하거나 polyethylene tandem의 移動 金屬

ring을 利用하여 測定할 수 있었다.

子宮內의 길이도 역시 病期와 分娩回數 및 年齡에 많은 關係가 있었으며 그림 6과 같이 4cm에서 7cm以內이며 5cm의 길이가 거의 70%를 차지하고 있으며 이를 基準으로 삼을 수 있었다.

#### 4. 子宮軸의 傾斜

腔內照射中에 子宮軸은 可動性이 있어서 子宮軸에 對해서 前後左右로 變하고 있으며 이는 tandem挿入時 X-線寫眞으로 測定할 수 있었다.

模擬線源을 넣은 tandem을 插入하고 X-線寫眞이나 Fluoroscope로 體軸에 對한 子宮軸의 前後左右의 傾斜를 直接測定할 수 있었으며 tandem에 附着된 0-ring의 透影方法에 依해서도 正確하게 求할 수가 있었다.

82例에 對한 病期別 傾斜角度를 10度마다 分類하여 表 2, 3에서 表示하였다.

左右의 傾斜는 約半數以上이 體軸에서 10度以內에 있으며 病期에 依한 分布는 II, III期가 많고 右側보다 左

**Table 2.** Number of cases of lateral angulation of intrauterine tandem.

Stage		I	II	III	IV	Total
angle						
Right	21°—30°		1			1( 1.2%)
	11°—20°		3	2	1	6( 7.3%)
Middle		0—10°	3	21	19	2 45(54.9%)
Left	11°—20°		12	6	2	20(24.4%)
	21°—30°		4	5	1	10(12.2%)
Total		3	41	32	6	82(100%)

**Table 3.** Number of cases of vertical angulation of intrauterine tandem.

Stage		I	II	III	IV	Total
angle						
Retro- verted	31~	0	10	6	3	19(23.2%)
	21~30	1	7	9	1	18(21.9%)
	11~20	1	14	8	1	24(29.3%)
Upright	0~10	1	10	9	1	21(25.6%)
Anteverted		0	0	0	0	
Total		3	41	32	6	82

側傾斜가 약 4倍였다.

寢臺에 누운 位置에서 側方으로 X-線寫眞을 撮影하였을 때 體軸에 對하여 tandem이 11度以上 前方으로

기울어진 前屈은 없었고, 水平位가 25.6%, 後方 11°以上 기울어진 後屈이 74.4%로 되어 있었다.

#### 5. 癌 浸潤側과 tandem의 左右傾斜

癌 浸潤側과 tandem의 體軸에 對한 傾斜와의 關係는 表 4, 5와 그림 7과 같으며 子宮軸의 傾斜는 癌 浸潤側

**Table 4.** Relation of lateral angulation of tandem to infiltration side.

Infilt side		Left	Os	Both right	Total
leaning angle					
Right	21°~30°		1		1( 1.2%)
	11°~20°	1	3	1	1 6( 7.3%)
middle		0~10°	17	10	13 5 45(54.9%)
Left	11°~20°	8	7	5	20(24.4%)
	21°~30°	7	1	2	10(12.2%)
Total		33 (40.3)	22 (26.8)	21 (25.6)	6 (7.3) 82(100%)

**Table 5.** Relation of vertical angulation of tandem to infiltration side.

Infilt side		Left	Os	Both Right	Total
Leaning angle					
Retro- verted	31~	7	7	5	19(23.2%)
	21~30	8	2	3	1 14(17.1%)
	11~20	9	6	5	2 22(26.8%)
Uptight	0~10	9	7	8	3 27(32.9%)
Anteverted		0	0	0	0
Total		33	22	21	6 82(100%)

Lt		Os		Rt	
Lat. Infil				Rt	Lt
cases/angle	17	5	15	1	5
Vert. Infil				Upr.	Ret
cases/angle	9	15	26	3	3

**Fig. 7.** Angulation of tandem to infiltration side.

으로 傾斜하는 頻度가 많은 것으로 밝혀졌다.

## 6. pelvice의 크기와 模樣

下腹部의 模樣과 크기는 遠隔 放射線照射과 腔內 放射線照射을 並行할 때 큰 役割을 하고 있다.

即 模樣과 크기 및 腔內照射을 爲한 遮蔽方法에 따라 照射面의 結合方法을 變化시켜야 한다.

그림 8은 82名의 例에 對한 body contour의 統計의 type으로서 大部分이 左右 31.7cm, 上下 18cm의 半橢圓形을 이루고 있었다.

以上과 같이 子宮癌 患者에 對한 統計的 觀察을 基準으로 하여 最適한 線量分布과 計劃을 이룰 수 있었다.

Fig. 8. The body contour by the types

Type	Shape	Horizont	Vertic	Hiv	Cases
I		30.9cm	17.5cm	1.77 : 1	36(46.2%)
II		34.5	19.5	1.77 : 1	18(23.1%)
III		31.3	18.8	1.66 : 1	15(19.2%)
IV		30.1	16.3	1.85 : 1	9(11.5%)
계		M.31.7cm	M.18.0	1.76 : 1	78(100%)

## IV. 高線量率 測定과 線量分布圖의 作成

放射能이 1Ci인 Co-60線源의 크기는 1mmφ×1mm로서 組織內 1cm距離에서 吸收線量은 分當 約 200rads의 높은 線量率을 갖으며 2cm距離에서는 分當 50rads로서 急激히 減少된다.

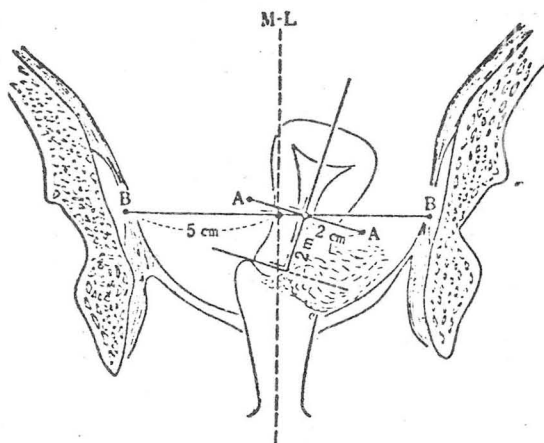
그러나 applicator와 그 自體吸收 및 裝填量等에 따라 組織內 吸收線量은 다소 變하기 때문에 實際 測定이 重要하다.

急激한 線量分布를 가진 點線源의 線量은 timble chamber나 ionization probe等으로는 測定할 수 없기 때문에 著者들은 熱螢光測定器(TLD HARSHAW-3000)를

Mix Dp phantom에 插入시켜 測定하였으며 그 結果를 computer에 program하여 모든 線量과 分布圖를 作成하였다.

線源의 構成은 導入當時 tandem에 3.97Ci 1個의 小線源이 子宮內에 插入되고 5段階의 停止裝置에 依해 가장 適合한 治療地點과 停止時間을 選擇할 수 있으며 ovoid는 各各 2.62Ci, 2.66Ci로 構成되었기 때문에 全部 9.25Ci로 裝着되었다.

點線源들에 의한 組織內 一定地點의 線量率과 全體線量 및 治療時間等의 計算은 mini computer(Howlett-



packard, Hp-97)을 利用하여 120個의 記憶素子와 5個의 코-드로서 簡單히 計算되어진다.

$$\text{즉 } D(\text{rads/min}) = \sum_i \frac{217 \times 0.96 A_i}{d_i^2} \times \text{WAR}$$

線源配列은 第Ⅱ節 우리나라 子宮癌 患者의 統計的 資料에 依하여 그림 9와 같은 線量分布圖를 type別로 分類使用하였으며 使用빈도는 표 6과 같다. 即 tandem과 ovoid에 各各 4~5Ci와 2×2Ci의 線量比로서 Co A 및 B point가 各各 8 : 4 : 1의 照射比를 얻을 수 있도록 案配하였다.

여기서 Co, A, B point는 그림 10과 같이 Manche-

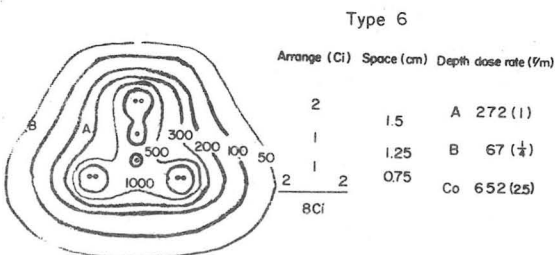
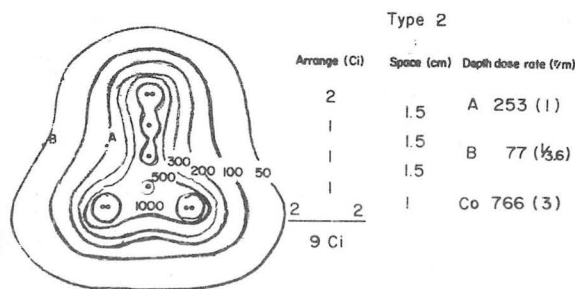


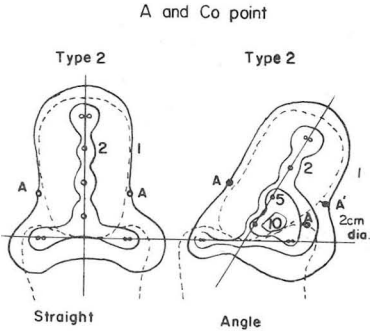
Fig. 10. Dose distribution curve of Co-60 sources measured by TLD and film dosimetry.

ster system을 利用했으며 A point는 原發巢의 治療量과 膀胱, 直腸의 障害量을 評價할 수 있으며 B point는 骨盤壁 浸潤 및 轉移에 對한 線量を 豫則할 수 있다.

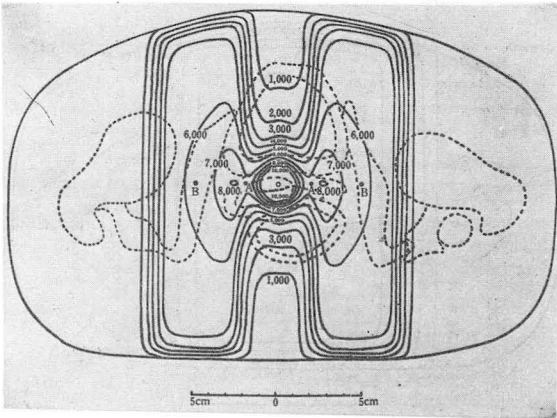
**Table 6.** Arrangement of intrauterine and intravaginal application.

Total Ci	arrange Type	Stage				TotalI
		I	II	III	IV	
9Ci	No. 2	1	23	10	2	36(43.9%)
9Ci	No. 4	1	6	18	3	28(34.2%)
8Ci	No. 5	1	6			7( 8.5%)
8Ci	No. 7		6	2	1	9(11.0%)
8Ci	No.10		2			2( 2.4%)
TotalI		3	41	32	6	82

著者들은 A point의 線量を 基準으로 線量配列과 治療成果等을 評價하도록 計劃했으며 子宮軸의 傾斜로 因한 線量評價는 그림 11과 같이 A point는 子宮軸에 나



**Fig. 11.** Decision of A, B and Co point by Manchester system.



**Fig. 12.** Decision of A and Co point for radiotherapy of cervical cancer.

란히 그리고 傾斜軸의 ovoid線源에서 2cm 떨어진 곳으로 結定함으로서 反對側 癌塊의 線量を 評價할 수 있도록 하였으며 不得已한 境遇 線源을 加減照射하도록 設計하였다.

膀胱과 直腸에 對한 被曝線量은 造影劑를 插入하여 計算할 수도 있었으나 直接 TLD를 넣어서 溫定하였으며 A point 3,000rads일 때 尿道入口 約 5cm에서 平均 1,500rads로서 最大值를 얻을 수 있었다.

### V. Time-dose-fraction과 線量計劃

高線量率(100~200rads/min)은 라디움과 같은 低線量率(1~2rad/min)에 比하여 生物學的 效果比가 높기 때문에 腫瘍部位의 治療效果가 더 크고 反對로 膀胱과 直腸의 被害는 激減될 수 있으며 周圍 淋巴節까지 轉移된 癌은 強力한 에너지의 放射線 外部照射과 並行하여 治療할 수 있다.

高線量率과 低線量率에 依한 細胞의 生存曲線의 차이로서 高線量率은 Do가 적고 shoulder가 있어서 分割照射의 利點을 가졌다.

著者들은 生物學的 效果에 對한 Eellis의 式과 Orton 式을 利用하여 最適한 TDF를 求하였으며 歐美各國의 臨床結果를 參考로 하여 腫瘍의 全體線量과 分割回數, 治療日數, 線量率을 決定하였다.

$$\text{Ellis } TD = NSD(\text{ret}) \times N^{0.24} \times T^{0.11}$$

$$\text{Orton } RBE = \left( \frac{r_2}{r_1} \right)^{0.41} \quad r_1: \text{reference dose rate}$$

高線量率 治療에서 子宮壁을 基準으로 한 A point의 最適線量은 病期에 따라 다르지만 平均  $3,800 \pm 300$  rads ( $2,000 \pm 150$  rets)이고 週當 3회로서 10~15회의 分割照射이기 때문에 低線量率인 라디움의 全體 透與線量 5,500rads보다 적은 線量으로 더 좋은 效果를 얻을 수 있다. 또한 子宮癌 治療는 強力한 外部照射과 高線量率 腔內照射의 並用이 가장 效果의이며(그림 12) 病期別 治療計劃은 表 7과 같다.

### VI. 照準裝置와 腔內 插入節次

高線量率 近接治療裝置는 무엇보다도 線源의 位置와 移動距離를 正確히 測定하는 것이 治療成果의 큰 役割을 하고 있음은 잘 알려져 있다.

著者들은 簡單하고 實用的인 照準裝置를 考案하여 使用하였다.

即 지금까지 統計에서 子宮頸部는 下腹部의 中間을 차지하기 때문에 X-線焦點과 子宮頸部 및 I-I tube sc-

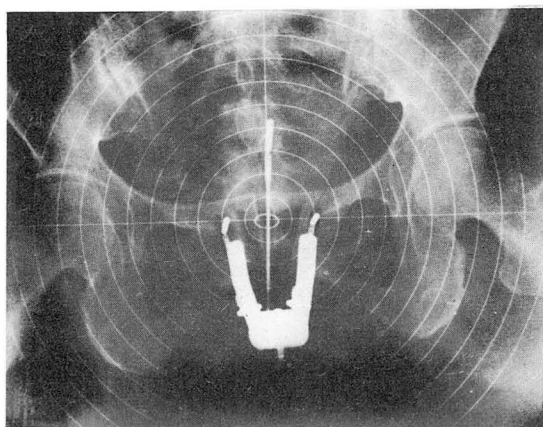


**Table 7. 子宮癌 病期別 治療 計劃**

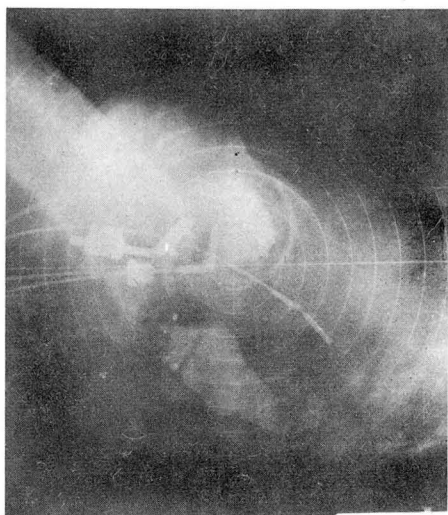
病 期	I	II	III	IV
LINAC			Whole pelvis	
X-線 10MV			1回 250rads	
			5回/Wks-12	
			3,000rads	
After load	A point		A point	
Co-60	1回 300rads		1回 300rads	
	3回/Wks-13回		3回/ Wks-10	
	3,900rads		3,000rads	
LINAC	Tumor Dose		Tumor Dose	
X-ray	1回 250rads		1回 250rads	
10Mv	5回/ Wks-12回		5回 Wks-8回	
	3,000rads		2,000rads	
	6각형 中央 4cm차페		중앙차페	
計	A: 3,900rads		A: 6,000rads	
	Co: 8,000rads		Co: 9,000rads	
	B: 3,700rads		B: 5,750rads	

reen間의 距離를 各各 110cm, 80cm로 하여 그 擴大率을 1.4로 하는 圓型 scaller를 製作使用하였으며 이를 더 確認하기 爲하여 直徑 1cm 金屬 0-ring을 子宮頸部 入口에 附着하므로서 0-ring의 擴大길이와 scal가 一致되는지를 再確認할 수 있었다.

治療節次는 먼저 腔內診으로서 子宮內 길이와 ovoid의 距離를 測定하고 模擬線源을 插入한 後 X-線 T.V monitor로 相互間隔을 調整確認하고 PA, LAT 寫眞을 撮影한다(그림 13, 14)



**Fig. 13.** Dose distribution with combination of external irradiation(LINAC X-ray 10MV) and high dose rate intracavitary irradiation.



**Fig. 14.** P-A Radiogram showing the sources of Co-60 applied into uterine cavity and the vagina.

이때 撮影된 필름으로 線量分布圖를 作成하고 照射時間과 線量計劃을 computer에 依해 計算한 後 模擬線源을 뽑고 線源送收管을 連結한 後 遮蔽된 遠隔操縱臺에 의해 線源容器內에 保管된 Co-60線源을 自動的으로 腔內插入되어 計劃된 線量分布로서 時間에 따라 照射되게하며 外部 X-線 monitor에 依해서 線源插入과 位置를 確認한다.

## VII. 考 察

高線量率 接觸照射裝置인 아프터로딩 system의 臨床應用은 1964年 英國의 Henschke가 開發한 Cycling type에서 始作하여 1965年 O'Conel과 스웨덴의 Wals-tam은 遠隔操縱인 cathetron을 製作하고 이를 利用한 臨床評價書를 作成發表하였으며 가까운 日本은 1969年 부터 Ralstron等 遠隔操縱 아프터로딩 system을 製作使用하였다.

日本 放射線 綜合研究所의 發表에 依하면 312名の 患者에 對한 在來式 라디움等 低線量率・治療成績은 5年 生存率이 平均 56%(1期 81%, 4期 14%)에 比하여 高線量率에 依한 5年 生存率은 67%(1期 87%, 4期 25%)로서 約 10% 增加되었으며 放射線 障害比率은 在來式 라디움에서 55.5%인데 比하여 高線量率 아프터로딩은 25.2%로서 放射線에 依한 障害頻도가 半으로 減少되었다.

특히 膀胱과 直腸의 持續性 障害發生率이 顯著하게 줄어들었으며 이것은 生物學的 效果比의 上昇과 正確한 線

量計算 및 感染의 危險이 減少되는 등의 理由라고 說明하고 있다.

高線量率 照射는 여러가지 計算方法과 臨床的인 結果에 依해서 2,500~3,000rads를 4~5回 分割照射하는 것이 最適 線量方法이며 1회에 1~2Ci의 Co-60을 使用해야 하고 이때 低線量率의 效果를 1로 보면 高線量率의 效果는 1.8로 되었다.

이와같은 많은 臨床結果가 發表되고 있으나 아직까지 高線量率의 最適線量과 分割方法 및 臨床結果 등이 一致되지 못하고 있으며 線源配置의 迅速과 正確性에 따라 相當한 隔差를 보이고 있다.

## VIII. 結 論

延世 癌센터에서 設置稼動 중인 遠隔操縱 아프터로딩 시스템은 高線量率 腔內照射裝置로서 在來式 라듐等 低線量 治療에 比하여 施設과 治療方法이 다르며 生物學的 效果가 크고 더 좋은 治療成果를 얻고 있었으며 口腔, 直腸, 膀胱, 喉頭, 食道等 모든 腔內照射과 皮膚癌에 對한 接觸集中照射도 可能한 最新裝置이지만 正確한 線量分布와 治療計劃이 要求되고 있다.

著者들은 지금까지 遠隔操縱 아프터로딩에 依해 치료 받은 82名의 子宮癌 患者에 對한 統計的 觀察과 이를 基礎資料와 高線量率 아프터로딩 線源에 對한 標準線源配置圖 및 線量分布圖의 作成, 線量計算을 爲한 computer program作成, Co, A, B point의 設定과 線量配列法, 子宮軸의 傾斜에 對한 A point의 設定, 位置決定 照準裝置의 製作, 高線量率에 依한 分割照射 方法과 全體 線量計劃, 高에너지 放射線 遠隔照射와의 結合方法 등에 對하여 研究하였으며 이와같은 合理的 方法에 따라 이를 臨床에 應用함으로써 보다 向上된 成果를 期待할 수 있다고 生覺된다.

## REFERENCES

- 1) Henschke, U.K. *Afterloading applicator for radiation therapy of carcinoma of uterus. Radiology*, 74, 834, 1960.
- 2) Henschke, U.K. *Intracavitary radiation therapy of the uterine cervix by remote afterloading with cycling sources. Am. J. Roent.* 96, 45, 1966.
- 3) Livessage, W.E. *The treatment of uterine carcinoma using the cathetron. Brit. J. Radiol.* 40, 887, 1967.
- 4) Mowatt, K.S. and Stevens, L.A. *Afterloading. a contribution to the protective problem Am. J. Radiol.* 81, 28, 1956.
- 5) O'Connell, D.K. M. *A new remotely controlled unit for the treatment of uterine carcinoma. Lancet*, 2, 570, 1965.
- 6) O'Connell, D.K. M. *Treatment of uterine carcinoma using the cathetron. Brit. J. Radiol.* 40, 882, 1967.
- 7) Suit, H.D. *Modification of Fletcher ovoid system for afterloading using standard sized Radium tube. Radiology*, 81, 126, 1963.
- 8) Walstam, R. *Remotely controlled afterloading radiation therapy apparatus. Physic. Med. Biol.* 7, 225, 1962.
- 9) Fletcher, G.H., Wall, I.A., Bloedorn, F.G., and Slaleck, R.J. *Direct measurements and isodose calculations in radium therapy of carcinoma of the cervix. Radiology* 61, 885, 1953.
- 10) Howells, R., and Oliver, R. *Single plane implants using needles of the same uniform linear activity.*
- 11) Johanson, G.C. *Interstitial timedose corrections. Radiology*. 82, 831, 1964.
- 12) Huggett, J.P. *An automatic isodose contour recorder. Brit. J. Radiol.*, 38, 701, 1965.
- 13) Keilloren, O. and Raghult, I. *Arumentarium for radium treatment of carcinoma of the uterine cervix. ACTA Radiology. therapy.* 1, 1, 1963.
- 14) Lane, F.W. Johnson, N.M. and Borgoot, F.J. *A technic of experimental dosimetry for intracavitary radium applicators. Radiology*, 82, 827, 1964.
- 15) Nelson, R.F. and Meurk, M.L. *The use of automatic computing machines for implant dosimetry. Radiology*, 70, 90, 1958.