

縱隔洞 및 骨盤部 放射線照射에 있어서 辜丸 放射線量の 測定에 關한 研究

서울대학교 医科大学 放射線科學敎室

徐廷守·朴贊一·姜渭生·金周完

- Abstract -

A Study on Testicular Dose in the Radiation Therapy of Mediastinal and Pelvic Regions

Jeong Soo Suh, M.D., Charm Il Park, M.D.,

Wee Saing Kang, M.D., Chu-Wan Kim, M.D.

Department of Radiology, College of Medicine, Seoul National University, Seoul, Korea

Since the result of radiation treatment of cancer is constantly improving, special attention is now being focused on the dose received by the gonads during radiation therapy, especially those in younger age groups.

The author analyse 10 cases of lung cancer treated with Co-60 teletherapy to the mediastinum and 10 cases of rectal cancer to the pelvis by using lithium fluoride thermoluminescent dosimeters (TLD) to measure testicular dose at department of therapeutic radiology of SNUH from August to September 1979.

The results are as follows;

1. The testicular dose was 0.146% of the tumor dose in cases of mediastinal irradiation.
2. The testicular dose was 22.33% of the tumor dose in cases of pelvic irradiation.

Still there is no evidence of detectable gene mutation increases linearly with increasing dose, and moreover no evidence for a threshold dose. In order to avoid or reduce permanent sterility or possible undesirable genetic effect, testicular dose should be minimized during radiation the therapy.

I. 緒 論

放射線治療時 辜丸에 미치는 放射線量이 惡性腫瘍에 依한 患者의 生死問題를 考慮한다면 臨床的으로 큰 關心事가 되는 것은 아니었다. 그러나 最近 癌에 對한 放射線治療 結果가 날로 向上됨에 따라 特히 어린 患者나 生殖適期에 있는 年齡의 患者에서는 放射線治療時 辜丸의 被曝으로 因한 生殖能力障礙 및 遺傳子의 突然變異等을 最少限으로 줄이기 爲하여 辜丸被曝量에 關心을 기울이지 않을 수 없게 되었다. 이에 著者는 Cobalt 60 放射線治療時 辜丸에 미치는 放射線量을 直接 患者의

辜丸에 LiF thermoluminescent dosimeter(TLD) Chip을 附着하여 測定하고 그 結果를 文獻考察과 함께 報告하는 바이다.

II. 対象 및 方法

測定對象은 1979年 8月과 9月 사이에 서울대학교病院 治療放射線科에서 治療中인 男子患者로서 縱隔洞治療를 要하는 肺癌患者 10名과 骨盤部治療를 要하는 直腸癌患者 10名이었다. 使用한 放射線源은 Cobalt - 60 teletherapy 로, 放射線源과 患者의 皮膚까지의 거리(SD)는 80cm 였고 照射線量은 10×10 cm 照射野에서

分當 約 108.9 rads였다. 骨盤部治療時 主放射線束이 遮蔽物에 對한 透過率은 5 % 미만이 되도록 陰影盤에 두께 5cm의 鉛塊를 놓았다. 治療前 各 患者의 辜丸의 中心部 前·後에 3×3×1mm 크기의 lithium fluoride (LiF) TLD Chip을 붙이고, 治療後 即時 Model 2800 VICTOREEN thermoluminescent dosimeter Reader로 辜丸의 被曝量을 測定하였다. 每 LiF TLD Chip은 使用前 ^{60}Co -Source로 補正하였으며 그 補正值範圍는 $\pm 2\%$ 였다.

III. 結 果

縱隔洞 및 骨盤部 放射線 照射時 辜丸에 미치는 放射線量은 各各 Table I, II와 같다. 辜丸의 被曝量은 中心線量에 對해 縱隔洞部位 治療時는 0.146 %, 骨盤部位 治療時는 24.33 %였다.

辜丸의 被曝量은 一般的으로 腫瘍에 照射되는 放射線量에 比例하나 照射野의 크기와 照射野의 低部境界와 辜丸과의 距離, 治療時 患者의 體位에 따라 크게 左右됨을 알 수 있다. 즉 照射野가 클수록, 照射野와 辜丸과의 距離가 가까울수록 辜丸의 被曝量은 增加되었다.

IV. 考 按

Table I에서 보면 縱隔洞治療時 腫瘍線量 4000 ~ 4500 rads에서 患者는 約 4.5 ~ 7.4 rads의 線量을 辜丸에 받는다. 이 量은 ICRP³⁾에서 規定한 放射線作

業從事者의 全身 및 造血, 生殖器官에 對한 1年間 最大許用量인 5 rem을 넘는 것이나 한번의 治療로 被曝의 機會가 끝나는 것으로 보고 더우기 病의 治療를 考慮한다면 放射線治療專門家들에게는 그 程度의 被曝量은 別 問題가 될 것으로 보지 않았었다.

Table II에서 보면 骨盤部 治療時 腫瘍線量 4025 ~ 4900 rads에서 患者는 約 550 rads에서 1300 rads의 엄청난 線量을 辜丸에 받는다. NCRP 報告⁷⁾에 依하면 辜丸에 50 rads를 短時間內에 받으면 一時的 不妊을 招來할 수 있고 1회로 25 rads를 받으면 一過性으로 約 30 %의 精子數의 減少를 일으킬 수 있다고한다. 一般的으로 原細胞인 精原細胞와 生殖原細胞는 放射線에 敏感하여 低線量(8~50 rads)으로 죽어서 精子數가 줄고, 後生殖原細胞인 一次, 二次精母細胞와 精子는 中等度線量(100 ~ 300 rads)에서 죽으며, 高線量(400 ~ 600 rads)에서는 無精子症을 招來하여 被曝後 數個月에 徐徐히 回復한다고 한다. 永久的 不妊은 線量 500 ~ 1500 rads 分割照射時 放射線照射後 5년에 約 1 ~ 5 %에서, 2000 rads를 주었을 때는 25 ~ 50 %에서 온다고 한다.

著者가 測定한 骨盤部 治療時 辜丸의 被曝量은 腫瘍線量 4025 ~ 4900 rads에 對해 約 550 rads~1300 rads로서 一時的 혹은 永久的인 不妊을 招來할 수 있는 量이다. 放射線 治療時 辜丸에 미치는 放射線이 招來할 수 있는 可能한 遺傳의 影響에 關한 問題가 무엇보다도 關心거리가 아닐 수 없다. Brent⁵⁾는 Hiroshima와 Nagasaki 原爆時 約 200 rads의 放射線에 被曝된 17,000

Table I. Gonadal Doses Resulting from Field to The Mediastinum.

Tumor Dose (rads)	Field Size (cm ²)	Distance (cm) of Testes from Lower Edge of Treatment Field	Gonadal Dose (rads)	Gonadal Dose (% of tumor dose)
4,550	96	57	5.915	0.130
4,550	96	56	6.052	0.133
4,500	80	52	6.075	0.135
4,550	80	51	7.007	0.154
4,500	80	49	6.930	0.154
4,000	120	48	6.320	0.158
4,500	96	52	6.795	0.151
4,500	99	51	7.380	0.164
4,500	130	46	7.560	0.168
4,000	156	63	4.480	0.112
Average				0.146

Table II. Gonadal Doses Resulting from Field to The Pelvis,
(with 2mmPb scrotum shield)

Tumor Dose (rads)	Field Size (cm ²)	Distance (cm) of Testes from Lower Edge of Treatment Field	Gonadal Dose (rads)	Gonadal Dose (% of tumor dose)
4,025	240	5	741.18	18.43
4,550	225	4	1059.70	23.29
4,500	210	4	982.35	21.83
4,025	240	5	774.01	19.23
4,025	196	7	545.39	13.55
4,900	240	2	1282.33	26.17
4,725	240	2	1309.30	27.71
4,550	330	lower margin	1276.73	28.06
4,900	240	6	865.34	17.66
4,500	225	3	1126.35	25.03
4,900	208	4	1092.21	22.29
Average				24.33

名의 F₁-세대에서는 모두 正常이었다고 말하면서 이는 放射線으로 惹起된 畸形의 85%는 劣性因子로 遺傳되고, 5%는 優性因子로 遺傳되어 臨床적으로 보게 되는 顯性畸形이며, 나머지 10%는 所謂 優性致死의 경로를 밟는다고 하고 染色體因子座(genetic locus)에 對한 統計를 들어 그 程度의 放射線이 遺傳의 疾患에 어떠한 影響도 미치지 못한다고까지 結論을 짓고 있다. 그러나 最近에는 遺傳子 突然變異의 頻度가 放射線量과는 比例하지 않으며 결코 閾值量이 存在하지 않는다는 것이 定說로 되어 있고, 아무도 放射線이 長期的 眼目으로 遺傳에 미치는 影響에 對해 알지 못하고 있는 實情이다.

放射線照射時 辜丸에 미치는 放射線의 原因^{4,5,10)}으로는 1) 放射線源으로부터의 漏出과 視準器를 通해 나오는 主放射線束의 散亂 및 照射野를 만드는 블록(block)에 依한 散亂, 2) 患者의 大腿部, 治療台, 壁面等에 依한 散亂, 그리고 3) 患者의 身體内部의 散亂等 세 가지를 들 수가 있다. Wilfred¹⁰⁾, Jackson⁴⁾等에 依하면 1)에 依한 不必要한 放射線은 普通 使用하는 블록 두께의 2倍를 使用하여 主放射線量의 0.2%까지 줄일 수 있다고 했고, 2)에 依한 散亂線은 5半價層을 辜丸部에 直接 遮蔽하면 主放射線量의 2.5%까지 줄일 수 있다고 하나 부피가 커서 實際 使用하기 어렵고 Glenn¹⁾,

Jackson⁴⁾, Purdy⁸⁾等에 依하면 6.4mm 鉛으로 깎대기 모양의 辜丸 遮蔽體를 만들어 使用하면 辜丸 被曝量을 折半가량으로 줄일 수 있다고 한다. 3)의 身體内部의 散亂線은 單純히 遮蔽體에 依하여 막을 수 없으며^{2,9)} 高에너지 放射線源을 利用하면 어느 程度 줄일 수 있다고 한다. 그外 Jackson⁴⁾等은 患者 精液의 冷凍 貯藏法을 들기도 했다.

V. 結 論

1979年 8月과 9月の 約 2個月間 서울大學校病院 治療放射線科에서 ⁶⁰Co으로 治療를 받은 肺癌患者 10名, 直腸癌患者 10名을 對象으로 하여 辜丸에 미치는 放射線量을 TLD chip을 使用하여 測定한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1) 縱隔洞 治療時 辜丸의 放射線被曝量은 腫瘍線量의 0.146%였고,

2) 骨盤部 治療時 辜丸의 放射線被曝量은 腫瘍線量의 24.33%였다.

3) 放射線으로 因한 不妊 및 遺傳에 미치는 影響을 줄이기 爲하여서는 辜丸에 미치는 放射線量을 極少化하여야겠으며 이에 對한 長期的인 研究가 앞으로 계속되어야 하겠다.

REFERENCES

1. Glenn Dwight W., M.D. and Ralph E. Johnson, M.D. : *Male gonadal shielding during Cobalt teletherapy. Radiology 104: 214, July 1972.*
2. Green James D., M.D. and Stewart C. Bushong, Sc.D. : *Gonadal dose in male radiotherapy patients. Radiology 98: 661-663, March 1971.*
3. International Commission on Radiation Protection (ICRP). *Report 9, 1965.*
4. Jackson Herbert L., Ph.D., A. Curtis Hass, M.D., Donna Sooby, Ph.D. and Charles H. Marschke B.A. : *The gonadal exposure of boys and young men treated with inverted "Y" fields; It's reduction and genetic significance. Radiology 96: 181-186, 1970.*
5. Lushbaugh, C.C., M.D. and George W. Casarett, Ph.D. : *The effects of gonadal irradiation in clinical radiation therapy; A review. Cancer 37 (2 suppl.): 1111-1125, Feb., 1976.*
6. Mansfield Carl M., M.D., N. Suntharalingam, Ph.D. : *Applications of thermoluminescence dosimeters in clinical radiation dose measurements; Annual meeting of American Society of Therapeutic Radiologist, Key Biscayne, Florida, Oct. 30 – Nov. 3, 1974.*
7. National council on Radiation protection and measurements. *Basic Radiation Protection Criteria. (NCRP) Report No. 39, Washington, D.C., 1971.*
8. Purdy James A., Ph.D., Ron D. Stiteler, B.S., Glenn P. Glasgow, Ph.D. and William B. Mill, M.D. : *Gonadal shield. Radiology 117: 226, Oct. 1975.*
9. Rassow J. and H.D. Struter : *Systemic investigation of gonadal dose in therapy with orthovoltage (60-300KV), telegamma radiation (Cs-137 and Co-60) and betatron radiation (20-43MeV) with LiF thermoluminescent dosimeters. Radiology, Abstract, 100: 736, 1971.*
10. Wilfred Sewchand, Sc.D. : *Gonadal doses from extended-field Cobalt-60 radiotherapy. University of Minnesota.*
11. Yook C.C. : *Characteristics of TLD and their recent trend. Journal of the Korean Association for Radiation Protection. Vol. 4, No. 1, July, 1979.*