

胃癌患者의 手術中 電子線을 利用한 放射線 治療方法에 對한 考察

延世 癌센-터 附屬病院

金東郁 · 徐明源

— Abstract —

Intra Operative Radiation Therapy (IORT)

Yonsei Cancer Center

Kim Dong Wook Suh Myong Won

Intraoperative Radiation therapy (IORT) is a cancer treatment modality in which resectable masses or organs are removed surgically and residual cancer cells are sterilized by irradiation with a single massive dose during while patient is still anesthetized. Because it is possible that the tumor mass can be visualized directly at the time of surgical exploration, tumor volume can be determined more precisely and at the same time sensitive adjacent structures can be pulled aside from the irradiation.

With these theoretical advantages as compare to conventional external irradiation, IORT can improve the therapeutic ratio of tumor control to normal tissue injury. Yonsei cancer center initiated a pilot study of multidisciplinary IORT program in february of 1986 for the fist attempt in Korea. IORT Was performed in 7 patients with stomach cancer by using existing NELAC-1018 Linear Accelerator treatment room as a surgical suite.

IORT team included department of surgery, Department of Anesthesiology, Department of Clinical pathology, operating room nursing personal and Department of radiation oncology.

I. 緒 論

最近 放射線 診斷分野가 CT나 NMR, GAMMA Camera 等 최첨단 진단장치의 開發과 導入으로 다양한 진단 기술의 開發 뿐만 아니라 진단의 精確性에서도 눈부시게 발전하고 있다. 이와 더불어 放射線을 利用한 治療分野에서도 線型加速機나 microtron, Cyclotron, Hyper-themia 等의 보다 性能이 우수하고 다양한 機種의 國內導入으로 從來에는 放射線 治療가 不可能하였던 癌 患者들을 治療할 수 있게 되었을

뿐만 아니라 그동안 利用하여 왔던 方法보다도 더 最新 放射線 治療技術로 治療하므로서 完治率이나 生存率도 현저하게 높아지게 되었다. 예를 들어 紙上에 發表된 임상통계 中에서 胃癌의 發生率이 男子의 경우 男子에게 發生하는 癌 種類 中에서 제일 頻繁한 것으로 나타났으며 女子의 경우에는 두번째로 많은 것으로 臨床 統計는 보고하고 있다. 胃癌은 透視나 內視鏡으로 진단을 하게 되며 組織 檢査結果 胃癌으로 確診될 경우 從來에 利用한 治療方法은 外科의인 手術이나 化學療法 等이 있으며 放射線 治療는 別

효과가 없는 것으로 알려졌으나 現在에는 Hypertemia(溫熱治療法)의 導入과 手術中 放射線 治療 技術의 開發로 胃癌 患者도 治療할 수 있게 되었다. 아울러 治療 臨床結果도 完治率이나 生存率이 현저하게 높아진 것으로 報告되고 있다. 手術中 放射線 治療法이란 全身麻醉된 狀態下에 外科적으로 開腹하여 腫瘍이나 臟器를 切除한 後 可視的 또는 非可視的 癌細胞의 消滅을 위하여 電子線을 利用하여 放射線 治療를 하는 方法이다.

手術中 放射線 治療法은 Technologist, Oncologist, Physist 等 治療放射線科 外에 外科나 麻醉科, 간호원 等の 協助로 施行하는 癌治療 方法이며 上記한 여러科의 積極的인 協助로 國內 最初로 手術中 放射線治療法을 1986年 2月 4日 처음 試圖하였으며 現在까지 7名의 胃癌患者를 對象으로 治療試圖한 IORT의 臨床經驗을 中間報告 하고자 한다.

1. 手術房 (Operating room)

現在 NELAC-1018 線型加速機가 設置되어 있는 治療室을 使用하였다. 治療室의 手術房 使用 適合 與否를 爲하여 臨床病理科에서 菌培養 檢査를 消毒 前後에 걸쳐 施行하였으며 消毒後의 檢査 結果는 手術房으로서의 만족한 無菌狀態의 結果를 얻었다. 消毒은 IORT 前날 오후 부터 바닥에 Betadin 을 뿌리고 Ultra photo therapeutic lamp (자외선살균소독기)를 利用하여 14時間 동안 行하였다. 手術臺는 治療室에 設置되어 있는 線型加速機의 治療臺를 使用하였으며 table 위에 비닐 cover를 씌워 수술 시 血液, 약물 등의 接觸으로 인한 機械 損傷을 피하는데 注意를 期하였다. 18 MeV 線型 加速機가 있는 治療室을 IORT 房으로 定한 理由는 1) 最大 透過力이 짧고 隣接部位 正常組織의 放射線 損傷을 輕減시킬 수 있는 6~18 MeV의 電子線 發生能力이 있으며 (Fig 1, 2 參照) 2) IORT 팀의 人力 및 麻醉器具 等 手術容器를 充分히 受容할 수 있는 넓은 방의 크기가 있기 때문이다. 첫 試圖時의 動員人力은 總 14 名이었다. (Fig 3)

Comparison Isodose Curve: 9MeV Electron Beam and 4MV X-Ray

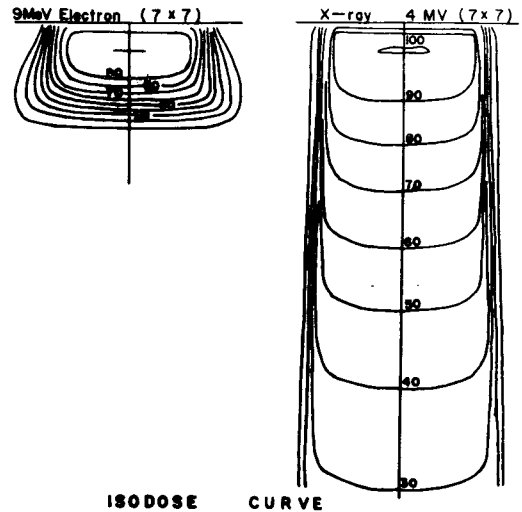


Fig. 1. Rapid fall-off in dose beyond 80% with electron beam, most suitable for IORT

Isodose Distribution of 9 MeV Electron Beam During IORT

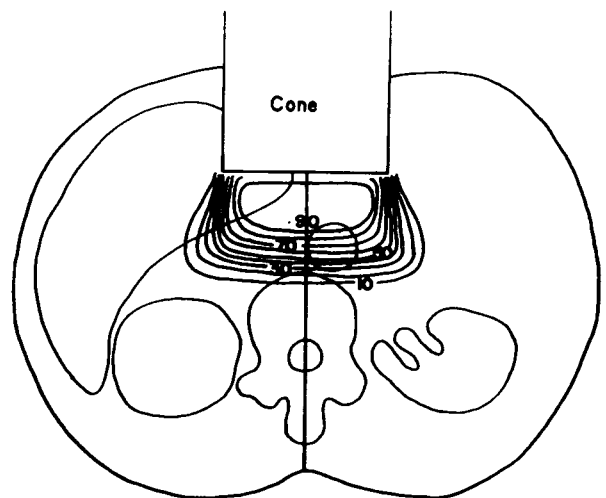


Fig. 2. Sensitive structures such as spinal cord, kidneys can be fully protected.



Fig. 3. Intraoperative Radiation Therapy 에 동원된 진료진

2. IORT 用 電子線 Cone

高 에너지 電子線 電荷를 가진 高速粒子로서 組織內 線量分布는 cone 의 구성물질 구조중에 의해 상당히 影響을 받기 때문에 腫瘍部位에 적당한 特殊 IORT 用 cone 이 必要하다. 이러한 特殊性을 감안하여 본 延世 癌센터에서는 IORT 用 電子線 cone 을 自體에서 設計 製作하였으며 (Fig 4) 放射線 測定器를 利用하여 IORT 에 적당한 電子線 分布圖를 얻을 수 있었다. IORT 用 電子線 cone 은 照射面 以外의 部分을 1 cm 납으로 遮蔽하므로서 leakage dose 가 1% 미만이었으며 cone 의 側面은 1 cm 두께의 Acryle로 製作, 照射面 外部의 線量を 3%以內로 줄일 수 있었고, 평탄도(Flatness)는 $\pm 1\%$ 미만, 또 Acryle로 인한 X線 汚染은 2~4% 로 금속으로 제작한 cone 보다 優秀한 效果를 얻었다. Cone 의 길이와 照射面은 腹部의 깊이와 腫瘍의 모양에 따라 製作해야 하므로 文獻과 實際 經驗에 의해, cone 의 길이는 深部腹腔에 充分히 到達할 수 있도록 25 ~ 30 cm로 하였다. 또 照射時에 內部를 肉眼으로 確認할 수 있도록 全部 透明한 아크릴로 製作하였으며 照射面의 모양과 크기는 治療部位에 따라 다르나 胃癌의 경우는 7×7 cm과 6×7.5 cm이고 Head 쪽으로 15° 傾斜를 지게 五角形 모양으로 設計, 製作 하였다.(Fig 5參照) 이와같이 cone 의 모양을 15° 경사지게 五角形으로 製作한 理由는 Celiac axis 를 治療할 때 intercostal Ang-

le에 알맞게 接觸시키기 위해서였다. 그밖에 4개의 원통형 cone 을 별도로 製作하여 直腸癌이나 기타 癌腫의 IORT에도 應用할 수 있게 대비하였다. 遮蔽筒의 汚染을 防止하기 위하여 아크릴 以外의 金屬을 特殊 coating 을 하였으며 外面은 鈦랄루민 金屬을 使用하여 녹이 슬거나 마모되지 않도록 하였고 遮蔽用 납Block 은 4~6 mm 두께를 使用하였으며 臟器의 直接 接觸으로 예상되는 납의 毒性을 막기 위하여 비닐 반창고와 면 반창고로 包裝, 使用하였다. 電子線 cone 은 材料가 아크릴이므로 加熱消毒이 不可能하기 때문에 12% 에칠렌과 88%의 디프로메탄의 100% 混合氣體를 利用한 gas chamber 消毒器에 넣어 消毒하였으며 소요시간이 19 時間이었다.

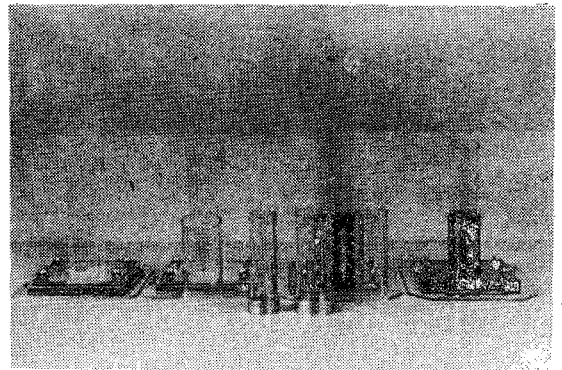


Fig. 4. Transparent acrylic electron cone, custom made at Yonsei Cancer Center. Various sizes of cylindrical and pentagonal shape

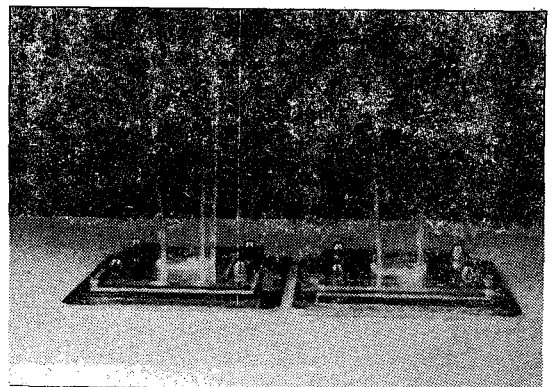


Fig. 4-1 Pentagonal shape cone

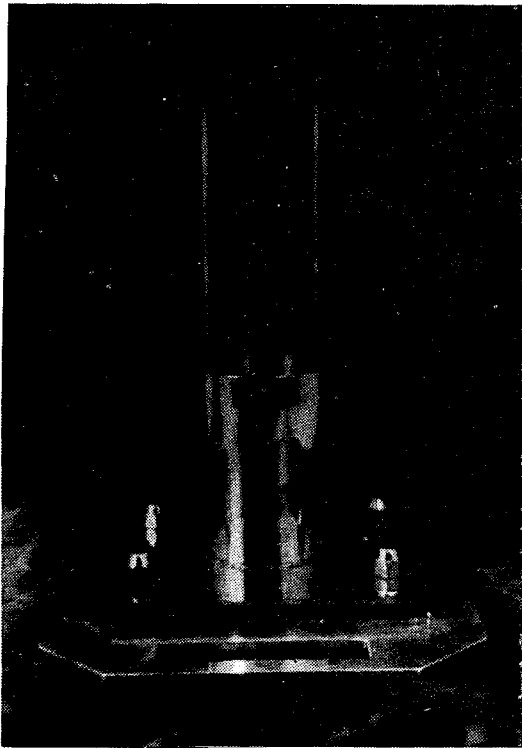
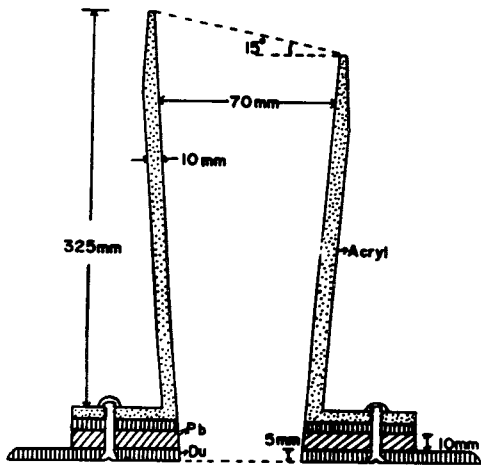


Fig. 4-2. Cylindrical shape cone



Schematic Diagram of Pentagonal Electron Cone for IORT

Fig. 5. Schematic diagram of pentagonal electron cone for IORT

3. IORT 方法

1986年 2月부터 4月末까지 胃癌으로 診斷이 確定된 患者 9名이 IORT를 施行하기 爲하

여 放射線 治療室에서 手術을 試圖하였다. 其中 2例는 開腹結果 abdominal carcinomatosis 및 peritoneal seeding이 確認되어 手術과 IORT가 中斷되었고 나머지 7例에선 根治的 手術과 더불어 IORT를 施行하였다. IORT는 인접장기 즉 Anastomotic Stump, liver의 Caudate lobe, Common bile duct, pancreas 등을 準備된 납 Block 으로 可能한 最大한으로 Shield 하였으며 특히 duodenal stump를 照射野로부터 除外되도록 신경을 썼으며 胃 後壁에 肉眼的으로 癌細胞의 侵潤이 의심되는 경우는 脾臟의 約 30% 이상을 治療範圍에 包含시켰다. 그後 五角形의 透明한 電子線 cone을 celiac axis를 中心으로 照準插入 하였다.(Fig6)

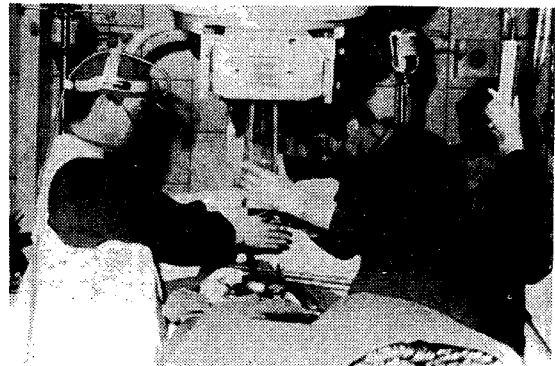


Fig. 6. Aiming at celiac axis visualizing directly through transparent cone

이때 gantry angle 을 15~18° Feet 쪽으로 경사시키므로써 五角形 cone의 上部가 costal margin 과 적절히 接觸되었으며 周邊 正常組織은 照射野 밖으로 밀쳐서 除外시킬 수 있었다.(Fig 7) 電子線 energy 는 治療部位에 따라 相異하나 9~12 MeV를 使用하였으며 一時 照射線量 1500~2000 cGy를 分當 500~1000 cGy의 線量率로서 約 2分間 照射하였다. IORT時, 患者의 呼吸 및 EKG狀態를 TV monitor로 遠隔觀察하였으며(Fig8) 照射後 手術팀은 다시 手術房으로 들어가서 다시한번 電子線 cone의 位置를 確認한 다음 cone과 tray를 線型加速器 head로부터 除去하였으며

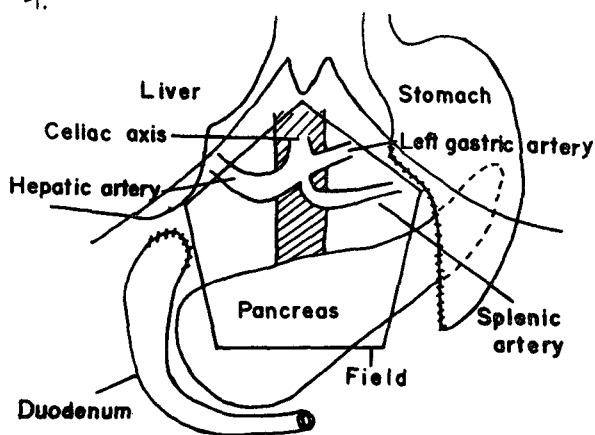
Table 1. YCC CASE SUMMARY: IORT for Adenocarcinoma of the Stomach

April, 1986
YCC

Case	Age/Sex	Stage (TNM)	Location (Size cm)	Surgery (Date)	I O R T (electron beam)			Complication
					Energy (MeV)	Dose (cGy)	Dose rate (cGy/min)	
Cha	28/F	I (T1NOMO)	ANT. LC 4x4x0.5	RSG G-J (2/4/86)	9	1500	1000	None
Han	59/M	I (T1NOMO)	ANT. LC 2x2x1.5	RSG G-J (2/11/86)	12	2000	1000	None
Lee	42/F	II (T2NOMO)	ANT. PY 7x4	RSG G-J (2/26/86)	9	2000	1000	None
Cho	61/F	I (T1NOMO)	ANT. GC 5.5x6	RSG G-J (3/19/86)	9	2000	1000	None
Kim	46/M	III (T2N2MO)	GC 2x2x1.5	RSG G-J (4/1/86)	9	2000	1000	None
Ju	51/M	II (T2NOMO)	ANT. LC 2.5x2x1.5	RSG G-J (4/8/86)	9	2000	1000	None
Kim	51	III (T3NOMO)	BO. PW 5x6	RTG REY.E-J (4/22/86)	9	2000	1000	None

*ANT: Antrum LC: Lesser Curvature GC: Greater Curvature PY: Pylorus PW: Posterior wall
BO: Body **RSG: Radical Subtotal Gastrectomy RTG: Radical Total Gastrectomy
G-J: Gastrojejunostomy REY E-J: Roux-En-Y Esophagojejunostomy.

(Fig 9) 外科手術팀은手術을繼續 gastro-jejunostomy 등의 나머지手術을完結시켰다.



Electron Beam Field Coverage After Gastrectomy

Fig. 7. The radiation field for Intraoperative Radiation Treatment (IORT)

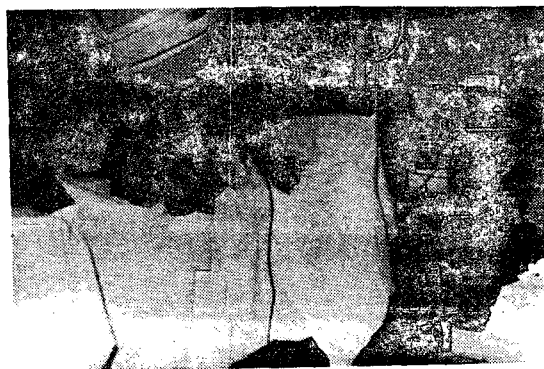


Fig. 8. During IORT; Patient is left alone in the treatment room while vital signs are remote monitored through TV

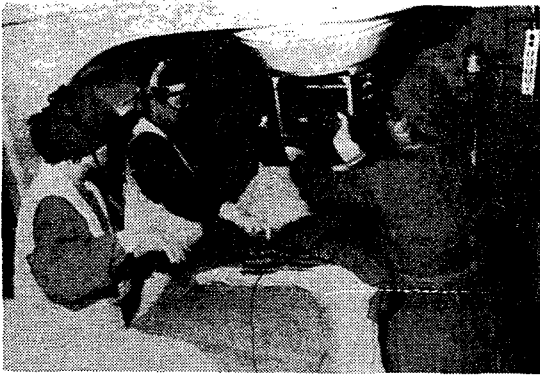


Fig. 9. IORT cone tray

4. 結 論

1) 從來의 遠隔 外部照射와는 달리 一時에 多

量의 放射線量을 腫瘍部位에 集中的으로 照射 治療할 수 있다.

2) 周邊의 正常組織 및 臟器를 肉眼的으로 遮蔽하므로써 放射線에 依한 障害를 크게 減감 시킬 수 있다.

3) 電子線을 利用하므로 病巢에는 充分한 線量을 照射하면서 Spinal cord 등의 放射線에 예민한 部位를 放射線 皮폭으로부터 保護할 수 있었다.

4) 특히 初期의 腫瘍보다는 局所的으로 상당히 進行이 된 II, III, IV의 胃癌 直腸癌 등에서 試圖하는 것이 效果的이다.