

頭頸部惡性腫瘍의 放射線治療計劃에 있어서 電算化斷層攝影의 利用에 關한 研究

서울대학교 醫科大學 放射線科學敎室

趙徹九 · 高京煥 · 張基賢 · 朴贊一

- Abstract -

Efficacy of CT-aided Radiotherapy Planning of Head and Neck Tumor

Chul Koo Cho, M.D., Kyoung Hwan Koh, M.D., Kee Hyun Chang, M.D.,
Charn Il Park, M.D.

Department of Radiology, College of Medicine, Seoul National University

CT scans obtained on 15 patients of head and neck malignant tumors were evaluated for their utility in radiotherapy treatment planning.

To evaluate the advantage of incorporating CT scans in radiotherapy treatment planning of head and neck malignant tumors, the dose distributions of treatment plan with and without CT scan were compared in 15 patients.

And then the dose distributions of the first and second treatment plan were compared.

1. Tumor extent and localization were clearly delineated on CT scan in 12 of 15 cases (80%), suggestive in 2 (13.3%), and not seen in only one (6.7%) which had been in the postoperative state.
2. Tumor coverage after CT scan was adequate in 14 of 15 cases (93.3%) and not in only one. In one case of inadequate tumor coverage the target volume lay inside the field but reached within 0.5cm of the field margin (marginal miss).
3. The volume of normal tissue irradiated was reduced after CT scan in 12 of 15 cases (80%), increased in 1 (6.7%) and not changed in 2 (13.3%).
4. We could maximize the local control of disease and minimize unnecessary morbidity by delineating the location and extent of tumor and normal tissue with CT for treatment plannings.

I. 緒 論

頭頸部에 發生하는 癌은 대다수가 扁平上皮癌으로 他臟器에 發生하는 癌에 比하여 局所浸潤性向이 높고 遠

본 논문은 1982년도 서울대학교 병원 특진 연구비 보조에 의한 것임.

隔轉移率이 낮아 頭頸部 癌의 一次的인 治療方法은 放射線 治療 또는 手術療法같은 局所治療이며 또한 이러한 局所治療方法에 의한 根治率이 매우 높다.

그러나 頭頸部는 複雜한 解剖學的 構造, 全體 淋巴節의 1/3 이상을 차지하는 풍부한 淋巴節 및 癌病巢와 周圍중요장기(腦, 脊髓, 水晶體 等)가 매우 近接된 관계에 있어서 手術에 의한 根治切除術이 不可能할 경우가 많아서 대다수의 頭頸部癌은 手術 前後의 放射線治療를

要하며 특히 根治切除術後의 機能的·美容的缺損 때문에 대다수의 癌이 우선적 放射線治療의 對象이 되고 있다.

따라서 放射線治療에 의한 治療率을 높이고 필수적으로 수반되는 副作用을 最小로 하기 위하여는 癌病巢의 正確한 解剖學的 位置, 浸潤範圍와 周圍正常組織과의 上·下·前·後關係를 精確히 把握하여야만 癌病巢 및 浸潤部에만 선택적으로, 均等線量照射를 施行하여 治療率을 높이며 또 放射線治療時의 幾何學的 誤差를 極小化할 수 있다.

電算化斷層攝影術(CT)이 臨床에 利用된 以後 從來 一般放射線攝影術로는 把握할 수 없었던 癌病巢의 正確한 크기, 位置 및 해부학적 相關關係의 正確한 파악이 CT에 의하여 가능하여져 CT에 의한 形態學的 情報를 직접 放射線治療計劃에 利用함으로써 正確한 治療計劃의 수립이 가능하여 放射線治療에 의한 局所治療率의 상승이 기대되고 또한 幾何學的 誤差에 의한 marginal recurrence(周緣再發)率을 줄이고 副作用의 極少化가 가능하여졌다.

著者 등은 지난 3年間 서울大學校 病院 治療放射線科에서 頭頸部 腫瘍으로 放射線治療를 받은 患者中 電算化斷層攝影像을 治療計劃에 직접 利用하여 治療를 施行한 15名의 患者를 對象으로하여 慣例의인 方法으로 시행했을 때와 治療計劃用 CT를 施行하여 樹立한 治療計劃下에 治療했을 때와의 차이를 比較 分析하여 이에 報告하는 바이다.

II. 方法 및 對象

서울大學校病院에서 病理組織檢査上 癌으로 確診되어 放射線治療를 施行한 頭頸部 癌 15名을 對象으로 하였다(Table 1).

특히, 鼻腔에 생긴 idiopathic midline granuloma (IMG) 환자 中 2名은 5,000 rad 放射線 治療後, 各各 6個月과 15個月後에 再發되어 治療計劃用 CT를 施行하여 治療를 시행하였으며 鼻咽腔癌 患者는 4,000 rad 放射線治療後 4個月만에 再發된 例이며 上顎洞癌 患者中 1名은 手術後 放射線治療를 시행하였고, 다른 1名은 抗癌療法을 받은 後 방사선치료를 시행하였다. 電算化攝影을 利用한 治療計劃過程은 다음과 같다.

(1) 放射線 治療時와 똑같은 조건하에서 照準攝影機(simulator)를 利用하여 治療部位 및 照射野를 測定 撮影한 後,

(2) 照準攝影時와 같은 조건하에서 CT(GE CTT8,800)를 利用하여 癌의 中心軸과 治療部位의 外側 境界等에 血管 造影術에 使用되는 카테테르나 4 mm 鋼線을 붙인 다음, 이 點을 標準點으로 하여 切片의 두께를 5 mm로 하여 癌의 水平 中心軸을 中心으로하여 2 cm 간격으로 위 아래로 2~3 切片攝影하였다.

(3) 癌의 中心軸을 통하여 撮影된 切片像을 擴大機(Fu-

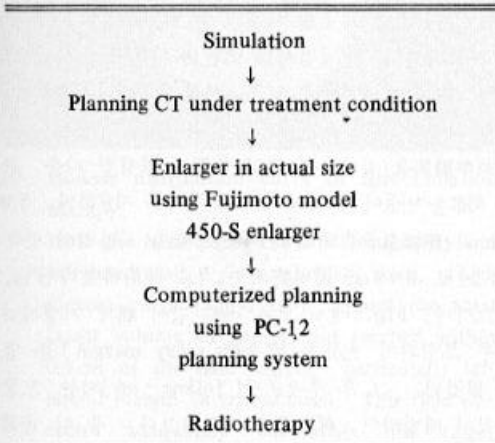
Table I. Status of Patients on Beginning the Radiation Therapy

Case No.	Age & Sex	Histologic Dx. & Primary Site		Remark
1	60/M	Larynx	Squamous cell ca., W/D	
2	44/M	Lt. maxillary sinus	Sq. cell ca. W/D	
3	68/M	Larynx, supraglottic	Sq. cell ca.	
4	48/M	Lt. maxillary sinus	Sq. cell ca. W/D	Chemotherapy
5	39/F	Rt. nasal cavity	IMG*	
6	61/F	R/O Pinealoma		Not proven histologically
7	58/M	Larynx, glottic	Sq. cell ca.	
8	66/M	Larynx, glottic	Sq. cell ca.	
9	50/M	Rt. nasal cavity	IMG*	Previous RT (5,000rad)
10	48/M	Nasopharynx	Epidermoid ca.	Previous RT (4,000rad)
11	28/M	Lt. nasal cavity	IMG*	Previous RT (4,500rad)
12	37/F	Rt. parotid	Undiff. ca.	
13	51/M	Larynx, glottic	Squamous	
14	49/M	Ethmoid sinus		
15	56/M	Neck	Metastatic adeno ca.	Primary site; unknown

*IMG : Idiopathic Midline Granuloma

Jimoto model 450-S Enlarger)를 이용하여 實物크기로 擴大한 다음, 病巢 中心 斷面의 外形과 重要組織 및 癌組織을 표시하고 患者의 外形을 決定하여 治療計劃用 컴퓨터 (artronix PC-12)에 依하여 上記자료를 認知시킨 後, 最適의 照射野와 照射方向등을 決定한 다음, 等線量 分布曲線을 얻은 後, 照準攝影機에 의해 確認하였다(Table 2).

Table II. Procedures of CT-aided Treatment Planning



Ⅲ. 結 果

放射線治療計劃用 CT를 施行한 15名의 患者中, 6名은 診斷을 目的으로 放射線治療를 받기 前, CT를 시행하였는데, 이 中 2名은 手術과 化學療法으로 治療後에 補助的 (adjuvant) 放射線治療를 받기 위해 다시 放射線治療計劃用 CT를 施行하였으며, 다른 4名은 방사선치료를 받던 中, 좀 더 正確한 治療계획을 세우기 위해, 治療計劃用 CT를 施行하였다. 나머지 9名은 治療計劃用 CT를 우선적으로 시행하여 治療계획을 세운 다음, 放射線治療를 始作하였다.

① 癌의 位置와 範圍의 糾明 (Delineation of tumor extent and localization)

全體 患者 15名中 12名(80%)이 癌의 位置와 浸潤範圍의 正確한 判別에 利點이 있었다. 判別이 불가능했던 患者 3名中 1名은 上顎洞癌으로 手術後 상태로, 手術에 의한 해부학적변형으로 浸潤範圍의 파악이 불가능했고, 1名의 喉頭癌 患者는 放射線 治療後 성대의 前側接合部 (anterior commissure)에 재발되었으나 浮腫이 明瞭되어 癌의 浸潤部와 浮腫과의 判別이 불가능하였고,

IMG로 방사선치료를 받은 후 재발된 1名의 患者에서는 癌의 浸潤部와 鼻腔의 鼻介骨 缺損과 주위 炎症性病變과의 鑑別이 불가능하였으며 CT를 시행하기 前 計劃에 의한 照射野가 癌의 境界部位線에 걸치기 때문에 marginal recurrence로 간주하고 照射野크기를 크게 하였다.

② 癌病巢 包含의 適當性 (adequacy of tumor coverage)

大部分의 頭頸部 癌 患者들은 방사선치료前, 診斷目的으로 CT를 시행하기 때문에, 癌의 浸潤範圍를 比較的 正確히 알 수 있어 癌의 全 浸潤部를 照射野에 包含하는데에는 별 어려움이 없었다. 15名의 患者中 治療계획용 CT를 하기 前의 照射野 크기보다 治療계획용 CT 後의 照射野가 넓어진 경우는 IMG 1例를 제외하고는 照射野의 넓이에 변화가 없었다.

③ 放射線 照射를 받을 正常組織의 量 (volume of normal tissue irradiated)

12名(80%)의 患者에서 照射野의 크기를 줄이거나, 多門照射 또는 楔(wedge)를 이용하여 照射野를 변화시킴으로써 조사야에 포함되었던 周圍 正常組織 및 intervening tissue의 방사선 조사량과 integral dose를 줄이고, 浸潤部에 適正線量 및 均等線量分布가 가능하였다.

그러나, 放射線治療後 再發된 IMG 患者에서는 治療계획용 CT前보다 顯微鏡的인 浸潤을 考慮하여 照射野의 크기를 늘렸다.

그리고, 나머지 2名의 患者에서는 癌의 位置와 浸潤範圍를 알 수 있었을 뿐, 治療계획을 변경시키지는 못하였다.

특히, 喉頭癌을 가진 5名의 患者에서는 治療計劃用 CT를 시행함으로써, 주위 軟骨組織과 近接위치에 있는 脊髓를 避하기 위하여 hinge angle(要諦角) 및 楔照射野를 변화시킴으로써 10%미만의 均等線量分布를 얻어서 慣例的인 計劃에 의해 치료를 시행했을 때 생길 수 있는 披裂浮腫과 다른 가능한 合病症을 줄일 수 있었으며, 脊髓에 들어가는 방사선량도 極少化시킬 수 있었다.

또한, 筋骨痲痺을 가졌던 1名의 患者에서는 靨靨적인 方法으로는 避할 수 없었던 오른쪽 눈에 들어가는 방사선량을 治療계획용 CT를 이용하여 照射野의 크기 및 照射角度를 선정함으로써 照射線량을 줄일 수 있었다.

이상과 같이 治療계획용 CT를 시행함으로써 12名의 患者에서 周圍正常組織에 들어가는 방사선량을 줄일 수 있었으며, 특히 5名의 喉頭癌 患者에서는 披裂部(arytenoid)의 방사선조사량을 限度量(tolerance dose) 범

위내의 치료를 하면서, target volume(主病變)内の 均等照射가 가능하여 치료로 인한 浮腫等의 합병증을 줄일 수 있었다.

<환자 1>

51세된 남자 환자로 7년전부터 생겼던 쉼 목소리를 主訴로 본 병원을 來院하였다. 病理組織所見上 성대에 서 생긴 扁平上皮癌이라는 진단을 받고 原發部位에 5600 rad의 방사선치료를 받고 추적조사中 7개월후에(本病院에 내원하기 2個月前)증상이 재발되어 좀 더 정확한 평가를 위해 來院하였다. 來院당시 理學의 所見上 頸部 咽과聲은 觸知되지 않았으며, 間接喉頭鏡所見은 주로 前交連을 포함하고 있는 外長性 出血 腫脹이 있었으나, 聲帶의 움직임은 비교적 유지되어 있었다. 이 患者의 病期는 T₂N₀M₀로 完治(curative)를 目的으로 방사선치료를 시행하였다.

우선, 癌 부피와 위치를 照準撮影하여 決定한 다음, 患者의 外形을 만들어 治療計劃用 컴퓨터를 利用하여 全 癌을 包含할 수 있는 6,000 rad의 等線量曲線을 擇하여 Co⁶⁰ 治療機로 軀를 사용하여 6×6 cm 照射野크기로 치료를 시작하였다(Fig. 1).

그러나, 이 等線量曲線은 癌의 全 부피를 包含하고 있으나, 주위의 軟部組織에 들어가는 방사선 照射量이 많아서 合併症이 생길 것으로 생각되어, 이에 들어가는 照射量을 極少化시키기 위해 治療計劃을 변경시킬 필요가 있었다. 따라서, 治療計劃用 CT를 施行하여 시행前보

다 癌의 位置를 정확히 하여 照射野의 크기를 5×5 cm으로 줄이고, 양쪽 前斜門으로, 6,000 rad의 等線量曲線을 擇한 結果, 주위 軟部組織으로 들어가는 방사선량을 極少로 줄일 수 있었을 뿐만 아니라, 放射線에 露出되는 組織의 부피도 줄일 수 있었다(Fig. 2).

<환자 2>

50세된 남자 환자로 내원하기 1달前부터 시작된 鼻腔閉鎖症을 主訴로 하여 本 病院에 방문하였다. 理學的 所見上 鼻腔中隔을 포함한 오른쪽 鼻腔에 靨양성 病變이 있었으며, 왼쪽 耳下腺 아래의 淋巴節이 1×1 cm 크기로 觸知되었다. 혈액검사상 소견은 아무런 이상이 없었으며, 副鼻腔 사진에서 왼쪽上鼻腔과 왼쪽上顎洞에 陰影이 보였다.

照準撮影을 시행하여 癌의 位置를 결정한 다음, 患者의 外形을 만들어, 治療計劃用 컴퓨터를 사용하여, 5,000 rad의 等線量分布曲線을 擇하여 軀를 사용하여 양측 照射野으로 6×9 cm 照射野의 크기로 照射하였다(Fig. 3).

그러나, Fig. 3에서 보는 바와 같이 癌의 가장자리가 겨우 포함되어 充分한 安全緣(safety margin)을 얻을 수 없었다. 그 후 추적조사(follow-up)하는 도중에 증상이 재발되어, 再治療를 시행하였다. 좀 더 正確한 癌의 位置와 浸潤部位, 또한 治療計劃을 위해서 治療計劃用 CT를 시행하여 3,000 rad의 等線量曲線을 擇하여 軀를 사용하여 前門과 左側門으로 8×10 cm 照射野

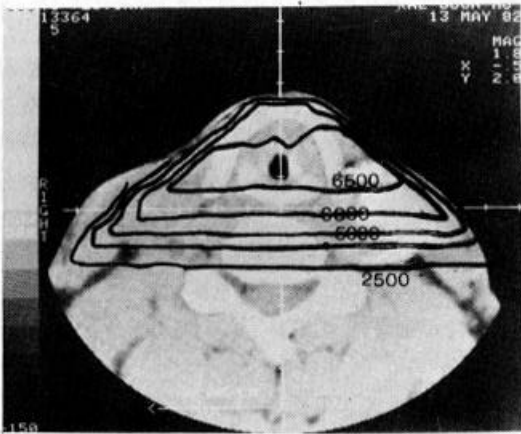


Fig. 1. Isodose distribution curve before CT-aided treatment planning. Note the more irradiation dose of the surrounding normal soft tissue and spinal cord than Fig. 2.

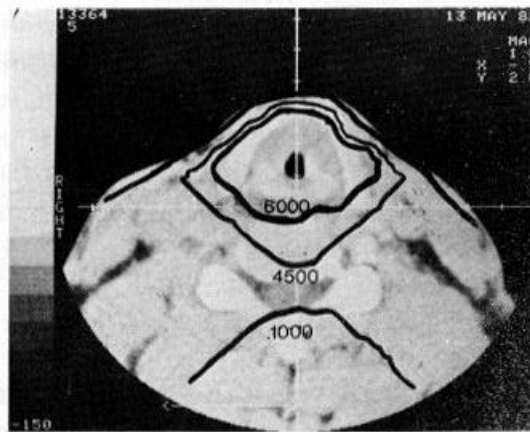


Fig. 2. Isodose distribution curve after CT-aided treatment planning. The irradiated volume of surrounding normal soft tissue is much reduced and the dose irradiated to spinal cord is also reduced.

크기로 하여 다시 3,000 rad의 放射線량을 追加하였다 (Fig. 4). 그 후 이 환자의 증세는 好轉되었다.

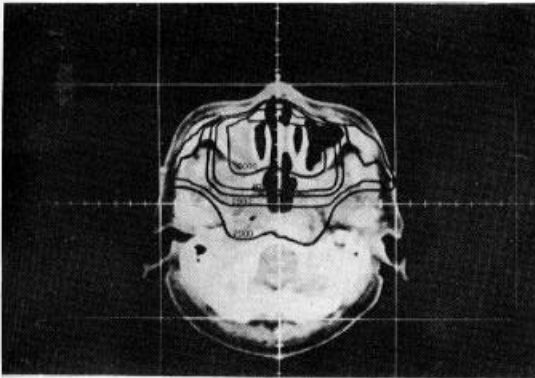


Fig. 3. Isodose distribution curve of first radiation therapy.

Note the haziness of the left nasal cavity and lobulated wall of left maxillary sinus. 148% isodose curve (5,000 rad) covered the total target volume of tumor, but reached within 0.5cm of the field margin, particularly left lateral margin (marginal miss). This field size didn't adequately encompass the target volume as assessed with the aid of the CT scan.

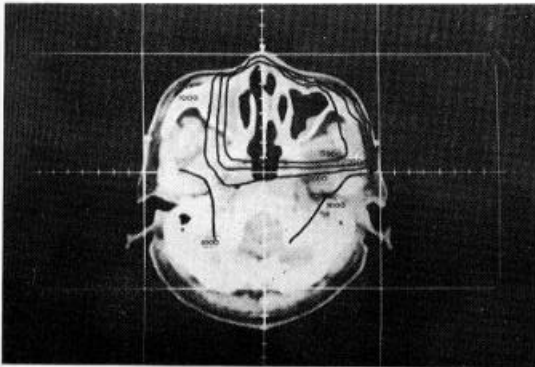


Fig. 4. Isodose distribution curve of post-CT scan treatment plan. 150% isodose curve (3,000rad) encompassed the total target volume of the tumor and irradiated dose to the spinal cord was reduced. After treatment, nasal obstruction was relieved and there was no evidence of recurrence.

IV. 考 按

頭頸部 癌의 放射線治療에 있어서 治療의 成功여부는

癌病巢 및 주위 浸潤部를 철저히 포함하여 적정치료선량의 均等分布를 기하면서 周圍에 있는 重要臟器 및 正常組織의 放射線 照射량을 임계線量범위내로 하여 治療率을 최대한으로 하고, 放射線 照射에 의한 주위장기및 조직의 副作用을 최소한으로 줄이는 데 있다. 특히 頭頸部 癌에 있어서는 이러한 局所治療率의 상승은 完治率의 상승에 比例함이 이미 臨床적으로 立証되고 있어 target volume에 적정치료선량의 分布를 기대하기 위한 正確한 治療계획의 重要성은 周知의 사실이다.

1979年 이후 CT가 임상에 널리 이용되면서부터, CT는 癌의 확진율을 상승시켰고, 또한 CT에 의한 人體解剖學的 構造 및 癌과 주위 内部組織과의 正確한 斷面적 정보를 방사선치료계획에 직접 이용함으로써, 종래 一般放射線撮影像에 比하여 放射線 治療에 의한 治療率을 높일 수 있게 되었다¹⁾.

특히 頭頸部 腫瘍에 있어서는 理學的 檢査나 關係적인 X선 사진으로는 正確한 腫瘍의 위치나 침윤 부위를 안다는 것은 매우 어려운 일이다. 따라서, 방사선 치료를 하기 전, CT를 시행하여 腫瘍의 위치와 침윤부위를 명백히 규정하여 正常組織에 대한 照射線량을 될 수 있는 한 줄이는 것이 癌病率과 合併症을 極少化할 수 있음은 많은 사람들의 報告에서 立証되고 있다^{1,2,4,5,6,7,10)}.

Goitein⁸⁾에 의하면, CT에 의해서 腫瘍의 局所的 治療가 평균 6%, 5년생존율은 평균 3.5%가 증가한다고 보고하였다.

CT의 유용성에 대해서는 이때까지 발표된 많은 논문에 의해서 잘 밝혀져 왔다.

Goitein¹¹⁾ 등은 CT 자료가 없을 때 77名の 환자중 24名(31%)에서 상당 부분의 癌이 照射野에서 벗어났으며, 10%의 환자에서 일부분이 조사야에서 벗어났다고 보고하여 전체 환자의 36%에서 CT가 매우 값어치가 있다고 결론을 내렸다.

Munzenrider¹²⁾ 등에 의하면, 癌의 coverage가 75名の 환자中 15名에서(20%) 부적당하여 전체 환자의 55%(41名)에서 필수적으로 CT가 필요하다고 하였다. 또한, 그는 위장관계에서 발생한 癌을 치료하는 데 필요한 放射線 照射량은 주위에 있는 重要장기인 간, 콩팥, 소장, 척추의 임계선량을 대부분 넘게 되므로 이들 癌의 浸潤部位와 주위 重要장기(dose-limiting)와의 關係를 理學的 檢査나 일반 X선사진으로 파악한다는 것은 매우 어려운 일이므로, CT를 시행하여 斷面적인 像을 얻는 것이 매우 중요하다고 하였다¹³⁾.

Emami¹⁴⁾ 등이 케암에서 報告한 것을 보면, 關係적인

임상적, 방사선학적인 검사에 비해서 CT를 시행함으로써 24名(75%)의 환자에서 암의 침윤부위를 좀 더 명백히 규명할 수 있었으며, 14名(43%)의 환자에서 병변의 크기의 변화가 있었으며, 13名(40%)의 환자에서 암의 病期(stage)의 변화가 있었다. 또한, 28%의 환자에서 치료계획용 CT를 시행하기 前의 치료계획이 부적당하다는 것을 알았으며, 40%의 환자에서 주위정상조직에 들어가는 放射線量을 줄일 수 있었다.

그러나, 頭頸部의 腫瘍에 있어서의 치료계획용 CT의 有用性에 대해서 보고한 論文은 그리 많지가 않다.

1977년 Munzenreider²⁾ 등이 98名의 患者에서의 治療計劃用 CT中, 頭頸部腫瘍을 가진 9名의 患者에서(原發性腫瘍과 淋巴系의 疾患을 包含) 治療計劃用 CT가 치료할 癌의 크기나 주위 정상조직에 들어가는 방사선량의 변화를 결정하는 데 별로 큰 기여를 하지 못하였다고 報告하였다. 그 理由는 大部分의 환자에서, 다른 기원의 腫瘍과는 달리 關係적인 X선 사진이나 이학적 검사上 癌의 위치와 침윤부위를 정확히 알기 어렵기 때문에 진단 목적으로 CT를 시행하여 癌의 위치와 침윤부위를 이미 알고, 외형을 만들어 방사선 치료를 시작하기 때문이다.

本 科에서의 경우에 있어서도, 80%(12/15)의 환자에서 癌의 위치와 침윤부위를 정확히 알 수 있어, 치료계획을 세우는 데, 많은 도움을 주었다.

이상과 같이 頭頸部 癌치료에 있어서 CT의 역할은 암의 위치와 침윤부위를 정확히 파악할 수 있어 病期 결정이 정확하여지고, CT에 의한 정확한 해부학적 정보를 토대로 각종 치료계획을 시도하여 단시간내에 最適의 線量分布의 작성이 가능하여 짐으로, CT를 이용한 치료계획의 적극적인 응용은 방사선치료의 局所治癒率의 상승이 확실시 되며 또한 各種 頭頸部 癌의 完治率의 상승도 기대된다. 그러나, 이러한 CT를 이용한 치료계획에 의한 치료의 성공율은 통상 6~7週間에 걸쳐 長期間 분할치료時 매일매일 치료가 치료계획時와 동일한 조건하에서의 치료를 전제로 하기 때문에 immobilization device의 응용이 전제조건이며 통상 치료계획은 중심축을 中心으로 한 단면상의 치료계획임으로 multiplanar reconstruction 및 three-dimensional 치료계획의 응용만이 엄밀한 의미의 전산화치료계획으로 사료된다.

특히, 頭頸部 組織은 조직간 밀도의 inhomogeneities의 차이가 심하며 각 조직의 density에 따른 CT의 Hounsfield 數의 차이를 치료계획에 반영함으로써 보다 均一한 線量分布를 기할 수 있으며, 아울러 조직의 inh-

omogeneity에 따른 局所再發率을 줄일 수 있다고 생각된다. 또한 치료계획용 CT를 이용하여 치료한 15名의 환자의 치유율이 치료계획용 CT없이 치료한 암환자의 장기 生存率에 어느정도 영향을 미치는가는 더욱 많은 証例를 中心으로 연구가 진행되어야 한다고 생각된다.

V. 結 論

지난 3년간 서울대학교병원 치료방사선과에서 치료계획용 CT를 이용하여 치료를 시행한 15名의 頭頸部 癌환자의 선량분포를 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

① 癌의 위치와 浸潤範圍는 15名中 12名(80%)의 환자에서 정확히 알 수 있었으나, 수술후 방사선 치료를 시행한 上顎洞癌을 가진 1例에서는 정확히 알 수 없었다.

② CT를 시행한 후, 癌의 包含度는 14名(93.3%) 환자에서 적당하였으며, 단 1例에서만(IMG) 癌의 範圍가 照射野의 境界線 0.5 cm內에 있어서 不適當하다고 判定하였다.

③ 照射野에 包含되었던 正常組織은 CT시행 後 12例(80%)에서 줄었으며, 단 1例에서만 늘어났다.

④ 치료계획용 CT像을 실물크기로 확대하여 환자의 外形(Contour)을 대체 응용時 거의 外形 실측상과 같았다.

⑤ CT를 이용함으로써, 癌病巢에 들어가는 照射量을 最大로하고, 주위 정상조직에 들어가는 양을 最少로 함으로써 理想的인 放射線治療計劃의 수립이 可能하였다.

REFERENCES

1. Goitein M, Wittenberg J, Mendiondo M, et al : The value of CT scanning in radiation therapy treatment planning; A prospective study. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 5:1787-1798, 1979.
2. Munzenreider JE, Pilepich M, Rene-Ferrero IB, et al: Use of body scanner in radiotherapy treatment planning. *Cancer* 40:170-179, 1977.
3. Emami B, Melo, A, Carter BL, et al: Value of computed tomography in radiotherapy of lung cancer. *Am J Roentgenol* 131:63-67, 1978.
4. Stewart JR, Hicks JA, Boone MLM, et al: Computed tomography in radiation therapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 4:313-324, 1978.
5. Badcock PC : Has CT scanning a role to play in

the radiotherapy planning of palliative treatment? *Cancer* 51:440-443, 1983.

6. Chernak ES, Rodriguez-Antunez A, Jelden GL, et al: *The use of computed tomography for radiation therapy treatment planning. Radiology* 117:613-614, 1975.
7. Ragan DP, Perez CA : *Efficacy of CT assisted two-dimensional treatment planning; Analysis of 45 patients. Am J Roentgenol* 131:75-79, 1978.
8. Goitein M : *The utility of computed tomography in radiation therapy; An estimate of outcome. Int J Radiat Oncol Biol Phys* 5:1799-1807, 1979.
9. Jelden GL, Chernak ES, Haaga JR, et al: *Further progress in CT scanning and computerized radiation therapy treatment planning. Am J Roentgenol* 127:179-185, 1976.
10. Sontag MR, Cunningham JR : *Clinical application of a CT based treatment planning system. Computerized Tomography* 1:1-13, 1978.
11. Munzenreider JE : *Computed Tomography In Therapy Planning: Abdominal Region. In Computed Tomography in Radiation Therapy, R.J. Morton(Eds). New York, Raven Press. 1983, pp, 37-54.*