

6MV X-선과 전산화 단층 촬영상을 이용한 뇌하수체 종양 치료계획

한양대학교 의과대학 치료방사선과

이 명 자 · 최 태 진*

= Abstract =

Three Dimensional Dose Planning Using 6MV X-ray and Multiaxial Computed Tomography for Pituitary Adenoma

Myung Za Lee, M.D., Tae Jin Choi, M.S.

Department of Therapeutic Radiology, Hanyang University Hospital

Computation of three dimensional dose distribution using CT image and RT plan was applied to a case of pituitary adenoma. Algorithm was based on two dimensional Tissue Maximum Ratio model extended to the third dimension. The resulting isodose curve of tranverse, coronal and sagittal section was demonstrated. This RT plan allows computation of dose distribution in any arbitrarily defined plane in addition to conventional cross sectional view.

서 론

성공적인 방사선 치료는 종양부위의 결정을 정확히 해야 하며 처방된 방사선량이 균등하게 종양부위에 조사되어야 한다. 정상조직의 손상은 될 수 있는대로 적게 하며 실제 조사시 종양부위에 대한 지리적인 오차 (geographic miss)가 없도록 해야 한다.

전산화 단층 촬영술은 병소의 정확한 위치와 침윤범위, 주위조직과의 상관관계등 진단적 가치와 병기 결정을 위하여 널리 이용되고 있다¹⁾. 더 나아가 단층 촬영상을 관상면 (coronal plane) 및 시상면 (sagittal plane)으로 재생 시킬 수 있어 입체적인 영상이 가능하게 되었다^{2~6)}. 그의 전산화 단층 촬영을 이용한 2차원적 혹은 3차원적인 방사선 치료계획 프로그램이 개발되어 치료계획 및 선량계산에 도움을 주고 있다.

최근 우리나라 수개 병원에 도입된 전산화 단층 촬영기 GE 8800과 여기에 수반해서 들어 온 RT plan 프로그램에 대한 임상이용에 관하여 아직 보고된 바

* 대구보전전문대학 방사선과

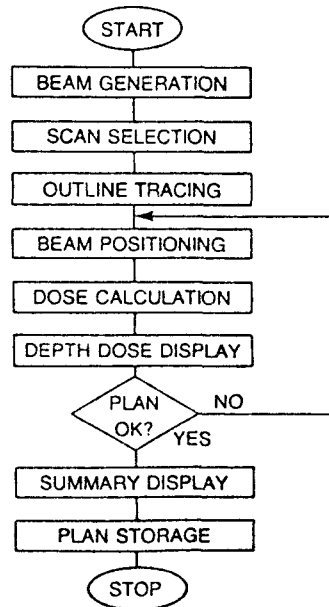


Fig. 1. Flow chart for RTP.

없다.

저자들은 최근 경북대학교 부속병원 치료방사선과에서 뇌하수체 종양으로 진단을 받은 환자 일례를 이용하여 치료 계획 컴퓨터의 3차원적 선량분포에 대한 것을 보고하는 바이다.

대상 및 방법

1985년 경북대학교 의과대학 부속병원 치료방사선과에 뇌하수체 종양으로 확진을 받은 환자를 대상으로 하였다.

환자는 56세된 여자로서 1년동안의 진행성 시력저하로 내원하여 검사결과 양이측 반맹증(bitemporal hemianopsia)이 나타났고 전산화 단층 촬영상 뇌하수체 종양소견을 보였으며 종양부위를 3 mm 두께로 절단하여 크기를 재 결과 횡단면에서 2.9×2.7 cm, 관상면에서 3.0×3.7 cm, 시상면에서 2.8×3.7 cm였고 suprasella 에 병소가 퍼져 있었다. 수술후 병리조직상 pituitary chromophobe adenoma 였고 호르몬 검사는 정상이었다. 종양의 조사면적(tumor volume) 결정을 위하여 종양부위의 전체 절단면을 관찰하여 종양이 전부 포함되도록 하였다. 조사야(field size)가 적으므로 지리적 오차(geographic miss)를 줄이기 위하여 전산화 단층 촬영 때와 같은 조건으로, 머리를 전방 경사 각도 15°를 주어 cast 로 고정시켰다. 종양의 중심은 glabella-meatal line 상방 35 mm 였다.

치료계획용 컴퓨터의 이용 과정은 Fig. 1과 같다.

1) Beam Generation Exposure/Exposure Rate Meter Model 192(Capintec, Inc)와 전리 용적이 0.14 ml 인 PR-05 mini chamber 를 이용하여 water phantom 내에서 6MV X선(Mevatron 67, Siemens)의 Tissue Maximum Ratio 를 측정하고 이로부터 Scattered Maximum Ratio⁷⁾를 산출하여 프로그램에 입력시킨 다음 지정 조사면에 따라 선량 분포를 그렸다.

2) Scan Selection 은 전산화 단층 촬영의 영상 부분을 횡측면 관상면 시상면으로 재구성하여 종양의 모양을 3차원적으로 관찰하고 다시 횡단면을 선택하여 치료계획을 세운 다음 선량분포를 구성하도록 하였다.

3) Outline Tracing 은 시뮬레이션 필름 및 전산화 단층 촬영영상과 중합하여 정하였다.

4) Beam Positioning 은 횡단면에서 시뮬레이션 및 입사선 축의 위치등을 고려하여 고정 등중심법(fixed isocentric method)으로 target 에서 100 cm 에 종양의 중심을 두고 조사면적을 정하였다.

5) Dose Calculation 및 Depth Dose Calculation 은 6MV X선으로부터 실측 입력된 자료에 근거를 두고 계산하였으며 12개의 단층면의 선량을 모두 계산하였다.

6) Summary Display 에서 시상면 관상면에 선량분포가 나타나도록 하였다. 한편 종양치료선량이 결정되면 Monitor Unit 량은(MU) 아래와 같이 구한다.

$$MU = [TDRIC \times wt\%] / OPF \cdot TMR \cdot CRM \cdot TF^{8)}$$

TD: tumor dose

RIC: reference isodose curve

wt%: weighting %

OPF: output factor

TMR: tissue maximum ratio

CRM: rad/MU correction factor

TF: shadow tray factor

결 과

전산화 단층 촬영기의 방사선 치료계획용 프로그램을 이용하여 뇌하수체 종양에 조사될 선량분포상을 횡측면, 관상면 및 시상면에 나타나도록 하였다. 전후조사와 양측평행의 조사면적은 모두 4.5×5.5 cm 의 크기였고 양측평행조사는 45° steel wedge 를 사용하였다. 종양에 도달되는 선량을 기준으로 한 beam weight 는 AP: Lt laterai: Rt lateral 을 각각 2.14 : 1 : 1 이 되도록 계획을 세운 결과 Fig. 2와 같이 나타났다. Fig. 2의 횡측면에 나타난 뇌하수체 종양의 선량분포를 관찰한 결과 215%의 합성 등선량곡선이 종양을 충분히 감싸고 있었으며 고선량부위(hot spot)는 235%로 나타나 균등도(uniformity)의 차이는 약 9%였다. 종양중심에서 9 mm 아래쪽과 18 mm 윗쪽에서부터는 고선량부위가 나타나지 않았으며 215%의 합성 등선량곡선은 여전히 종양부위를 충분히 감싸고 있음을 보여주었다. Fig. 3 및 Fig. 4에서와 같이 단상면, 관상면에서 고선량 부위인 235%의 합성 등선량곡선은 종양하단내에 국한되어 있고 한편 선택된 215%의 합성 등선량곡선이 종양의 전후 및 좌우를 충분히 포함됨을 볼 수 있었다. 이것은 한 단면만을 이용한 치료계획보다 지리적인 오차를 없앨 수 있고 고선량부위의 위치와 정도를 정확하게 알 수 있다.

정상 뇌조직에 조사되는 선량은 종양선량인 4,600 rad 에 비해 46.5%인 2,140 rad 로 정상 뇌조직의 허용선량보다 적은 선량이므로 큰 부작용은 없으리라 생각된다.

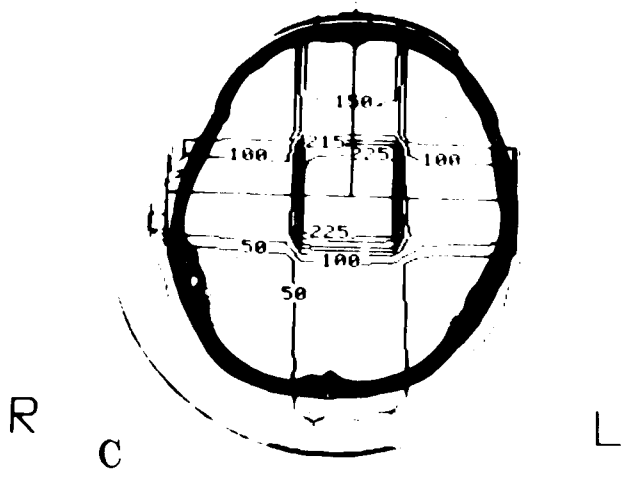


Fig. 2. Isodose distribution on transverse plane of CT.
 A. center of field. B. 9mm below the center of field. C. 18mm above center

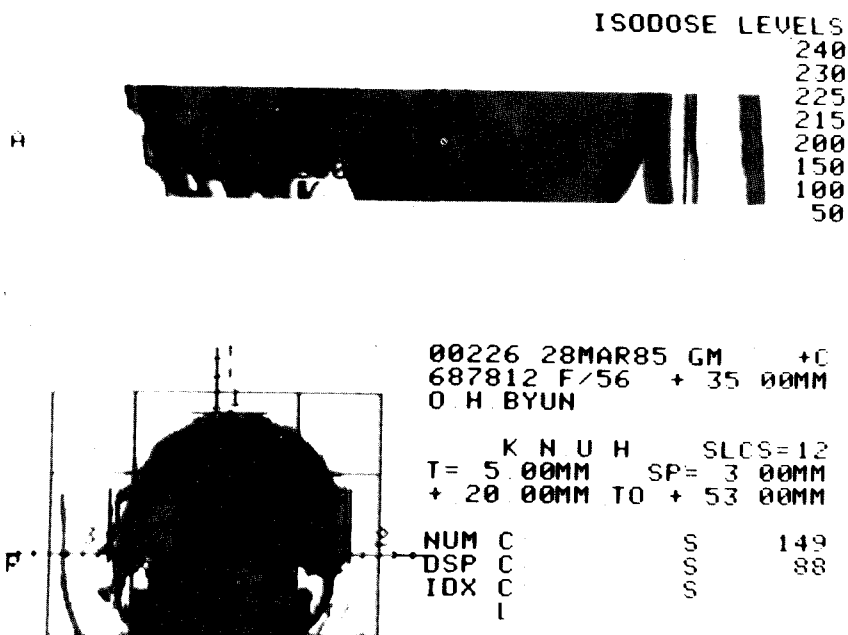


Fig. 3. Isodose distribution curve on sagittal plane of CT.

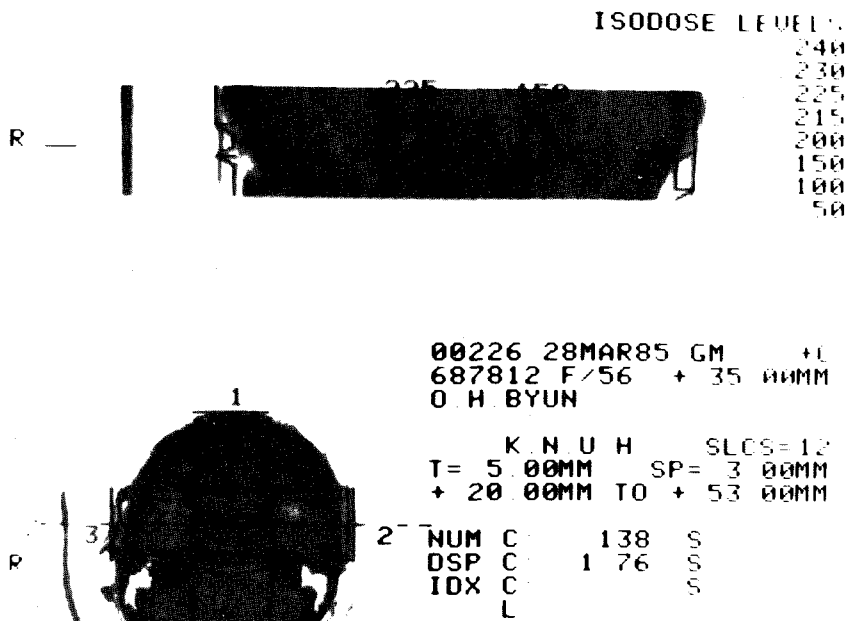


Fig. 4. Isodose distribution curve on coronal plane of CT.

고 찰

방사선 치료에 있어서 치료 실패의 원인중 하나는 지리적인 오차이다. 특히 조사 부위가 작은 종양에서는 수 mm의 오차도 환자의 완치율에 영향을 줄 수 있어^{9~11)} 정확한 조사법이 시행되어야 한다. 적은 방사선량은 재발을 일으키고 많은 방사선량은 조직 괴사를 일으키므로 적정 방사선량이 근치적 방사선 치료에서 조사되어야 한다. Badcock, Munzenrider 와 Goitein 등은 전산화 단층 촬영술을 이용하였을 때에 전산화 단층 촬영술 없이 치료한 경우와 비교하여 종양위치의 범위 결정이 35~47%에서 잘못 계획되어 조사면적을 넓혀 주어야 했으며 또한 35%에서 방사선량의 계산에 오차가 있었다고 보고하여 치료계획용 전산화 단층 촬영과 컴퓨터가 필수적임을 강조하였다^{12~14)}.

치료방사선과 의사들은 종양부위를 적정하게 조사할 수 있도록 해부학적인 위치 설정을 정확하게 할 수 있어야 한다. 치료계획용 컴퓨터의 개발로 종전에 수기식(manual)으로 하던 선량계산을 컴퓨터를 이용함으로써 시간의 단축 및 정확성을 기할 수 있게 되었다. 그외에 조직이 갖는 inhomogeneity를 CT 숫자를 이용하여 교정할 수 있어¹⁵⁾ 좀 더 정확한 선량계산이 용이하다.

저자들이 사용한 프로그램은 multiplanar reconstruction으로 횡단면, 관상면, 사상면의 영상으로 3차원적인 치료계획을 할 수 있어 보다 효과적인 선량계산 및 분포도를 알 수 있었다. 이러한 장점으로 위에 열거한 실패의 원인을 감소시킬 수 있다고 믿는다.

결 론

저자들은 전산화 단층 촬영과 치료 계획용 컴퓨터 프로그램을 이용하여 뇌하수체 종양의 치료계획을 세워 다음과 같은 결론을 얻었다.

종양모양을 입체화 시켜 3차원적인 선량분포를 파악할 수 있었으며 종양범위내의 선량의 균등도, 최대선량, 종양선량을 정확하게 알 수 있었다. 또한 주위 정상조직의 선량분포를 파악하여 방사선량이 정상 조직에 미치는 손상을 최소화 할 수 있는 치료계획이 용이하였다.

앞으로 이러한 기자재의 활용과 연구가 보다 진행되어 임상적으로 환자의 치료에 도움을 줄 수 있을 것으로 믿는다.

REFERENCES

1. Stanley RJ, Sagel SS, Levitt RG: *Computed tomography of the body; early trends in application and accuracy of the method.* AJR 127: 53-67, 1976.
2. Batnitzky S, Price HI, Cook PN, Dwyer SJ: *Three dimensional computer reconstruction in the study of brain lesions.* Automedia 4:37-50, 1981.
3. Goitein M, Wittenberg J, Mendiondo M, et al: *The value of CT scanning in radiation therapy treatment planning.* Int J Radiat Oncol Phys 5:445-447, 1979.
4. Chernak BS, Rodriguez-Antunez A, Jeldin GL, et al: *Computed tomography for radiation therapy planning.* Radiology 117:613-614, 1975.
5. Goitein M: *Limitations of two-dimensional treatment planning program.* Med Phys 9:580-586, 1982.
6. Goitein M, Abrams M: *Multi-dimensional Treatment Planning.* Int J Radiat Oncol Biol Phys 9:777-787, 1983.
7. Cunningham JR: *Scatter-air ratios.* Phys Med Biol 17:51, 1972.
8. Saylor WL, Ames E, et al: *Dose calculations in Radiation Therapy, Urban & Schwarzenberg.* Baltimore-Munich 1979, 11-18.
9. Allt WEC: *Supervoltage radiation treatment in advanced cancer of the uterine cervix. A preliminary Report.* Cancer Med Assoc Journal 100:792-797, 1969.
10. Shukovsky LJ: *Dose, time, volume relationships in squamous cell carcinoma of the supraglottic larynx.* AJR 108:27-29, 1970.
11. Herring DF, Compton DMJ: *The degree of precision required in the radialin dose delivered in cancer radiotherapy in computers in radiotherapy, Br J Radiol Spec Rep. 5 London: British Institute of Radiology 51-55, 1971.*
12. Badcock P: *The role of computed tomography*

- in the planning of radiotherapy fields. Radiology 147:241-244, 1983.*
13. Munzenrider JE, Pilepich M, Rene-Ferrero JB, et al: *Use of body scanner in radiotherapy treatment planning. Cancer 40:170-179, 1977.*
14. 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.*
15. Battista JJ, Rider WD, van Dyk J: *Computed tomography for radiotherapy planning. Int J Radiat Oncol Biol Phys 6:99-107, 1980.*
-