

밀도를 입력한 CT planning을 이용한 Lung Cancer의 치료계획

김성규, 김명세, 신세원, 홍정숙
영남대학교 의과대학 치료방사선과학교실

추 록

연구목적 : Lung cancer의 치료계획에서 내부 장기 밀도의 입력에 의한 선량보정 및 선량분포를 확인할 수 있는 CT planning과 contour CT image만으로 planning한 경우의 치료계획을 비교 검토하여 치료선량의 차이, 치료면적의 교정, 선량의 loading의 교정을 통한 CT planning의 우수성을 밝히고자 한다.

대상 및 방법 : 영남대학교 치료방사선과에서 1990년 4월 1일 부터 1993년 8월 31일까지 방사선 치료한 폐암환자 87명을 대상으로 Contour나 CT image만을 사용한 치료 계획과 밀도를 입력한 CT를 받은 치료계획에서의 총선량과 선량분포등을 비교 검토하였다.

결과 : 폐암환자 87명 전원, Contour와 CT를 이용한 선량비교에서, Contour로 한 경우가 CT로 한 경우보다 높게 나타났으며, 선량 차이가 5%이하인 경우가 45명(52%), 5%에서 10%이하인 경우가 25명(29%), 10%에서 15%이하인 경우가 15명(17%), 15%이상인 경우가 2명(2%)으로 나타나서 45명(52%)에서 5%이상의 선량차이를 보여 contour로 치료계획을 할 경우 신중한 치료 선량의 선택이 필요함을 시사하였다. Simulation을 한 후 CT planning을 시행하여 치료 Field을 확인한 뒤, 치료 부위를 넓히거나 줄여서 보정한 경우가 18/87(21%)였고, 선량 loading의 변경이 있었던 환자는 15/87(17%)였다.

결론 : 본원의 CT planning은 부위별 정확한 밀도가 측정 입력되어 치료계획을 함으로써 tumor volume과 Critical orcal에 조사되는 정확한 선량을 알 수 있어서 Tumor control을 위한 총선량의 정확한 계산이 가능할뿐아니라 field의 교정, loading의 변화등으로 적절한 선량분포를 얻을 수 있어서 치료효과를 높일 수 있으며 주위 정상조직에 조사되는 방사선량을 정확히 측정함으로써 합병증을 최소화할 수 있어 therapeutic gain을 높이는데 밀도가 입력되는 CT planning에 크게 기여할것으로 기대된다. 또한 10%이상의 선량차이가 있을때 local control의 저하 가능성이 30%정도 될 수 있음을 감안할 때 폐암치료에서의 밀도가 입력된 CT planning은 필수적임을 알 수 있다.

서 론

폐암은 중요한 성인 사망원인의 하나로 발생빈도가 증가하고 있으나, 발견 당시 이미 국소적으로 진행되었거나 원격전이가 동반되어 근치적인 절제가 불가능한 경우가 많아서 생존기간이 짧고 사망율이 매우 높은 악성종양이다.¹⁾

대부분 환자들의 생존기간을 연장시키며 고통을 덜어주고 삶의 질을 향상시키기 위하여 방사선치료를 광범위하게 이용되고 있다.²⁾

1969년 Hounsfield에 의하여 개발된 EMI Scanner는 방사선 진단분야에 일대 혁명을 가져왔으며, 방사선 치료분야에서도 CT image를 이용한 방사선 치료계획의 본격적인 연구가 1976년 Jelden등에 의해서 이루어졌으나 대부분의 CT planning의 경우 밀도가 입력되지 않는 image만 입력되는 CT planning이었다.³⁾

본원의 CT planning은 환자 신체의 윤곽, 종양 침습 범위, 인접 정상 구조물의 위치, 조직 불균질성의 정도, 3차원적 영상의 재구성과 부위별 정확한 밀도가 측정 입력되어 치료계획을 함으로써 주위 정상조직에 최소한의 손상과 critical organ에 조사되는 정확한 선량을 알 수 있어서 치료효과를 높일 수 있다.⁴⁻⁷⁾

영남대학교 의료원 치료방사선과에서는 1990년 4월 1일부터 1993년 8월 31일까지 방사선치료를 시행한 폐암 환자 87명을 대상으로 치료계획에서 내부 장기밀도의 입력에 의한 선량보정 및 선량분포를 확인할 수 있는 본원이 CT planning과 contour와 image만으로 planning한 경우의 치료계획을 비교 검토하여 치료선량의 차이, 치료면적의 교정, 선량의 loading비의 교정등을 비교하여 치료에 미치는 영향을 살펴보았다.

재료 및 방법

1990년 4월 1일부터 1993년 8월31일까지 영남대학교 의료원 치료방사선과에서 CT planning을 시행한 폐암 환자 87명을 대상으로 하였다(Table 1).

Table 1. Characteristics of patients

Mterials	No.of patients(%)
Age	
40-49	6
50-59	28
60-69	42
70-	11
mean(63)	
Male	76
Female	11
Surgery	
yes	9(10%)
no	78(90%)
Pathology	
squamous cell carcinoma	43(49%)
adenocarcinoma	19(22%)
large cell carcinoma	4 (5%)
small cell carcinoma	3 (3%)
undiffereafiated	18(21%)
CT planning	87

남자와 여자의 비율은 76명 대 11명이었고 치료환자의 연령은 40세부터 78세까지 분포하고 있었으며, 평균 연령은 63세였다. 9명은 수술을 받았고, 78명은 수술을 시행하지 않았다. 비소세포암은 76%이고 소세포암은 3%, 그리고 분류가 안된 경우가 21%를 차지했다.

치료계획을 위한 planning CT는 본원 치료방사선과 planning system(Therac 2300, NEC)과 연결되어 있는 Hitachi(CT-W 1000 GR, Hitachi) CT를 이용하였으며, 대상 환자 87명 전원에게서 planning CT를 시행하였다.

CT room에서 planning CT를 시행할때 simulation를 할때와 환자의 position등 조건을 동일하게 유지시켰으며, 치료면적 중심부와 끝 부분에 angiocatheter를 부착하여 치료부위가 분명하게 표시되도록 하였으며, 치료부위의 위쪽 부분에서 아랫쪽 부분까지 일정한 간격으로

나누어 9개의 planning CT image를 얻는 것을 routine으로 하였고 필요할 경우 원하는 부위를 세분화하여 12-18개의 image를 얻기도 하였다.

성 적

폐암환자 87명에서 Contour를 이용한 set dose와 CT Image을 이용한 set dose을 비교하였다. Contour와 CT을 이용한 선량 비교에서, 모든 환자에서 Contour와 image만으로 한 경우가 밀도가 입력된 CT로 한 경우보다 높게 나타났으며, 선량 차이가 5%이하인 경우가 45명(52%), 5%에서 10%이하인 경우가 25명(29%), 10%에서 15%이하인 경우가 15명(17%), 15%이상인 경우가 2명(2%)으로 나타났다(Table 2).

Table 2. Comparison of contour set dose & CT set dose

Contour set dose/CT set dose(%)	No.of patients(%)
< 105%	45
105- < 110%	25
110- < 115%	15
> 115%	2

Simulation를 한 후 CT planning를 시행하여 부적절한 치료 Field를 확인하고, 치료 Field을 넓히거나 줄여서 보정한 경우가 18/87(21%)였으며 (Table 3), 선량 loading비의 변경이 있었던 환자는 15/87(17%)였다(Fig. 1).





Fig 1. Loading ratio correction of radiation dose.

고 찰

방사선 치료에서 외부 방사선 조사가 입도된 이래로 치료 효과를 높이기 위해 치료계획은 여러 각도로 연구되었다. 특히 환자의 Contour는 방사선 치료에서 치료 선량을 계산하는데 중요한 요소로 인식되어 초기에는 납줄, Mechanical jig등 다양한 방법이 Contour를 그리는데 이용 되었지만 이런 방법의 의한 Contour는 시간이 걸리고 유동성 때문에 부정확한 contour를 그려 놓고 횡단면 해부도를 그려놓고 치료 할 부위를 그리는 것이 개발되어 선량 계산에서의 오차를 줄이려고 노력하였으며, 진단 영상을 이용한 방법으로는 Conventional radiologic transverse tomography가 사용되었지만 이것은 얻어진 Contour가 불분명하고 해부학적 영상의 해상도가 떨어져 널리 사용하지 못하였다.

지난 수년간 초음파는 어느 정도 정확한 Contour를 얻는 수단을 제공하였지만 그러나 해부학적 영상은 복부, 후복막, 골반, 경부와 흉벽, 종격동에 주로 제한되어 사용되었을뿐 아니라 해부학적인 위치를 planning에 직접 응용하기가 어려웠다.

CT는 전신을 통해 정상과 병리적인 해부도의 정확한 Contour와 상세한 영상을 가능하게 했으며, 이것은 simulation한 자세 그대로 CT를 행할 수 있게 하여 치료계획에 일대 혁명을 가져오게 하였다.^{4), 8)}

방사선 치료에 planning CT와 이 CT image를 치료계획에 이용할 수 있는 computer가 개발되어 손으로 치료계획을 할때 보다 시간이 수 십배로 줄어들게 되었으며 본원의 CT planning의 경우 특히 내부 조직 밀도가 부위마다 정확하게 입력되어 치료선량의 정확성을 기하게 하였다.^{3), 9)}

CT를 이용한 치료계획은 1979년에 Hobday¹⁰⁾에 의하여, 1982년 Badcock¹¹⁾, 1983년에 Berry¹²⁾, 1983년에 Ash¹³⁾에 의하여 시도되었다.

Hobday는 123명을 planning CT하여 bladder & prostate에서 48%, lung에서 23%의 교정이 있었으며, 전체적으로는 47명(38%)에서 치료면적 교정이 있었다고 보고하고 있다.¹⁰⁾ Badcock는 126명을 planning CT하여 Lung cancer에서 37%의 교정이 있었다고 보고 하였으며¹¹⁾, Adam등은 177명을 planning CT를 시행하여 부위별로 분석해 본 결과 bladder cancer에서 37%, prostate cancer에서 8%, nasopharynx에서 93%, brain에서 2%의 치료면적 교정을 보고하고 있으며, 전체적으로는 83명(47%)에서 치료면적 교정이 있었다고 보고하고¹⁴⁾ 있어서 특히 nasopharynx는 planning CT가 필수적임을 시사하였다. Goitein등은 contour와 planning CT를 이용한 경우의 총 선량의 분포에 관해서 고찰한 결과 52%에서 치료효과에 영향을 줄만큼 큰 변화가 있었다고 보고하였다.¹⁵⁾

본 연구에서는 87명 중 18명(21%)에서 치료면적 교정이 있었다. 이것은 다른 저자들의 것과 비교하여 조금 낮은 교정이지만 다른 저자들이 planning CT가 치료계획에 이용된 초기의 값이라는 것을 고려하여 비교해야 할 것으로 사료된다(Table 3).

Table 3. Field correction of Lung cancer

	Bancock	Hobday	Adam	Author
Total patients	35	22	24	87
Field correction(%)	37%	23%	33%	21%

Contour와 본원의 CT을 이용한 선량 비교에서, Contour로 경우가 CT로 한 경우보다 높게 나타났으며, 선량 차이가 5%이하인 경우가 45명(52%), 5%에서 10%이하인 경우가 25명(29%), 10%에서 15%이하인 경우가 15명(17%), 15%이상인 경우가 2명(2%)으로 나타나서 contour만의 planning이나 CT image만의 planning에서의 선량선택이 신중히 고려되어야 함을 시사하였다.

결론적으로 본원의 CT planning은 부위별 정확한 밀도가 입력되어 치료계획을 함으로써 주위 정상조직의 최소한의 손상과 Critical organ에 조사되는 정확한 선량을 알 수 있어서 Tumor control을 위한 총선량 계산을 정확히 할 수 있을뿐 아니라 loading의 조정으로 부위에 따른 적절한 선량분포를 얻을 수 있어서 치료효과를 높일 수 있다. 또 10%이상의 선량차이가 있을때 local control의 저하 가능성이 30%정도 될 수 있음을¹⁶⁾ 감안할 때 폐암치료에서 본원의 밀도가 입력된 CT planning이 이상적임을 알 수 있다.^{14), 17) 18)}

REFERENCES

1. Cox JD, Komaki R, Eisert DR : Irradiation for inoperable carcinoma of the lung and high performance status. JAMA 244 : 1931-1933, 1980.
2. Seydel HG, Kutcher GJ, Steiner RM, Mohiuddin M, Goldberg B : Computed tomography in planning radiation therapy for bronchogenic carcinoma. Int J Radiat Oncol Biol Phys 6 : 601-606, 1980.
3. Jelden GL, Chernak ES, Rodriguez-Antunez A, Haaga JR, Dhaliwal PS : Further progress in CT scanning and computerized radiation therapy treatment planning. Am J Roentgenol 127 : 179-185, 1976.
4. Eisert DR, Cox JD, Komaki R : Irradiation for bronchial carcinoma : Reasons for failure. Cancer

- 37 : 2665-2670, 1976.
5. Mira JG, Fullerton GD, Potter JL : Evaluation of CT numbers for treatment planning of lung cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 8 : 1625-1628, 1982.
 6. Van Houtte PE, Piron A, Lustman-Marechal J, Osteaux M, Henry J : Computed axial tomography (CAT) contribution for dosimetry and treatment evaluation in lung cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 6 : 995-1000, 1980.
 7. Stewart RJ, Hicks JA, Boone ML, Simpson LD : Computed tomography in radiation therapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* : 313-324, 1978.
 8. Haynor D, Borning AW, Griffin BA, Jacky Jp, Kalet IJ, Shuman WP : Radiotherapy planning. Direct tumor location on simulation and port films using CT. *Radiology* 158 : 537-534, 1986.
 9. Berit A, Gfirtner H, Atzinger A : Radiotherapy planning using computed tomography. *Cancer* 48 : 131-1345, 1981.
 10. Hobday P, Hodson NJ, Husband J, Parker RP, MacDonald JS : Computed tomography applied to radiotherapy treatment planning. *Radiology* 26 : 67-75, 1979.
 11. Badcock PC : Using the CT scanner to explore and circumnavigate current inadequacies in radiotherapy planning. *Clinical Radiology* 33 : 91-94, 1982.
 12. Berry JR, Planskoy B, Loverock L, Bedford AM : Computed tomography in therapy management. In *Computed tomography in radiation therapy*. NewYork, Raven Press. 1983, pp. 89-98.
 13. Ash DV, Andrews B, Stubbs B : A method for integrating computed tomography into radiotherapy planning and treatment. *Clinical Radiology* 34 : 99-101, 1983.
 14. Adm EJ, Berry RJ, Clitherow S, Bedford A : Evaluation of the role of computed tomography in radiotherapy treatment planning. *Clinical Radiology* 35 : 147-150, 1983.
 15. Fletcher GH : *Textbook of radiotherapy*. Philadelphia, Lea & Febiger. 1980, pp. 138-144.
 16. Goiten M, Wittenberg J, Mendiolo M, et al : The value of CT-scanning in radiotherapy treatment planning : a prospective study. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 5 : 1787-1798, 1979.
 17. Herring DF, Compton DMJ : The degree of precision required in the radiation dose delivered in cancer radiotherapy. *British Journal of Radiology(Special Report Series)*5 : 51-55, 1971.
 18. Mira JG, Potter JL, Fullerton GD, Ezekiel J : Advantages and limitations of computed tomography scans for treatment planning of lung cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 8 : 1617-1623, 1982.

Treatment planning of Lung Cancer with Density corrected Computed Tomography

Sung Kyu Kim, Ph. D., Myung Se Kim, M. D., Sei One Shin, M. D.,
Jeong Suk Hong, M. D.

Department of Radiation Oncology, Yeungnam University College of Medicine,
Taegu, 705-035 Korea

Abstract

Treatment planning of lung cancer with density corrected Computed tomography. Eighty-seven patients with lung cancer who had radiation therapy in Yeungnam University Medical Center between, April 1 1990 and Aug. 30 1993 were retrospectively evaluated total tumor dose, dose distribution, field correction, and loading change, compared with contour or CT image planning and density corrected CT planning.

In dose distribution, higher dose was calculated in compare with density corrected CT planning less than 5% difference were found in 45 patient(52%), 5-10% in 25 patients (29%), 10-15% in 15 patients (17%) and over 15% in 2 patients (2%).

Correction of treatment field was performed in 18 patients (21%) and changing of dose loading was given in 15 patients (17%).

In conclusion, we emphasize that density corrected CT planning is the very important factor which contribute to increase therapeutic gain by exact selection of target volume, target dose, normal tissue dose and dose of critical organ.