

On-line Setup for Lung Cancer Patient in Stereotactic Radiation Surgery using CBCT

Purpose: On-line setup procedure was performed before treatment for lung cancer patient for stereotactic radiation surgery (SRS) using recently introduced Cone Beam CT. **Materials and Methods:** Cone Beam CT was performed for 10 patients who did SRS during 18 July and 1 September, 2006 using On Board Imager (OPB) system made by Varian, USA. The treatment position of patient was corrected comparing Images obtaining from CBCT and used in treatment planning. **Results:** Comparing the CBCT images and CT images used in treatment planning, the movement of the couch is 2.3 ± 2.3 mm, 1.8 ± 2.8 mm, 0.3 ± 3.5 mm for vertical, lateral, and longitudinal direction. It took about 1 hr for conventional treatment procedure in image acquisition of CT before treatment and image registration. But it took about 4~7 minute in on-line setup using CBCT (1~2 min for image acquisition using CBCT, 2~3 min for CT reconstruction of 2.5 mm slice thickness, 1~2 min for on-line setup using image registration). **Conclusion:** The accurate treatment could be performed after tumor localization for SRS using CBCT images. And the consumed time for tumor localization was reduced significantly. (*J Lung Cancer* 2006;5(2):89-91)

Key Words: Cone beam CT, Stereotactic radiation surgery, Lung cancer, Image guided radiation therapy

Sung Ho Park, Ph.D.
Eun Kyung Choi, M.D., Ph.D.
Seung Do Ahn, M.D., Ph.D.
Sang-wook Lee, M.D., Ph.D.
Seong Soo Shin, M.D. and
Jong Hoon Kim, M.D., Ph.D.

Department of Radiation Oncology, Asan Medical Center, College of Medicine, University of Ulsan, Seoul, Korea

Received: December 10, 2006
Accepted: December 14, 2006

Address for correspondence

Seung Do Ahn, M.D., Ph.D.
Department of Radiation Oncology, Asan Medical Center, College of Medicine, University of Ulsan, Poonanap 2-dong, Songpa-gu, Seoul 138-736, Korea
Tel: 82-2-3010-4435
Fax: 82-2-482-6987
E-mail: sdahn@amc.seoul.kr

It was presented at annual meeting of Korea Society of Therapeutic Radiology and Oncology in 2006.

서 론

폐암의 경우 짧은 생존기간 때문에 치료기간을 줄이려는 노력이 필요했으며, 정위적체위고정틀(stereotactic body frame)을 이용하여 3~4회에 총 방사선량을 주는 정위적방사선수술(stereotactic radiation surgery, SRS)이 치료효율을 높이기 위한 치료기법으로 자리잡아 왔다(1,2). 미국의 경우 RTOG 0236 제2상 임상연구가 2004년 5월~2006년 10월에 걸쳐 진행되었으며 우리병원에서도 최근 환자 160명에 대한 임상결과를 보고한 바 있다(3).

정위적방사선수술의 경우 3~4회의 짧은 기간에 12~20 Gy의 많은 방사선이 조사되기 때문에 실시간 영상을 획득하여 치료 간 종양의 위치를 확인한 뒤 치료를 시행하는 영상유도방사선치료(image guided radiation therapy, IGRT) 기술이 선행 확보되어야 한다. 우리병원의 경우 2쌍의 X-ray system으로 이루어져 있는 Exactrac system을 통해 실

시간 영상 확인을 수행해 왔었다(4).

본 원에서는 2006년 7월 OBI (On Board Imager)가 장착된 Clinac IX (Varian, USA)를 설치하였다. 이 장비에 장착된 OBI는 2D-2D match 기능과 함께 Cone Beam CT (CBCT) 기능을 제공하고 있다. 이에 CBCT를 이용해 치료 전 환자의 치료 자세를 확인하는 절차를 확립하였으며, 정위적방사선 수술 시 CBCT를 이용해 on-line setup을 시행한 결과를 보고하고자 한다.

대상 및 방법

연구에 사용된 장비는 Varian사의 Clinac iX로 Fig. 1에 나타내었다. CBCT를 얻기 위해 치료기 Gantry에 X-ray system과 detector로 이루어진 OBI가 장착되어 있다. X-ray system은 45~125 kVp 내의 전압조정이 가능하고 X-ray가 14°의 입체각으로 방출되며 0.4 mm와 0.8 mm spot size를 가지고

있다. Imaging system은 aSi으로 구성되어 있고 397×298 mm 유효 측정면을 가지고 있으며 2,048×1,536의 공간분해능을 가지고 있다. OBI 시스템은 radiograph mode, fluoro-scropy mode 및 CBCT mode를 제공하고 있어 영상유도방사선치료에 유용하게 사용 가능하다.



Fig. 1. On Board Imager (OBI) system installed on the conventional Linac. A X-ray generator is shown in the left side, and the detector is shown in the right side.

SRS 환자를 치료하기 위해 일반 CT로 영상을 얻어 치료 계획을 수립했으며, 치료 전 환자의 자세를 보정하기 위해 실시간으로 CBCT 영상을 얻어 이 영상과 치료계획 시 획득한 영상을 비교하여 폐 내 종양의 위치를 비교함으로써 환자의 이동 정도를 확인하고 이 정보대로 couch를 이동해 종양의 위치를 실시간 보정하여 치료하였다. Fig. 2는 Va-

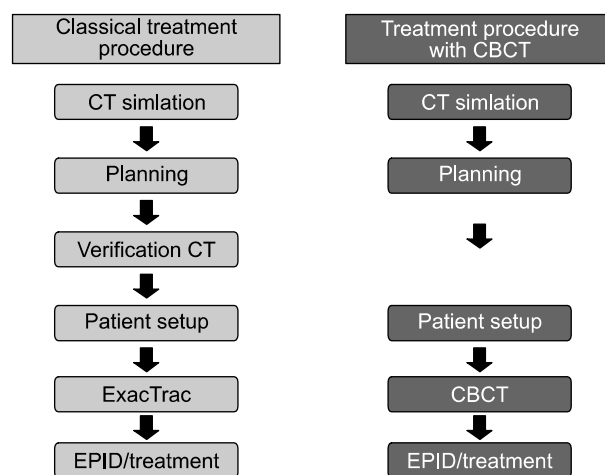


Fig. 3. Treatment procedure of lung SRS patient for conventional treatment using exactrac system and new procedure using CBCT. EPID: electronic portal imaging devices.



Fig. 2. Cone Beam CT (CBCT) images obtained using On Board Imager (OBI) system. The original planned CT images are shown in the right upper, and the other images are CBCT images with gross tumor volume (GTV), planning target volume (PTV) contoured in the planned CT images. The correction shift value of the couch are shown in the lower part.

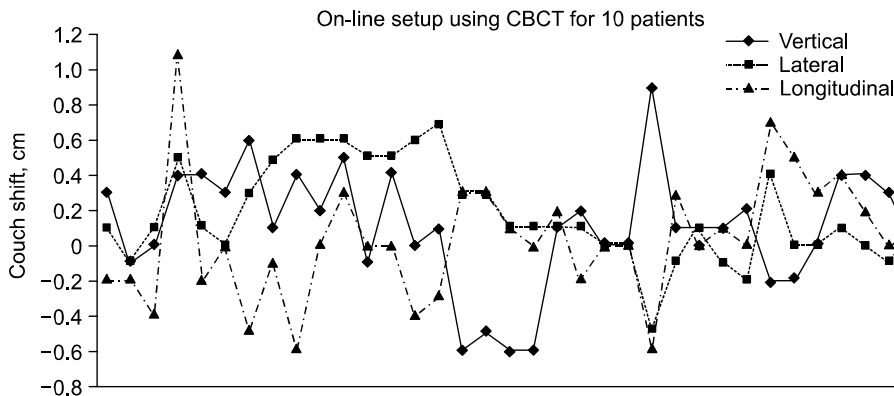


Fig. 4. Couch shift value, resulting from on-line setup using CBCT, for 10 SRS lung patients.

rian사에서 제공하는 S/W를 이용해 실시간 보정을 수행하는 과정을 나타낸다.

결 과

1) 기존 치료절차와 CBCT 이용 치료절차 비교

기존 치료절차와 CBCT를 이용하는 치료절차를 Fig. 3에 비교하여 나타내었다. 기존에 ExacTrac을 이용할 경우에는 치료 1일과 3일에 Verification CT를 촬영하여 치료계획 CT와 비교하였으며, 두 영상에서 종양 위치의 차이가 5 mm 미만일 경우 환자를 치료실에 setup한다. 그 뒤에 치료실에 장착된 ExacTrac 시스템을 이용하여 두 방향에서 X-ray 영상을 얻어 치료계획 CT와 비교한다. 종양 위치 차이만큼 couch를 이동시키고 EPID를 얻은 뒤 치료한다. CBCT를 이용하여 치료하는 절차는 치료 1, 2, 3, 4일에 환자를 치료실에 setup한다. 그리고, CBCT를 촬영하고 치료계획 CT와 비교한다. 종양 위치 차이만큼 couch를 이동시키고 EPID 영상을 얻은 뒤 치료한다.

2) 치료 준비 소요 시간 비교

기존 치료절차에서 verification CT를 촬영하고 환자를 치료실에 setup하기까지 대략 1시간이 소요되었으며, 환자를 setup하고 ExacTrac 영상을 얻어 위치를 보정하고 EPID 측정에 대략 15분이 소요되었다. CBCT를 이용하는 경우 환자를 치료실에 setup하고 CBCT 영상을 얻는 데 1~2분, reconstruction하여 2.5 mm slice 영상을 얻는 데 2~3분, CBCT 영상과 치료계획에 사용한 CT 영상을 비교하는 데 2~3분여가 소요되었다.

3) 환자의 setup 오차 분석

10명의 SRS 치료 환자에 대하여 on-line setup을 수행하였

으며 그 결과를 Fig. 4에 요약하였다. Vertical, Lateral, Longitudinal 방향으로 각각 2.3 ± 2.3 mm, 1.8 ± 2.8 mm, 0.3 ± 3.5 mm의 보정값을 나타내었다.

고안 및 결론

CBCT를 이용하여 종양의 위치를 확인하는 시스템은 기존에 2장의 투과 영상만을 사용하던 ExacTrac 시스템에 비해 종양을 선명하게 볼 수 있어 on-line setup의 정확도를 향상시킬 수 있었다. 또한 Verification CT를 대체함으로써 치료 준비에 소요되는 시간을 대폭 단축할 수 있었다.

CBCT를 정위적방사선수술 시 치료간 on-line setup에 활용함으로써 정확도 향상과 치료 준비시간 단축의 효과를 얻을 수 있어 임상에 유용하게 적용할 수 있었다.

REFERENCES

1. Nyman J, Johansson KA, Hultén U. Stereotactic hypofractionated radiotherapy for stage I non-small cell lung cancer--mature results for medically inoperable patients. *Lung Cancer* 2006;51:97-103.
2. Lee SW, Choi EK, Park HJ, et al. Stereotactic body frame based fractionated radiosurgery on consecutive days for primary or metastatic tumors in the lung. *Lung Cancer* 2003; 40:309-315.
3. Choi WS, Song SY, Kim JH, et al. Clinical results of stereotactic body frame based radiation therapy for primary or metastatic tumors in the lung. The 24th Annual Meeting of the Korean Society for Therapeutic Radiology and Oncology 2006.
4. Song SY, Park SH, Shin SS, et al. Image-guided radiation therapy for stereotactic radiosurgery in lung tumor. The 24th Annual Meeting of the Korean Society for Therapeutic Radiology and Oncology 2006.