

폐암 환자의 전신 정위적 방사선 수술시 정확한 SET UP에 대한 고찰

서울 아산병원 방사선 종양학과

서동린, 홍동기, 권경태, 박광호, 김정만

- Abstract -

The consideration about exact set-up with stereotactic radiosurgery for lung cancer.

Department of Radiation Oncology, Asan Medical Center

DongRin Seo, DongGi Hong, KyungTea Kwon, KwangHo Park, JungMan Kim

Purpose : What confirm a patient's set-up precisely is an important factor in stereotactic radiosurgery. Especially, the tumor is moved by respiration in case of lung cancer. So it is difficult to confirm a exact location by L-gram or EPID. I will verify a exact patient's set-up about this sort of problem by verification system(exactrac 3.0)

Materials and Methods : The patient that had lung cancer operated on stereotactic radiosurgery is composed of 6 people. The 5 patients use an ABC tool and 1 patient doesn't use it. I got such a patient's L-gram and EPID image by Body frame(elekta, sweden), compared Ant. image with Lat. one, and then confirmed a set-up. I fused DRR image of CT and X-ray image of Verification system(exactrac 3.0) 3 dimensional, analyzed the coordinate value(vertical, longitudinal, lateral), and then confirmed a difference of existing method.

Results : In case of L-gram and EPID, we judged an exact of the patient's set-up subjectively, and then we could treat the patient with radiation. As a result of using Verification system(exactrac 3.0), coordinate value(vertical, longitudinal, lateral) of patient's set-up was comprised within 5mm. We could estimate a difference of the coordinate value visually and objectively. Consequently, Verification system(exactrac 3.0) was useful in judging an exact patient's set-up.

Conclusion : In case of Verification system(exactrac 3.0), we can confirm an exact patient's set-up at any time whenever. However, there are several kinds of the demerit. First, it is a complex process of confirmation than the existing process. Second, thickness of CT scan slice is within 3mm. The last, X-ray image has to have shown itself clearly. If we solve this problem, stereotactic radiosurgery will be useful in treating patients why we can confirm an exact patient's positioning easily.

I. 서 론

정위적 방사선수술(stereotactic radiosurgery)은 1951년 스웨덴 Leksell에 의해 처음 소개되어 1984년에 선형가속기에 Mega-voltage X-ray를 이용한 치료기술이 개발되었으며, 이후 1972년에는 Loeffler가 최초로 선형가속기를 이용한 뇌 정위적 방사선수술 체계를 수립하였다.

정위적 방사선 치료는 정위적 좌표계를 사용하여 Set up의 정확도를 유지하면서 분할조사가 가능하여 작은 병변에 대하여 많은 양의 방사선을 조사함과 동시에 정상조직의 방사선에 대한 장애를 최소화할 수 있는 치료기법으로 초기의 정위적 방사선 수술은 고정용이하며 목표 장기의 움직임이 거의 없는 부위에만 시행되었으며 대표적으로 뇌 부위의 혈관질환이나 종양에서 주로 이용되었다.

1990년대부터 장기의 움직임을 최소화하는 특수한 체부의 고정 장치 및 정위 표적화가 가능해지면서 다양한 방법을 통하여 체부에 대한 전신 정위적 방사선 수술 법이 시도되었다. 본원에서 1997년부터 특수 고안된 정위 체부 고정 틀을 이용하여 선형가속기에서 발생하는 방사선을 이용하여 위험성이나 합병증을 최소화하고 안전하고 비침습적인 체부 방사선 수술을 시행하고 있다.

전신 정위적 방사선 수술환자 치료 시 환자의 set up을 정확히 확인하고 평가하는 것은 치료 성적을 좌우하는 중요한 요소이다. 그러나 폐암 환자의 경우 호흡등에 의한 종양의 움직임으로 인해서 Linac-gram이나 EPID(electronic portal imaging devices)를 이용하여 육안으로 주관적인 판단에 의존하여 정확한 위치를 확인하는데 여러 가지 어려움이 있었다. 이러한 문제점에 대하여 본원에 설치한 verification system(exactrac 3.0)을 이용하여 set-up 오차를 정량적으로 확인하고 오차를 보정, 치료에 적용하여 그 유용성을 평가해 보았다.

II. 대상 및 방법

본원에서 전신 정위적 방사선 수술을 받는 폐암 환자 6명(ABC tool을 사용한 환자 5명과 사용 안한 환자1명)을 대상으로 elekta stereo-tactic radiosurgery body frame을 이용하여 set-up을 한 후 L-gram과 EPID(electronic portal imaging devices)로 영상을 획득 set-up의 정확성을 확인하였고 그 후 verification system(exactrac 3.0, brain lab, germany)을 이용하여 set-up의 정확성을 정량적인 값으로 확인 비교하였다.

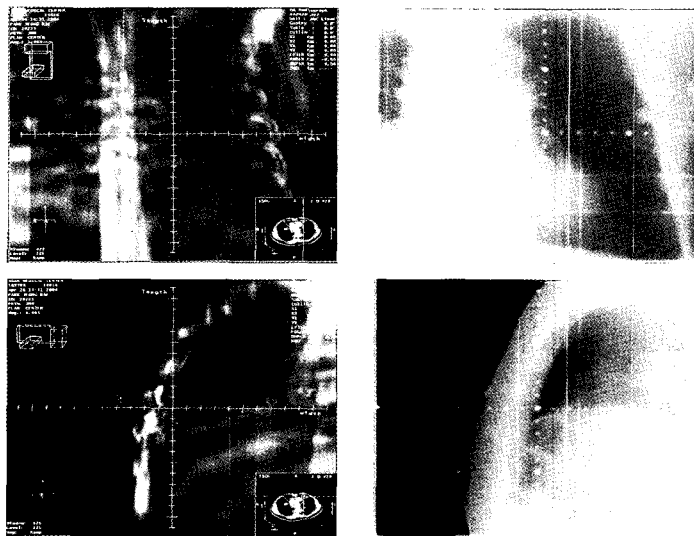


Fig 1-1. CT DRR images vs. L-grams

SRS body frame을 이용하여 set-up이 완료된 환자에 대하여 L-gram과 EPID로 영상을 획득하여 CT에서 얻은 DRR image와 육안으로 비교 확인하였다.(fig 1-1,1-2)

verification system(exactrac 3.0, brain lab,

germany)이 인식 할 수 있는 ball maker를 환자의 몸에 부착하여 CT scan을 하고 그 영상을 verification system에 전송하여 CT영상에서 ball maker를 확인한다.(fig 2-1, 2-2)

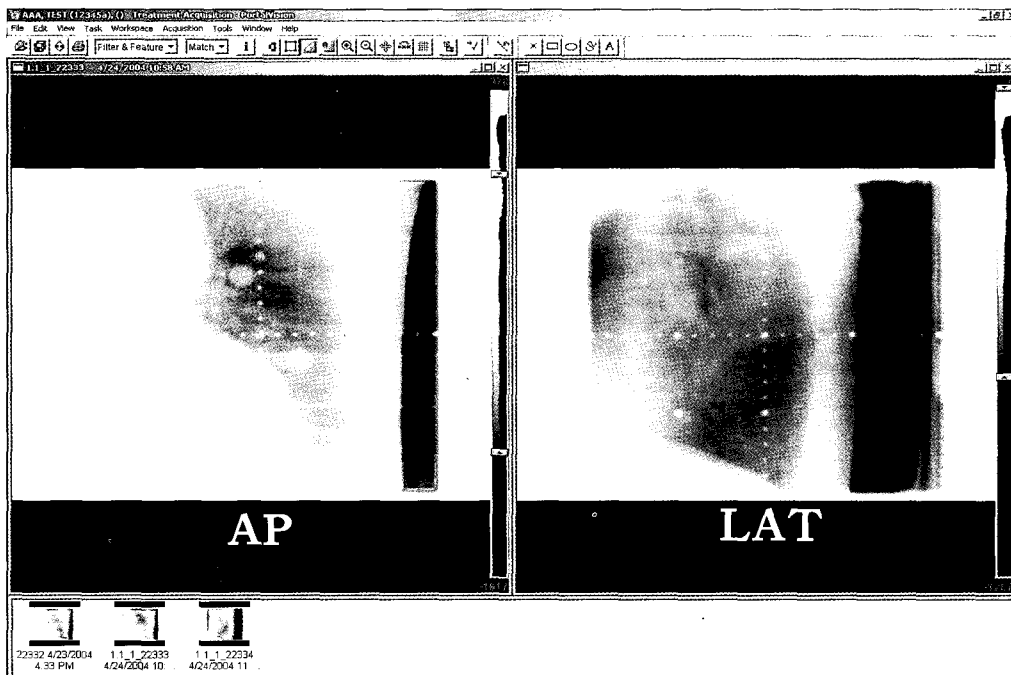


Fig 1-2. EPID portal image

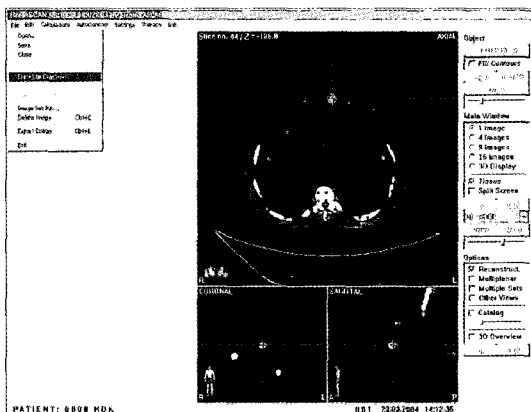


Fig 2-1. CT images export

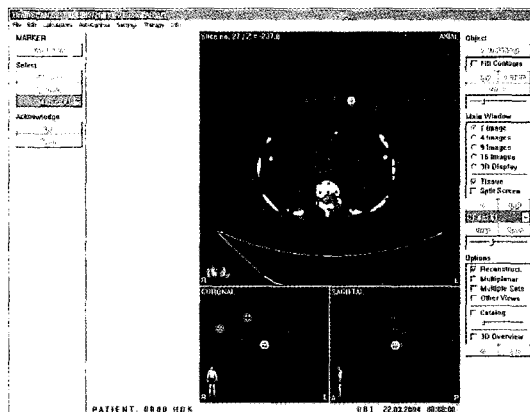


Fig 2-2. ball marker set

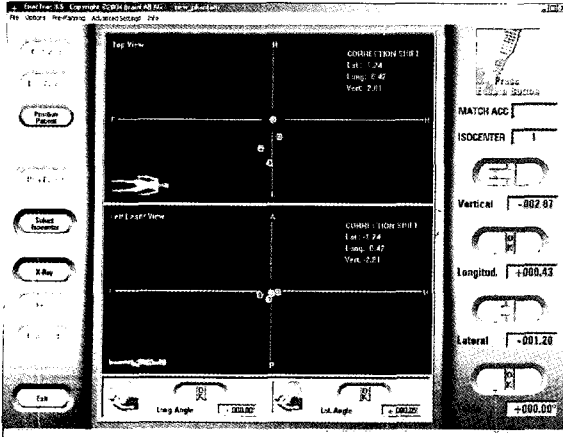


Fig 3-1. verify a patient's set-up by verification system(exactrac 3.0)

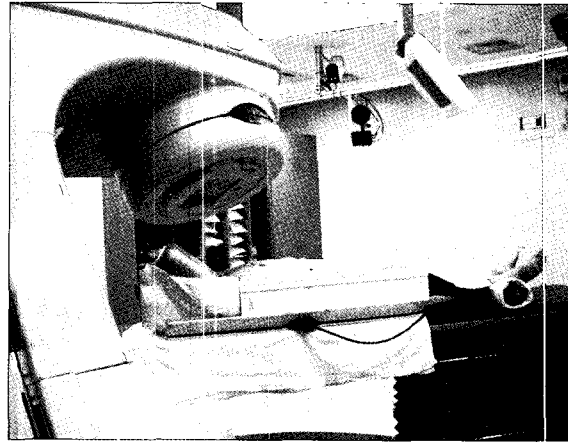


Fig 3-2. SRS patient's set-up

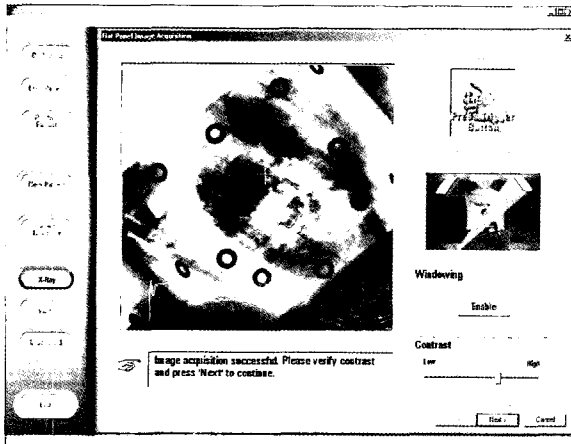


Fig 4-1. tube1 X-ray image

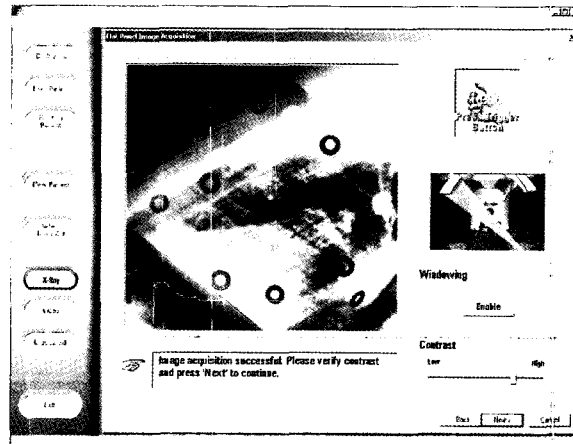


Fig 4-2. tube2 X-ray image

CT scan시 부착하였던 ball maker를 환자에게 부착하고 verification system을 이용하여 set-up의 확인하였다.(fig 3-1,3-2)

환자 set-up의 정확한 평가를 위하여 verification

system의 X-ray tube1과 tube2를 이용하여 isocenter를 지나는 두 개의 LPO와 RPO X-ray images를 획득하였다.

(fig 4-1,4-2)

두 개의 X-ray images와 DRR images를 fusion 하여 set-up의 정확성을 정량적 값으로 확인하였다. (fig 5-1, 5-2)

DRR images와 X-ray images를 3차원적으로 fusion하여 그 좌표 값(vertical, longitudinal, lateral)을 분석하였다.

III. 결 과

Image fusion을 한 결과 vertical, longitudinal, lateral 방향에 대하여 vertical은 최대 3.17mm, longitudinal 4.42mm, lateral 4.32mm의 set-up의 오차를 확인 할 수 있었다.(table 1)

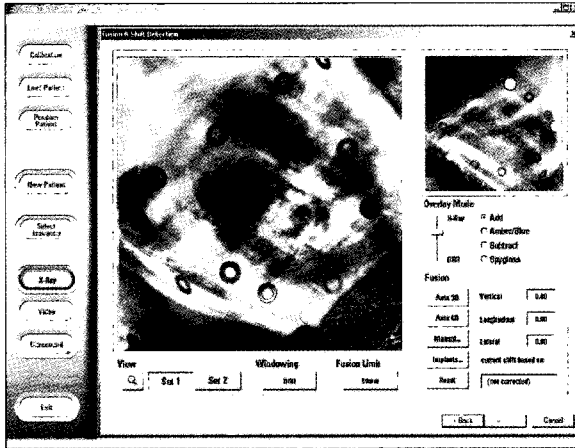


Fig 5-1. tube1 fusion image

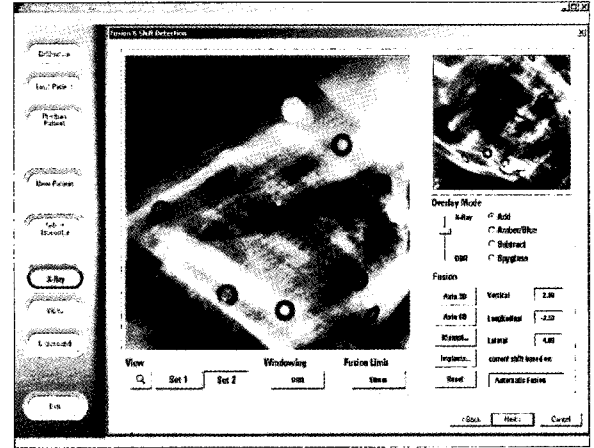


Fig 5-2. tube2 fusion image

Table 1. translation set-up error

구분	치료횟수	Vert	Long	Lat	구분	치료횟수	Vert	Long	Lat
A pt	1회	1.53	0.11	-1.20	D pt	1회	-1.40	4.32	-0.61
	2회	1.45	0.12	-0.75		2회	-1.79	3.31	-0.68
	3회	1.55	-0.03	-1.10		3회	-1.20	4.42	-1.13
	4회	1.57	-0.10	-1.75		4회	-1.20	4.25	-0.03
	평균	1.53	0.03	-1.20		평균	-1.30	4.32	-0.61
B pt	1회	2.98	-2.52	4.09	E pt	1회	0.28	-0.72	1.83
	2회	2.88	-2.88	3.91		2회	0.33	-0.67	1.74
	3회	2.87	-2.49	3.97		3회	0.28	-0.79	2.11
	4회	3.17	-2.19	4.38		4회	0.24	-0.71	1.63
	평균	2.98	-2.52	4.09		평균	0.28	-0.72	1.83
C pt	1회	-2.97	-1.75	-0.39	F pt	1회	0.81	0.21	1.01
	2회	-2.98	-1.68	-0.42		2회	0.87	0.27	0.89
	3회	-2.82	-1.57	-0.28		3회	0.79	0.18	1.17
	4회	-3.11	-1.98	-0.45		4회	0.78	0.18	0.98
	평균	-2.97	-1.75	-0.39		평균	0.81	0.21	1.01
									(m m)

방향의 규칙성은 없지만 5mm이내의 오차 범의 안에 포함되는 것을 알 수가 있었다.

기존의 L-gram과 EPID로는 정확한 좌표 값보다는 주관적으로 Set up의 정확성 여부를 판단하여 치료할 수 있었지만 Verification system을 이용하여 확인한

결과 치료환자의 Set up 전, 후의 좌표 값(vertical, longitudinal, lateral)이 5mm이내에 포함되는 것을 볼 수 있었고(chart 1) 좌표 값의 차이를 시각적이고 객관적으로 평가할 수 있어서 Set up의 정확성을 판단하는 데 유용했다.(fig 6)

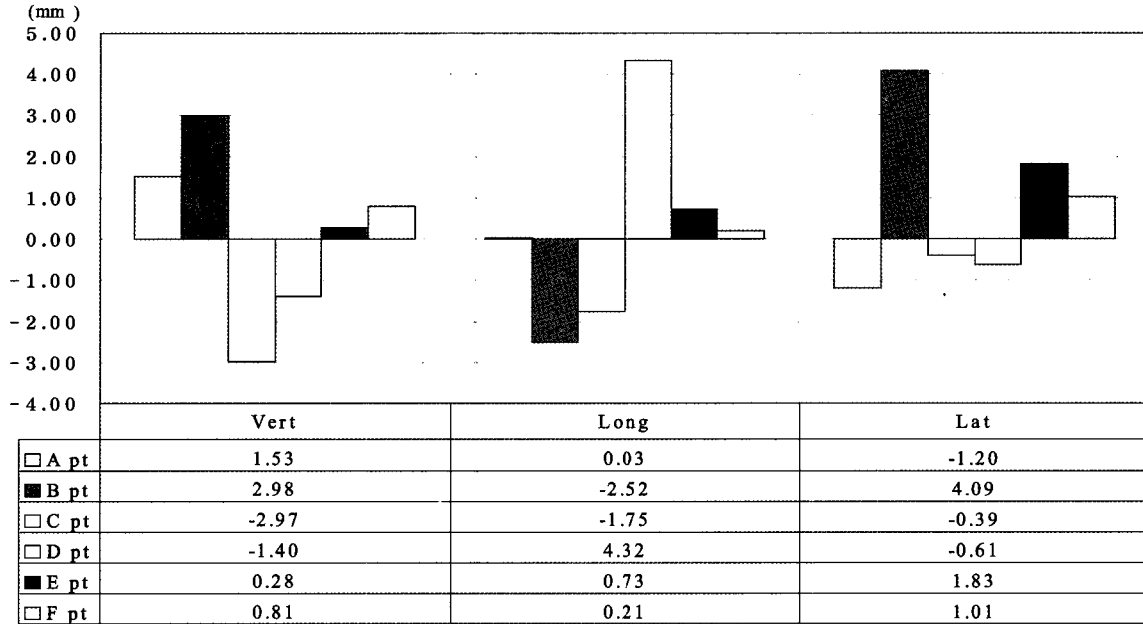


chart 1. mean translation error

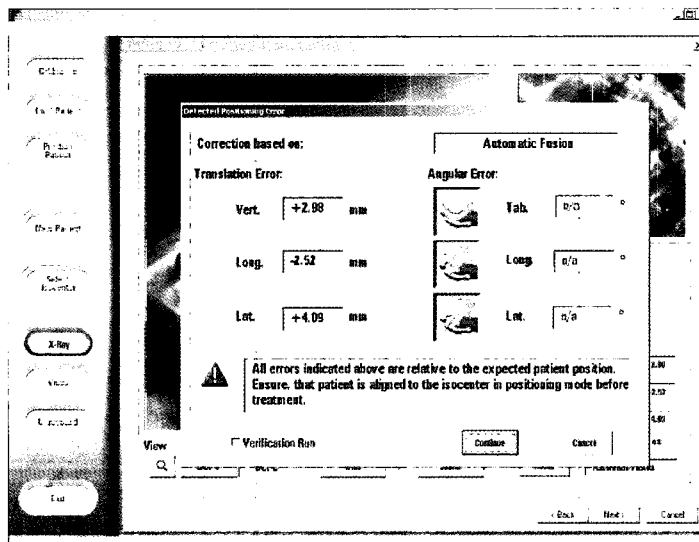


Fig 6. translation error

IV. 결 론

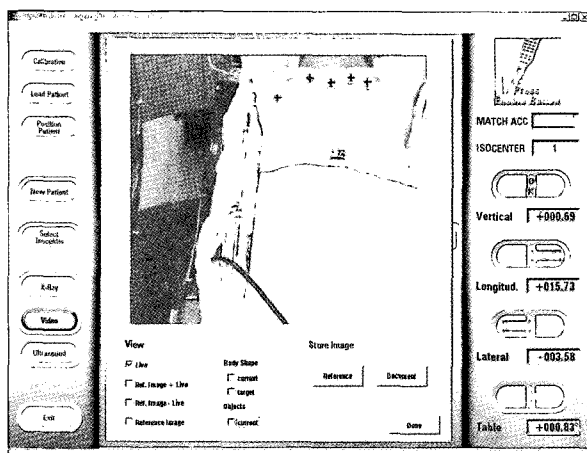


Fig 7-1. Make sure of patient set-up used video camera in verification system

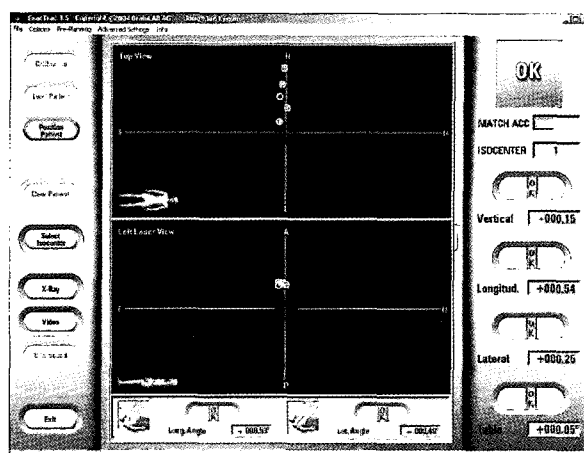


Fig 7-2. couch auto set-up

전신 정위적 방사선 수술환자 치료 시 환자의 set up 을 정확히 확인하고 평가하는 것은 치료 성적을 좌우하는데 중요한 요소이다. Linac-gram이나 EPID(electronic portal imaging devices)를 이용하여 주관적 판단하여 정확한 위치를 확인하는데는 여러 가지 어려움이 있었으나 이러한 문제점을 verification system(exactrac 3.0)을 이용하여 set-up 오차를 정량적으로 확인 할 수 있었고 확인된 set-up의 오차는 verification system의 couch auto set-up을 통하여 5mm이내의 set-up 오차 범위를 0.7mm 이내로 조정하여 치료 할 수 있었으며 또한 치료 전, 치료 중에도 set up의 변화를 시각적으로 확인 할 수 있었다.(fig 7-1,7-2)

DRR images와 X-ray images를 3차원적으로 fusion하기 위해서는 CT scan시 3mm이하 간격으로 영상을 획득해야 하고 치료실에서 환자 set-up시 여러 단계의 분석과정을 거치므로 시간이 다소 소요된다는 단점이 있지만 SRS(stereotactic radiosurgery)나 IMRT(intensity-modulation therapy)와 같은 정밀한 set-up이 요구되는 치료의 경우에 있어서는 set-up을 정량적으로 확인이 가능하다는 것과 치료중에도 환자의 set-up의 변화를 확인 할 수 있어서 정

확한 치료가 가능하고 성능이 우수한 CT장비와 함께 사용하면 보다 정확한 치료가 이루어 질 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Leksell, L. T: The stereotactic method and radiosurgery of the brain, Acta Chir, Scand, 102, 316-319, 1951
2. Lutz W., Winston K. R., Maleki, N: A system for stereotactic radiosurgery with a linear accelerator, Int. J. Radiat. Oncol. Biol.Phys, 14, 373-381, 1988
3. K.H.Kim et al.: " The study of setup accuracy of frameless stereotactic radiotherapy system ", Radiat Oncol., vol.56, suppl(1), 206, 2000
4. K.H.Kim et. al.: " The quantitative comparison of treatment planning between conventional conformal radiotherapy and stereotactically guided conformal radiotherapy using phantom ",

- Radiat Oncol., vol.56, suppl(1), 117, 2001
5. K.H.Kim et. al: " Quality assurance in frameless stereotactic radiotherapy system ", 5th International Stereotactic Radiosurgery Society Congress, Accepted abstract, 2001
 6. 김기환, 조문준, 김준상, 김동욱, 강노현, 김재성: " An accuracy report of stereotactic radiotherapy system in Chungnam national university hospital ", 제 22회 한국의학물리학회 춘계학술대회 보문집, pp.50, 4.13-14, 제주대학교연수원, 2001
 7. J. Willner, M.Flentje, K. Bratengeier : " CT simulation in stereotactic brain radiotherapy- analysis of isocenter reproducibility with mask fixation ", Radiat Oncol. vol.45, 83-88, 1997
 8. M. Uematsu, M. Sonderegger, A Shioda et. al: " Daily positioning accuracy of frameless stereotactic radiation therapy with a fusion of computed tomography and linear accelerator (focal) unit: evaluation of z-axis with a z-marker ", Int. J.Radiat. Oncol Biol. Phys. vol.50, 337-339, 1999

- 국문요약 -

폐암의 환자의 전신 정위적 방사선 수술시 정확한 SET UP에 대한 고찰

서울 아산병원 방사선 종양학과

서동린, 홍동기, 권경태, 박광호, 김정만

- 목 적** : 전신 정위적 방사선 수술환자 치료 시 환자의 set up을 정확히 확인하고 평가하는 것은 치료 성적을 좌우하는데 중요한 요소이다. 특히 폐암 환자의 경우 호흡 등에 의한 종양의 움직임으로 인해서 L-gram이나 EPID를 이용하여 정확한 위치를 확인하는데는 여러 가지 어려움이 있다. 이러한 문제점들에 대하여 verification system(exactrac)을 이용하여 set up의 정확성을 확인해 보고자 한다.
- 대상 및 방법** : Body frame(elekta, sweden)을 이용하여 전신 정위적 방사선 수술을 받는 폐암 환자 6명을 대상으로 (ABC tool을 사용한 환자 5명과 사용 안한 환자1명) 기존의 L-gram과 EPIDs로 image를 획득하여 Ant, Lat image를 비교하여 환자의 set-up을 확인하고 CT에서 얻은 DRR image와 Verification system(exactrac)의 X-ray image를 얻어서 두image를 3차원적으로 fusion하여 그 좌표 값(vertical, longitudinal, lateral)을 분석하고 기존의 방법과의 차이를 확인하였다.
- 결 과** : L-gram과 EPIDs로는 정확한 좌표 값보다는 주관적으로 Set up의 정확성 여부를 판단하여 치료할 수 있었지만 Verification system(exactrac)을 이용하여 확인한 결과 치료환자의 Set up 전, 후의 좌표 값(vertical, longitudinal, lateral)이 0.5cm이내에 포함되는 것을 볼 수 있었고 좌표 값의 차이를 시각적이고 객관적으로 평가할 수 있어서 Set up의 정확성을 판단하는 데 유용했다.
- 결 론** : Verification system(exactrac)을 사용하면 환자의 Set up이 정확한 지 치료 전 또는 중간에도 시각적인 확인이 가능한 장점이 있지만 기존의 방법보단 확인과정이 조금 복잡하고 CT scan 시 3mm 이내로 해야 하며 X-ray image가 선명하게 나타나야 된다는 단점이 있다. 이러한 문제점만 해결된다면 Set up의 정확성을 쉽게 확인할 수 있어서 치료 시 많은 도움이 되리라고 생각된다.