
Angiocalizer를 사용하여 얻어진 Linac-Gram을 이용한 조사야 중심의 정확도 평가 (FSRT의 진보된 Quality Assurance)

삼성서울병원 치료방사선과

조정근 · 박영환 · 주상규 · 김영곤 · 조현상

Isocenter Verification Using Linac-Gram Films Taken with Angiocalizer : Improved Quality Assurance of Fractionated Stereotactic Radiation Therapy(FSRT)

Jung Keun Cho · Young Hwan Park · Sang Kyu Ju · Young Gon Kim · Hyun Sang Cho
Dept. of Radiation Oncology, Samsung Medical Center

With the advances in radiation therapy technology and equipment, the need for more accurate and safer radiation delivery to the target region has been continuously growing. Stereotactic Radiosurgery(SRS) is a good example of *Accuracy* but has a substantial risk of causing severe late neurological damages.

Fractionated Stereotactic Radiation Therapy(FSRT) is a modification of SRS enabling conventional fractionation with maintaining accuracy using noninvasive and relocatable frame. Verification of mechanical accuracy in FSRT has been done according to the manufacture's recommendations using RLPP, LTLF, and Depth-helmet.

In order to reinforce this, we have developed additional novel verification procedure using Linac-grams with the Angiocalizer attached on the GTC frame, which are then digitized into the planning software(X-Knife) to generate the three dimensional coordinates for comparison. This method has been successful in such ways that the anatomical landmarks are identifiable on the Linac-gram films and that the serial comparisons of the stereotactic coordinates of the isocenter are possible with more certainty along the FSRT course than before.

Key words : FSRT, SRS, isocenter, verification, angiocalizer, L-gram.

I. 목 적

방사선 치료의 목적은 병적 조직과 정상조직과의 방사선 효과비를 최대한으로 하여 암세포를 파괴시켜 암을 퇴치하는 것이라 할 수 있다.

다시 말해서 정상조직에는 최소한의 선량을 주고 종양조직에 선량이 집중될 수 있도록 하여야 한다. 요즘은 방사선 치료기술과 장비의 발달로 이러한 목적에 부합하는 치료를 할 수 있게 되었다. 하지만 예전과 달리 어느 한 부위에 선량이 집중조사되기 때문에 고도의 정밀성과 안전성이 요구되고 있다. 이러한 시대적 요구에 의해 개발되어 임상에 적용된 일 예가 바로 SRS이다. 하지만 SRS는 여러가지 만성 neurological damage를 일으킬 수 있다. FSRT는 SRS를 modify한 것으로서 noninvasive한 방법으로 환자 재현성과 정확성을 유지하고 conventional fractionation이 가능하다는 것이 특징이다. 하지만 이러한 장점들을 얻기 위해서는 다각적인 방법을 동원하여야 한다. 현재 FSRT를 시행하고 있는 대부분의 병원에서는 제작회사에서 권고하고 있는 방법 즉 RLPP, LTLF, depth-helmet, ball-test만을 이용하여 quality assurance를 시행하고 있다. 하지만 그것만으로는 치료상의 근거가 남지않고 실제 방사선이 어떤 부위에 조사되었는지 알 수 없는 등 정확도를 평가하기에 부족한 면이 있다.

이에 GTC frame에 angiocalizer를 부착하고 Linac-gram을 얻어 planning system에 입력하여 planning target과 실제 조사된 부위를 비교함으로써 정확도의 평가는 물론 오차발생시 이를 보정할 수 있는 한차원 높은 FRST의 verification procedure에 대해 소개하고자 한다.

II. 사용기기 및 방법

1. 사용기기

- ① Linac(Clinac 2100 C, Varian)
- ② hardware & software of X-Knife system

- ③ angiocalizer
- ④ GTC frame
- ⑤ film

2. 방법

① Linac-gram image에서 reference point들이 쉽게 보여지도록 하기 위해 angiocalizer를 삽입한다(Fig. 1).

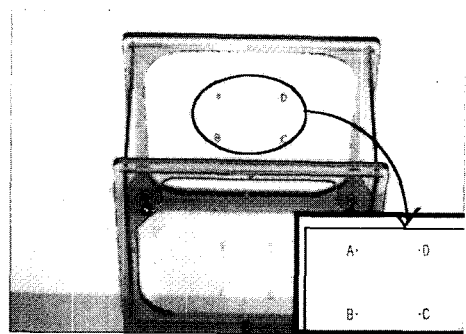


Fig. 1. Lead powder in angiocalizer markers

- ② 환자를 치료위치에 Setup한다.
- ③ GTC frame에 Angiocalizer를 씌운 다음 posterior-anterior와 right-left lateral의 Linac-gram을 double exposure하여 얻는다(Fig. 2).

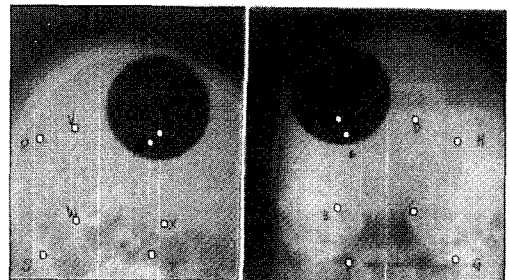


Fig. 2. Linac-gram taken with angiocalizer

- ④ 얻어진 2장의 Linac-gram을 scanner를 이용하여 X-Knife planning system에 입력한다(Fig. 3).

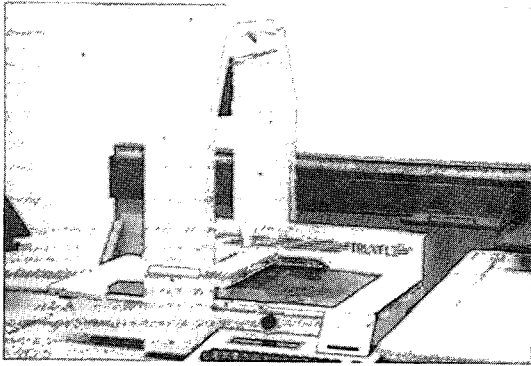


Fig. 3. Film scanning

⑤ 사진상에 나타난 angiocalizer의 marker들을 차례대로(PA : A, B, C, D, E, F, G, H. LAT : R, S, T, U, V, W, X, Y.) 입력한다(Fig. 4).

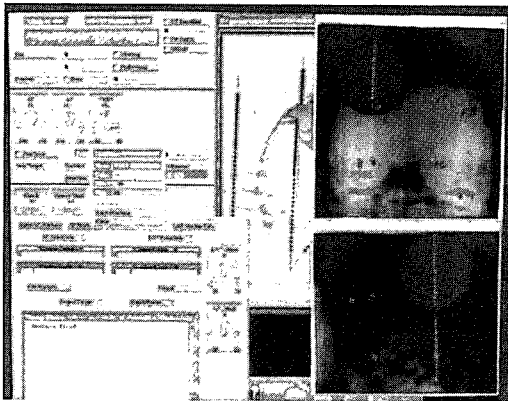


Fig. 4. Isocenter coordinate reading

⑥ 입력된 Linac-gram상에 검게 나타난 cone shape와 붉은 점선으로 표시되는 planning target volume을 cursor를 이용하여 matching 시킨다.

⑦ 정확히 matching 되었을 때 PA image에서 lateral, vertical의 좌표를 읽고 Lat. image에서 vertical, AP의 좌표를 읽어 기록한다.

III. 결 과

3명의 FSRT환자에 대해 20회의 Linac-gram

을 얻었으며 data의 객관성을 확보하기 위해서로 다른 3명의 방사선사에게 3회씩 오차를 측정하도록 하여 분석하였다(Table 1, Table 2). 그 결과 오차가 최대 0.2 ± 0.4 mm로 근소한 차이를 보이고 있다(Fig. 5).

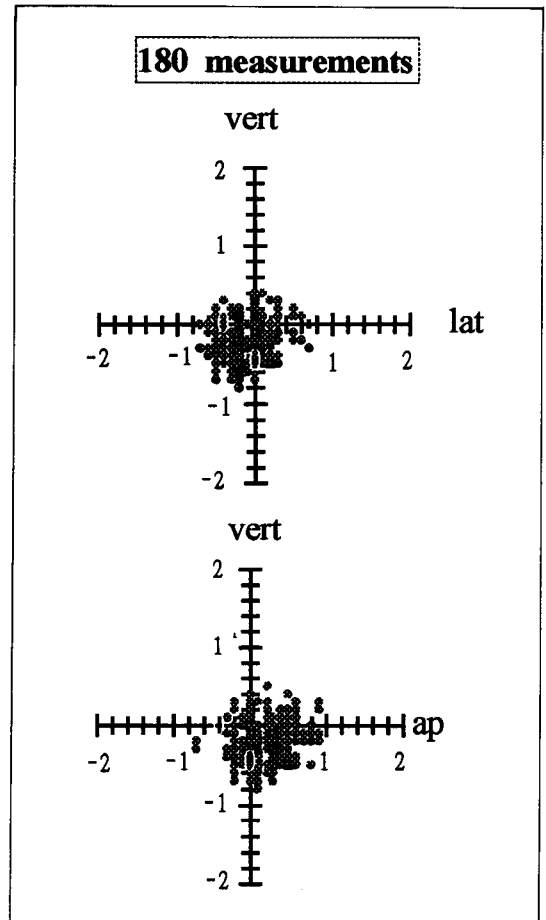


Fig. 5. Scatter - gram of isocenter coordinates

Table 1. Variation of isocenter coordinates (Intra - personal) - 20 measurements; unit = mm

Person A	Δ AP	Δ LAT	Δ VERT	Δ R
1 st	0.2 ± 0.3	0.0 ± 0.4	0.0 ± 0.2	0.5 ± 0.3
2 nd	0.2 ± 0.3	-0.1 ± 0.4	0.0 ± 0.2	0.4 ± 0.3
3 rd	0.2 ± 0.3	0.0 ± 0.3	0.0 ± 0.2	0.5 ± 0.3

Person B

	Δ AP	Δ LAT	Δ VERT	Δ R
1 st	0.2 ± 0.3	0.0 ± 0.4	-0.1 ± 0.2	0.5 ± 0.3
2 nd	0.2 ± 0.3	-0.1 ± 0.4	0.0 ± 0.2	0.4 ± 0.3
3 rd	0.2 ± 0.3	0.0 ± 0.3	0.0 ± 0.2	0.5 ± 0.3

Person C

	Δ AP	Δ LAT	Δ VERT	Δ R
1 st	0.1 ± 0.3	0.0 ± 0.2	0.0 ± 0.2	0.4 ± 0.2
2 nd	0.2 ± 0.3	0.0 ± 0.2	0.0 ± 0.2	0.4 ± 0.2
3 rd	0.2 ± 0.3	0.0 ± 0.2	0.0 ± 0.2	0.4 ± 0.2

Table 2. Variation of isocenter coordinates(Interpersonal) - 60 measurements / person; unit = mm)

	Δ AP	Δ LAT	Δ VERT	Δ R
A	0.1 ± 0.3	0.0 ± 0.2	0.0 ± 0.2	0.4 ± 0.2
B	0.2 ± 0.3	-0.1 ± 0.3	-0.1 ± 0.2	0.4 ± 0.2
C	0.2 ± 0.3	0.0 ± 0.4	0.0 ± 0.2	0.4 ± 0.3

IV. 결 론

FSRT의 mechanical accuracy를 verification 하기 위해 일반적으로 RLPP, LTLF, depth-helmet만을 사용한다. 하지만 이런 방법은 치료

중에 환자에게 직접 실시할 수 없고 치료전 phantom에서만 실시가능하고 치료상의 증거가 남지 않으며 치료가 끝난 후 setup오차를 알 수 없는 등의 단점이 있다. 하지만 angiocalizer와 Linac-gram, X-Knife planning system을 이용하여 위와같은 방법으로 Q. A.를 시행한다면 이같은 단점을 보완할 수 있을 뿐 아니라 오차 발생시 좌표값을 교정하여 정확한 치료를 시행할 수 있다는 장점을 얻을 수 있다.

V. 고 찰

Angiocalizer를 이용한 FSRT의 quality assurance는 angiocalizer를 GTC frame에 고정하여 Linac-gram을 얻기 때문에 결과적으로 planning하여 얻어진 좌표값에 대해 환자 setup 시 발생하는 error를 최종적으로 확인하는 과정이라 볼 수 있다. 하지만 이같은 방법은 환자의 위치 재현성까지를 평가할 수 없다는 한계성을 가지고 있다. 만약 Linac-gram(PA, Lat)상에 위치가 변하지 않는 어떤 작은 landmark(예 : calcification, 이물질 삼입)가 있다면 planning시 얻어진 좌표값과 실제 치료시의 좌표값을 비교할 수 있고 나아가 오차가 발생하였을 경우 이를 교정하여 정확한 치료를 시행할 수 있을 것이다.