

# 전뇌(Whole Brain)치료 시 Field-in-Field Technique 적용에 관한 고찰

서울대학교병원 방사선종양학과

김보겸, 이제희, 정치훈, 박흥득

**목적** : 방사선치료에 있어 치료부위내의 균등한 선량분포는 환자의 치료성적 및 장애를 좌우하는 매우 중요한 인자이다. 이러한 치료부위내의 균등한 선량분포를 얻기 위해 사용하는 여러 가지 방법 중 간단한 Field-in-Field Technique의 유용성을 평가하고 다양한 크기의 전뇌(whole brain)치료 환자에게 적용가능성을 알아보고자 한다.

**대상 및 방법** : 전뇌(whole brain)의 일반적인 치료기법인 대향2문조사와 Field-in-Field Technique을 적용했을 때의 선량분포도를 비교하기 위하여 phantom(acryl 16 cm spheral phantom)을 대상으로 치료계획을 수립하였으며, 선량분포평가를 위하여 저감도필름(X-Omat V-film)과 열형광선량계(TLD)를 사용하여 측정하였다. 또한 다양한 두께의 환자20명(대, 중, 소 및 소아-각각 5명)을 대상으로 Field-in-Field Technique의 적용가능성을 평가 하였다.

**결과** : 전뇌(whole brain)치료에 대향2문조사와 Field-in-Field Technique을 적용한 경우 각각의 치료부위내의 선량분포 및 DVH를 비교한 결과, Field-in-Field Technique을 사용한 경우 고선량(high dose)영역을 3~4%이하로 줄일 수 있었고, 저감도필름(X-Omat V-film)과 열형광선량계(TLD)에 의한 측정결과 또한 유사한 수치를 얻을 수 있었다. 이러한 Field-in-Field Technique을 다양한 두께의 환자에게 동일하게 적용해도 선량분포의 변화는 1~2%로 나타났다.

**결론** : 전뇌(whole brain)치료에 Field-in-Field Technique를 이용하여 치료계획을 수립하여 적용하면 치료부위내의 균등한 선량분포를 얻을 수 있으므로 추가적인 치료가 필요한 경우 선량합성이 용이하여 쉽게 치료계획을 수립할 수 있었다. 그리고 균등한 선량분포를 얻기 위해 사용하는 wedge filter 및 3D compensator 의 역할을 대체 할 수 있으며, 방사선 치료 시 고선량 영역으로 인해 발생하는 장애를 최소화할 수 있을 것으로 사료된다.

**핵심용어** : field-in-field, 전뇌치료

## I. 서 론

방사선치료에 있어서 치료부위내의 균등한 선량분포는 환자의 치료효과를 증대시키고 장애발생을 최소화 하는 중요한 인자 이다. 이에 우리는 환자의 치유성적을 향상 시키고 장애를 최소화 하기위하여 치료계획을 세우는데 있어 치료하고자 하는 표적(target volume)내에 +7%~-5% (ICRU report 50)이내의 균

등한 선량을 얻기 위해 노력하고 있다.

최근 CT, MRI, PET등 진단장비의 눈부신 발전으로 종양의 위치 및 크기 등을 정확히 진단할 수 있으며 치료기술 역시 3차원 입체조형치료(3D-Conformal Radiation Therapy), 세기변조 방사선치료(Intensity Modulated Radiation Therapy)등의 발달로 최적화된 치료계획을 수립하여 장애를 최소화하며 치료성적을 향상시키고 있다.

그러나 환자의 상황과 여건을 고려하여 불가피하게 2차원적인 치료계획(2D Plan)이나 1차원적인 단순계산(Point dose calculation)을 통하여 치료를 실시하는

책임저자 : 김보겸, 서울대학교병원 방사선종양학과  
Tel: 02)2072-2526, Fax: 02)2072-2521  
E-mail: bobokim7@naver.com

경우도 적지 않게 있다. 이러한 경우 치료부위 내에 균등한 선량분포는 기대 할 수 없으며, 심지어는 치료부위 내(target volume)에 10~12%의 고선량 영역 (high dose region)이 필연적으로 생기는 경우도 있다. 특히 인체는 2차원적인 경사보다는 3차원적인 굴곡으로 되어있는 부위가 많으므로 선량분포가 매우 불균등 하게 나타나는 경우가 많으며 이를 개선하기 위하여 일반적으로 쇄기 여과판(wedge filter)를 사용하고 있으나 3차원적인 굴곡이나 인체의 다양한 조직 구성물질로 인하여 기존의 wedge filter로는 불균등한 선량분포가 크게 개선되지 못하는 경우를 종종 접하게 된다. 이러한 경우 3차원 보상체(3D Compensator)를 제작하여 균등한 선량분포를 얻는 것이 일반적이지만 3D Compensator는 제작 자체가 어려울 뿐만 아니라 제작기간 또한 오래 걸리고 여러 가지 복잡한 과정을 거쳐야 하는 번거로움이 있다.

이에 본원에서는 3차원 치료계획 장비를 이용하여 치료부위 전체를 포함하는 하나의 large field 내에 여러 개의 small field를 추가하여 치료부위내의 불균등한 선량 분포를 균등하게 만드는 Field-in-Field Technique을 사용하여 치료계획을 실시하였으며, 이를 3차원적인 굴곡이 가장 두드러진 전뇌치료에 적용하기위하여 head and neck phantom에 필름과 TLD를 이용하여 치료계획상의 선량분포와 실제 주어진 선량분포의 일치성을 확인한 후 표준적인 두께와 굴곡을 가지고 있는 전뇌환자를 모델로 설정하여

Field-in-Field Technique을 사용한 치료계획을 수립하였다. 수립된 치료계획을 다양한 두께와 굴곡을 가진 전뇌환자에게 치료계획 없이 동일하게 적용한 후 치료부위 내에 선량분포 변화를 비교하여 유용성을 평가 하였고, 기타 부위에도 Field-in-Field Technique을 사용한 치료계획을 적용하여 그 효과를 평가 하였다.

## II. 대상 및 방법

### 1. 장비 및 재료

- 1) Clinac 6EX (Varian. USA)
- 2) Light Speed Ultra 16 CT (GE. USA)
- 3) RTP system-XiO (CMS. USA)
- 4) Film Scanner-VXR16 (Vidar. USA)
- 5) TLD system (Harshaw. Germany)
- 6) X-Omat V-Film (Kodak. USA)
- 7) Custom-made Head & Neck phantom (16cm sphere Acryl phantom)

### 2. 실험대상

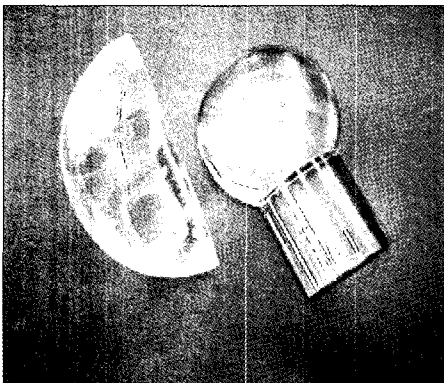


Fig. 1. Acryl 16 cm sphere phantom for film



Fig. 2. Acryl 16cm sphere phantom for TLD

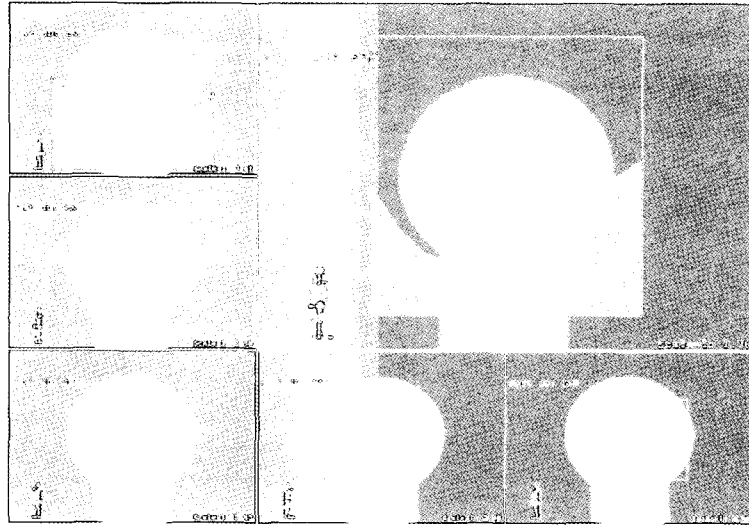


Fig. 3. Treatment Planning result(Beam's eye view) of phantom study

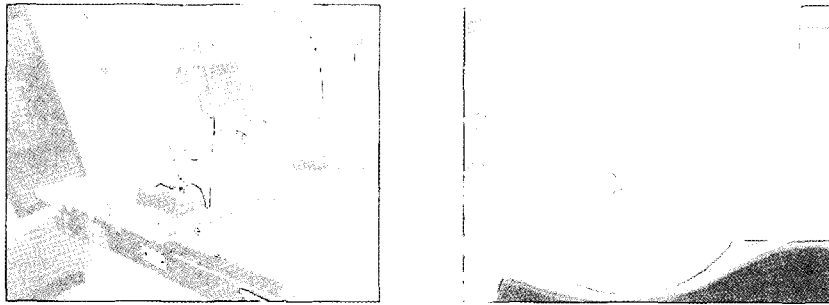


Fig. 4. Experimental setup of film and TLD dosimetry

Field-in-Field 치료계획의 유용성을 알아보고 실제의 선량분포를 확인하기 위하여 film과 TLD를 사용하여 평가하였으며, 표준 크기의 전뇌에 Field-in-Field 치료계획을 수립한 후 다양한 크기의 전뇌에 동일하게 적용한 후 그 선량분포의 변화를 확인하였다.

전뇌치료에 Field-in-Field 치료계획을 적용한 경우 실제 선량분포를 확인하기 위하여 인체의 머리와 유사한 지름 16 cm의 필름 삽입용(Fig. 1)과 TLD 삽입용(Fig. 2) 아크릴 팬텀을 제작 사용하였다.

또한 표준적인 전뇌의 Field-in-Field 치료계획을 다양한 두께의 환자에게 동일하게 적용한 후 이에 따른 선량분포의 변화를 알아보기 위하여 전뇌부의 두께가 18 cm이상, 16.5 cm, 15 cm, 14 cm이하의 환자를 대상으로 각 두께별 5명, 총 20명의 환자에게

Field-in-Field 치료계획을 적용하여 평가 하였다. .

### 3. 실험방법

본 실험은 단순히 두께와 조사야 크기만을 가지고 치료계획(단순계산)을 수립하고 치료하는 일반적인 전뇌치료와 Field-in-Field치료계획을 치료에 적용했을 경우의 선량분포를 비교하기 위하여 다음과 같은 절차로 수행 하였다

- 1) 기존에 시행하던 전뇌치료의 선량분포를 확인하기 위하여 팬텀에 film을 삽입하여 방사선을 조사한 후 scanner를 이용하여 선량분포도를 얻었다.
- 2) 같은 팬텀으로 Field-in-Field 치료계획을 적용하기 위하여 CT를 이용한 팬텀의 image data

를 획득하고 얻어진 팬텀의 data로 RTP system을 이용하여 Field-in-Field 치료계획을 하나의 large field 내에 두개의 small field를 이용하여 균등한 선량분포를 얻을 수 있도록 LAO, RAO 각 방향에 3개의 field로 치료계획을 수립하였다.(fig. 3)

- 3) 수립된 치료계획에 따라 치료 장치 film을 이용하여 방사선을 조사(Fig. 4) 하였다.

실험의 재현성을 확인하고 실험의 신뢰도를 높이기 위하여 TLD를 이용하여 같은 방법으로 방사선을 조사한 후, film scanner와 TLD system을 이용하여 선량분포 및 측정값을 비교 분석 하였다.

또한, 전뇌부 환자들의 평균적인 두께인 16.5 cm를 표준크기로 하여 Field-in-Field 치료계획을 수립한 뒤 RTP-system을 이용하여 실험대상에 입각한 다양한 전뇌환자 CT-image에 동일한 parameter의 Field-in-Field 치료계획을 적용한 후 RTP-system상에서 선량분포 및 총선량을 비교 분석하였다.

### III. 결 과

- 1. 일반적인 전뇌치료에 사용되는 대향이문조사 치

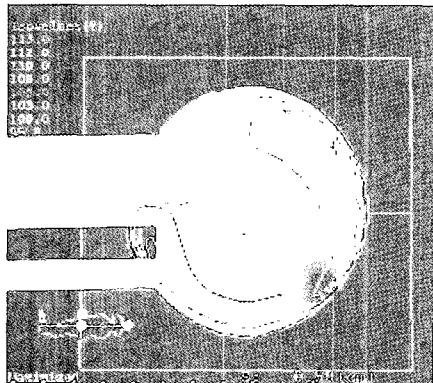


Fig. 5. Isodose distribution of whole brain technique

료계획상의 선량분포도(Fig. 5)는 예상대로 약 10~12%정도의 바나나 모양의 고선량 영역이 phantom의 가장자리에 나타났으며, Field-in-Field 치료계획을 적용시킨 후 선량분포를 비교한 결과 고선량 영역이 약 3~4%정도로 감소하는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 6).

- 2. Field-in-Field 치료계획을 적용한 전뇌치료의 선량분포를 필름을 이용하여 확인한 결과 치료계획상의 선량분포와 일치하는 것을 볼 수 있었다.(Fig. 7, 8)
- 3. Field-in-Field 치료계획을 사용한 전뇌치료의 선량분포를 TLD를 이용하여 확인한 결과 치료계획상의 선량분포와 TLD를 이용하여 얻은 선량측정값(Fig. 9, 10)이  $\pm 5\%$  이내로 일치하였다. 측정 시 TD(tumor dose)를 130 cGy로 설정하였고 TLD의 측정값은 121~135 cGy의 분포로 치료계획상의 선량분포와 유사한 수치를 나타내었으며 93~104%의 균일한 선량분포를 보여 주었다.
- 4. 표준적인 전뇌의 Field-in-Field 치료계획을 다양한 두께의 환자에게 추가적인 치료계획 없이 빠르게 적용하여 치료가 가능한가, 또한 그 유용성을 평가하기 위하여 전뇌부의 두께가 18 cm

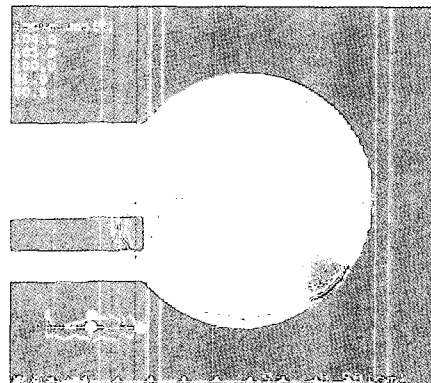


Fig. 6. Isodose distribution of General Field-in-field technique for whole brain RT

이상, 16.5 cm, 15 cm, 14 cm이하를 대상으로  
각 두께별 5명, 총 20명의 환자에게 치료계획

장비를 이용하여 미리 계획해두었던 Field-  
in-Field 치료계획을 똑같이 적용하여 얻어진

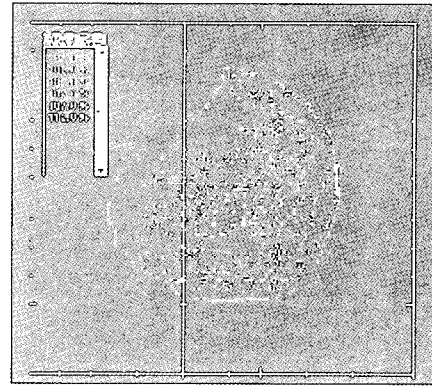
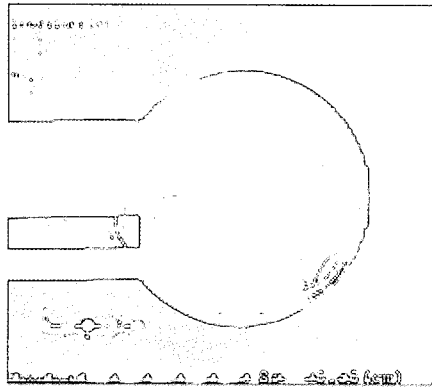


Fig. 7. Plan dose distribution & film dose distribution(Sagittal) with Field-in-field technique

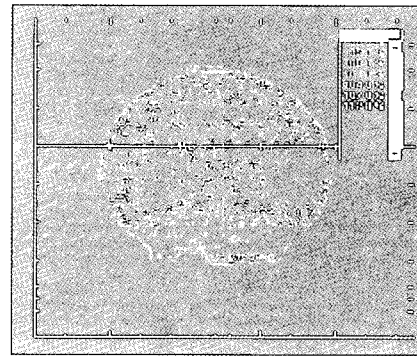
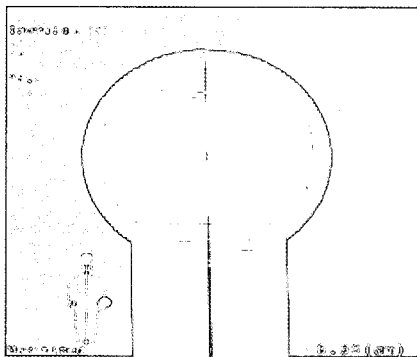


Fig. 8. Plan dose distribution & film dose distribution(Coronal) with Field-in field technique

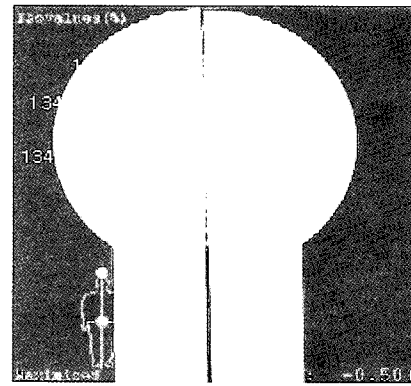
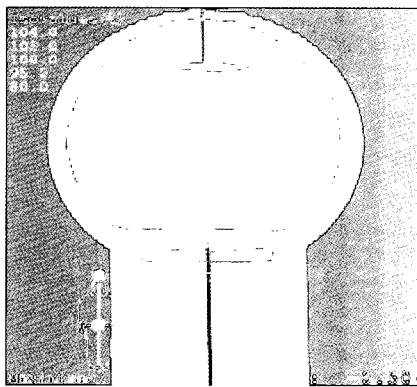


Fig. 9. Plan dose distribution & TLD dosimetry(Coronal) with Field-in field technique

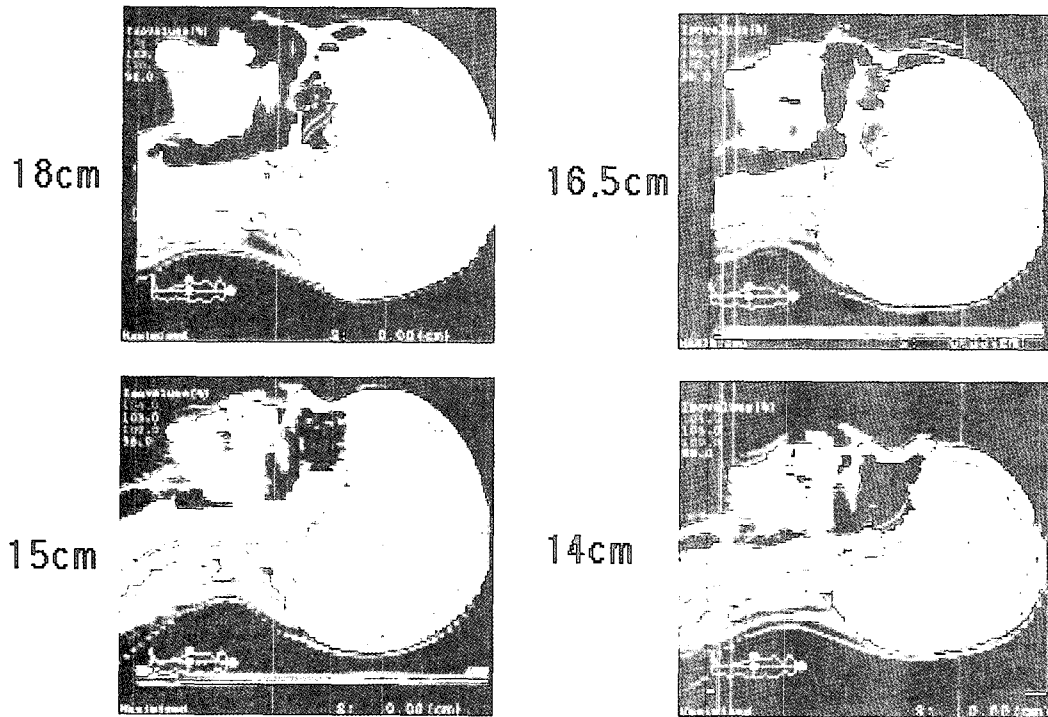


Fig. 11. Dose distribution in each thickness

Table 1. comparison of total dose (unit : Gy)

명 \ cm	1	2	3	4	5	mean	N(%)
18	31.9	31.8	31.9	31.7	32.2	31.9	99.4
16.5	31.8	32.4	32.0	32.0	32.1	32.1	100
15	31.7	31.9	32.1	32.1	32.2	32.0	99.7
14	33.0	33.1	32.5	32.6	32.8	32.8	102

선량분포를 비교하고(Fig. 11) 최대선량값(Table 1)을 분석 하였다.

18 cm의 경우 106%, 16.5 cm의 경우 107%, 15 cm의 경우 106~7%, 14 cm의 경우 109%로 전 뇌환자의 일반적인 크기인 두께 16.5 cm을 기준으로  $\pm 1\sim 2\%$ 의 작은 변화가 있다는 것을 알 수 있었다. 최대 선량값 역시 환자머리 두께가 16.5 cm인 경우를 기준으로 했을 때  $\pm 1\sim 2\%$

로 변화가 작다는 것을 결과로 얻을 수 있었다.

5. 간단한 Field-in-Field 치료계획의 장점을 이용하여 전뇌치료 외에 다른 부위에도 적용하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

복부의 굴곡을 따라 발생한 표재성 종양의 치료에서 wedge filter 대신에 Field-in-Field Technique을 적용하여 내부 장기와 같은 정상 조직의 장애를 최소화할 수 있었다.(Fig. 12)

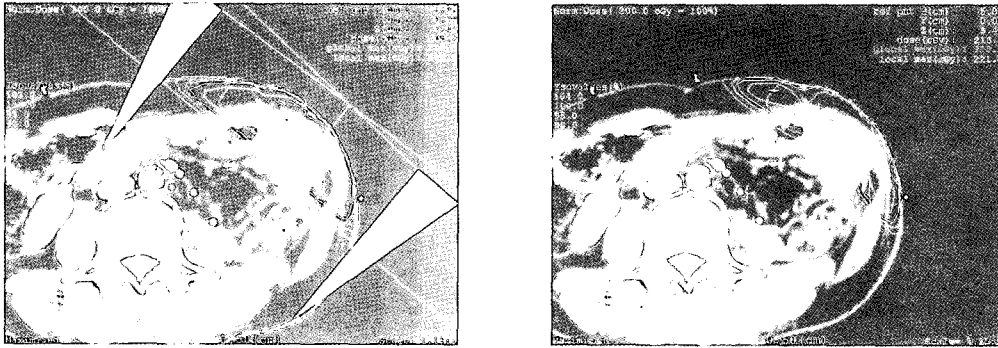


Fig. 12. Abdomen dose distribution in wedge & Field-in-Field technique

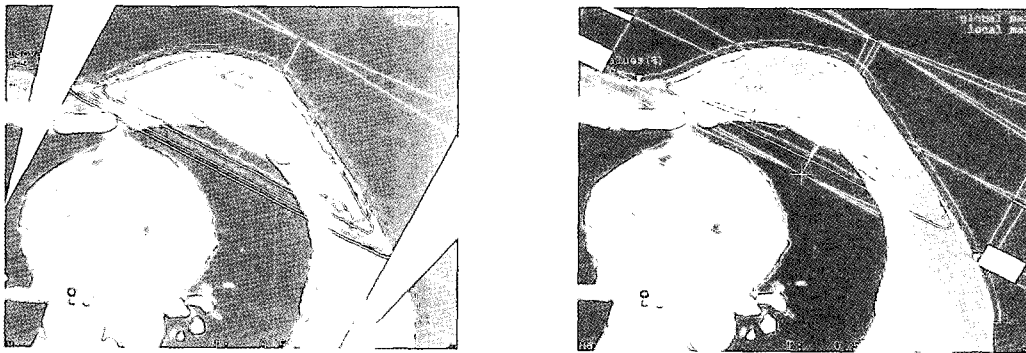


Fig. 13. Breast dose distribution in wedge technique & Field-in-Field technique

유방암환자의 경우에도 Field-in-Field technique을 적용한 선량분포도와 wedge filter를 사용한 선량분포도를 비교할 경우 폐에 들어가는 선량을 더욱 최소화시킬 수 있었다.(Fig. 13)

#### IV. 결론 및 고찰

전뇌치료 시에 일반적으로 시행하는 대향2문조사에서 반구 모양의 표적으로 인해 필연적으로 발생하게 되는 바나나 모양의 고선량 영역을 wedge filter, 또는 3D compensator 없이 기존의 대향2문조사에서 사용하는 큰 조사면(large field)내에 2~3개의 작은 조사면(small field)을 추가시키는 간단한 Field-in-Field Technique을 사용함으로써 약 10~12%정도의 바나나모양의 고선량 영역을 3~4%정도로 낮추면서

균등한 표적부위내의 선량 분포를 만들어 고선량 영역으로 인해서 발생할 수 있는 여러가지 문제점을 최소화시킬 수 있었다.

기타 다른 부위에서도 정상조직을 보호 하거나 선량을 균등하게 얻는데 사용할 수 있는 좋은 방법 중 하나로 사료 된다.

두부암환자의 경우 전뇌치료시 Field-in-Field technique을 이용한 균등한 선량 계획을 수립함으로써 추가적인 치료계획수립이 용이하고 총선량분포 역시 균등하게 만드는데 도움이 된다. 또한 사전 수립된 Field-in-Field치료계획을 다양한 두개의 환자에게 더 이상의 추가적인 수정 없이 일률적으로 적용한다고 해도 그 차이가  $\pm 1\sim 2\%$ 정도의 작은 변화만을 보였으므로 응급을 요하는 전뇌환자에게 시행하여도 무방할 것으로 사료된다.

이와 같이 Field-in-Field technique은 선량의 균등

도를 향상시켜 총선량을 높일 수 있으며 고선량 영역으로 인해 발생하는 여러 문제점을 최소화 시키고 치료계획측면에서 추가적인 계획이 용이하며 wedge filter와 3D compensator의 기능을 대체할 수 있다고 사료된다.

### 참고문헌

1. Cohen M, Martin SM, eds. Atlas of radiation dose distribution. Vol. 2 of multiple field isodose charts. Vienna: International Atomic Energy Agency, 1966
2. Iwai T, Okabe K, Kato M, Yamato H, Murakami J, Nakazawa Y.: Improvement of dose distribution of esophageal irradiation using the field-within-a-field technique Article in Japanese, Division of Radiological Technology, Showa University Hospital, Japan.
3. Ninet de la Torre, Carmen T. Figueroa, Krystal Martinez, et al : A comparative study of surface dose and dose distribution for intact breast following irradiation with field-in-field technique vs. the use of conventional wedges Medical Dosimetry, 2004 : 29(2) : 109-111
4. Pinkerton A, Holt JG, Laughlin JS. Energy dependence of LiF dosimeters at high energies. Phys Med Biol, 1966
5. R. Meiera, J. Hattona and V. Mehtaa: Forward-planning breast IMRT: early clinical experience a Swedish Cancer Inst., Seattle, WA, USA Available online 3, 2003
6. Saunder JE, Price RH, Horsley RJ. Central axis depth dose for a constant source-tumor distance. Br J Radiol, 1968
7. Williamson JF, Khan FM, Sharma SC. Film dosimetry of megavoltage photon beams. Med Phys, 1981



Abstract

## **A comparative study of dose distribution for whole brain with field-in-field technique**

Bo Kyoum Kim, Je Hee Lee, Chi Hoon Jung, Heung Deuk Pack

Dept. of Radiation Oncology Seoul University Hospital

**Purpose** : Uniform dose distribution of the target volume is very important in the radiation treatment. We will evaluate the usefulness of Field-in-Field Technique use to get uniform dose distribution of the target volume and try to find Apply possibility out to a whole brain treatment patient of various thickness.

**Material and method** : We compare the dose distribution when we applied Field-in-Field Technique and parallel opposed fields technique. establish the treatment plan to a phantom(acryl 16cm spheral phantom) and do the measurement, assessment use the TLD and Low sensitivity film.

Also the assessment did Apply possibility of Field-in-Field Technique to 20 patient object of various thickness.

**Result** : In the case to use the parallel opposed fields at the whole brain treatment 10-12% high dose region appeared but reduce to 3-4% lesses when we used the Field-in-Field technique.

We could get similar numerical value the film and TLD measurement result also.

The change of the dose distribution appeared to its  $\pm 1\sim 2\%$  although it applied such Field-in-Field technique to various patient so that we were identical.

**Conclusion** : We can get uniform dose distribution of in the treatment region if we apply the Field-in-Field technique at the whole brain treatment.

Also alternate can play the role of the wedge filter and 3D compensator and

We are thought by minimizing the obstacle to be happened due to the high dose region when radiation treatment.

---

**key word** : field-in-field, whole brain treatment, dose distribution