

## Gafchromic Film을 이용한 사이버나이프 치료 정확도 평가

원자력의학원 사이버나이프센터\*, 중앙학과†

이용민\*, 이동한\*, 유대현†

**목 적 :** 사이버나이프(CyberKnife)를 이용한 영상유도 정위방사선수술(Image guided radiosurgery)의 치료 효과 향상을 위하여 치료 정확도 평가 방법을 확립하고, 주기적인 검증을 통해 임상 응용을 위한 최상의 성능을 유지하고자 한다.

**대상 및 방법 :** 사이버나이프의 치료 정확도를 평가하기 위한 방법으로 Ball Bullet (BB) Test와 End-to-End 검증 방식을 사용하였다. BB Test의 경우 육안 관측이 가능한 사용이 쉽고 편한 평가 방식으로, 직경 3 mm 금속 재질의 ball 한 개 이상을 phantom 외부에 부착한 후, 치료와 동일하게 시뮬레이션을 시행하여 치료기 laser로 ball 중심의 정확도를 평가하였다. End-to-End Test의 경우는 두부 팬텀 내에 방사선 검출 필름을 장착하고 치료와 동일한 전 과정을 재현하여 영상 획득, 영상 분석, 치료 계획 및 로봇 구동에 걸친 전체 부정확도를 검증하였다. 방사선 조사는 치료 모드에 따라 Skull Tracking과 Fiducial Tracking 각각 5회 씩 수행하였고, 300 cGy / min 로 기하학적 중심점에 대해 3000 cGy 씩 조사하였다. 방사선 검출 필름으로는 Gafchromic Film(MD-22, ISP)을 사용하였고, 영상 분석을 위해 Sigma Scan Pro, Image J 및 Photoshop 6.0 영상 분석 소프트웨어를 이용하였다.

**결 과 :** 치료 모드별로 End-to-End 검증 방식의 Film Targeting Test를 5회씩 실시한 결과 total targeting error는 6-D Skull Tracking에서  $0.71 \pm 0.08$  mm, 6-D Fiducial Tracking에서  $0.94 \pm 0.12$  mm로 나타났다. BB Test 결과에서도 104개의 전체 node를 통해 1 mm 이내의 정확성을 확인 할 수 있었다.

**결 론 :** 결과로 볼 때, 전체 치료 모드에서 1 mm 이내의 정확도를 보이고 있어 원자력의학원에서 가동 중인 사이버나이프 시스템은 정위방사선 수술 및 분할 정위방사선 치료를 위한 충분한 정확도를 제공하고 있다. 아울러 확립된 두 종류의 정확도 평가 방법은 주간 및 월간 정도 관리(QA) 프로그램으로 사용하기에 충분한 신뢰성을 가진다고 판단된다.

**중심단어:** 사이버나이프(CyberKnife), 영상유도 정위방사선수술(Image guided radiosurgery)  
BB Test, End-to-end Test, Gafchromic Film

## Evaluation of CyberKnife Treatment Accuracy using Gafchromic film

CyberKnife center\*, Department of Radiation Oncology†  
Korea Institute of Radiological & Medical Sciences

YongMin Lee\*, DongHan Lee\*, DaeHeon Yoo†

**Objective** : To establish the evaluation methods on treatment accuracy for improving treatment effect of Image guided radiosurgery with Cyberknife and keep the optimal capability for clinical application through periodic verification on treatment accuracy.

**Materials and Methods** : Ball Bullet(BB) Test and End-to-End Test were used to evaluate the accuracy of Cyberknife treatment. BB Test is relatively easy and convenient visual method to check the accuracy with naked eyes. Attaching more than one metal ball with 3 mm in diameter to the surface of head phantom, the centroid accuracy of each ball was evaluated with Linac laser through the simulation of the same manner as treatment mode. The film targeting test called End-to-End Test was used for verifying the overall inaccuracy of image acquisition, image analysis, treatment planning and robot drive. For the purpose of these evaluations, the radiation detection film was set into the head phantom and the whole procedure the same as actual Cyberknife treatment was reproduced. Prescription dose of 3,000cGy was delivered to the geometric centroid five times respectively in the treatment such as skull tracking and fiducial tracking. Gafchromic Film was used for radiation detection and Sigma Scan Pro, Image J and Photoshop 6.0 for Image analysis.

**Result** : In the result of Film Targeting Test, End-to-End Test in each treatment mode, total targeting error was within  $0.71 \pm 0.08$  mm through 6-D Skull Tracking and within  $0.94 \pm 0.12$  mm through 6-Fiducial Tracking. In addition, we also could confirm the accuracy was within less than 1 mm throughout the whole nodes in the BB Test.

**Conclusion** : Consequently, our cyberknife system could be considered providing a satisfactory accuracy for both SRS and SRT based on the accuracy is verified within less than 1 mm. And these two established evaluation methods are sufficient to be used for weekly and monthly QA, we also have concluded.

**Key words** : CyberKnife, Image guided radiosurgery, BB Test, End-to-end Test, Gafchromic Film