

## 비동일 평면 치료에서의 기하학적인 제약

이 병 용

울산대학교 의과대학, 서울중앙병원 방사선종양학과

### 초 록

목적 : 비동일 평면 치료기술의 기하학적인 제약 요소를 평가하여 입체조형 치료계획에 응용할 수 있도록 한다.

재료 및 방법 : 치료용가속기의 카우치 각도를 변화시키면서 인체 치료부위별, EPID의 사용유무에 따라 치료 범위, 즉 갠트리 각도의 운동 범위를 측정하였다.

결과 및 결론 : 카우치의 각도, 인체 치료부위, EPID 유무에 따르는 갠트리 운동범위를 정량화하여 입체조형 치료계획시에 응용할 수 있도록 하였다.

### 서 론

방사선 치료의 새로운 지평을 열것으로 기대되는 입체조형 치료가 우리나라에 최근 도입 소개된 이래 많은 연구와 임상응용이 시도되고 있으나 아직도 해결되어야 할 많은 문제들이 있다.<sup>1)</sup> 3차원 컴퓨터 치료계획 장치와 더불어 각 회사별로 Multileaf Collimator (MLC)<sup>2,3)</sup>, 전산화 썬기 (Dynamic Wedge, Virtual Wedge, Motrized Wedge등), EPID (Electronic Portal Imaging Device)<sup>4)</sup> 등이 개발되어 이 새로운 치료기술에 응용되고 있다. 이 과정에서 CT Simulator<sup>5)</sup>를 이용한 환자 정보의 수집과 Virtual Simulation, 최적화된 3차원 치료 계획 등이 입체 조형 치료를 위한 필수적인 수단으로 인식 되어 가고 있다.<sup>6)</sup> 이 치료는 치료방법이 너무나 복잡하여 기존의 방법과 같이 차트의 기록에 의존한 치료로는 오차의 가능성이 높고 치료의 정도관리를 위한 확인이 현실적으로 어려워 컴퓨터에 의한 치료 전달, 기록 및 확인 시스템에 대한 관심 또한 높아지고 있는 것도 사실이다.<sup>7)</sup> 입체 조형치료는 위에 언급한 모든 요소들이 종합적으로 이루어져 실제 치료로까지 연결될 수 있다. 이런 복잡한 절차와 구성요소들로 인하여 입체조형 치료에 있어서 두가지의 기술적인 제약이 발생하게 되는데 장비 자체로 인한 제약과, 입체조형 치료기술 고유의 제약이 그것이다. 장비로 인한 제약점들은 기술이 발달하면서 해결될 수 있을 것으로 기대하고 있지만, 입체조형 치료기술 고유의 제약은 현재와 짧은 장래에는 극복될 가능성이 거의 없는 것으로 되어있다. 입체 조형치료의 기술적인 제약은 크게 세가지로 나눌 수 있다. 갠트리와 치료 카우치(또는 환자) 사이의 기하학적인 제약과 MLC를 사용한 scallop penumbra<sup>8)</sup>의 문제, 마지막으로 환자 자신 및 내부 장기의 움직임으로 인한 PTV 설정의 문제등이 그것이다.

본 연구에서는 입체조형치료에서 기하학적인 제약 내용을 분석하고, 정량화한 자료를 제시함으로써, 입체조형치료를 설계할 때 실용적이고 실현 가능한 치료법을 설계할 수 있도록 하였다.

## 재료 및 방법

입체조형 치료는 EPID (Portal Vision, Uarian, 미국), MLC, Dynamic Wedge 등을 장착한 의료용 선형가속기 CL/2100 CD를 사용하여 실시하였다. 충돌 방지에 관한 실험을 위하여 치료부위가 두부 또는 두경부일 경우, 그 이외의 경우일때와 EPID를 사용할 때와 사용하지 않을 때 등으로 나누어 치료시에 충돌이 예상되는 각도를 찾았다. 이 실험에서 EPID의 위치는 갠트리와 카우치의 각도의 범위가 충돌이 일어나지 않는 최적의 위치를 관찰하여 선택하였다. 실제 치료에 있어서 환자의 크기 isocenter의 위치 등이 매번 치료마다 다르며 동일한 종류의 치료 카우치에서도 환자가 눕는 위치에 따라 기하학적인 제약이 다를 수 있으므로, 본 연구에서는 치료 카우치면을 isocenter 보다 10cm 아래에 있으며, 환자의 두께는 20cm, 폭은 치료 카우치와 동일하다는 조건으로 실험을 실시하였다.

## 결 과

Table 1 은 couch 각도에 상관없이 어떤 조건에서라도 움직일 수 있는 갠트리의 운동 범위를 보여주고 있다. 이 표에서 알 수 있듯이 카우치의 각도가 특정되지 않으면 갠트리 각도의 변화폭은 매우 제한적이 된다. Table 2는 두부 또는 두경부 치료시의 카우치 각도에 따르는 갠트리의 운동범위를 보여준다. Table 1과 비교할 때 훨씬 큰 운동범위를 보여주고 있으나 카우치 각도가 커감에 따라 운동 범위가 점점 줄어들고 있다. Table 3는 그 이외 부위를 치료할 때의 갠트리운동범위이며 Table 2와 차이가 나는 것은 두부 치료시에는 환자 앞쪽에서 두정을 지나 환자 뒤쪽 치료로 이어지는 치료가 가능하지만, 그 이외의 부위는 그렇지 못하기 때문이다. 입체조형 치료는 비동일 평면상의 치료 기술을 구사하고, 때에 따라서는 동적인 회전조사 (dynamic arc therapy)를 실시하므로 기하학적인 제약 점들이 치료 계획 이전에 파악되어 있어야 한다. 이런 사전 지식 없이 설계된 치료 계획은 때로 기하학적인 치료 제약 요소로 인해 치료가 불가능하여 새로운 치료계획을 실시하여야 할 수도 있으므로 많은 시간과 재원의 손실을 불러오고, 또 치료의 지연을 초래할 수 있기 때문이다.

Table 1. The ranges of gantry angles for any couch angle  
The couch to is assumed to be 10cm below the isocenter

without EPID	with EPID
330-20	251-9

Table 2. The ranges of gantry angles for selected couch angles(for Brain and Head & Neck)  
The couch to is assumed to be 10cm below the isocenter

Couch Angle	Gantry Angle	
	with EPID	without EPID
0	0-360	0-360
30	285-186	285-40, 109-186
60	285-186	285-40, 109-186
90	330-188	330-180, 122-188

Table 3. The range of gantry angles for selected couch angles(for General Case)  
The couch to is assumed to be 10cm below the isocenter

Couch Angle	Gantry Angle	
	with EPID	without EPID
0	0-360	0-360
30	289-70, 142-186	337-30, 142-186
60	320-55, 152-185	337-22, 152-185
90	330-55, 150-188	330-30, 150-188

## 고 찰

이 연구에서 치료 카우치의 높이가 isocenter로부터 10cm 아래인 경우로 한정하였다. 김현자<sup>9)</sup>의 연구에 의하면 대부분의 한국인 치료 환자가 10cm 이내의 깊이에 대해 치료를 받고 있어서 Ant-Post방향의 두께를 20cm 내외로 가정한 것은 타당성이 있다. 그럼에도 불구하고 실제 치료에 있어서 이 연구 결과를 그대로 적용하기에는 문제가 있을 수 있다. 환자에 따라서 표적부위가 앞쪽으로 또는 뒤쪽으로 치우쳐져 있을 경우 Table 2,3의 값들을 그대로 사용할 수 없으므로 상황에 따라 가감하여 사용할 수밖에 없을 것이다. 또한 표적의 위치에 따라 시뮬레이션 자세가 바로 누운 자세 뿐 아니라 옆드린 자세, 옆으로 누운 자세 등으로 시행하는 것도 기하학적인 치료 범위를 늘리는 한 수단이 될 수도 있겠다. Varian의 CL/2100이 아닌 다른 장비에서는 Table 2,3의 적용에 신중을 기할 필요가 있다. isocenter와 콜리메이터까지의 거리가 기계제작사별로 다르기 때문이다. 따라서 다른 치료기를 사용하기 위해서는 이 연구 결과를 토대로 해당 장비의 특성에 맞게 새로 만들어 사용해야 할 것이다. 입체조형 치료의 제약점은 앞서 밝힌대로 기하학적인 문제뿐 아니라 MLC와 인체내부장기의 움직임의 문제가 있다. 입체조형 치료에서 자주 사용되는 MLC는 치료의 편리성뿐 아니라 입체조형치료의 이상적인 형태로 기대되는 세기 변조 치료방식 (intensity modulated radiation therapy, IMRT)<sup>9)</sup>에도 이용할 수 있는 등의 장점이 있으나, scallop penumbra로 인해서 PTV 설정에 문제가 생기게 된다. 즉 충분한 margin을 주면 정상조직의 부작용 확률 (NTCP, normal tissue coraplication probability)이 증가하고 충분치 못한 margin을 주면 종양 제어 확률 (TCP, tumor contral probability)이 감소할 위험이 있기 때문이다. 이문제에 대해 Webb<sup>8)</sup>은 MLC를 사용할때 7mm의 margin이 추가 되면 TCP의 변화 없다는 것을 밝힌 바 있고 이병용<sup>10)</sup>은 반복되는 치료 오차를 고려할 때 일반적인 경우 통상의 차폐블럭 사용과 마찬가지로 PTV를 설정할 수 있다고 밝힌 바 있다.

## 결 론

입체조형치료에 있어서 기술적인 제약집중에서 기하학적인 제약점을 밝혔다. 카우치의 각도에 따라서 갠트리의 움직임 범위가 변하였다. 카우치 각도가 작을수록 갠트리의 운동 범위는 컸으며 EPID가 없을때가 있을 때 보다 치료 계획의 여유가 컸다. 이 연구 결과를 활용함으로써 입체조형 치료의 계획시에 사전에 치료의 제한점을 파악할 수 있었다.

## 참고문헌

1. B. Y. Yi, "Technical Limitations in Conformal Therapy", in proceedings of the 3-D Conformal Therapy and use of Chemicals in Radiation Oncology, ed. H. Chang, E. K. Choi, B. Y. Yi, and J. H. Kim, Seoul, 149-158, 1995
2. B. Y. Yi, B. C. Cho, E. K. Choi, et al, "Optimum Size of Multileaf Collimator for Linear Accelerator (Abst)", Med. Phys. 21(6) : 924-925, 1994
3. M. S. Huq, Y. Y. Chen and N. Suntharalingam, "Dosimetric Characteristics of a Commercial Multileaf Collimator", Med. Phys. 22(2) : 241-247, 1995
4. A. L. Boyer, L. Antonuk, A. Fenster, et al, "A review of electronic portal imaging devices (EPIDS)", Med. Phys. 19(1) : 1-16, 1992
5. S. K. Jani (ed), CT Simulation for Radiotherapy, Medical Physics Publishing, Wisconsin, 1993
6. Uchiyama, K Morita, "Integrated System of Computer Controlled Conformation Radiotherapy", Jap. J. Tech. 8 : 35, 1992
7. 안용찬, 이태석, "방사선종양학과 업무전산화", 대한치료방사선과학회 춘계학술대회 초록집 41-48, 1996
8. S. Webb, "The Effect on Tumor Control Probability of Varying the setting of a Multileaf Collimator with Respect to the Planning Target Volume", Phys. Med. Biol. 38 : 1923-1936, 1993
9. 김현자, 이병용, 김계준외, "췌기인자 결정 깊이에 관한 연구", 의학물리 3(2) : 13-22, 1992
10. 이병용, 장혜숙, 조영갑, "광자선 치료시 Setup 오차에 따르는 Multileaf Collimator Scallop Penumbra 변화 효과", 대한치료방사선과학회지:14(4) : 333-338, 1996

이병용

## Geometrical Limitations in Non-coplanar Treatment

Byong Yong Yi, Ph. D.

Dept, of Radiation Oncology, Asan Medical Center College of Medicine, Univ. of Ulsan

### Abstract

Purpose : To analyse the geometrical limitations in non-coplanar treatment for applying this result to treatment planning.

Material and Method : The ranges of gantry movement were measured for the treatment sites with or without EPID and various couch angle.

Results and conclusion : The gantry range of motions for various situations were quantitized for applying these results to treatment planning.

Key words : non-coplanar, conformal therapy, geometrical limitation