

선형가속기를 이용한 뇌정위 방사선수술 시스템

서울대학교병원 치료방사선과

이 제 희 · 박 진 흥 · 박 흥 득

서 론

뇌정위방사선수술(Stereotactic Radiosurgery)은 1951년 Leksell에 의해 최초로 고안되어 최근의 전산화 단층촬영술과 뇌정위수술의 발전으로 국내외 많은 병원에서 현재 임상적용이 시도되고 있다. 이 방법은 뇌 심부에 위치한 종양에 방사선을 일시에 대한량을 조사하고 주위 정상조직에는 최소의 방사선이 조사되도록 하는 첨단 방사선 치료기법으로서 이는 외과적수술로서 병변부위를 절제한 것과 동일한 효과를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 또한 수술이 가능 하더라도 심한 후유증이 예상되는 경우 및 수술이 불가능한 종양에도 시행할 수 있는 장점이 있다고 하겠다. 이러한 뇌정위방사선수술의 시행 방법은 방사성 동위원소인 코발트선원 201개를 이용한 감마나이프시스템, 양자의 에너지가 500Mev인 사이클로트론(싱크로사이클로트론) 시스템 및 4-20Mev의 X선을 이용한 선형가속기 시스템 등이 있다. 현재 국내 여러 병원에서는 선형가속기시스템을 이용한 시술 방법이 보고된 바 있다.

본 보고서는 본원에서 1991년부터 3년에 걸쳐 개발된 선형가속기를 이용한 뇌정위방사선수술 시스템(이하 Green Knife라 한다)에 대하여 간단히 소개하고자 한다.

1. 선형가속기를 이용한 방사선 수술기법은 다음과 같이 분류할 수 있다.

- 1) 다중비동일면회전조사(Multiple non-coplanar covergent arc) : 환자의 자세 변화없이 Couch를 arc별로 고정하고 Gantry를 회전시키면서 조사한다.
- 2) 운동다중비동일면회전조사(Dynamic rotation) : 환자의 자세 변화없이 Couch를 좌우로 회전하면서 Gantry 회전시켜 조사한다.

3) 원다중비동일면회전조사(Dual-position Multiple Arc Therapy) : 환자의 자세를 변화하면서 Couch를 arc별로 고정시켜 Gantry를 회전시키면서 조사한다.

2. 방사선수술 대상 및 방법

- 대상 : 직경이 4cm 이하의 동정맥기형, 양성종양(청신경종, 뇌하수체선종, 수막종 등), 악성종양, 전이성종양 등이다.
- 방법 : 1회 조사선량 20Gy 정도로 하여 Arc수가 5~11인 회전조사로 시행한다.

3. 일반적으로 선형가속기를 이용한 방사선수술을 위한 장비 및 기자재는 다음과 같다.

- 장비는 선형가속기를 이용하여
- 부속기자재로는
 - 1) 정위장치(Stereotactic frame)로서 Headring (frame), CT, Angio localizer(Target의 3차원적 좌표결정) 등이 있다.
 - 2) 보조장치(Stereotactic device) : 보조 collimator 및 고정장치, Headring(frame) 고정장치, 회전중심점 확인장치, Target 조준장치 등이 있다.

4. 본원에 개발한 Green Knife(선형가속기형 방사선 수술 시스템)은 다음과 같이 구성되어 있다.

- 1) 선형가속기는 Clinac 2100C(미국, Varian사)로서, 에너지는 6MV X-ray를 이용한다.
- 2) 정위장치로는 Fisher type(미국)을 사용한다.
- 3) 보조장치는 보조 collimator(직경 1~4cm, 2mm 간격), 보조 collimator 고정장치, Headring(frame) 고정장치, Target 조준장치, 회전중심점 확인장치(Pin pointer) 등이 있다.
- 4) 수술기법은 다중비동일면회전조사(Multiple n-

on-coplanar covegent arc)를 많이 이용한다.

5) 3차원 방사선수술 치료계획 시스템은 필름스캐너(Rayven RSU1, XRS), IBM-486 66MHz Personal Computer, Viewing Box(Fineview 102, Dong Kang), 고해상도 Monitor(Superscan 20S, HITACHI), 칼라 프린터(Color jetprinter PS 4079, IBM)로 구성되어 있으며, 특징은 일반적 선형가속기형 방사선수술 시스템 IBM-486 호환성 Computer와 필름 스캐너에 의해 작동되며, 또한 일반 방사선치료계획 수립환경과 유사하며 친숙한 메뉴환경(MS window)으로 되어 있으며 연산능력은 변수 1개 변경시 70초이내(빠른 3차원적 선량연산)로 되어 있어 이용하기가 편리하게 되어 있다.

5. 뇌정위방사선수술 순서

- 1) 영상을 획득(정위장치를 환자에 고정하여 시행) 하기 위하여 다음과 같은 검사를 시행한다.
 뇌종양 : CT Image(Axial, Coronal, Sagittal, Oblique plan)
 뇌동정맥기형 : CT, Angiography(PA, Lateral)
- 2) 환자의 영상자료를 컴퓨터에 입력한다.
 필름 스캐너 프로그램
 필름 방향전환
 필름 농도조정
- 3) 3차원 좌표 및 영상처리를 한다.
 정위시스템 이용한 좌표변환
 병소부위 Date 입력
 두부윤곽 작성
- 4) 3차원 치료계획
 조사중심(Isocenter)
 조사면적(Collimator size)
 조사방향 및 각도(Arc position and Arc angle)
 Arc수
 조사세기(Arc weighting)
- 5) 조사변수 및 선량분포도 인쇄
- 6) 선형가속기에 보조장치 부착 및 장치의 정확도의 확인은 다음과 같이 한다.
 -Collimator 지지대 부착
 - ① Collimator 각도를 0으로 한다.
 - ② Gantry angle을 180로 한다.
 - ③ 선형가속기의 head의 accessory 부착판의 나

사 3개를 제거한다(이때 stand쪽의 나사 2개를 먼저 제거하며 시계방향으로 순서대로 제거한다).

- ④ Collimator 지지대를 정방향으로 부착하고 나사를 고정한다(이때 stand쪽의 나사 2개를 먼저 고정한다).

-Laser 위치조정

- ① 방사선수술용 front pointer를 부착한다.
 - ② 이동용 pointer를 couch 위에 놓고 tip을 1mm의 거리로 조정한다.
 - ③ laser light를 켜다.
 - ④ gantry의 angle을 0으로 하여 180에서와 0에서의 front pointer tip 높이의 중간높이에 이동용 pointer를 수평으로 한 상태에서 pointer tip 높이를 맞춘다. 일단 맞춘 후 다시 gantry angle을 0 및 180에서 확인한다.
 - ⑤ 양측면 laser light의 뚜껑을 열고 전면의 검은색 나사를 조정하여 이동용 pointer에 laser light가 정확히 맞도록 한다(환자의 전-후 방향).
 - ⑥ gantry angle을 90으로 하고 Collimator angle을 90 및 270으로 하여 front pointer tip의 중간위치에 이동용 pointer를 수직으로 하여 pointer의 위치를 맞춘다.
 - ⑦ gantry angle을 270으로 하여 위의 과정을 반복한다.
 - ⑧ gantry angle을 90 및 270에서 찾은 점을 기준으로 양측 laser light box의 측면 검은 나사를 조정하여 laser light의 위치를 조정한다(환자의 두부-족방향).
 - ⑨ gantry angle 90 및 270에서 front pointer tip의 좌우 중간 위치를 찾고 이동용 pointer를 수평으로 하여 선형가속기 stand 반대방향의 laser를 조정한다. 이때 laser box의 상부 나사를 이용하여 조정한다.
- Collimator 부착
- ① gantry angle 180으로 하고 front pointer를 제거한다.
 - ② 10mm collimator를 끼우고 collimator 90-0-270에서 laser light와 collimator opening의 관계가 일치하는지 확인한다.
 - ③ gantry angle을 0으로 하고 선형가속기용 front

pointer를 couch 위에 수직으로 세워 collimator opening에 맞추고 collimator를 돌리면서 collimator의 중심축 일치여부를 확인하고 필요시 수정한다.

- ④ collimator angle이 90 및 270에서 dosimetry 용 film을 사용하여 각각 100MU씩 이중조사(double exposure)하여 일치여부를 확인한다.

6) 외국의료시장에 보급할 수 있는 가능성의 기틀을 마련하였다.

6. 환자의 Setup

- 1) Headring(frame)을 Couch에 고정한다.
 - 2) Target 조준장치에 의한 Isocenter setup을 한다.
- * In vivo dosimetry를 위한 TLD chip 부착

7. 방사선수술 시행

8. 본원에서 시행한 뇌정위방사선수술 환자의 특성 및 조사선량은 다음과 같다.

| 병명 | 환자수 | 조사선량(Gy)/% | arc |
|--------|-----|-------------|------|
| 뇌동정맥기형 | 17 | 12-24/55~80 | 6~11 |
| 전이성뇌종양 | 8 | 15-20/50~80 | 6 |
| 청신경종 | 6 | 15-18/50~70 | 6~8 |
| 악성교종 | 2 | 18/80 | 6 |
| 뇌수막종 | 2 | 16/60 | 8 |
| 해면혈관종 | 2 | 20-24/80 | 6 |
| 신경외배엽종 | 1 | 16/80 | 6 |
| 두피종 | 1 | 12/55 | 6 |
| 총계 | 39명 | | |

9. 본원의 Green Knife 개발에 따른 효과는

- 1) 기존의 시스템에 추가하여 쉽게 사용할 수 있으며
- 2) 초고가 외국산 장비(Gamma knife : 약 40억원) 및 방사선수술계획 시스템(약 4억-8억원)의 대체효과(수입억제)를 기대할 수 있으며
- 3) 양질의 의료장비를 낮은 가격에 공급하여 의료비 상승 억제할 수 있으며
- 4) 시스템 운영시 문제점을 즉시 해결(국내 생산업체)할 수 있으며
- 5) 국내 기술기반 축적 및 지속적 연구개발이 가능하며