

뇌정위방사선수술에 사용되는 표지자(Screw Type과 Ball Type)의 정확성 비교

충남대학교병원 치료방사선과

김동욱 · 강노현 · 정인표

I. 서 론

두개강내에 존재하는 병소의 방사선치료를 시행할 경우 계획한 방사선이 병소에 집중조사되어야 하며 주위의 정상조직에는 최소한의 선량만이 조사되어야만 한다. 현재 이에 대한 다양한 연구가 진행중이며 널리 사용되고 있는 선형가속기를 이용한 뇌정위방사선수술은 다른 방사선 수술법보다 두개강내의 동정맥기형에서 높은 치유율을 보이고 있으며 악성 및 양성 뇌종양의 치료에 많이 이용되고 있다.

뇌정위방사선수술은 1951년 스웨덴의 Leksell에 의해 처음 소개되었고 발전을 거듭하여 1984년에 선형가속기의 Megavoltage X-ray를 이용한 치료기술이 개발되었다. 이후 1992년에는 Loeffler가 최초로 선형가속기를 이용한 뇌정위방사선수술의 체계가 수립되었다.

선형가속기를 이용한 뇌정위방사선수술은 감마나이프나 중하전 입자를 이용한 방사선수술에 비해 비용이 적게 들고 호환성이 좋은 장점을 가지고 있다. 그리고 뇌정위방사선수술시 1회에 조사하던 선량을 5~10회 분할조사하여 생물학적 장점을 얻을수 있으며 기존의 뇌동정맥기형 및 두개내의 여러 악성, 양성종양의 치료외에 그 적용범위를 전신으로 확대할 수 있어 최근에는 뇌정위방사선수술보다 분할정위방사선치료

(FSRT)가 더 널리 이용되고 있다.

뇌정위방사선수술 및 분할정위방사선치료의 방사선 선량분포는 Center에서 부터 수 mm만 이동되어도 급격한 선량변화를 보인다. 그러므로 정확한 치료위치 설정 및 정밀한 치료장비가 요구된다. 분할정위방사선치료는 매 회 같은 부위에 정확한 방사선조사가 요구되므로 치료계획에서 설정된 좌표와 실제 두개강내의 표지자가 매 회 일치하여야 한다. 이에 본 저자들은 뇌정위방사선수술과 분할정위방사선치료시 전산화 치료계획에서 얻어진 목표위치에서 두 가지 다른 표지자(Screw Type과 Ball Type :그림 1)의 오차를 비교하여 치료의 정확성과 Setup의 재현성을 비교하여 실제 치료시 어떤 삽입자가 치료에 더 실용성이 있는지 비교하고자 한다. 그리고 오차에 따른 L-gram의 소모량을 비교하여 1회의 치료시간과 환자에게 주어지는 방사선을 최소화하고자 한다.

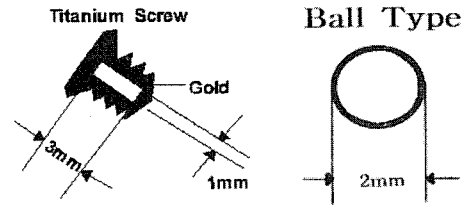


그림 1. Screw Type과 Ball Type의 구조

II. 대상 및 방법

1. 대상

종 류	인원수	기 간
Screw Type	10명	1997~1998년
Ball Type	10명	1998~1999년

2. 방법

우선 본 병원에서 시행하고 있는 뇌정위방사선수술에 대하여 간단히 설명하고자 한다.

뇌질환이 의심되면 CT나 MRI 등의 검사를 통하여 병변의 위치, 크기 등을 조사해야 하고 영상진단검사와 더불어 다른 임상소견을 종합하여 진단을 내린다. 이러한 여러 가지 진단소견과 환자의 상태를 고려하여 방사선수술이 결정되면 두개강내 병변의 정확한 위치와 범위를 결정하기 위해 환자의 두개골 표면에 미소한 금속표지자(Gold Marker) 3개를(그림 2) 국소 마취하에 삽입한다. 그 후 CT, MRI 혹은 혈관조영술을 시행하며 여기서 얻은 영상으로부터 병변의 위치와 범위를 이미 삽입되어 위치가 고정된 표지자와 연관시켜 3차원 공간 내에서의 좌표를 계산한다. 또한 환자의 치료중 머리의 움직임을 방지하기 위한 위치 고정용 마스크와 베개를 제작하였다.

영상진단검사에서 나온 자료를 바탕으로 뇌정

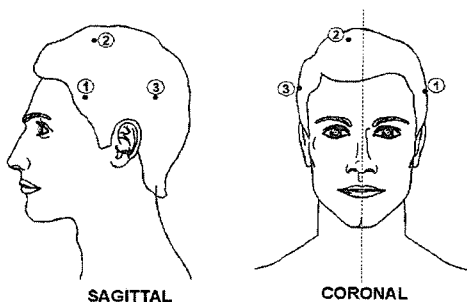


그림 2. AP와 Lat상의 금속표지자 위치

위방사선수술 계획용 컴퓨터(pReference, NMPE, USA)에 입력시켜 두개내의 구조물과 병변의 위치를 입체적으로 재구성하고 치료계획용 컴퓨터를 이용하여 방사선을 조사하는 방향과 범위, 방사선량을 계산한다.

모의 치료를 하기 위해 환자는 미리 제작된 마스크를 쓰고 선형가속기 치료대 위에서 편한 자세로 눕게 되고, 병변의 공간적 좌표가 치료계획 컴퓨터에서 계산된 결과와 일치하는지 확인하는 과정을 거친 후 미리 계산된 좌표에 따라 정해진 방사선을 병변에 조사하게 된다. 이러한 근거로 해서 정상 뇌 조직을 최대한 방어하고 병변에만 다량의 방사선을 조사하게 된다. 이런 방법에 의해 1회 치료를 수행할 수 있었다.

본원에서는 초기에 Screw type의 표지자를 사용하였지만 이후에 Ball Type의 표지자를 현재까지 사용하고 있다. 두 종류의 표지자를 이용했을 때의 오차를 비교하기 위해 L-gram을 이용하였으며, 또한 오차에 따른 L-gram의 소모량과 1회의 치료시간을 비교하였다.

본 연구를 수행하기 위한 장비로

1. Linear Accelerator Clinac 2100C/D(Varian, USA)
2. ECL Film(Kodak)
3. Isoc Program(NMPE, USA)으로 구성되어 있다.

III. 결 과

1. Screw Type과 Ball Type의 인원수에 따른 오차(표 1, 표 2, 표 3, 표 4)

Target중심점 X, Y, Z축에서 Screw Type의 최대오차가 Z축에서 UP방향으로 1.1 mm(표 1)이고 Ball Type의 최대오차는 X축에서 Right 방향으로 0.63 mm(표 2)로 작아졌다. 그리고 Target과 표지자 거리의 오차에서도 Screw Type의 최대오차가 1~2표지자에서 1.33 mm(표 3)이고 Ball Type의 최대오차가 3~1표지자에서 0.62 mm

표 1. 인원수에 따른 Target 중심점 X, Y, Z축에서 Screw Type 오차

인원수	Target중심점에서 Screw Type 오차					
	X축		Y축		Z축	
	RIGHT	LEFT	OUT	IN	UP	DOWN
1	0.65	0.80	0.40	0.53	1.10	0.35
2	0.47	0.47	0.05	0.89	0.64	0.82
3	0.85	0.58	0.27	0.51	0.70	0.00
4	0.45	0.20	0.40	0.37	0.86	0.00
5	0.10	0.70	0.70	0.67	0.57	0.15
6	1.00	0.63	0.00	0.20	0.80	0.30
7	0.67	0.85	0.70	0.50	0.28	0.45
8	0.45	0.63	0.00	0.60	0.20	0.68
9	0.40	0.57	0.65	0.40	0.47	0.45
10	0.63	0.70	0.10	0.63	0.63	1.10

표 2. 인원수에 따른 Target 중심점 X, Y, Z축에서 Ball Type 오차

인원수	Target중심점에서 Ball Type 오차					
	X축		Y축		Z축	
	RIGHT	LEFT	OUT	IN	UP	DOWN
1	0.30	0.28	0.00	0.46	0.30	0.50
2	0.40	0.28	0.45	0.47	0.30	0.00
3	0.63	0.17	0.55	0.73	0.40	0.40
4	0.33	0.40	0.20	0.47	0.58	0.50
5	0.18	0.60	0.55	0.62	0.35	0.40
6	0.30	0.28	0.20	0.37	0.48	0.00
7	0.53	0.24	0.10	0.55	0.40	0.20
8	0.33	0.37	0.10	0.36	0.70	0.29
9	0.35	0.38	0.40	0.48	0.23	0.23
10	0.40	0.18	0.40	0.52	0.43	0.30

표 3. 인원수에 따른 Target과 표지자 거리의 Screw Type 오차

인원수	Target과 표지자의 오차(Screw Type)					
	1~2	2~3	3~1	1~T*	2~T*	3~T*
1	0.74	1.31	0.78	0.41	0.41	0.46
2	0.39	0.87	0.81	0.13	0.19	0.64
3	0.34	0.62	0.54	0.28	0.39	0.24
4	1.33	0.89	0.76	0.28	0.90	0.62
5	0.71	0.70	0.66	0.17	0.23	0.21
6	0.69	0.78	0.99	0.31	0.45	0.24
7	0.83	0.65	0.83	0.35	0.18	0.33
8	0.95	0.55	1.03	0.25	0.40	0.43
9	0.49	0.96	0.84	0.21	0.40	0.18
10	0.63	0.46	0.86	0.42	0.67	0.96

표 4. 인원수에 따른 Target과 표지자 거리의 Screw Type 오차

인원수	Target과 표지자의 오차(Ball Type)					
	1~2	2~3	3~1	1~T*	2~T*	3~T*
1	0.61	0.51	0.44	0.19	0.26	0.30
2	0.37	0.32	0.39	0.07	0.26	0.30
3	0.37	0.38	0.41	0.06	0.25	0.25
4	0.35	0.32	0.46	0.11	0.15	0.33
5	0.36	0.21	0.42	0.06	0.18	0.24
6	0.17	0.41	0.29	0.06	0.17	0.17
7	0.38	0.54	0.52	0.07	0.21	0.23
8	0.42	0.34	0.53	0.19	0.10	0.21
9	0.28	0.39	0.62	0.14	0.19	0.38
10	0.32	0.49	0.42	0.22	0.30	0.18

(주) * 1~T : 1번 금속표지자와 Target의 오차
 * 2~T : 2번 금속표지자와 Target의 오차
 * 3~T : 3번 금속표지자와 Target의 오차

(표 4)로 작아졌고 전체적으로 작아지는 것을 알 수 있다.

2. 평균오차와 표준편차(표 5)

Target중심점 X, Y, Z축에서 Screw Type의 평균오차와 표준편차가 X축에서 Left방향으로 0.61 ± 0.32 mm(표 5)이고 Ball Type의 평균오차와 표준편차는 X축에서 Left방향으로 0.32 ± 0.18 mm(표 5)로 작아졌다. 그리고 Target과 표지자 거리의 오차에서도 Screw Type의 평균오

차와 표준편차가 3~1표지자에서 0.81 ± 0.42 mm(표 6)이고 Ball Type의 평균오차와 표준편차가 3~1표지자에서 0.45 ± 0.27 mm(표 6)로 작아졌으며 전체적으로 Ball Type의 표지자가 Screw Type의 표지자보다 50%정도 평균오차와 표준편차 모두 작아지는 것을 알 수 있다.

3. 표지자에 따른 Film 소모량 비교

각각 환자 10명을 대상으로 하여 Film 소모량을 비교한 결과 Screw Type은 4.20장, Ball Type

표 5. Target 중심점 X, Y, Z축에서 Screw Type과 Ball Type의 평균오차와 표준편차

종 류	X축		Y축		Z축	
	RIGHT	LEFT	OUT	IN	UP	DOWN
SCREW	0.57 ± 0.33	0.61 ± 0.32	0.33 ± 0.37	0.53 ± 0.34	0.63 ± 0.31	0.43 ± 0.39
BALL	0.38 ± 0.23	0.32 ± 0.18	0.30 ± 0.26	0.50 ± 0.25	0.42 ± 0.23	0.38 ± 0.30

표 6. Target과 표지자 거리의 Screw Type과 Ball Type의 평균오차와 표준편차

종 류	Target과 표지자의 거리					
	1~2	2~3	3~1	1~T	2~T	3~T
SCREW	0.71 ± 0.39	0.78 ± 0.35	0.81 ± 0.42	0.28 ± 0.25	0.42 ± 0.24	0.43 ± 0.31
BALL	0.36 ± 0.21	0.39 ± 0.22	0.45 ± 0.27	0.12 ± 0.12	0.21 ± 0.12	0.26 ± 0.17

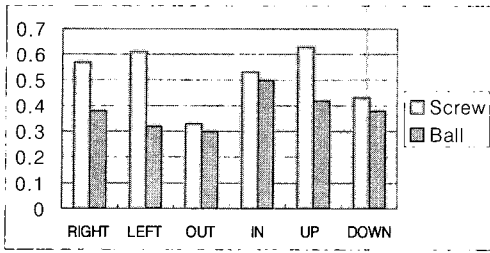


그림 3. Target 중심점 X, Y, Z축에서 Screw Type 과 Ball Type의 평균오차

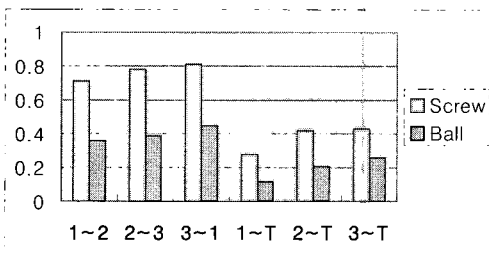


그림 4. Target과 표지자 거리의 Screw Type과 Ball Type의 평균오차

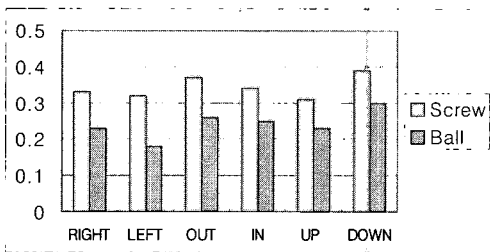


그림 5. Target 중심점 X, Y, Z축에서 Screw Type 과 Ball Type의 표준편차

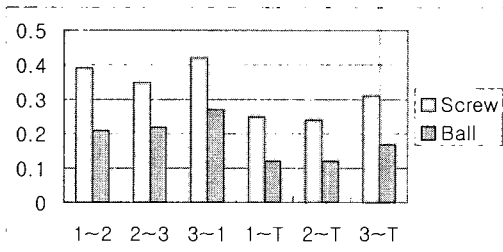


그림 6. Target과 표지자 거리의 Screw Type과 Ball Type의 표준편차

종 류	인원수	Film 소모량	평균값
Screw Type	10명	62회~262장	4.20장
Ball Type	10명	75회~280장	3.74장

은 3.74장으로 줄었다. Film 소모량이 작아지는 것은 L-gram 촬영횟수를 줄여 선량 감소효과를 가져왔다.

IV. 결론 및 고찰

뇌정위방사선수술과 분할정위방사선치료는 계획된 위치에 방사선을 분할 조사하여야 하는 치료의 정확성과 Setup의 재현성이 중요한 치료 방법이며, 통원치료가 가능한 방법이다. 그러나 표지자가 크면 오차발생 확률이 커지게 되므로 Target과 표지자를 입력하는 과정을 반복하게 되고 이에 따라 치료시간이 증가되므로 환자에게 많은 부담을 줄 수 있다. 또한 Film의 소모량도 증가하게 된다.

본 연구에서는 두 표지자를 삽입한 자료를 분석한 결과 지름이 2mm인 구형 Ball Type의 표지자를 사용한 결과가 길이 3mm, 지름이 1mm인 Screw Type의 표지자를 사용한 결과보다 더 좋아지는 것을 알 수 있었다. 그리고 본원에서 사용하는 pReference 시스템의 정확성을 확인할 수 있었으며 L-gram으로 회전중심점에서의 정위적 좌표를 직접 확인하고 치료함으로써 치료의 정확성과 Setup의 재현성을 높일 수 있었다. 또한 Film의 소모량(L-gram)을 줄일 수 있었고 치료시간을 단축할 수 있어 환자의 부담을 줄이고 L-gram에 따른 선량까지 보정할 수 있었다.

그러므로 뇌정위방사선수술과 분할정위방사선치료시 Screw Type보다 Ball Type의 표지자를 사용하는 것이 환자 치료에 도움이 될 것으로 사료된다.