

Fraxion® System을 이용한 뇌 정위적 방사선 수술 유용성 평가

강남세브란스병원 방사선종양학과

김태원 · 박광우 · 하진숙 · 전미진 · 조윤진 · 김세준 · 김종대 · 신동봉

목 적 : Fraxion® system과 s-thermoplastic mask을 사용하여 뇌 전이(Brain metastasis)가 있는 환자에게 정위적 방사선 수술(Stereotactic Radiosurgery, SRS)을 시행하면서 발생 되는 환자의 셋업 오차(Setup Error)를 비교하고 오차가 선량에 미치는 영향을 측정하여 Fraxion® system의 유용성을 평가하고자 한다.

대상 및 방법 : 2014년 5월부터 2014년 10월까지 본원에 내원하여 정위적 방사선 수술을 받은 뇌 전이(Brain metastasis) 환자 6명을 대상으로 하였다. 머리를 고정하기 위해 3명은 s-thermoplastic mask와 mouthpiece를 이용한 그룹과 3명은 Fraxion® system을 이용하여 제작 한 2그룹으로 나눈 뒤 방사선 수술 당시 얻어진 3D 콘빔CT(Cone Beam Computerized Tomography, CBCT) 영상과 전산화 단층모의치료 영상의 오차 값을 기록하고 환자별 최대치(Max), 최소치(Min), 평균치(Mean), 표준편차(standard deviation, SD) 구하여 비교하였다. 또한 StereoPHAN Phantom 및 Pinpoint 3D cylindrical chamber를 이용하여 환자별 정도관리(Patient Specific Quality Assurance, PSQA)와 같은 방법으로 선량을 측정하여 선량 값을 비교하였다.

결 과 : 정위적 방사선 수술 전 콘빔CT 영상과 전산화단층모의치료영상을 비교하여 얻어진 셋업 오차의 경우 Fraxion® system이 s-thermoplastic mask와 mouthpiece를 함께 사용한 경우보다 셋업 오차가 평균을 기준으로 X축 83% 감소, Y축 40% 감소, Z축 92% 감소하였으며 X, Y, Z 회전 성분인 Pitch 64% 감소, Roll 88% 감소, Yaw 87% 감소로 모든 방향에서 상대적으로 이동 값이 적었으며 선량 측정을 시행한 결과는 평균을 기준으로 s-thermoplastic mask와 mouthpiece를 사용한 경우가 Fraxion® system보다 셋업 오차 보정 전은 83% 감소, 보정 후는 1.9% 감소된 선량 측정을 보였다.

결 론 : Fraxion® system은 개인 치열(dentition)에 맞춘 구강고정기구(mouthpiece)와 Fraxion frame, Frontpiece, thermoplastic mask nose을 사용하여 s-thermoplastic mask와 mouthpiece를 가지고 머리를 고정하는 기존의 방식보다 높은 재현성을 보였으며 이는 기존의 치료 방법보다 1회 치료로 많은 선량이 조사되는 뇌 정위적 방사선 수술에서 안정된 고정 효과를 나타낼 것으로 사료된다.

핵심용어 : Fraxion® system, 정위적 방사선 수술, 셋업 오차

서 론

스웨덴 신경외과의사인 Leksell에 의해 처음으로 고안된 정위적 방사선 수술은 뇌를 절개하지 않고 방사선을 집중시켜 조사함으로써 표적에는 많은 선량을 표적 주위에는 적은 선량이 도달하게 하여 표적 내의 세포를 사멸시키고 주위 정상조직을 보호하는 방법으로 침습적인 수술 방법으로 뇌를 절개하여 생기는 여러 부작용 및 뇌 손상을 최소화할 수 있게 되어 임상적으로 좋은 치료 성적을 보여주고 있다.^{1,2)}

비 침습적인 방법으로 방사선 수술은 크게 Co-60을 이용

하는 감마나이프, 선형가속기에서 발생하는 X선을 이용한 방법, 사이클로트론 가속기를 이용한 양성자 및 중입자치료 등으로 나누어진다.

이러한 방법 중에서 많은 병원에서 사용하고 있는 선형가속기를 이용하는 방사선 수술은 과거에는 초기 엑스선 영상 이용으로 뇌 내부 병변을 정확하게 파악하기 어렵고 엑스선의 에너지가 낮아 투과하는 양이 적은 단점이 있었지만, 의학 영상장비, 선형 가속기, 환자의 고정기구 등 여러 방면의 눈부신 발전으로 현재에 이르러 많은 부분이 개선되어 효과적인 치료 방법으로 확고히 자리를 잡았다.^{2,6)}

이러한 기술적인 발전을 통해 청신경초종(acoustic neuroma), 뇌동정맥기형(arteriovenous malformation), 뇌하수체 종양(pituitary tumor), 뇌기저부 뇌수막종(meningioma), 다른 부위의 암에서 뇌로 전이된 전이성 뇌종양(metastatic

본 논문은 2014년 11월 14일 접수하여 2014년 12월 2일 채택되었음.
책임저자 : 김태원, 연세대학교 의과대학 강남세브란스병원 방사선종양학과
서울시 강남구 언주로 712, 135-720
Tel : 02) 2019-3148
E-mail : KKOMAR@yuhs.ac

brain tumor) 등 다양한 뇌 병변에 적용할 수 있게 되었다.

하지만 본원은 토모테라피(Tomotherapy)의 사용으로 coplanar(동일면) 방식을 이용한 세기조절방사선치료(Intensity modulated radiation therapy; IMRT)만 가능하여 종양이 위치하는 주변 결정 장기(critical organ)와 정상장기

에 의하여 Beam이 조사될 수 있는 방향의 제한과 정상 뇌 부분에 저 선량 조사가 적은 non-Coplanar(비동일면) Beam을 사용하지 못하는 제약이 있었다. 이와 더불어 기존의 뇌 병변 방사선 치료 시 사용하는 s-thermoplastic mask를 사용하고 있어 SRS에 있어서 중요시되는 높은 고정효과를 기대

Table 1. Patients characteristics

	No.	Age	sex	number of tumor	Location	stage	Total dose (Gy)
Fraxion*	1	68	M	2	Both, frontal lobe	cT2N2M1b	18
	2	73	F	1	Lt. parietal lobe	cT2aN0M1b	18
	3	74	M	1	Lt. frontal lobe	cT3N3M1b	18
mask +	4	52	M	1	Rt. Frontal lobe	cT2aN0M1b	21
	5	62	F	1	Rt. occipital area	cT3N3M1b	21
	6	57	F	1	parietooccipital area	cT3N2M1b	18

* Fraxion[®] system, + s-thermoplastic mask+mouthpiece

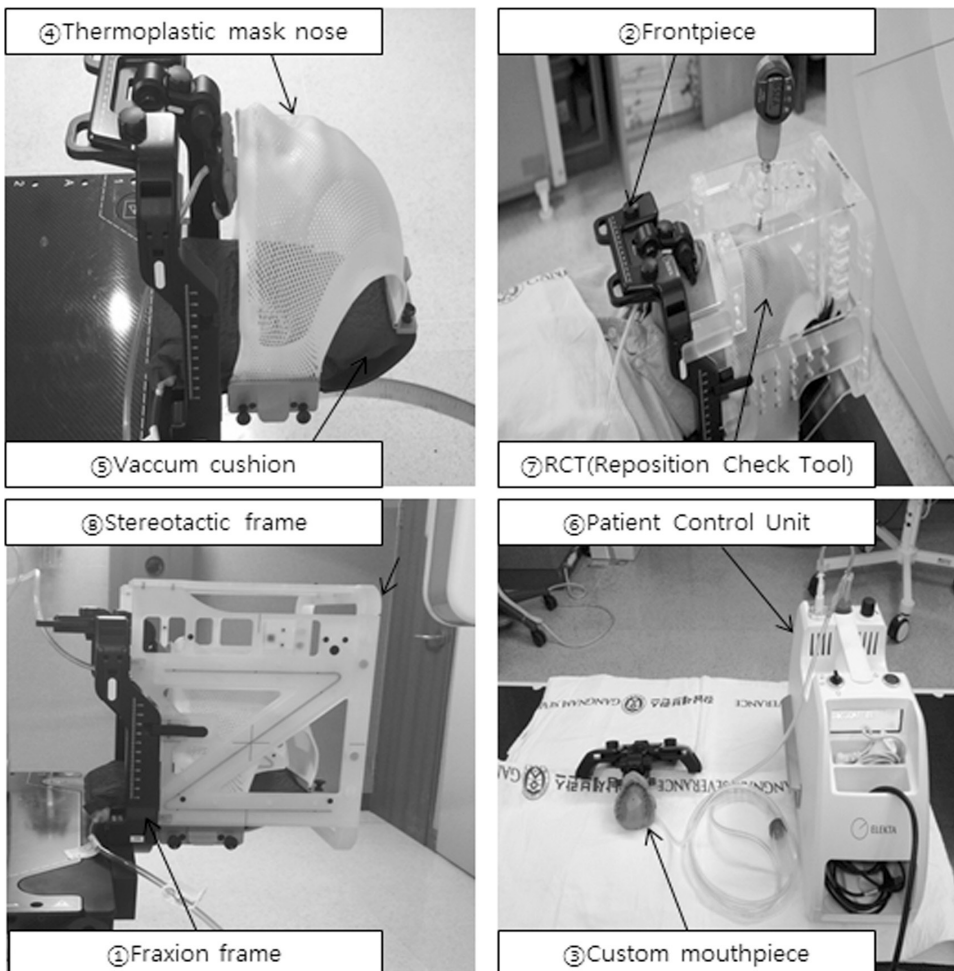


Fig 1. Fraxion[®] system

하기 힘들어 SRS를 시행하기에는 어려움이 있었다. ^{8, 10)}

이에 본원은 2014년 5월 가동된 VERSA HD와 Fraxion® system을 도입하게 되면서 환자별 병변의 맞춘 적절한 선형 가속기 및 머리 고정기구의 선택이 가능하게 되었다.

본 연구에 이용된 Fraxion® system은 크게 Fraxion frame, Frontpiece, Mouthpiece, Thermoplastic mask nose, Vacuum cushion, PCU(Patient Control unit), RCT(Reposition Check Tool), Stereotactic Frame 등으로 이루어져 있는 Head Immobilization System으로 mouthpiece를 사용하는 Thermoplastic mask Nose와 사용하지 않는 Thermoplastic mask head로 구분되며 환자 상태에 따라 사용할 수 있어 s-thermoplastic mask보다 더 넓은 선택이 가능하고 높은 고정 효과를 기대할 수 있게 되었다. ^{3, 5)} (Figure 1)

본 연구는 진보된 Head Immobilization system인 Fraxion® system을 이용한 정위적 방사선 수술 시 유용성을 평가하고자 한다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

본원에서 VERSA HD가 운영되기 시작한 5월부터 10월까지 전이성 뇌종양을 진단받은 후 방사선 종양학과에서 뇌 정위적 방사선 수술을 받은 환자 6명을 대상으로 하였다.

3명은 기존의 방식인 양와위(Supine)자세에서 s-

Table 2, Setup Error of total patients

unit (mm°)

		Fraxion				mask				relative rate* (%)
		Max	Min	Mean	SD	Max	Min	Mean	SD	Mean
Translation	Lat(x) +	0.3	0.2	0.23	0.05	2.8	0.4	1.4	1.24	-83
	Long(y) †	-1.4	-1.1	1.23	0.15	2.6	1.8	2.07	0.46	-40
	Ver(z) §	0.3	0.1	0.23	0.11	-4.8	1.3	3.03	1.75	-92
Rotation	Pitch(x)	0.9	0.1	0.4	0.43	-1.4	-1	1.13	0.23	-64
	Roll(y)	0.1	0.1	0.1	0	1.2	-0.3	0.83	0.47	-88
	Yaw(z)	0.2	0.1	0.13	0.05	2.0	-0.3	1.03	0.87	-87

*Reference Fraxion® system, + Lateral(x), † Vertical(z), § Longitudinal(y),

|| s-thermoplastic mask+mouthpiece

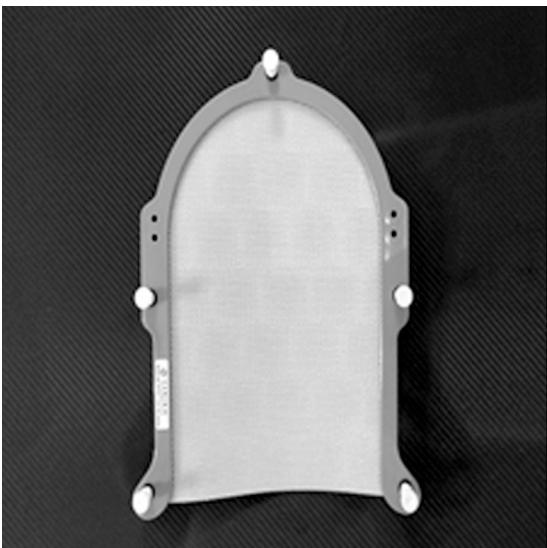


Fig 2. s-thermoplastic mask + mouthpiece

Table 3. absorbed dose of total patients

		Fraxion †			mask ‡			unit (%)
		Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	relative rate*
correction	before	-3.95	-1.42	-2.85	-27.44	-12.65	-17.72	-83
	after	-2.65	-1.18	-2.04	-2.46	-1.62	-2.08	-1.9

*reference s-thermoplastic mask+mouthpiece, † Fraxion[®] system,

‡ s-thermoplastic mask+mouthpiece

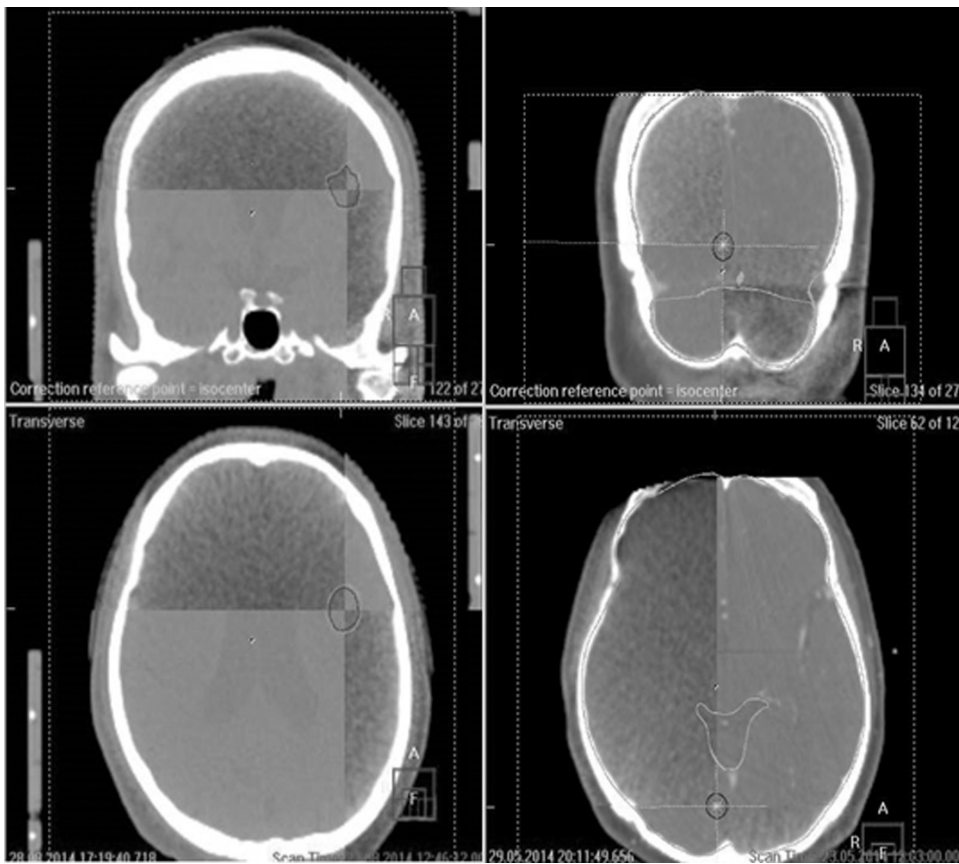


Fig 3.

CBCT images of patients (Left Image: Fraxion[®] system, Right Image: s-thermoplastic mask)

thermoplastic mask와 mouthpiece를 이용하여 머리를 고정하였으며 3명은 앙와위(Supine)자세에서 Fraxion[®] system을 사용하여 머리를 고정한 환자 두 그룹으로 구분하였다.(Table 1, Figure 2)

2. 사용 장비

선형가속기는 본원에서 가동 중인 VERSA HD(Elekta, England)에 초정밀 micro-MLC인 APEX(Elekta, England)를 장착하여 사용하였고 Immobilization system은 Fraxion? system(medical intelligence, Germany)과 S-plate(MedTec,

orange city, IA, USA), s-thermoplastic mask(Chunseung medical, Korea), mouthpiece(Precise Bite[™], CIVCO Medical Solutions, Kalona, IA, USA)로 환자를 고정하였으며 6개의 축으로 움직이는 Couch로 Hexapod evo RT System; igitube 2.0(medical intelligence, Germany)을 사용하여 방사선 수술의 정확성을 높이고자 하였다. 또한, 방사선 수술 전 X-ray Volume Image(XVI 4.5.1)를 시행하여 콘빔CT 영상을 획득하였다. 환자의 방사선수술 계획은 Raystation Planning System(Raystation v4.5.0.19, RaySearch, Sweden), Monaco(Elekta, England), Ergott(Elekta, England)을 사용하였으며 이를 StereoPHAN

Table 4. The reference data of CBCT(XVI 4.5.1)

CBCT*	
Mode	Head and Neck S20
Start Angle (deg)	230
Stop Angle (deg)	70
Direction	CW
Gantry Speed (deg/min)	180
kV	100
Frames	366
Nominal Scan Dose (mGy)	1.2
Total mAs (mAs)	36.6
kV Collimator	F0
kV Pannel Position	Small

*Cone Beam Computerized Tomography

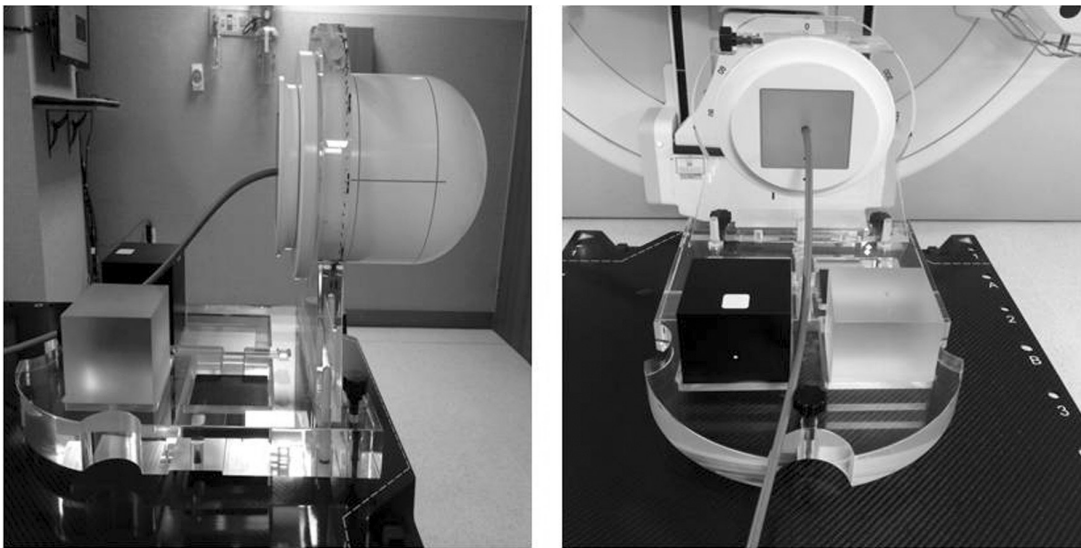


Fig 4. Stereophan Phantom

Phantom(SUN Nuclear, USA) 및 Pinpoint 3D cylindrical chamber(PTW, Germany)에 적용하여 선량 측정을 시행하였다.

3. 연구 방법

1) 측정 방법

환자 개개인에 맞춰 만들어진 thermoplastic mask를 이용하여 환자를 셋업 한 후 방사선 수술 전 정확한 위치 확인을 위하여 3D 콘빔CT를 촬영하였으며 이와 함께 Translation: Vertical(z), Longitudinal(y), Lateral(x) 축을 포함 Rotation:

Pitch(x), Roll(y), Yaw(z)까지 움직이는 Hexapod를 이용하여 적지만 발생할 수 있는 Fraxion Headrest 처 침(Sagging) 및 정교한 카우치(Couch) 보정을 하였다.⁷⁾

획득한 콘빔CT 영상은 모의치료 시 획득한 기준 영상(Reference Image)을 특정 부위의 복셀 회색조 세기 값을 매칭 하는 회색조 자동 접합 기능(Grey value matching)을 이용하여 bone의 위치 및 PTV(Planning Target Volume) 안에 종양이 위치하는지 확인하였으며 회색조 자동 접합 기능이 미흡한 경우 수동 기능(Manual Mode)으로 보정하였다. (Table 4)

2) mask 종류에 따른 셋업 오차(Setup Error)의 기록

양와위(Supine)자세에서 s-thermoplastic mask와 mouthpiece 이용하여 머리를 고정한 경우와 Fraxion[®] system을 이용한 경우로 구분하고 나눈 두 그룹 모두 각각의 mask를 이용하여 환자를 셋업한 후 콘빔CT 영상과 전산화단층모의치료 영상을 회색조 자동 접합 기능(Grey value matching)을 이용하여 매칭 하였다. (Figure 3)

매칭을 이용한 영상 비교 후 차이가 나는 좌표 값만큼 셋업 오차에 따른 이동 값을 기록하였다.

3)셋업 오차를 이용한 선량 측정

방사선 치료 계획과 선량 분포가 정확한지 확인하는 환자별 정도관리(Patient Specific Quality Assurance, PSQA)와 같은 방법으로 선량 측정을 시행하였다.

환자의 방사선 치료계획 및 Stereo PHAN Phantom, Pinpoint 3D cylindrical chamber를 사용하였으며 콘빔CT와 전산화단층모의치료 영상 비교로 기록된 두 그룹의 셋업 오차 값을 Stereo PHAN Phantom에 셋업 오차 보정 전과 후 위치에서 측정하여 각 환자당 2번 총 12번의 선량측정을

시행하였다.

AAPM 142 report 권고에 따라 2%에서 어느 정도 벗어나는지 확인하고 이를 비교하고 분석하였다. 9) (Figure 4)

결 과

1. 그룹별 셋업 오차

양와위(Supine)자세에서 s-thermoplastic mask와 mouthpiece를 이용하여 머리를 고정한 그룹과 동일 자세에서 Fraxion[®] system을 사용한 그룹을 방사선 수술 전 콘빔CT를 촬영하고 전산화단층모의치료 영상과 비교하였을 때 셋업 오차 결과 값으로 0에 가까워야 환자의 움직임이 적은 것으로 알 수가 있으며 최대치(Max), 최소치(Min), 평균치(Mean), 표준편차(standard deviation, SD)로 결과 값을 비교하였다.

표2에서 보이는 바와 같이 단순히 s-thermoplastic mask와 mouthpiece만을 사용한 경우 Translation: X축 Min: 0.4

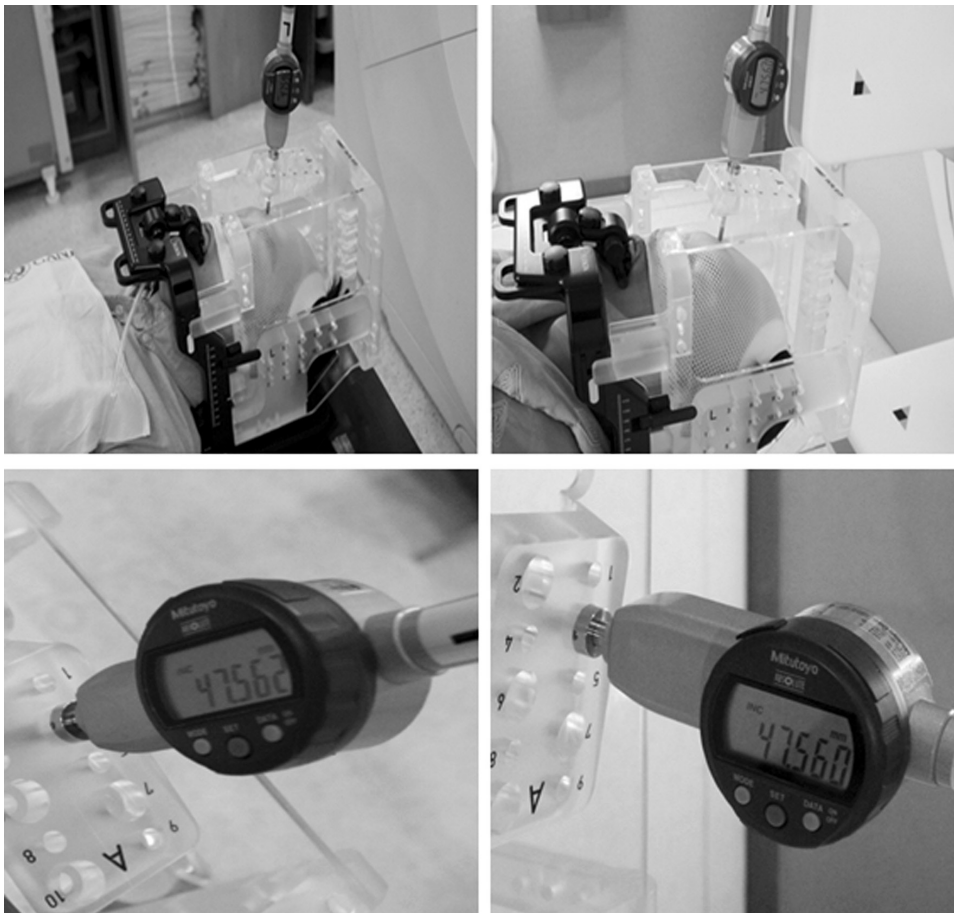


Fig 5.
RCT(Reposition Check Tool)

mm에서 Max: 2.8 mm (Mean: 1.4 mm SD: 1.24 mm) 움직였으며 Y축 Min: 1.8 mm에서 Max: 2.6 mm (Mean: 2.07 mm SD: 0.46 mm), Z축 Min: 1.3 mm에서 Max: -4.8 mm (Mean: 3.03 mm SD: 1.75 mm), Rotation: X축 Min: -1 °에서 Max: -1.4 ° (Mean: 1.13 ° SD: 0.23 °), Y축 Min: -0.3 °에서 Max: 1.2 ° (Mean: 0.83 ° SD: 0.47 °), Z축 Min: -0.3 °에서 Max: 2 ° (Mean: 1.03 ° SD: 0.87 °) 방향으로 움직였다.

Fraxion® system을 사용한 경우 Translation: X축 Min: 0.2 mm에서 Max: 0.3 mm (Mean: 0.23 mm SD: 0.05 mm) 움직였으며 Y축 Min: -1.1 mm에서 Max: -1.4 mm (Mean: 1.23 mm SD: 0.15 mm), Z축 Min: 0.1 mm에서 Max: 0.3 mm (Mean: 0.23 mm SD: 0.11 mm), Rotation: X축 Min: 0.1 °에서 Max: 0.9 ° (Mean: 0.4 ° SD: 0.43 °), Y축 0.1 ° (Mean: 0.1 ° SD: 0 °), Z축 Min: 0.1 °에서 Max: 0.2 ° (Mean: 0.13 ° SD: 0.05 °) 방향으로 움직였다.

Fraxion® system이 s-thermoplastic mask와 mouthpiece를 사용한 경우보다. 셋업 오차가 평균을 기준으로 비교하였을 경우 X축 83% 감소, Y축 40% 감소, Z축 92% 감소, Pitch 64% 감소, Roll 88% 감소, Yaw 87% 감소로 모든 축에서 상대적으로 이동 값이 적은 것을 알 수 있었다. (Table 2, Figure 7)

2. 그룹별 선량 측정

선량측정값은 AAPM 142 report에 따라 셋업 오차 보정 후 선량이 2% 이내로 나와야 하며 보정 전 값은 2%에 가까이 나올수록 mask의 재현성이 좋다고 할 수 있다.

두 그룹의 셋업 오차 보정 전 선량 측정 결과 값으로는 Fraxion® system은 Min: -1.42%에서 Max: -3.95% (Mean: -2.85%), s-thermoplastic mask와 mouthpiece는 Min:

?12.65%에서 Max: -27.44% (Mean: -17.72%)로 Fraxion® system을 사용한 경우가 2%에 근접하였다.

셋업 오차 보정 후 선량측정 결과 값으로 Fraxion® system은 Min: -1.18%에서 Max: -2.65% (Mean: -2.04%), s-thermoplastic mask와 mouthpiece는 Min: -1.62%에서 Max: -2.46% (Mean: -2.08%)로 모두 평균 2%에 포함되었다.

이러한 결과 값을 토대로 s-thermoplastic mask와 mouthpiece를 사용한 경우가 Fraxion® system보다 평균을 기준으로 셋업 오차 보정 전은 상대적으로 83% 감소하였고, 보정 후는 1.9% 감소한 선량측정을 보였다.

이는 셋업 오차를 보정 하지 않는 경우 그 값이 클수록 StereophAN에 장착된 Pinpoint 3D cylindrical chamber가 방사선 수술계획의 표적 중심에서 멀어지므로 선량이 부족하게 측정되므로 상대적으로 셋업 오차 값이 큰 s-thermoplastic mask가 Fraxion® system보다 2%에서 더 벗어나는 것을 알 수 있었다. (Table 3, Figure 8)

고찰 및 결론

과거와 비교하여 현재에는 방사선의 정확한 3차원 선량 분포를 확인할 수 있는 소프트웨어와 병변의 모양에 맞춰 Beam의 모양 및 세기 변조가 가능한 마이크로 다엽 콜리메이터(micro Multi-leaf collimator, microMLC), 치료시간 감소를 위한 Photon beam Flattening Filter Free(FFF) Mode, 콘빔CT를 이용한 영상유도방사선치료(Image Guided Radiation Therapy, IGRT) 및 환자의 자세를 6개의 축으로 보정할 수 있는 6D Couch인 Hexapod 등 여러 하드웨어를 포함하여 환자의 자세 재현성을 높여 줄 수 있는 Immobilization system도 함께 발전하였다.



Fig 6. Stereotactic Frame

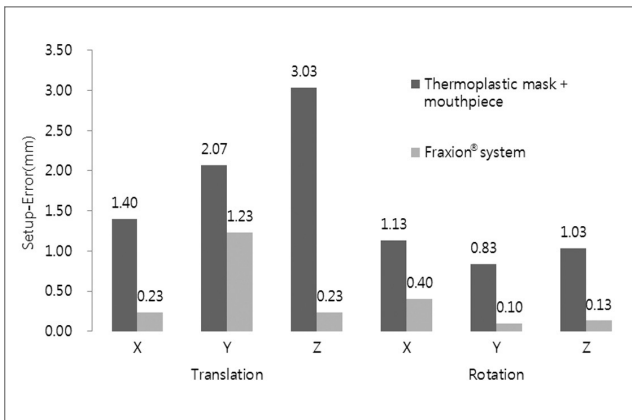


Fig 7. The comparison of registration offset, thereby setup error for Fraxion® system and thermoplastic mask

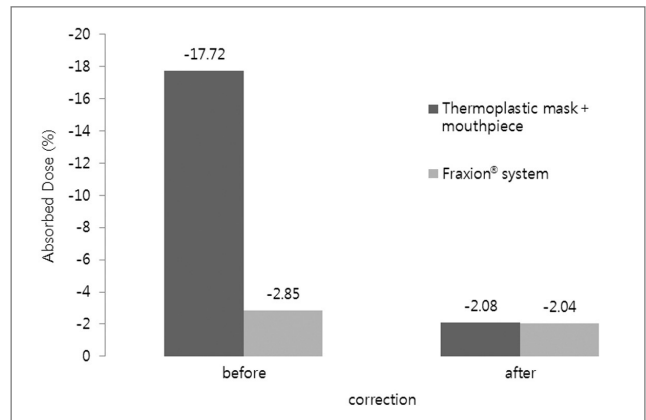


Fig 8. comparison of absorbed dose before and after image registration for Fraxion® system and thermoplastic mask

발전을 통한 진보된 Fraxion® system은 Mask 제작 당시 Frontpiece가 Craniocaudal 방향으로만 움직일 수 있도록 제작되어 환자의 편의성이 감소할 수밖에 없었던 기존 버전 Head Fix System을 Frontpiece가 어느 방향으로든 움직이도록 개선하여 제작 당시 느낄 수 있는 불편함을 감소시켰으며 Carbon fiber(탄소 섬유)로 되어 있어 Beam의 감소를 줄였다.

머리 회전을 방지하고자 개개인의 치열(dentition)에 맞춘 mouthpiece를 제작할 수 있고 흡인(Suction) 기능을 통해 mouthpiece와 입천장(Plate) 사이에 진공(Vacuum)을 조절할 수 있어 mouthpiece가 입안에서 안정적으로 고정되도록 돕고 침 제거를 통하여 침을 삼키면서 발생할 수 있는 머리의 움직임을 최소화할 수 있도록 하였다.^{3,5)}

RCT(Reposition Check Tool)의 사용은 마스크 제작 당시 0.001mm까지 측정 가능한 Distance indicator인 Fraxionprobe를 이용하여 Ap/Left/Right/Superior 방향에서 mask를 착용 후 마스크표면부터 RCT까지 거리 값을 측정할 수 있다. 이러한 기능을 이용하여 환자 셋업 시 같은 방법으로 재측정하여 각각의 거리 값을 비교하여 자세 재현성을 평가할 수 있다. (Figure 5)

또한 Stereotactic Frame을 이용한 Frame Base 방식과 콘빔CT를 이용하는 Frameless 방식을 함께 사용할 수 있어 좀 더 정확한 위치에서 SRS를 시행할 수 있다.(Figure 6)

이러한 다양한 기구의 복합적인 사용으로 기존의 s-thermoplastic mask를 사용한 경우에도 셋업 오차가 적지만 Fraxion® system을 이용할 때 상대적으로 더 적은 오차를 가지는 것을 본 연구를 통해 알 수 있었다.

Lena Sharp 논문에 의하면 thermoplastic mask 크기에 따른 재현성 차이는 미비하지만 클수록 폐소공포증

(claustrophobia) 확률이 높아진다는 보고가 있는데 코(nose)까지 덮는 thermoplastic mask nose는 얼굴 전체를 덮는 경우보다 환자에게 있어서 더 나은 편의성을 제공할 수 있을 것으로 생각된다.⁴⁾

하지만 본 연구를 진행하면서 무치아(edentulous) 및 입을 mouthpiece 크기 이상 열 수 없는 환자에게 mouthpiece의 사용이 힘들며 숙련된 방사선사가 아니면 기존 mask에 비해 긴 제작 시간과 높은 제작난이도는 모의치료시간의 증가를 초래하여 환자에게 불편함을 줄 수 있어 앞으로 지속적인 연구를 통하여 이를 해결할 수 있도록 해야 할 것이다.

마지막으로 환자 셋업 시 발생한 셋업 오차는 치료 중에 셋업 오차만큼 움직일 가능성이 있다. 이러한 움직임은 셋업 오차가 클수록 표적중심에 계획된 선량이 정확하게 조사되지 않으며 정상조직에는 많은 선량이 조사되는 것을 의미하기 때문에 안정된 자세 재현 및 고정 효과를 제공함으로써 셋업 오차를 최소화할 수 있는 Fraxion® system은 정위적 방사선 수술에서 좋은 결과를 가져올 것으로 생각된다.

또한, 머리에 고정하여 사용하는 정위틀을 사용하지 않기 때문에 SRS와 더불어 분할방사선수술(fractionated stereotactic radiosurgery)에도 효과적으로 이용 가능 하며 언급한 장점들을 토대로 기존의 치료계획보다 더 작은 마진을 가능하게 하여 정상조직에는 적은 선량이 종양에는 많은 선량을 조사할 수 있어 1회에 많은 선량이 조사되는 정위적 방사선 수술과 일반 뇌종양 치료에도 큰 도움이 될 것이라 사료 된다.

참고문헌

1. Larson DA: Introduction to radiosurgery. Clin Neurosurg 1992;38:391-404
2. Tae Jin Choi: Methodologic Aspect of LINAC-based Stereotactic RadioSurgery. PROGRESS in MEDICAL PHYSICS 2012;23:127-137
3. Arthur J. Olch, Robert S Lavey: Reproducibility and treatment planning advantages of a carbon fiber relocatable head fixation system. radiotherapy and oncology 2002;65:165-168
4. L Sharp, F Lewin, H Johansson, et al.: Randomized trial on two types of thermoplastic masks for patient immobilization during radiation therapy for head-and-neck cancer. International Journal of Radiation Oncology · Biology · Physics 2005;61:250-256
5. Reinhart Sweeney, Reto Bale, Michael Vogeley, et al.: Repositioning Accuracy: Comparison Of A Noninvasive Head Holder With Thermoplastic Mask For Fractionated Radiotherapy And A case Report. Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys., 1998;41:475-483
6. A Sahgal, L Ma, E Chang, et al.: Advance in Technology for intracranial stereotactic radiosurgery. Thechnology in Cancer Research & Treatment 2009;8(4):271-280
7. J Meyer, J Wilbert, K Baier, et al.: Positioning accuracy of cone-beam computed tomography in combination with a HexaPOD robot treatment table. International Journal of Radiation Oncology*Biography*Physics 2007;67:1220-1228
8. Soisson ET, Tome WA, Richards GM, et al.: Comparison of Iinac based fractionated sterotactic radiotherapy and tomotherapt treatment plans for skull-base tumors. radiother Oncol 2006;78:313-321
9. AAPM REPORT No,142 -Quality assurance of medical accelerators of Task Group 142 report
10. 하진숙, 정윤선, 김세준 등: Variable Axis Baseplate를 이용한 Non-coplanar 토모테라피의 유용성. 대한방사선치료학회지 2011;23:31-39

Abstract

Evaluation on Usefulness of Stereotactic Radio Surgery using Fraxion[®] System

Department of Radiation Oncology, Gangnam Severance Hospital, Seoul, Korea
Department of Radiation Oncology, Yonsei Cancer Center, Severance Hospital

Tae Won Kim · Kwang Woo Park · Jin Sook Ha · Mi Jin Jeon
Yoon Jin Cho · Sei Joon Kim · Jong Dae Kim · Dong Bong Shin

Purpose : We evaluated the usefulness of Fraxion[®] system and s-thermoplastic mask by analyzing setup error when stereotactic radiosurgery (SRS) was treated for brain metastasis.

Materials and Methods : 6 patients who received definite diagnosis as brain metastasis between May 2014 and October 2014 were selected. 3 patients were immobilized s-thermoplastic mask and mouthpiece (group1), while Fraxion[®] system was used for the other 3 patients (group2). Cone Beam Computerized Tomography (CBCT) scan was acquired to register planning CT scan. The registration offset was compared for each group. We compared and reported the errors using maximum, minimum, mean, and standard deviation of registration offsets. Furthermore, We used the same method as patient specific quality assurance to verify absorbed dose of PTV.

Results : The setup error which is registration offset was reduced 83% in x, 40% in y, and 92% in z-direction when Fraxion[®] system was used compared to the case of using s-thermoplastic mask and mouthpiece. In addition, using Fraxion[®] system showed improved results in rotational components, pitch (rotation along x-axis), roll (y), and yaw (z) which were reduced 64, 88, and 87% respectively compared to the case of using s-thermoplastic mask and mouthpiece. In dosimetry results, when s-thermoplastic mask and mouthpiece used, absorbed dose was reduce 83% compared to before and after registration. However, using Fraxion[®] system showed only 1.9%. All percentage were calculated with respect to average value.

Conclusion : Using Fraxion[®] system including mouthpiece, Fraxion frame, frontpiece, and thermoplastic mask, showed better repeatability and precision compared to using s-thermoplastic mask and mouthpiece, which is consequently considered as more improved immobilization system.

Keyword : Fraxion[®] system, stereotactic radiosurgery(SRS), Setup Error