수막종에 대한 선형가속기형 정위방사선수술

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 치료방사선과*, 신경외과†

신성수* ·김대용* ·안용찬* ·이정일† ·남도현† ·임도훈*
허승재* ·여인환* ·신형진† ·박 관† ·김보경* ·김종현†

목 적 : 수막종 환자에 대한 선형가속기를 이용한 정위방사선수술의 임상 경과, 영상의학적 반응, 그리고 신경학적 후유증을 분석하여 수막종에서 정위방사선수술의 역할을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법 : 1995년 2월부터 1999년 12월까지 26명의 수막종 환자에 대해 선형가속기를 이용한 정위방사선수술을 시행하였다. 9명은 외과적 절제술이 선행되었으며 나머지 17명은 정위방사선수술만 시행되었다. 대상환자들의 남녀 비는 7:19이었고, 연령 분포는 14 67세(중앙값 51세)이었다. 정위방사선수술 당시 17명에서 병변으로 인한 신경학적 증상을 보였다. 종양 용적의 범위는 0.7 16.5 cm^3 (중앙값 4.7 cm^3)이었고, 정위방사선수술 시 처방선량은 최대선량 기준으로 46 90% (중앙값 80%) 등선량곡면에 10 20 Gy (중앙값 15 Gy)이었다. 임상 추적관찰 기간은 1 71개월(중앙값 27개월)이었고 영상 추적관찰 기간은 1 52개월(중앙값 25개월)이었다.

결 과 : 정위방사선수술 당시 임상 증상이 있었고 임상 추적관찰 기간이 1년 이상인 14명 중 13명(93%)에서 증상의 소멸 및 완화를 보였으며, 나머지 1명은 치료 후 4개월부터 종괴효과로 증상이 악화되어 7개월 후에 외과적 절제술을 시행 받았다. 영상 추적관찰 기간이 1년 이상인 14명의 환자들 중 7명(50%)은 정위방사선수술 후 6 25개월(중앙값 11개월)에 종양 크기의 감소를 보였고, 6명(43%)은 종양 크기의 변화가 없었다. 종양 크기의 증가를 보인 1명(7%)은 외과적 절제술을 시행 받았다. 6명(23%)의 환자에서 정위방사선수술 후 새로운 신경학적 후유증이 발생하였으며, 이 중 5명은 일시적 후유증으로 스테로이드 투여 등의 보존적 치료 후에 증상이 소멸되었고, 1명은 정위방사선수술로 인한 조직 괴사로 외과적 절제술을 시행 받았다.

결 론 : 정위방사선수술을 이용한 수막종의 치료는 외과적 절제술이 불가능한 경우, 불완전한 절제술을 시행한 경우, 그리고 수술 후 재발한 경우에 안전하고 매우 효과적인 치료 방법으로 판단된다. 하지만 더 오랜 기간의 추적관찰이 필요하며 종양용적이 크고 주위에 결정장기가 있는 경우에는 신경학적 후유증을 줄이기 위해 좀 더 신중한 치료 계획 및 선량 결정이 필요하다.

핵심용어 : 수막종, 정위방사선수술, 선형가속기, 신경학적 후유증

서 론

두개강내 수막종(이하 수막종)의 발병빈도는 전체 원발성 뇌종양의 15%정도이며, 40대에 호발하고 여자에게 더 흔하게 발병하며, 원발 뇌종양 사망의 7%를 차지한다.[1, 2] 가장 효과적인 치료방법은 완전 절제술이며, 90% 정도의 5년 국소 제어율을 보인다.[3 5] 그러나 종양의 위치나 환자의 상태에 따라 완전 절제술을 시행하기 힘든 경우가 많고, 나아가 수술 후 여러 가지 부작용이나 합병증이 발생할 수 있으며, 완전절제술 후에도 재발율이 많게는 20%에 이른다.[3] 또한 재발한 경우나 수술 후 심각한 신경학적 장애가 발생할 가능성이 높을 경우에 적절한 치료방법에 대해서는 다소 이론의 여지가 있다. 이러한 이유 때문에 과거 수십 년 동안 두개골 기저부 수술의 비약적인 발전에도 불구하고 방사선치료 특히 정위방사선수술에 대한 관심이 날로 증가되고 있다.

이에 저자들은 수막종에 대한 선형가속기를 이용한 정위방사선수술 후 임상 경과, 영상의학적 반응 그리고 신경학적 후유증에 대한 분석을 통해 정위방사선수술의 역할에 대해 알아보고자 하였다.

이 논문은 2001년 3월 27일 접수하여 2001년 5월 2일 채택되었음.

책임 저자 : 김대용, 삼성서울병원 치료방사선과
Tel : 02)3410-2603, Fax : 02)3410-2619
E-mail : radiopiakim@hanmail.net

대상 및 방법

1995년 2월부터 1999년 12월까지 본원에서는 수막종으로 진단된 26명의 환자에 대해 선형가속기를 이용한 정위방사선수술을 시행하였다. 대상 환자들은 남성과 여성이 각각 7명과 19명이었으며, 연령 분포는 14 67세(중앙값 51세)이었다. 모든 환자는 단일 병변만을 가지고 있었다. 종양의 위치

를 살펴보면 대뇌겸(falx) 및 시상동 인접부(parasagittal) 11명으로 가장 많았고, 해면정맥동 6명, 소뇌교각 인접부 4명, 접형골연 2명, 중두와(middle fossa) 2명, 뇌실내 1명이었다. 9명은 외과적 절제술이 선행되었고 나머지 17명은 정위방사선수술만 시행되었다. 수막종의 진단은 이전에 수술을 받았던 9명을 제외한 17명 중 1명에서만 조직검사가 시행되었고 나머지 16명은 임상 양상 및 영상의학적 기준에 의해서 진단되었다. 외과적 절제술은 정위방사선수술 전 1 79개월(중앙값 7개월)에 시행되었는데, 8명은 불완전 절제로 종양이 육안적으로 남아있었고 1명은 완전 절제 후 재발하였다. 이들 9명 중 5명에서 수술 후 합병증이 발생하였으며 2명은 실명, 나머지 3명은 각각 시력저하, 우측하지의 감각저하 그리고 소뇌의 기능저하를 보였다.

정위방사선수술 당시에 병변으로 인한 임상 증상이 17명(65%)에서 28례가 발생하였으며 일반적인 증상은 두통 8례, 어지럼증 6례, 오심 2례, 경련 1례, 전신무력감 1례이었다. 뇌신경장애는 7명(27%)에서 10례가 발생하였으며 VI과 V번 뇌신경장애가 각각 4례와 2례였고 II, III, VIII, XII번 뇌신경장애는 각각 1례였다.

본원의 정위방사선수술 과정을 살펴보면, 당일 아침에 Cosman-Robert-Wells 정위틀(Radionics, Inc., Burlington, MA, USA)을 국소마취 하에 환자의 두부에 부착시킨 후, 컴퓨터 단층촬영(Computed Tomography : CT)을 두개강내 병변 이외의 부위는 5 mm 간격, 병변 부위는 3 mm 간격으로 시행하였다. 병변의 위치가 해면정맥동과 같이 시신경과 시교차로의 인접부위에 위치하여 시신경과 시교차로의 위치 확인이 필요한 경우나 CT에서 종양의 윤곽이 불분명한 경우는 자기공명영상(Magnetic Resonance Image : MRI)을 CT와 병행하여 시행하였다. 방사선치료계획은 XKnife-3 System (Radionics Software Applications, Inc., Burlington, MA, USA)을 사용하였으며, 표적부위와 안구, 시신경, 시교차로, 뇌간 등과 같은 선량제한(dose-limiting) 장기는 CT나 MRI 영상을 이용하여 윤곽을 지정하였다.

종양의 최대직경 및 종양용적의 범위는 1.3 4 cm (중앙값 2.5 cm)와 0.7 16.5 cm^3 (중앙값 4.7 cm^3)이었고, 정위방사선수술 시 치료선량은 표적 부위를 포함하는 최소주변 선량으로 기술하였으며, 최대선량 기준으로 46 90% (중앙값 80%)의 등선량곡면에 10 20 Gy (중앙값 15 Gy)이었다. 19명의 환자에서 단일 등중심점을 이용하였고 2개 및 3개의 등중심점을 이용한 경우는 각각 6명과 1명이었으며, 12 42 mm (중앙값 22 mm) 크기의 원형 콜리메이터를 사용하였다.

모든 환자의 임상 추적관찰 기간은 1 71개월(중앙값 27개월)이었고 치료 후 영상 검사를 시행하지 않은 6명을 제외한 20명 환자의 영상 추적관찰 기간은 1 52개월(중앙값 25개월)이었다. 임상 경과관찰은 치료 후 1개월과 이후 2년은 3 6개월 간격으로, 그리고 3년 이후에는 1년 간격으로 시행하였고, 영상 경과관찰은 MRI나 CT를 첫 2년은 6개월 간격으로, 3년 이후에는 12개월 간격으로 시행하였다.

결 과

1. 임상 경과

모든 환자들은 정위방사선수술 후 24시간 이내에 퇴원하였으며 감염이나 심각한 합병증이 발생한 사람은 없었다. 정위방사선수술 당시에 병변으로 인한 임상 증상이 나타났던 17명 중 임상 추적관찰기간이 1년 이상인 사람은 모두 14명이었고, 이들 중 뇌신경장애를 동반한 사람은 5명이었다. 임상 증상의 호전은 13명(93%)에서 나타났으며 11명(79%)에서 증상 소멸을, 2명(14%)에서 증상 완화를 보였다. 또한 뇌신경장애를 동반한 5명 중 4명(80%)에서 증상 소멸을 보였다.

증상이 악화된 1명을 살펴보면 61세 여자로 내원 당시 하지 근력저하를 호소하였다. 종양은 대뇌 반구사이 심부의 대뇌겸에 위치하였고 종양의 최대직경과 용적이 각각 4 cm와 16.5 cm^3이었다. 정위방사선수술은 27.5 mm의 원형 콜리메이터로 단일 회전중심점을 이용하며 70% 등선량곡면에 18 Gy 조사하였다. 정위방사선수술 후 4개월부터 종양자체의 부종으로 인한 종괴효과(mass effect)로 인해 증상이 악화되어 7개월 후에 외과적 절제술을 시행하였다. 환자는 외과적 절제술 후 17개월 동안 증상의 발현 없이 추적관찰 중이다.

전체 환자들 중에 1명이 정위방사선수술 후 54개월에 불명확한 사인으로 사망하였으며 나머지는 최종 추적 관찰 때까지 모두 생존하였다.

2. 영상의학적 반응

전체 환자들 중 12명(46%)이 영상 추적관찰 기간이 1년 미만이었으며 이들 중 6명은 치료 후에 영상 검사가 시행되지 않았다. 영상 추적관찰 기간이 1년 이상인 14명의 환자들 중 7명(50%)은 종양 크기의 감소를 보였으며(Fig. 1), 무변화 6명(43%), 증가 1명(7%)이었다. 종양 크기의 감소를 보인 시기는 정위방사선수술 후 6 25개월(중앙값 11개월)이었다. 종양의 크기에 변화가 없었지만 종양 중심부에 낮은 신호강도를 보인 경우가 1명 있었다. T2 강조영상에서 일시적인 뇌부종 소견을 보인 경우는 3명(21%)으로 발생시기는 치료 후 2 8개월이었으며 모두 신경학적 증상을 동반하였다. 뇌부종

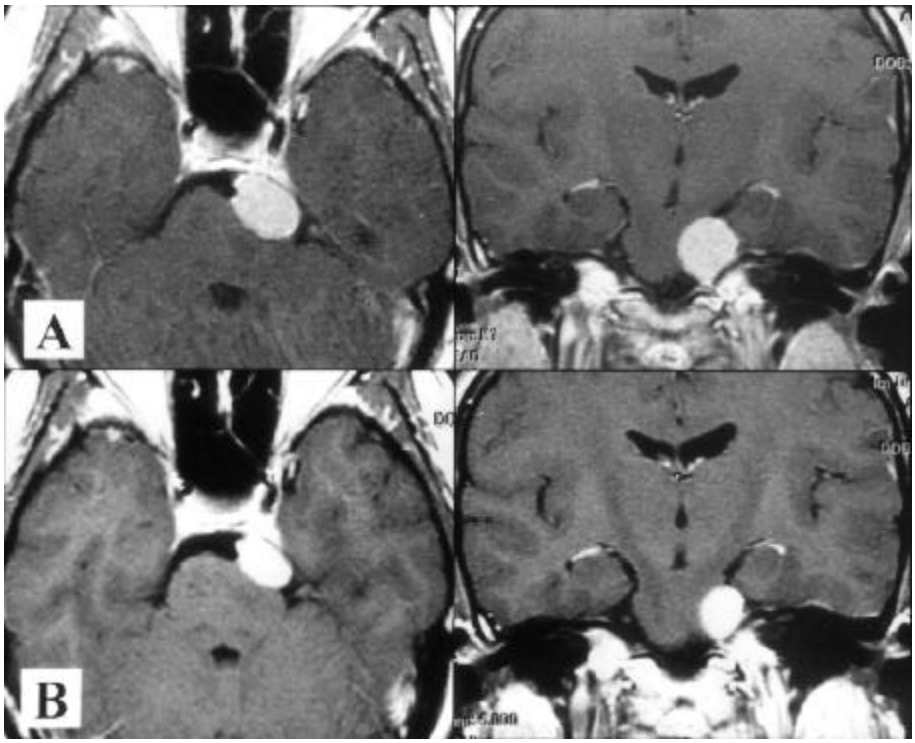

Fig. 1. (A) T1-weighted gadolinium-enhanced axial and coronal MR images obtained in a 33-year-old woman with cerebellopontine angle meningioma based on left petrous apex. She underwent radiosurgery using 22 mm collimator to deliver 13 Gy on the 80% isodose surface. (B) The 13-month follow-up MR images show the reduction of tumor.

Table 1. Details of Patients who Developed Complications after Stereotactic Radiosurgery

Patients No.	Tumor Location	Neurological Deficit	Tumor Size (cm)	Tumor Volume (cc)	Marginal Dose (Gy)	Isodose Line (%)	Collimator Size (mm)	Isocenter No.
1	Parasagittal	Seizure	3.2	14.3	14	80	32.5, 38	1
2	Falx	hemiparesis	3.6	13.2	13	80	35, 42	1
3	Falx	Seizure	2.5	6.4	18	53	20, 22	2
4	Cavernous sinus	III, IV CNP	2.7	8.9	13	80	26	1
5	CPA	V CNP	4.0	6.3	13	51	24, 12, 12	3
6	Falx	hemiparesis	3.0	9.5	18	90	34	1

CNP : cranial nerve palsy, CPA : cerebellopontine angle
Transient complication : No. 1 5, Permanent complication : No. 6, Peritumoral edema : No. 1 3

의 소실은 19 35개월에 나타났으며 뇌부종의 소실과 함께 신경학적 증상도 소멸하였다(Table 1의 No. 1 3). 방사선으로 인한 조직괴사 소견을 보인 경우는 1예 관찰되었다.

종양이 재발된 환자는 47세 남자로 우측 두정골 시상동 인접부에 있는 5 cm 크기의 종양에 대해 완전 절제술을 시행 받았으며 당시 병리 조직 소견에서는 이행성(transitional) 수막종으로 유사분열지수(mitotic index)가 높은 것 이외에는 특이 소견이 없었다. 수술 후 7개월에 종양이 재발되어 정위방사선수술을 시행하였다. 종양의 크기와 용적은 각각 1.4 cm와 1.8 cm^3이었다. 정위방사선수술은 18 mm와 14 mm의 원형 콜리메이터를 사용하여 80% 등선량곡면에 18 Gy 조사하였다. 이후 4개월만에 종양 크기의 감소를 보이다가 34개월에 뇌부종을 동반하며 크기가 커져 다시 완전절제술을 시행하였다. 재수술 후 병리조직 소견에서는 악성 수막종으로 진단되었다. 이 환자는 통상적인 분할 방사선치료가 추가되었으며 재수술 후 8개월까지 특별한 증상 없이 추적관찰 중이다.

3. 신경학적 후유증

6명(23%)의 환자에게 정위방사선수술 후 새로운 신경학적 후유증이 발생하였는데, 이 중 5명(19%)은 일시적 후유증으로써 경련이 2명, 안검하수와 복시 1명, 삼차신경 기능저하 1명, 그리고 근력저하 및 감각저하가 1명에서 발생하였다. 발생시기는 정위방사선수술 후 2 11개월(중앙값 5개월)이었으며 스테로이드 투여 등의 보존적 치료 후 9 29개월(중앙값 24개월)에 증상이 사라졌다(Table 1의 No. 1 5). 나머지 1명(3.8%)은 정위방사선수술로 인한 조직괴사로 외과적 절제술을 시행 받았다(Table 1의 No. 6).

방사선치료로 인한 조직괴사 소견을 보인 환자는 64세 여자로 종양은 우측 후두 대뇌겸에 위치하였고 종양의 최대직경과 용적이 각각 3 cm와 9.5 cm^3이었다. 정위방사선수술은 34 mm의 원형 콜리메이터로 단일 등중심점을 이용하여 90% 등선량곡면에 18 Gy를 조사하였다. 정위방사선수술 후 6개월 경부터 근력저하가 발생하였고 당시에 시행한 MRI에서 종양 크기의 감소를 보였으나 뇌부종이 나타났다. 9개월에는 우측 손에 진동(tremor)이 발생하였고 당시 MRI에서 정상 뇌조직의 괴사가 병변의 외측에서 관찰되었고 뇌부종은 증가하였다. 이후 보존적 치료를 하며 CT로 영상 추적관찰을 하던 중 31개월에서 시행한 CT에서 병변의 뒤쪽에 새로운 괴사부위가 발생하였다. 방사선수술 44개월부터 두통, 단기 기억장애, 그리고 연하곤란 등의 증상이 나타났으며 추적 MRI에서 괴사부위가 반대편까지 진행하면서 뇌부종도 더욱 증가하여 결국 외과적 절제술을 시행하였다(Fig. 2). 조직병리 검사상 섬유성 수막종과 정상 뇌조직의 방사선괴사 소견을 보였다.

고안 및 결론

수막종에 대한 정위방사선수술의 치료결과를 외과적 절제술이나 통상적인 분할 방사선치료의 결과와 비교하는데 있어서 몇 가지 문제점이 있다. 첫째, 각각 환자군의 특성이 다르다는 것이다. 외과적 절제술을 시행 받은 환자군은 환자들이 좀 더 젊고, 전신상태가 양호하며, 종양의 위치도 좀 더 수술적 접근이 가능한 곳에 있는데 비해, 정위방사선수술을 시행 받은 환자군은 고령에다, 전신상태가 나쁘고, 종양도 치료 후 합병증이 발생하기 쉬운 곳에 위치한다. 둘째, 정위방사선수술을 받은 환자들은 CT와 MRI를 이용하여 보다 철저한 영상 추적관찰이 가능하므로 종양의 초기 재발을 쉽게 발견할 수가 있는데 반해 외과적 절제술과 분할 방사선치료를 시행한 경우는 CT와 MRI가 보편화되기 전의 환자를 많이 포함하고 있기 때문에 초기 재발을 발견하는데 어려움이 있어 상대적으로 낮은 재발율을 보고하고있다.

1. 외과적 절제술

두개강내 수막종은 90% 이상이 천막 상부에 위치하며 경계가 명확하고 서서히 자라면서 주위 신경조직에 침범이 드물어 외과적 완전 절제술이 주된 치료방법이다. 하지만 전체 수막종 환자의 60 80%만이 완전 절제술이 가능하며 이에 영향을 주는 인자로는 종양의 위치와 크기, 주변 혈관이나 신경조직의 침범 유무, 환자의 나이와 전신상태 등이 있다.[4, 6]

Mirimanoff 등[3]은 완전 절제술 후 5, 10, 15년 재발율을 각각 7, 20, 32%로 보고하였고 불완전 절제된 경우의 재발율은

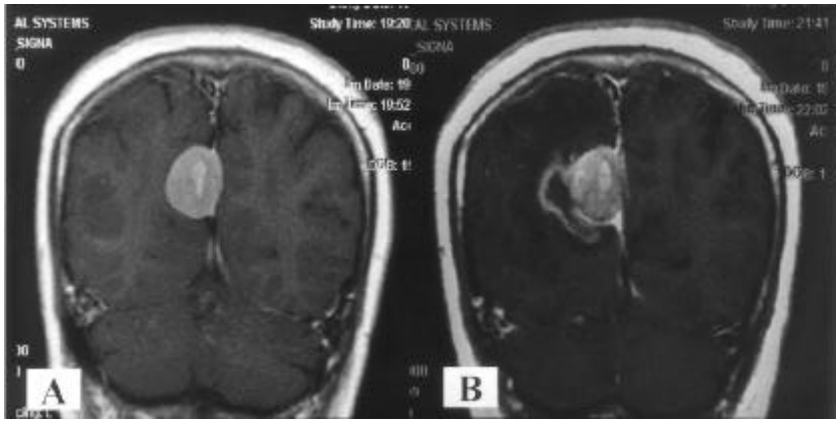

Fig. 2. (A) T1-weighted gadolinium-enhanced coronal MR image obtained in a 64-year-old woman with right posterior occipital falx meningioma. She underwent radiosurgery using 34 mm collimator to deliver 18 Gy on the 90% isodose surface. (B) The 9-month follow-up MR image shows radiation necrosis with edema in right parietal lobe.

Table 2. Results after Postoperative Radiation Therapy for Subtotally Resected Meningiomas

Authors (year)	No. of patients	Local control rate (%)			
		5 years		10 years	
		No RT	RT	No RT	RT
Barbaro (1987)[10]	51	59	77	—	—
Talyor (1988)[11]	132	43	86	20	80
Glaholm (1989)[12]	186	—	84	—	77
Miralbell (1992)[13]	115	59	88	—	—
Goldsmith (1994)[14]	140	—	89	—	—
Kim (2000)[15]	44	—	94	—	94

RT : radiation therapy

Table 3. Results after LINAC-based Radiosurgery for Benign Meningiomas

Authors (year)	No. of patients	Radiation dose (Gy)	LCR (%)	Complication (%)	
				transient	permanent
Engenhart (1990)[22]	17	29.0 (mean)	100	29	18
Valentino (1993)[23]	72	37.0 (mean)	94	4	—
Vallavicencio (1996)[24]	56	15.0 (mean)	95	—	9
Shafron (1998)[25]	70	12.7 (mean)	100	4	—
Hakim (1998)[26]	106	15.0 (median)	89	—	4.7
Chang* (1998)[20]	24	17.7 (mean)	100	21	4
Present series (2001)	26	15.0 (median)	93	19	3.8

LCR : local control rate (% of tumor not enlarging), *cavernous sinus meningiomas

5년에 26 37%, 10년에 55 74%, 15년에 91%에 이른다.[3, 4, 7] 또한 비약적인 외과적 절제술의 발달에도 불구하고 종양의 위치가 두개골 기저부인 경우에는 많은 합병증이 보고되고 있다.[8] 본 연구에서도 정위방사선수술 전에 외과적 절제술을 시행 받았던 9명의 환자들 중 5명(56%)에서 영구적인 신경학적 후유증이 나타났었다.

2. 분할 방사선치료

과거 수십 년 동안 수막종에 대한 분할 방사선치료에 대해서는 여러 가지 이견이 있어 왔다. 초기 연구에서는 방사선치료의 추가가 더 나은 치료 결과를 보이지 않는다고 보고하였다.[5, 9] 하지만 최근 보고에서는 불완전 절제된 경우나 수술 후 재발된 경우에 방사선치료가 무재발 생존율(recurrence-free survival)과 전체 생존율을 향상시키는데 아주 유용한 역할을 하는 것으로 보고하였다(Table 2).[7, 10 16] 그뿐만 아니라 수술단독 치료보다 수술 후 방사선치료를 추가한 경우에 국소 제어율의 증가와 재발 후 생존기간의 연장을 나타내었다.[11, 16, 17] 치료 후 재발 유무가 치료성적에 큰 영향을 미치기 때문에 Taylor 등[11]은 불완전 절제술 후 종양이 재발할 때까지 기다리지 말고 수술 후 즉시 방사선치료를 시행해야 한다고 주장하였다. 방사선치료 후의 다양한 종류의 합병증이 발생할 수 있는데 최근에 보고된 중증 합병증의 빈도는 0 17%이었다.[10, 11, 13]

외과적 절제술을 시행하기 어려운 경우에는 방사선치료를 시행할 수 있으며, 이럴 경우 정위방사선수술에 앞서 분할 방사선치료를 우선적으로 고려해야 할 적응증은 방사선에 민감한 부위인 시신경교차로, 뇌신경, 뇌간, 시상부 근처에 병변이 위치한 경우와 종양의 크기가 상대적으로 큰 경우(≥ 3 cm) 그리고 종양의 경계가 불분명한 경우, 방사선치료를 받은 후에 재발된 경우이다. 경우에 따라선 치료에 대한 신경학적 후유증을 최소화하기 위하여 분할정위방사선치료나 3차원 입체방사선치료를 고려해 볼 수 있다.[18]

3. 정위방사선수술

수막종의 치료에 있어서 정위방사선수술이 갖는 장점들은 다음과 같다. 첫째, 작은 크기라도 CT나 MRI에서 종양의 윤곽이 잘 나타나 표적부위 결정과 치료계획 수립이 용이하고; 둘째, 주위 조직으로의 침윤이 드물고 주위와의 경계가 명확하고; 셋째, 종양이 서서히 자라므로 종양에 혈액을 공급하는 경수막의 혈관조직에 유효한 양의 방사선을 조사한 경우 충분한 시간적 여유를 주어 혈관을 구성하는 세포자체를 죽이거나 혈관을 막히게 하는 등의 방사선에 의한 종양 혈관의 소멸을 유발시키고; 넷째, 외과적 수술로 인해 발생할 수 있는 신경학적 후유증의 위험성을 감소시키고; 다섯째 외과적 수술시 환자가 고령이거나 전신상태가 불량할 경우에 발생할 수 있는 수술이나 마취로 인한 합병증을 예방할 수 있다.[19]

수막종의 치료 시 정위방사선수술의 목표는 종양의 성장을 억제하고 환자의 신경학적 기능을 유지시키며 새로운 신경학적 후유증을 예방하는 것이다. 아울러 환자가 호소하는 증상을 호전시킨다면 환자의 생활의 질을 높이는데 기여하리라 생각된다. Chang 등[20]의 보고에서는 치료환자의 42%에서 임상증상의 호전을 보였고 50%에서는 임상증상의 변화가 없었으며 뇌신경장애를 보인 환자의 69%에서 증상의 소멸을, 4%에서 증상의 호전을 보였다. 본 연구에서는 임상 증상

을 호소한 14명의 환자들 중 11명(79%)에서 증상 소멸이, 2명(14%)에서 증상 완화가 나타나 총 13명(93%)에서 임상증상의 호전을 보였는데, 이러한 증상의 변화는 대부분 6개월 이내에 발생하였다. 특히 뇌신경장애를 동반한 5명 중 4명(80%)에서 증상 소멸이 나타났다. 이러한 결과가 정위방사선수술만의 효과인지 스테로이드 등 보존적 치료와의 동반효과 때문인지 감별이 어렵지만 정위방사선수술과 적절한 스테로이드 보존요법이 수막종 환자의 임상 증상을 호전시켜 일상생활로의 빠른 복귀가 가능하게 하는데 기여한다고 생각한다. 이에 대해서는 조금 더 오랜 기간의 추적관찰과 연구가 필요할 것이다. Kondziolka 등[21]은 정위방사선수술 후 5년에서 10년 사이에 설문조사를 시행하여 응답 환자들 중에서 65%가 활동 능력에 변화가 없었고 8%는 활동 능력의 향상을, 27%는 저하를 보였다고 보고하였다.

수막종 환자에서 정위적방사선수술을 시행한 경우에 국소 제어율은 89 100%정도이다.[7, 20 26] 선형가속기를 이용한 정위방사선수술의 결과는 Table 3과 같다. 본 연구에서는 26명의 환자 중에 1명이 재발하였으며, 이 환자는 완전 절제술을 시행한 후 재발하여 정위방사선수술을 시행하였고 최초 외과병리소견에서 이행성 수막종으로 높은 유사분열지수를 보였다. Glaholm 등[12]에 따르면 높은 유사분열지수의 유무가 국소 제어율에 영향을 미친다고 보고하였고, 따라서 높은 유사분열지수만을 보인 양성 수막종의 경우 상대적으로 넓게 원발 병소까지 포함하여 치료하는 통상적인 분할 방사선치료의 시행을 고려할 수 있다.

선형가속기를 이용한 정위방사선수술 시에도 합병증이 발생할 수 있는데 3 47% 정도의 합병증이 보고되고 있으며 일시적 합병증은 3 29%, 영구적인 합병증은 4 18% 정도가 보고되고 있다(Table 3). Pan 등[27]은 방사선의 부작용에 관계하는 인자로 치료선량, 종양용적, 종양의 위치 등을 보고하였다. 이러한 부작용을 줄이기 위해서는 종양용적에 따른 치료선량의 기준을 정하여 종양용적이 15 cm^3를 넘는 경우에는 12 Gy 이하, 5 10 cm^3의 경우에는 13 15 Gy, 5 cm^3 미만인 경우에는 15 16 Gy를 조사하는 것을 권장하였고, 17 Gy 이상의 치료선량은 피할 것을 주장하였다. 또한 종양의 위치가 두개골 기저부 이외인 경우에 두개골 기저부인 경우보다 6배나 많은 부작용을 보고하였는데, 특히 대뇌 반구사이 심부의 대뇌겸에 위치한 경우에 더 심하였다. 본원에서 6명(23%)에서 신경학적 후유증이 발생하여 다른 보고에서 보다 많은 빈도를 보였다. 이는 종양의 크기가 3 cm를 넘는 경우가 7명이었고 종양이 천막 상부에 위치한 경우가 12명으로 많았으며, 치료 선량이 18 Gy 이상인 경우가 8명이나 되었기 때문으로 생각된다. 하지만 대부분의 증상은 일시적이었고 1명(3.8%)에서만 영구적 합병증이 발생하였다.

수막종에 대한 치료 결과를 향상시키고 치료 후 합병증을 최소화하기 위해서는 각각의 환자에 따른 적절한 치료방법의 선택이 필수적이고 경우에 따라서는 외과적 절제술과 분할 방사선치료 그리고 정위방사선수술 등의 병용치료도 고려될 수 있을 것이다. 결론적으로 수막종의 가장 효과적인 치료방법은 완전 절제술이지만 외과적 절제술이 불가능한 경우, 불완전한 절제술을 시행한 경우, 수술 후 재발한 경우에 정위방사선수술은 신경학적 증상을 호전시키고 종양의 성장을 억제하는데 아주 효과적인 치료방법으로 생각된다. 본 연구에서는 93% 환자에서 임상증상의 호전과 종양 성장의 억제를 보였고 57%환자에서는 종양 크기의 감소가 나타나 고무적인 단기 임상 및 영상의학적 경과를 보였으나, 수막종에 대한 정위방사선수술의 역할에 대해서는 더 오랜 기간의 추적관찰이 필요할 것이다. 또한 정위방사선수술로 인한 신경학적 후유증을 줄이기 위해서는 좀 더 신중한 환자의 선택, 분할정위방사선치료나 3차원 입체조형방사선치료의 적용, 그리고 적절한 치료 계획과 선량 결정 등이 필요하다.

참 고 문 헌

1. **Russel DS, Rubenstein LJ.** Pathology of tumors of the nervous system. 4th ed. London; Edward Arnold, 1977:66-91
2. **Wara WM, Bauman GS, Sneed PK, Larson DA, Karlsson UL.** Brain, Brain stem, and Cerebellum. In : Perez CA, Brady LW, eds. Principles and Practice of Radiation oncology. 3rd ed. Philadelphia, NW : Lippincott-Raven Co. 1998:818-820
3. **Mirimanoff RO, Dosoretez DE, Longgood RM, Ojemann RG, Martuza RL.** Meningioma : Analysis of recurrece and progression following neuro surgical resection. J Neurosurg 1985;62:18-24
4. **Adegbite AB, Khan MI, Paine KWE, Tan LK.** The recurrence of intracranial meningiomas after surgical treatment. J Neurosurg 1983;58:51-56
5. **Simpson D.** The recurrence of intracranial meningiomas after surgical treatment. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1957;20:22-39
6. **De Monte F, Smith HK, Al-Mefty O.** Outcome of aggressive removal of cavernous sinus meningioma. J Neurosurg 1991;81:245-251
7. **Carella RJ, Ransohoff J, Newall J.** Role of radiation therapy in the management of meningioma. Neurosurgery 1982;10:332-339
8. **Duma CM, Lunsford LD, Kondziolka D, et al.** Stereotactic radiosurgery of cavernous sinus meningiomas as an addition

or alternative to microsurgery. Neurosurgery 1993;32:699-705

9. **King DL, Chang CH, Pool JL.** Radiotherapy in the management of meningiomas. Acta Radiol Ther Phys Biol 1966; 5:26-33
10. **Barbaro NM, Gutin PH, Wilson CB, Sheline GE, Boldrey EB, Wara WM.** Radiation therapy in the treatment of partially resected meningiomas. Neurosurgery 1987;20:525-528
11. **Taylor BW Jr, Marcus RB Jr, Friedman WA, Ballinger WE, Million RR.** The meningioma controversy : Postoperative radiation therapy. Int J Radiat Oncol Boiol Phys 1988;15:299-304
12. **Glaholm J, Bloom HJG, Crow JH.** The role of radiotherapy in the management of intracranial meningiomas: The Royal Marsden Hospital experience with 186 patients. Int J Radiat Oncol Boiol Phys 1990;18:755-761
13. **Miralbell R, Linggood RM, de la Monte S, Convery K, Munzenrinder JE, Mirimanoff RO.** The role of radiotherapy in the treatment of subtotally resected benign Meningiomas. J Neurooncol 1992;13:157-164
14. **Goldsmith BJ, Wara WM, Wilson CB, Larson DA.** Postoperative irradiation for subtotally resected meningiomas: A retrospective analysis of 140 patients treatment from 1967 to 1990. J Neurosurg 1994;80:195-201
15. **Kim TH, Yang DS, Kim CY, Choi MS.** The role of postoperative external irradiation for the incompletely resected meningiomas. J Korean Soc Ther Radiol Oncol 2000;18:85-91
16. **Wara WM, Sheline GE, Newman H, Townsend JJ, Boldrey EB.** Radiation therapy of meningiomas. Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med 1975;123:453-458
17. **Condra KS, Buatti JM, Mendehall WM, Friedman WA, Marcus RB Jr, Rhoton AL.** Benign meningiomas : Primary treatment selection affects survival. Int J Radiat Oncol Boiol Phys 1997;39:427-436
18. **Kim DY, Ahn YC, Huh SJ, et al.** Fractionated stereotatic radiation therapy for intracranial benign tumor : Preliminary results of clinical application. J Korean Soc Ther Radiol Oncol 1998;16:185-194
19. **Kondziolka D, Lunsford LD.** Radiosurgery of meningiomas. Neurosurg Clin North Am 1992;3:219-230
20. **Chang SD, Adler JR Jr, Martin DP.** Linac radotherapy for carvernous sinus meningiomas. Stereotact Funct Neurosurg 1998; 71:43-50
21. **Kondziolka D, Levy EI, Niranjan A Flickinger JC, Lunsford LD.** Long-term outcomes after meningioma radiosurgery : Physician and patient perspectives. J Neurosurg 1999;91:44-50
22. **Engenhart R, Kimmig BN, Hover KH, et al.** Stereotactic single high dose radiation therapy of benign intracranial meningiomas. Int J Radiat Oncol Boiol Phys 1990;19:1021-1026
23. **Valentino V, Schinaia G, Raimondi AJ.** The rasults of radiosurgical management of 72 middle fossa meningiomas. Acta Neurochir(Wien) 1993;122:60-70
24. **Villavicencio A, Black PM, Alexander E III, Loeffler JS.** Radiosurgery for skull base meningiomas(Poster), Minneapolis, MN: 64th Annual Meeting of the American Association of Neurological Surgeon; April 27-May 2, 1996
25. **Shafron DH, Friedman WA, Buatti JM, Bova FJ, Mendenhall WM.** Linac radiosurgery for benign meningiomas. Int J Radiat Oncol Boiol Phys 1999;43:321-327
26. **Hakim R, Alexander E III, Loeffler JS, et al.** Results of linear accelerator-based radiosurgery for intracranial meningiomas. Neurosurgery 1998;42:446-454
27. **Pan DHC, Guo WY, Chang TC, et al.** The effectiveness and factors related to treatment results of gamma knife radiosurgery for meningiomas. Stereotact Funct Neurosurg 1998;70(suppl):19-32

Abstract

LINAC-based Stereotactic Radiosurgery for Meningiomas

Seong Soo Shin, M.D.*, Dae Yong Kim, M.D.*, Yong Chan Ahn, M.D.*, Jung Il Lee, M.D.†, Do-Hyun Nam, M.D.†, Do Hoon Lim, M.D.*, Seung Jae Huh, M.D.*, Inhwan J Yeo, Ph.D.*, Hyung Jin Shin, M.D.†, Kwan Park, M.D.†, BoKyoung Kim, M.D.*, and Jong Hyun Kim, M.D.†

*Departments of Radiation Oncology, and †Neurosurgery
Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

Purpose : To evaluate the role of LINAC-based stereotactic radiosurgery (SRS) in the management of meningiomas, we reviewed clinical response, image response, neurological deficits for patients treated at our institution.

Methods and Materials : Between February 1995 and December 1999, twenty-six patients were treated with SRS. Seven patients had undergone prior resection. Nineteen patients received SRS as the initial treatment. There were 7 male and 19 female patients. The median age was 51 years (range, 14 67 years). At least one clinical symptom presented at the time of SRS in 17 patients and cranial neuropathy was seen in 7 patients. The median tumor volume was 4.7 cm^3 (range, 0.7 16.5 cm^3). The mean marginal dose was 15 Gy (range, 10 20 Gy), delivered to the 80% isodose surface (range, 46 90%). The median clinical and imaging follow-up periods were 27 months (range, 1-71 months) and 25 months (range, 1 52 months), respectively.

Results : Of 14 patients who had clinical follow-up of one year or longer, thirteen patients (93%) were improved clinically at follow-up examination. Clinical symptom worsened in one patient at 4 months after SRS as a result of intratumoral edema, who underwent surgical resection at 7 months. Of 14 patients who had radiologic follow-up of one year or longer, tumor volume decreased in 7 patients (50%) at a median of 11 months (range, 6 25 months), remained stable in 6 patients (43%), and increased in one patient (7%), who underwent surgical resection at 44 months. New radiation-induced neurological deficits developed in six patients (23%). Five patients (19%) had transient neurological deficits, completely resolved by conservative treatment including steroid therapy. Radiation-induced brain necrosis developed in one patient (3.8%) at 9 months after SRS who followed by surgical resection of tumor and necrotic tissue.

Conclusions : LINAC-based SRS proves to be an effective and safe management strategy for small to moderate sized meningiomas, inoperable, residual, and recurrent, but long-term follow-up will be necessary to fully evaluate its efficacy. To reduce the radiation-induced neurological deficit for large size meningioma and/or in the proximity of critical and neural structure, more delicate treatment planning and optimal decision of radiation dose will be necessary.

Key Words : Meningioma, Radiosurgery, Linear accelerator, Neurological deficit