

두개내 배아종의 방사선치료 : 적정 방사선량 및 치료용적

울지외과대학 치료방사선과학교실*, 연세대학교 의과대학 치료방사선과학교실†

장세경* · 서창욱† · 김귀언†

목적 : 두개내 배아종은 방사선에 매우 예민하여 방사선치료만으로 높은 완치율을 기대할 수 있는 종양종의 하나이지만 방사선치료를 시행하는 데에 있어서 적절한 방사선량과 치료용적에 대해서는 아직도 논란이 많은 실정이다. 이에 저자들은 두개내 배아종의 방사선치료에 있어서 적정 방사선량과 적정 치료용적을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법 : 1971년부터 1992년까지 연세암센터 방사선종양학과에서 방사선치료를 받았던 두개내 배아종 환자 45예를 대상으로 하였다. 평균 연령은 17.2세 이었고 남녀의 성비는 2.2:1 이었다. 병변의 위치는 송과체 부위가 14예, 안상(suprasellar) 부위가 12예이었고 다발성 병변은 12예였다. 방사선치료용적은 국소조사를 시행한 경우가 10예, 전뇌조사를 시행한 경우가 7예, 두개척수조사를 시행한 경우가 28예 이었으며 1982년 이후에는 모든 환자들에서 두개척수조사가 시행되었다. 조사된 방사선량은 원발병소에는 41~59 Gy (중앙값 48.5 Gy), 척수축에는 19.5~36 Gy (중앙값 24 Gy)이었다. 추적관찰기간은 2~260개월로 중앙값은 82개월 이었다.

결과 : 방사선치료 후 모든 환자들이 완전관해를 보였으나 이 중 4예에서는 14, 65, 76, 170개월에 각각 재발하였다. 또한, 추적관찰기간 중 2예는 병발 질환으로 사망하였다. 5년과 10년 전체생존율은 각각 95.3%와 84.7%이고, 5년과 10년 무병생존율은 각각 97.6%와 88.8%이었다. 재발이 있었던 4예를 살펴보면 국소조사를 시행한 환자들에서 3예, 전뇌조사를 시행한 환자들에서 1예가 재발하였고 조사된 방사선량은 48~50 Gy이었다. 두개척수조사를 시행한 28예 중 재발한 경우는 없었는데 이 중 15예는 원발병소에 조사된 방사선량이 45 Gy이하였고 18예는 두개척수조사를 통해 척수축에 조사된 방사선량이 24 Gy이하였다(6예는 19.5 Gy).

결론 : 두개내 배아종에서 100%의 완치율을 기대하기 위해서는 두개척수조사의 시행이 바람직할 것으로 생각되며 방사선량은 원발병소에는 45 Gy이하, 척수축에는 19.5 Gy까지 낮추어도 배아종을 충분히 제어할 수 있을 것으로 판단된다.

핵심용어 : 두개내 배아종, 방사선치료

서 론

두개내 배아종은 방사선에 매우 예민하여 방사선치료만으로 72~90%의 높은 완치율을 기대할 수 있는 종양 종의 하나이지만^{1~6)} 다른 뇌종양에 비해 발생 빈도가 낮고 또한 문헌으로 보고되는 연구들의 대부분이 비배아종성 배세포암도 포함하는 연구결과이므로 두개내 배아종의 방사선치료에 대한 선량반응관계는 명확하게 밝혀져 있지 못하다.

두개내 배아종 환자의 대부분이 청소년이면서 완치율이 높다는 점을 고려한다면 완치율을 높이려는 노력 뿐 아니라 치료 이후의 삶의 질을 향상시키려는 노력도 매우 중요하다 하겠다. 삶의 질을 향상시키려는 노력으로서, 방사선치료에

수반되는 후유증을 최소화하기 위해 현재의 높은 완치율을 유지하는 범위 내에서 조사되는 방사선량을 최대한 감소시키고 논란이 되고 있는 치료용적에 대한 기준을 제시하여 두개내 배아종의 방사선치료에 있어서 적정 방사선량과 적정 치료용적을 확립하는 것이 필요하다.

이에 저자들은 조직학적으로나 임상적으로 두개내 배아종으로 진단된 환자들만을 대상으로 연구를 진행하여 두개내 배아종의 방사선치료에서 적정 방사선량과 적정 치료용적을 제시하여 보고자 하였다.

대상 및 방법

1971년부터 1992년까지 연세 암센터 방사선종양학과에서 방사선치료를 시행받은 두개내 배아종 환자 45명을 대상으로 하였다. 이 중 뇌정위적 생검이나 개두술을 통하여 배아종이 확진된 경우가 21예 이었고 나머지 24예는 컴퓨터단층촬영상 배아종이 의심되어 시행한 시험적 방사선조사에서

이 논문은 1999년 10월 9일 접수하여 1999년 11월 22일 채택되었음.

책임저자: 서창욱, 연세대학교 의과대학 치료방사선과학교실

Tel: 02)361-7631, Fax: 02)312-9033

E-mail: cosuh317@yumc.yonsei.ac.kr

매우 민감한 반응을 보여 배아종으로 진단한 경우였다. 항암 화학요법을 받은 환자는 대상에서 제외하였다. 연세 암센터에서 두개내 배아종 환자의 방사선치료원칙은 의학의 발전에 따라 변화되어 왔다. 1982년 이전에는 가능하면 수술하여 조직학적 진단을 얻은 후 방사선치료로 국소조사나 전뇌조사가 시행되었으나 1977년 컴퓨터단층촬영이 도입된 이후 방사선조사에 대한 종양의 반응을 정확하게 평가할 수 있게 되면서 1982년 이후에는 조직학적 진단 없이 20 Gy의 시험적 방사선치료 후 추적 검사상 완전관해에 가까운 민감한 반응을 보이면 두개내 배아종으로 진단하고 이후 방사선치료시에는 두개척수조사를 시행하고 있다.^{7, 8)}

대상환자들의 연령은 5~39세로 평균 연령은 17.2세였으며 10대가 전체의 68.9%였다. 남녀의 성비는 2.2:1로 남자에서 호발하였다(Fig. 1). 원발 병소의 위치는 단일 병변의 경우 송과체 부위와 안상(suprasellar) 부위가 각각 14예, 12예였고 다발성 병변인 경우도 12예 있었다(Table 1). 뇌척수액의 세포학적 검사와 영상이미지를 통해 척수축 전이여부를 확인한 경우는 19예이었으며 이 중 척수축에 전이되어 있는 것으

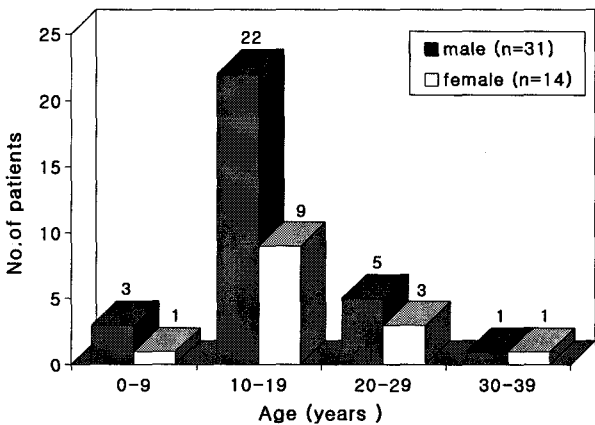


Fig. 1. Distribution of age and gender.

Table 1. Patients' Characteristics by Location of Tumor and Gender

Site	No. fo Patients		Total
	male	female	
pineal	13	1	14
suprasella	5	7	12
multiple	8	4	12
pituitary	0	2	2
other*	5	0	5

*thalamus 3, basal ganglia 2

로 진단된 경우는 없었다.

방사선치료는 4MV 선형가속기와 Co-60 원격치료장치를 사용하였으며 1982년까지는 국소조사나 전뇌조사를 시행하였고 1982년 이후에는 모든 환자에게 두개척수조사를 시행하였다. 국소조사와 전뇌조사, 두개척수조사를 시행한 경우는 각각 10, 7, 28예 이었다. 이들 중 조직학적으로 진단이 확인된 경우는 각각 7예(7/10), 5예(5/7), 9예(9/28) 이었다. 방사선량은 원발병소의 경우 정중면(midplane) 또는 회전중심점(isocenter), 전뇌의 경우 정중면, 척수축의 경우 척수관의 전면(anterior spinal canal)에 각각 처방(prescribe)하였고 조사된 방사선량은 국소조사와 전뇌조사를 시행하였던 경우에는 1.8~2 Gy의 분할선량으로 원발병소에 46~57 Gy (중앙값 50 Gy), 전뇌에 30~40 Gy (중앙값 30.8 Gy)이었고 두개척수조사를 시행하였던 경우에는 1.5 Gy의 분할선량으로 원발병소에 41~59 Gy (중앙값 45 Gy), 전뇌에 21~40.5 Gy (중앙값 30 Gy), 척수축에 19.5~36 Gy (중앙값 24 Gy)이었다. 대상환자들의 방사선치료용적과 원발병소에 조사된 방사선량은 Table 2와 같으며 전체생존율과 무병생존율은 Kaplan-Meier법을 이용하여 산출하였다.

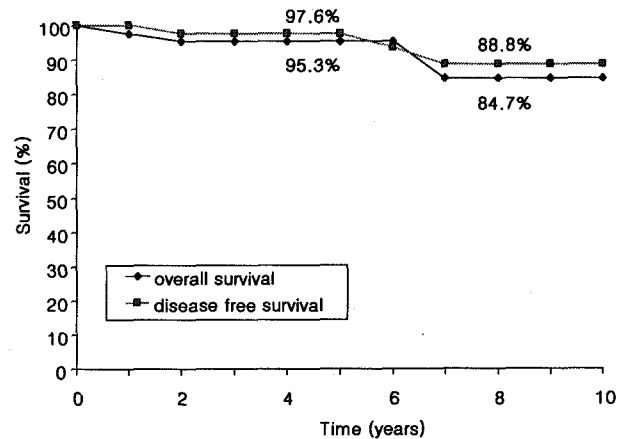


Fig. 2. Actuarial survival and disease free survival.

Table 2. Number of Patients by Treatment Volume and Primary Tumor Dose

Dose (Gy)	Volume		
	Local	W. Brain	CSI*
≤45	0	0	15
≤50	10	4	6
50<	0	3	7
Total	10	7	28

*craniospinal irradiation

Table 3. Details of 4 Patients Relapsed after Radiation Therapy

Case (No.)	Primary Site	RT* Volume	RT Dose (Gy)	Recurrence		Status (months)
				Site	Months	
1	pineal	local	50	frontal lobe	170	DWD [†] (183)
2	pineal	local	50	out of RT field [‡]	14	DWD (17)
3	pineal	local	48.5	frontal lobe	65	NED [§] (214)
4	thalamus	W.brain	48	primary & spine	76	DWD (83)

*radiation therapy, [†]dead with disease, [‡]tentative geographic miss treated before CT era, [§]no evidence of disease

결 과

방사선치료 후 45예 모두가 완전관해를 보였으며 이 중 4예가 추적관찰기간 중 재발하였고 2예가 병발 질환으로 사망하였다. 나머지 26예는 26~260개월째 무병으로 생존중이며 13명은 무병상태에서 5~96개월 이후 추적되지 않았다. 병발 질환으로 사망한 1예는 폐렴에 의한 패혈증으로 2개월에 사망하였고 다른 1예는 83개월에 교통사고로 사망하였다. 이들은 모두 방사선치료 후 완전관해 상태로 추적관찰 중이었으므로 5년과 10년 무병생존율은 각각 97.6%와 88.8%이었고 전체생존율은 각각 95.3%와 84.7%이었다(Fig. 2).

재발은 방사선치료 후 14, 65, 76, 170개월에 각각 나타났으며 조사된 방사선량은 48~50 Gy이었다. 재발된 4예 중 국소조사를 시행하였던 경우는 3예로 모두 방사선 조사영역 밖에서 재발하였고 전뇌조사를 시행하였던 경우는 1예로 원발병소 재발과 척수축 전이가 동시에 나타났다(Table 3). 이 중 1예(No. 3)를 제외한 3예는 조직학적으로 배아종이 확진된 경우여서 조직학적으로 배아종이 확인된 경우와 조직학적 진단없이 배아종으로 진단된 경우의 재발율은 각각 14.3% (3/21)와 4.2% (1/24) 이었다. 첫 번째 경우(No. 1)는 170개월에 전두엽 부위에 재발이 나타나 수술로 종양을 제거한 후 항암화학요법을 시행하던 중 패혈성 속으로 사망하였고, 두 번째 경우(No. 2)는 14개월에 재발이 발견되어 17개월에 사망하였는데 컴퓨터단층촬영이 도입되기 이전에 치료를 시행하였던 경우로 부적절한 방사선 조사영역이 치료실패의 원인으로 생각된다. 세 번째 경우(No. 3)는 65개월에 조사야 바깥인 전두엽에서 재발되었으나 50 Gy의 국소 재조사 이후 현재 무병상태로 추적관찰 중이다. 네 번째 경우(No. 4)는 76개월에 원발병소 재발과 척수축 전이가 동시에 나타난 이후 증상완화를 목적으로 30 Gy의 두개척수조사와 항암화학요법을 시행하였으나 83개월에 사망하였다.

원발병소에 조사된 방사선량과 방사선치료용적에 따른 치

Table 4. Number of Failure Patients by Treatment Volume and Primary Tumor Dose

Dose (Gy) \ Volume	Local	W. Brain	CSI
≤45	0/ 0	0/0	0/15
≤50	[*] 3/10	[†] 1/4	0/ 6
50<	0/ 0	0/3	0/ 7
Total	3/10	1/7	0/28

*out of RT field recurrence, [†]primary & spinal seeding

료결과는 Table 4와 같으며 국소조사(3/10)나 전뇌조사(1/7)를 시행한 경우에만 재발이 관찰되었고 두개척수조사를 시행한 28예 중 재발한 경우는 없었으며 특히 15예는 원발병소에 조사된 방사선량이 41~45 Gy였고 18예는 두개척수조사를 통해 척수축에 조사된 방사선량이 19.5~24 Gy (이 중 6예에서는 19.5 Gy)이었으나 재발이 나타난 경우는 없었다.

고안 및 결론

두개내 배아종은 발생빈도가 흔한 뇌종양은 아니지만 청소년기에 호발하는 종양으로 방사선에 매우 예민하기 때문에 방사선치료만으로 72~90%의 높은 완치율을 보이는 종양으로¹⁻⁶⁾ 오랜기간동안 방사선치료가 주된 치료방법으로 사용되어져 왔다. 하지만, 기존에 보고된 문헌들의 대부분이 대상환자 수가 많지 않고 비배아종성 배세포종과 배아종을 함께 분석하여 보고한 결과들이기 때문에 두개내 배아종의 방사선치료에 있어서 적정 방사선량과 적정 치료용적에 대해서는 현재도 논란이 되고 있는 실정이다.

먼저 방사선량에 대해 살펴보면, 원발병소에 조사된 방사선량이 >50 Gy인 경우에 있어서 <50 Gy인 경우에 비해 재발율이 감소하고 생존율이 향상되었다고 보고된⁹⁻¹²⁾ 바 있으나 이들은 모두 조직학적 진단을 얻지 못한 경우들도 포함하여 분석을 시행함으로써 배아종에 비해 예후가 좋지 못한 집단인 비배아종성 배세포종이 분석에 포함되어 치료결과에

영향을 미쳤기 때문으로 생각된다. 반면에 방사선량을 50 Gy 미만으로 감소시키자는 주장들^{13~17)}은 두개내 배아종의 조직학적 형태가 고환의 정상피종(seminoma)이나 난소의 미분화 세포종(dysgerminoma)에서의 조직학적 형태와 동일하며 초기 정상피종에서 사용되는 25~30 Gy 정도의 방사선량으로도 두개내 배아종이 완치될 수 있음이 제시되었고¹⁾ 실제로 Aydin 등¹⁸⁾이 두개내 배아종으로 방사선치료 도중 사망하였던 1예를 부검한 결과 조사된 방사선량이 16 Gy에 불과하였음에도 병리학적으로 완전관해를 얻을 수 있었다고 보고한 것에 기초를 두고 있다. Fields 등¹³⁾은 조직학적으로 두개내 배아종이 확인된 환자에서 원발병소에 46 Gy이하를 조사하였던 7예 중 재발은 1예도 없었다고 보고하였고, Shibamoto 등¹⁴⁾도 18.7~47 Gy를 조사한 경우와 48~52.2 Gy를 조사한 경우, 54~62 Gy를 조사한 경우를 비교하였을 때 무병생존율에 차이가 없음을 보고하였다. 본 연구에서도 원발병소에 조사된 방사선량이 45 Gy 이하였던 15예 중 재발한 경우는 1예도 없었으며 재발하였던 4예도 조사된 방사선량은 48~50 Gy이었으나 이 중 3예는 국소조사를 시행하였고 이들은 모두 방사선조사영역 밖에서 재발한 점을 고려한다면 원발병소에 조사되는 방사선량을 45 Gy이하로 감소시켜도 재발의 위험성은 없으리라고 생각된다. 이에 따라 저자들은 1995년 이후 두개척수조사를 통해 원발병소에는 40 Gy, 전뇌와 척수축에는 19.5 Gy를 조사하고 있다.

방사선치료용적은 두개척수조사를 통한 척수축의 예방적 방사선조사 여부가 논란의 대상이 되고 있다. 두개내 배아종의 척수축 전이 빈도는 10~30%로 보고되지만^{13, 19~22)} 방사선치료 후 원발병소나 방사선조사영역 밖의 뇌에서는 재발이 없이 척수축에만 단독으로 재발이 나타나는 경우는 극히 드물고(9.4%) 두개척수조사를 시행함으로써 통계적으로 유의있는 치료결과의 향상을 가져오지 못하였고²³⁾ 두개척수조사를 통한 척수축의 예방적 방사선조사를 시행함으로써 이득이 있는 환자는 조직학적으로 배아종이 확인된 경우의 15%에 불과하다고 보고한 것²⁴⁾과 두개척수조사에 수반될 수 있는 성장장애나 생식선장애의 위험성 등을 고려하여서 세포학적으로나 척수 영상이미지상 척수축에 배아종의 전이가 확인된 경우 혹은 다발성 병변인 경우에만 국한하여 두개척수조사를 할 것을 주장하고 있다.^{17, 18, 21, 23~25)} 반면에 Royal Marsden Hospital에서는²⁶⁾ 척수축에서의 재발율이 비록 낮지만 재발 이후에는 효과적인 구제치료방법이 없고^{2, 27, 28)} 두개척수조사를 시행함으로써 척수축에서의 재발율이 0%라는 점을 들면서 모든 두개내 배아종 환자에게 두개척수조사를 시행할 것을 제시하고 있다. 또한 성장장애나 내분비장애, 신

경학적 인지(neurocognitive)장애 등의 두개척수조사로 야기될 수 있는 후유증들이 방사선치료 이전에는 없었으나 치료 이후에 새로이 나타나는 경우는 없었으며 이러한 사실은 상기의 여러 장애가 두개척수조사와 관련이 있다고 생각하기보다는 치료 이전의 질병의 상태와 밀접한 관련이 있다는 것을 의미한다는 보고¹⁷⁾와 전체 척추에 33 Gy 이상을 조사하는 경우에 의미있는 척추 성장장애가 관찰된다는 보고²⁹⁾ 등이 발표되면서 두개척수조사에 수반될 수 있는 후유증에 대한 부담이 감소하였다. 한편 Hardenbergh 등¹⁷⁾이 조직 슬라이드를 다시 검토하여 본 결과, Linstadt 등에 의해 보고되었던 문헌²⁴⁾에서 조직학적으로 배아종이 확인된 환자 중 두개척수조사를 시행받은 후 척수축에서 재발되었다고 보고되었던 1예가 배아종이 아닌 원시신경외배엽종양(primitive neuroectodermal tumor)으로 판명되었다고 보고함에 따라 Linstadt 등²⁴⁾의 보고에서 조직학적으로 배아종이 확인된 경우 두개척수조사를 시행한 경우와 시행하지 않은 경우의 척수축 재발율은 각각 0% (0/12)와 23% (9/39)로 수정되어야 하므로 두개척수조사로 인한 이득은 15%에서 23%로 더 증가하였다. 본 연구에서도 두개척수조사를 시행한 28예 중 재발한 경우는 1예도 없어서 0%의 재발율을 보였고 재발이 나타난 4예 중 3예는 국소조사를 하였던 경우로 모두 방사선조사영역 밖에서 재발하였다. 이와 같은 본 연구에서의 결과와 함께 척수축에 재발된 경우는 효과적인 구제치료방법이 없고 전뇌와 척수축에 조사되는 방사선량을 20 Gy 수준으로 낮춤으로써 두개척수조사에 수반될 수 있는 후유증에 대한 부담이 감소하였다는 점을 고려한다면 두개척수조사를 시행하는 것이 높은 완치율을 유지하면서도 재발의 위험성을 제거할 수 있는 방법이라고 생각한다.

최근에는 두개내 배아종이 항암화학요법에 예민하게 반응하는 점에 착안하여 방사선치료에 의해 발생 가능한 후유증을 감소시키기 위해 항암화학요법을 병행하면서 방사선치료용적을 축소하고 조사되는 방사선량을 줄이려는 노력^{19, 30~33)}이 시도되고 있는데 Allen 등^{19, 30)}이 전보조화학요법을 시행한 후 조사되는 방사선량을 원발병소에는 30 Gy, 척수축에는 20~21 Gy까지 감소시키고도 각각 11예 중 1예에서만 재발이 나타났다고 보고한 이후 Buckner 등³²⁾이 두개내 배세포종 17예(배아종은 9예)에서 51개월의 중앙추적관찰기간 중 척수축에 재발이 나타났던 배아종 1예를 제외한 나머지 16예에서는 모두 재발이 없었고 재발되었던 1예의 경우도 척수축 방사선조사를 통한 구제치료에 성공하여 현재는 17예 모두에서 무병생존 중이고 치료에 따른 내분비장애나 신경학적 인지장애는 없었다고 보고하면서 전보조화학요법의 유용성

이 강조되고 있다. 하지만 이와 같은 경우 방사선치료용적과 방사선량을 줄일 수 있다고 하여도 항암화학요법과 방사선 치료의 병용으로 인한 후유증에 대해 명확하게 밝혀진 바가 없으므로 항암화학요법과의 병용을 시도하기보다는 방사선 치료에서 발생 가능한 후유증을 최소화 할 수 있는 방향으로 방사선치료방법을 최적화 하려는 노력이 바람직할 것으로 생각된다.

결론적으로 두개내 배아종 환자의 방사선치료에서 단 1예의 경우에도 치료실패가 나타나지 않는 100%의 완치율을 기대하기 위해서는 두개척수조사의 시행이 바람직할 것으로 생각되며 방사선량은 원발병소에는 45 Gy이하, 척수축에는 19.5 Gy까지 낮추어도 배아종을 충분히 제어할 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. Wara WM, Jenkin DT, Evans A, et al. Tumors of the pineal and suprasellar region: Childrens Cancer Study Group treatment results 1960-1975. *Cancer* 1979; 43:698-701
2. Rich TA, Cassady JR, Strand RD, Winston KR. Radiation therapy for pineal and suprasellar germ cell tumors. *Cancer* 1985; 55:932-940
3. Wara WM, Fellows CF, Sheline GE, Wilson CB, Townsend JJ. Radiation therapy for pineal and suprasellar germinomas. *Radiology* 1977; 124:221-223
4. Wolden SL, Wara WM, Larson DA, Prados MD, Edwards MS, Sneed PK. Radiation therapy for primary intracranial germ cell tumors. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1995; 32:943-949
5. Huh SJ, Kim IH, Ha SW, et al. Radiotherapy of intracranial germinomas. *Radiother Oncol* 1996; 38:19-23
6. Nho YJ, Chang HS, Choi EK, Kim JH. Radiation therapy of intracranial germinoma. *J Korean Soc Ther Radiol Oncol* 1997; 15:207-213
7. Suh CO, Kim GE, Suh JH, Park CY, Chu SS. Radiation therapy of midline pineal tumors and suprasellar germinoma. *J Korean Soc Ther Radiol Oncol* 1983; 1:69-77
8. Suh CO, Kim GE, Lee KS, et al. Treatment of pineal region tumors and CNS germ cell tumors: Evolution of treatment policy and results. *J Korean Neurosurg Soc* 1990; 19:814-824
9. Abay EO, Laws ER, Grado GL, et al. Pineal tumors in children and adolescents. *J Neurosurg* 1981; 55:889-895
10. Kersh CR, Constable WC, Eisert DR, et al. Primary central nervous system germ cell tumors. *Cancer* 1988; 61: 2148-2152
11. Salazar OM, Castro-Vita H, Bakos RS, Feldstein ML, Keller B, Rubin P. Radiation therapy for tumors of the pineal region. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1979; 5:491-499
12. Sung DI, Harisiadis L, Chang CH. Midline pineal tumors and suprasellar germinomas: Highly curable by irradiation. *Radiology* 1978; 128:745-751
13. Fields JN, Fulling KH, Thomas PRM, Marks JE. Suprasellar germinoma: Radiation therapy. *Radiology* 1987; 164:247-249
14. Shibamoto Y, Takahashi M, Abe M. Reduction of the radiation dose for intracranial germinoma: A prospective study. *Br J Cancer* 1994; 70:984-989
15. Shibamoto Y, Takahashi M, Sasai K. Prognosis of intracranial germinoma with syncytiotrophoblastic giant cells treated by radiation therapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1997; 37:505-510
16. Shirato H, Nishio M, Sawamura Y, et al. Analysis of long term treatment of intracranial germinoma. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1997; 37:511-515
17. Hardenbergh PH, Golden J, Billet A, et al. Intracranial germinoma: The case for lower dose radiation therapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1997; 39:419-426
18. Aydin F, Ghatak NR, Radie-Keane K, Kinard J, Land SD. The short term effect of low dose radiation on intracranial germinoma. *Cancer* 1992; 69:2322-2326
19. Allen JC, Kim JH, Packer RJ. Neoadjuvant chemotherapy for newly diagnosed germ cell tumors of the central nervous system. *J Neurosurg* 1987; 67:65-70
20. Amendola BE, McClatchey K, Amendola MA. pineal region tumors: Analysis of treatment results. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1984; 10:991-997
21. Dattoli MJ, Newall J. Radiation therapy for intracranial germinoma: The case for limited volume treatment. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1990; 19:429-433
22. Legido A, Packer RJ, Sutton LN, et al. suprasellar germinomas in childhood: A reappraisal. *Cancer* 1989; 63: 340-344
23. Fuller BG, Kapp DS, Cox R. Radiation therapy for pineal region tumors: 25 new cases and a review of 208 previously reported cases. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1994; 28: 229-245
24. Linstadt D, Wara WM, Edwards MSB, Hudgins R, Sheline GE. Radiotherapy of primary intracranial germinomas: The case against routine craniospinal irradiation. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1988; 15:291-297
25. Shibamoto Y, Abe M, Yamashita J, et al. Treatment results of intracranial germinoma as a function of the irradiated volume. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1988; 15:285-290
26. Dearnaley DP, A'Hern RP, Whittaker S, Bloom HJG. Pineal and CNS germ cell tumors: Royal Marsden Hospital experience 1962-1987. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1990; 18:773-781
27. Shapiro WR. Therapy of adult malignant brain tumors: What have the clinical trials taught us? *Sem Oncol* 1986; 13:38-45
28. Griffin BR, Griffin TW, Tong DYK, et al. Pineal region

- tumors: Results of radiation therapy and indications for elective spinal irradiation. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1981; 7:605-608
29. Willman KY, Cox RS, Donaldson SS. Radiation induced height impairment in pediatric Hodgkin's disease. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1994; 28:85-92
30. Allen JC, DaRosso RC, Donahue B, Nirenberg A. A phase II trial of preirradiation carboplatin in newly diagnosed germinoma of the central nervous system. *Cancer* 1994; 74: 940-944
31. Fouladi M, Grant R, Baruchel S, et al. Comparison of survival outcomes in patients with intracranial germinomas treated with radiation alone versus reduced dose radiation and chemotherapy. *Child's Nerv Syst* 1998; 14:596-601
32. Buckner JC, Peethambaram PP, Smithson WA, et al. Phase II trial of primary chemotherapy followed by reduced dose radiation for CNS germ cell tumors. *J Clin Oncol* 1999; 17:933-940
33. Calaminus G, Bamberg M, Baranzelli MC, et al. Intracranial germ cell tumors: A comprehensive update of the european data. *Neuropediatrics* 1994; 25:26-32

Abstract

Radiation Therapy of Intracranial Germinomas : Optimum Radiation Dose and Treatment Volume

Sei Kyung Chang, M.D.^{*}, Chang Ok Suh, M.D.[†], and Gwi Eon Kim, M.D.[†]

^{*}Department of Radiation Oncology, Eulji Medical College, Taejeon, Korea

[†]Department of Radiation Oncology, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose : To evaluate the possibility of decreasing the radiation dose and to determine optimum treatment volume in intracranial germinomas.

Materials and Methods : Forty five patients with pathologically-verified or presumed germinomas by a radiosensitivity test who had been treated with radiotherapy (RT) alone between 1971 and 1992 were retrospectively analyzed. The average age was 17.2 years with 68.9% of the patients being between the ages of 10~20. The male and female ratio was 2.2:1. The locations of the primary tumors were at the pineal regions in 14 patients; the suprasellar regions in 12 patients; and multiple sites in 12 patients. Treatment volumes varied from a small local field (10) to the whole brain (7) or entire neuroaxis irradiation(28). All the cases after 1982 received craniospinal irradiation (CSI). Radiation doses were 41-59 Gy (median 48.5 Gy) to the primary tumor site and 19.5~36 Gy (median 24 Gy) to the neuroaxis. The median follow-up period was 82 months with a range of 2~260 months.

Results : All the patients showed complete response after RT. Four patients suffered from recurrence 14, 65, 76, and 170 months after RT, respectively, and two patients died with intercurrent disease. One of four recurrent cases was salvaged by re-irradiation. Therefore, a 5 and 10 year overall survival was 95.3 % and 84.7 % respectively. Five and ten year disease-free survival was 97.6 % and 88.8 % respectively. All the recurrences occurred in the patients who received local RT (3/10) or whole brain RT (1/7) with a radiation dose of 48-50 Gy. None of the patients who received CSI suffered recurrence. There was no recurrence among the 15 patients who received ≤ 45 Gy to the primary site and the 18 patients who received ≤ 24 Gy (6 patients received 19.5 Gy) to the neuroaxis.

Conclusion : CSI is recommended for the treatment of intracranial germinomas. The radiation dose can be safely decreased to ≤ 45 Gy on a primary tumor site and 19.5 Gy on the spine.

Key Words : Intracranial germinomas, Radiation therapy