

# 사지 골육종에서 체외 방사선 조사를 이용한 재건술

The Reconstruction with Extracorporeal Irradiated Autograft for Osteosarcoma of Extremities

김재도 • 이근우 • 정소학

고신대학교 복음병원 정형외과

**목적:** 체외 방사선 조사를 이용한 재활용 자가골 이식술의 추시 결과를 생존, 기능적 결과, 합병증의 측면에서 알아보려고 한다.

**대상 및 방법:** 1995년 1월부터 2006년 7월까지 골육종으로 진단받고, 체외 방사선 조사를 이용한 재활용 자가골 이식술을 시행한 31예를 대상으로 하였으며, 추시 기간은 평균 117개월(17-177개월)이었다. 남자 24예, 여자 7예였으며 평균 나이는 24세(7-74세)였다. 절제 방법으로 골연골절제 18예, 분절절제 6예, 전관절절제 5예, 조각절제 2예였다. 재건 방법으로 체외방사선 조사를 시행한 자가골 이식군이 25예, 자가골-중앙대치물 복합체군이 6예였다. 병리학적 분류 상 중심성 29예, 골막성 1예, 방골성 1예였다. 골육종의 부위는 원위 대퇴골 15예, 근위 비골, 상완골 및 근위 경골 각 3예, 원위 대퇴골, 원위 경골 및 골반골 각 2예, 종골 1예였다. 술 후 기능적 평가를 위해 MSTS Score를 이용하였으며, 생존율 및 국소 재발, 합병증에 대해 분석하였다.

**결과:** 생존율은 80.6%였고, 무병 생존율은 64.5%였다. 총 9예에서 원격 전이가 있었고, 이 중 5예에서 사망하였다. 국소 재발로 인해 1예에서 무릎위 절단술을 시행하였다. 총 31예 중 23예, 74.1%에서 합병증이 발생되었다. 불유합 7예, 심부 감염 5예, 관절 불안정성 4예, 금속물 문제 2예, 사지 부동(LLD) 2예, 금속물 주위 골절 1예, 골단판 붕괴 1예, 국소 재발 1예였다. MSTS score를 이용한 술 후 기능 평가에서는 평균 62.5%였다.

**결론:** 체외 방사선 조사를 이용한 자가골 이식은 종양학적, 술 후 기능적 측면에서 비교적 양호한 결과를 얻을 수 있으나, 많은 합병증이 발생하였다. 분절 절제 및 조각 절제 이후 체외 방사선 조사를 이용한 재건술은 종양학적, 술 후 기능적, 합병증 발생 면에서 효과적인 방법이라고 판단된다.

**색인단어:** 골육종, 자가골 이식술, 체외 방사선 조사

## 서 론

사지에 발생한 악성 골종양, 특히 골육종에서 항암화학요법 및 수술 수기의 발전은 과거의 주수술 방법이었던 절단술로부터 사지 구제술로의 전환을 가져왔다. 광범위한 중앙절제술 이후 절손된 골-연부 조직의 재건술에는 크게 가동 관절 재건술과 관절 고정술로 나뉜다. 가동 관절 재건술에는 중앙대치물, 동종골 및 자가골을 이용하는 생물학적 재건술 등이 있다. 생물학적 재건술에는 동종골 이식, 자가골 이식, 재활용 자가골 이식술 등이 있으며, 이 중 재활용 자가골 이식술에는 방사선 조사, 동결, 고온고압 열처

리, 저온열처리, 액화 질소(nitrogen liquid)처리 등이 있다.<sup>1)</sup>

방사선 조사를 이용한 재건술은 1968년 이스라엘에서 처음으로 원발성 악성 골종양의 치료법으로 보고된 이후,<sup>2)</sup> 여러 보고가 있어왔으나, 이의 장기 추시결과에 대해선 보고가 극히 드문 상태이다. 이에 저자들은 체외방사선 조사를 이용한 재건술의 생존율, 기능 평가 및 합병증 등에 대한 추시 결과를 알아보려고 한다.

## 대상 및 방법

1995년 7월부터 2006년 1월까지 고신대학교 복음병원에서 골육종으로 진단된 환자 중 사지에 발생하여 광범위 절제 이후 체외방사선 조사를 이용하여 재활용 자가골 이식술을 시행한 31예를 대상으로 하였다. 평균 연령은 24세였으며, 남자 24예, 여자 7예였다. 추시 기간은 최소 17개월에서 최대 177개월이었고, 평균 117개월이었다. 환자는 술 전 검사로 병력, 이학적 검사를 포함한 흉부 단순 방사선 촬영, 흉부 컴퓨터 촬영 및 방사선 동위원소 검사를 시

접수일 2010년 3월 30일 심사수정일 2010년 5월 4일 게재확정일 2010년 5월 20일  
교신저자 정소학  
부산시 서구 압남동 34, 고신대학교 복음병원 정형외과  
TEL 051-990-6467, FAX 051-243-0181  
E-mail shchung@kosin.ac.kr

\*본 논문의 요지는 2010년도 대한골관절종양학회 춘계학술대회에서 발표되었음.

대한골관절종양학회지 : 제16권 제1호 2010 Copyrights © 2010 by The Korean Bone and Joint Tumor Society

"This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited."

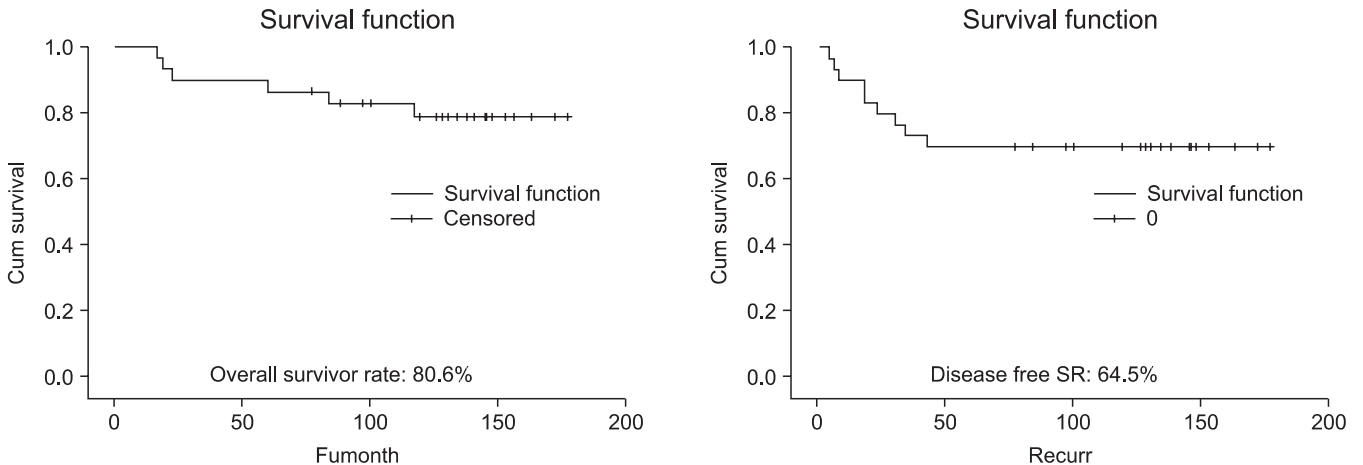


Figure 1. K-M Graph for overall survivor rate and disease free survivor rate.

행하였고 자기공명영상 촬영을 시행하여 종양의 절제 범위를 결정하였다. 종양의 절제연은 종양조직을 포함하여 광범위 절제연을 시행하였으며, 관절 조직 및 인접골까지 포함되는 경우는 포함하는 관절의 안정에 필요한 연부 조직을 포함하여 관절 상하 부분이 되도록 하였다. 절제된 부위는 재건술에 필요한 연부조직 및 피질골 부위를 제외하고 나머지 조직을 제거한 후 무균 처리된 포에 포장한 후 생리식염수가 담긴 용기에 밀봉하여 코발트 60 감마선으로 5,000 cGy의 방사선을 일시에 조사하였다. 체외 조사된 조직을 절손부위에 Ender 정, 금속판, 금속정, K 강선 등의 내고정기구를 이용하여 고정한 후 보존된 연부조직을 재건하였다. 골손실 부위나 관절의 불안정한 부분은 골시멘트와 스테플(staple) 등을 이용하여 보강해 주었다. 술 후 연부 조직 및 절골 부위의 치유를 위하여 2-6주간의 부목 또는 석고 붕대 고정을 하였으며, 필요에 따라 보조기를 이용하여 관절의 운동성을 확보하였다.<sup>3)</sup>

종양의 발생 부위로는 원위 대퇴부 15예, 근위 비골, 상완골, 근위 경골 각 3예, 근위 대퇴골, 원위 경골, 골반골 각 2예, 종골 1예였다. 병리학적 유형으로는 중심성(conventional) 29예, 방골성(parosteal) 1예, 골막성(periosteal) 1예였다. 절제 방법으로 골연골 절제(osteoarticular) 18예, 분절절제(intercalary) 6예, 전관절절제(total joint) 5예, 조각절제(fragmentary) 2예였다. 재건 방법으로 체외방사선 조사를 시행한 자가골 이식군이 25예, 자가골-종양대치물 복합체군이 6예였다. 골육종 환자의 생존율 및 이식된 자가골의 생존 기간에 대해 조사하였으며, 체외 방사선 조사를 이용한 재건술의 합병증에 대해 조사하였다. 기능적 평가 방법으로 MSTS의 평가방법을 기준으로 동통, 기능, 정서적 수용 정도를 상지와 하지에 공통으로 적용하였으며, 하지에서는 보조기의 사용 여부, 보행 능력 및 보행 형태의 변화를 각각 5점 만점을 기준으로 평가하여 최고 점수 30으로 합산하였으며, 각각을 백분율로 나타내었다.<sup>4)</sup> 통계적 검정은 SPSS 14.0에 의해 Mann-Whitney 검정을 이용하여 연령, 절제 및 재건 방법간 평균치의 유의성을 검정

Table 1. MSTS Functional Results according to Locations of Osteosarcoma

	Total	MSTS score (%)
Distal femur	15	61.7
Proximal tibia	3	73
Humerus	3	61.6
Proximal fibula	3	69.7
Proximal femur	2	59.9
Distal tibia	2	76
Pelvis	2	70
Calcaneus	1	70

하였다( $p=0.05$ ).

## 결 과

### 1. 종양학적 결과

생존율(Overall survival rate)은 80.6%였고, 무병생존율(disease free survival rate)은 64.5%였다(Fig. 1). 총 9예에서 폐, 척추골 등에 원격 전이가 발생하였고 이 중 5예는 폐전이로 인해 사망하였다. 이식된 자가골의 10년 생존율은 총 31예 중 19예가 제거되어 38.7%의 생존율을 보이며, 제거까지의 기간은 평균 24.8개월이었다.

### 2. 기능적 평가 결과

MSTS score를 이용한 술 후 기능 평가에서는 평균 62.5%였고, 발생 부위에 따른 MSTs 술 후 기능 평가는 Table 1에 기술하였다.

절제 방법에 따른 술 후 기능 평가 상, 조각 절제 71.3%, 분절 절제 68.86%, 전관절 절제 66.48%, 골연골 절제 61.65%였다.

재건 방법에 따른 술 후 기능 비교에서는 자가골-종양대치물 복합체군에서는 63.3%, 자가골 이식군에서는 61.3%였다.

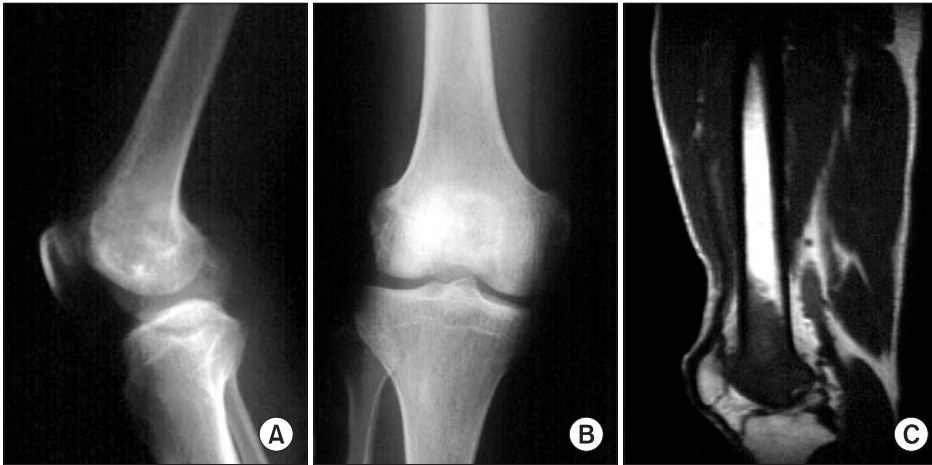


Figure 2. 46 years-old male patient. Pre-operative radiograph shows osteosarcoma in the distal femur which invade articular cartilage and knee joint (A, B, C).



Figure 3. After total joint type resection, resected bone was reimplanted after extracorporeal irradiation (A, B). About postoperative 6months, joint instability and epiphyseal collapse was occurred (C, D).

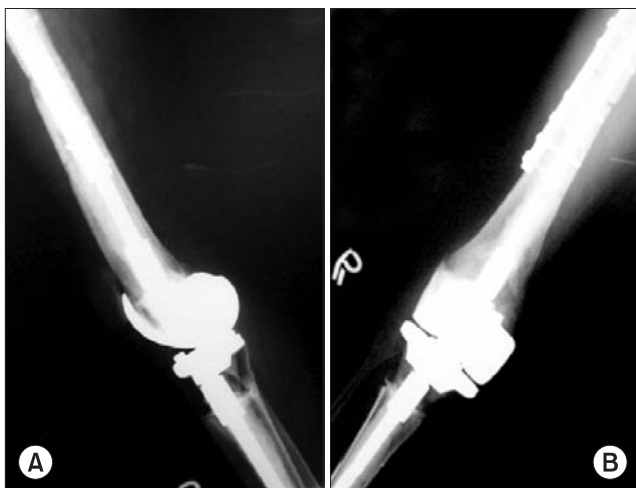


Figure 4. After removal of irradiated bone, tumor prosthesis was inserted.

### 3. 합병증

총 31예 중 23예, 74.1%에서 합병증이 발생되었다. 불유합 7예, 심부 감염 5예, 관절 불안정성 4예, 금속물 문제 2예, 사지 부동

(LLD) 2예, 금속물 주위 골절 1예, 골단판 붕괴 1예, 국소 재발 1예 이었다.

연령별로 비교했을 때, 14세 미만 소아의 총 11예 중 9예에서 발생되었으며, 자가골 중앙대치물 복합체 군에서는 3예 중 1예, 자가골 이식군에서는 8예 중 8예 모두에서 발생되었다. 15세 이상 총 20예 중 14예에서 발생하였으며, 자가골 중앙대치물 복합체 군에서는 3예 중 3예, 자가골 이식 군에서는 17예 중 11예에서 발생하였다.

발생 부위별 합병증 발생 빈도는, 원위 대퇴골 총 15예 중 14예에서 발생되었고 불유합, 심부 감염 4예, 관절 불안정 3예, 골단판 붕괴 1예 등이 있었다. 근위 경골 총 3예 중 3예에서 발생되었고, 사지부동 2예, 관절 불안정 1예 있었다. 상완골 3예 중 2예에서 발생되었고, 불유합 1예, 금속물 문제 1예 있었다. 근위 비골 3예 중 1예에서 국소 재발이 발생되었다. 그 외에 근위 대퇴골, 원위 경골, 골반골에서 각 1예씩 발생되었다(Fig. 2-4).

절제 방법에 따른 합병증의 발생 빈도는 전관절 절제를 시행한 5예에서는 5예 모두 발생 하였으며 4예에서 관절 불안정성, 골연골 절제에서는 18예 중 15예 이 중 불유합 6예 등이 발생되었고,

조각 절제에서는 2예 중 1예에서 국소재발, 분절 절제에서는 6예 중 2예에서 금속물 문제, 불유합 1예씩 있었다.

재건 방법에 따른 합병증 발생빈도는 자가골 종양대치물 복합 체군에서는 총 6예 중 4예(66.6%), 자가골 이식 군에서는 총 25예

중 19예(76%)였다(Table 2).

#### 4. 통계적 유의성

통계적 검증은 Mann-Whitney 검정을 이용하였으며, 연령 및 재

Table 2. Summarized Data on 31 Patients Reconstructed by ECI for Osteosarcoma

Case No	Age/Sex	Diagnosis	Site	F/u	Resection margin	Reconstruction method	Oncologic result	Metastatic lesion	MSTS		Complication	Final operation
									Score	(%)		
1	24/M	Osa	DT	177	Intercalary	ECI	CDF		29	76		
2	47/F	Osa	DF	84	Intercalary	ECI	DOC		25	66.6		
3	15/F	Osa	DF	163	Osteoarticular	ECI	CDF		26	66.6	Epiphyseal collapse	Tumor prosthesis
4	27/M	Osa	DF	153	Total joint	ECI	CDF		26	66.6	Joint instability	
5	19/M	Osa	PFi	148	Osteoarticular	ECI	CDF		25	66		
6	17/F	Osa	DF	148	Total joint	ECI	CDF		26	66.6	Nonunion	Tumor prosthesis
7	48/M	Osa	DF	77	Intercalary	ECI	CDF		27	70	Nonunion c metal failure	Tumor prosthesis
8	14/M	Osa	DT	141	Osteoarticular	ECI	NED	Lung	29	76	Nonunion	Vascurized fibular graft
9	9/M	Osa	DF	138	Osteoarticular	ECI	CDF		23	56.6	Infection	Tumor prosthesis
10	14/M	Osa	Calcaneus	138	Osteoarticular	ECI	CDF		19	43.3		BK amputation
11	34/F	Osa	PT	126	Total joint	ECI	CDF		29	76	Joint instability	Tumor prosthesis
12	25/M	Osa	PFi	134	Fragmentary	ECI	CDF		29	76		
13	14/M	Osa	PT	130	Osteoarticular	ECI	CDF		21	50	LLD	Tumor prosthesis
14	16/M	Osa	PFi	17	Fragmentary	ECI	DOD	Lung	25	66.6	Local recurrence	AK amputation
15	16/F	Osa	PH	100	Osteoarticular	ECI	CDF		25	66.6		
16	13/M	Osa	PH	97	Osteoarticular	ECI	CDF		21	50	Nonunion	B/G
17	12/M	Osa	DF	88	Osteoarticular	ECI	NED	Lung	21	50	Fracture	OR/IF c plate c B/G
18	7/M	Osa	DF	119	Osteoarticular	ECI	CDF		26	66.6	Infection	Curettage, metal change
19	15/M	Osa	PH	145	Osteoarticular	ECI	CDF		26	66.6	Fracture	OR/IF c plate
20	16/M	Osa	DF	128	Total joint	ECI	CDF		25	66.6	Joint instability	Tumor prosthesis
21	46/M	Osa	Pelvis	79	Osteoarticular	ECI	CDF		26	66.6	Nonunion	B/G
22	40/M	Osa	PF	60	Osteoarticular	ECI	DOD	Lung	26	66.6	Nonunion	B/G
23	8/F	Osa	DF	153	Osteoarticular	ECI	NED	Lung	26	66.6	Infection	Curettage
24	19/M	Osa	DF	22	Intercalary	ECI	DOD	Lung	26	66.6		
25	18/F	Osa	Pelvis	84	Osteoarticular	ECI	CDF		27	70		
26	8/F	Osa	DF	172	Osteoarticular	APC	CDF		26	66.6	LLD	Lenthening
27	74/M	Osa	DF	156	Osteoarticular	APC	DOD	Lung	21	50	Metal failure	Screw change
28	44/F	Osa	PF	148	Osteoarticular	APC	CDF		22	53.3	Nonunion	B/G
29	17/M	Osa	DF	146	Total joint	APC	CDF		23	56.6	Nonunion	Revision
30	13/M	Osa	PT	90	Osteoarticular	APC	DOD	Lung	26	66.6		
31	12/F	Osa	DF	117	Osteoarticular	APC	DOD	Lung	29	76		

Osa, osteosarcoma; DT, distal tibia; DF, distal femur; PFi, proximal fibula; PT, proximal tibia; PH, proximal humerus; PF, proximal femur.



건 방법 간의 평균치의 유의한 차이를 보이지 않았고( $p=0.21$ ), 절제 방법 간의 평균치는 유의하였다( $p=0.04$ ). 술 후 기능적인 결과에 대하여는 집단 간의 유의한 차이를 보이지 않았다( $p=0.38$ ).

## 고찰

사지 골육종 환자에서 광범위 절제술 이후 재건 방법으로 종양대치물이 가장 널리 사용되고 있다. 수술 기법 및 기구의 발전으로 종양대치물의 실패율이 1980년대에는 60-100%로 높았으나, 1990년대에는 33-50% 정도로 보고되었고, 2000년대에는 더 낮아지고 있지만,<sup>5-7)</sup> 이러한 종양대치물을 이용한 방법은 장기 추시 결과 염증, 골절 및 파손, 주위 골과의 해리 등의 합병증이 비교적 많이 발생하고 특히 젊은 연령에서는 반복적인 수술을 필요로 할 수 있다.

비교적 젊은 연령에서는 생물학적 재건술이 널리 이용되고 있다. 생물학적 재건에는 동종골을 이식하는 것과 재활용된 자가골을 이식하는 방법으로 크게 나눌 수 있다. 동종골은 골 은행이 있는 경우 적절한 크기나 모양의 이식물 획득이 용이하고 연부 조직 부착이 가능하므로 관절 기능 회복에 장점이 있고 공여부의 손상이 없는 반면에, 단점으로 전염병의 전염 가능성, 조직 거부 반응, 골 융합의 저하, 높은 감염율 등이 지적되고 있다.<sup>3,8,9)</sup> 자가골을 이용한 생물학적 재건술 중 널리 쓰이는 방법으로는 고온고압 열처리, 저온 열처리, 체외 방사선 처리 등이 있다. 고온 고압 열처리는 골종양 세포의 완전 파괴를 얻을 수 있으나, 골형성 능력의 감소가 올 수 있으며, 이식골 흡수의 증가, 생역학적 강도가 떨어지며, 주위 연부 조직의 손상 등의 단점이 보고되었다.<sup>10,11)</sup> 저온 열처리는 60-80도의 저온 처리로 골세포의 괴사를 유도하면서 골 강도를 유지할 수 있는 장점이 있으나,<sup>12,13)</sup> 골소주와 골세포의 완전 괴사가 이루어지지 않음으로 국소 재발을 완전히 배제하지 못한다는 단점이 있고, 감염율이 비교적 높아 재수술이 필요한 경우가 많다.

체외 방사선 처리는 방사선 조사 후에도 연골 조직 및 주위 연부 조직의 변이가 일어나지 않으며,<sup>14,15)</sup> 관절 기능이 비교적 잘 유지되고, 삽입물의 해리 및 마모 빈도가 적은 등의 장점이 있다.<sup>16,17)</sup> 또한 저온 열처리나 고온고압 열처리 방법에 비해 관절 기능의 보존, 적은 변이로 빠른 융합 및 이식된 골의 낮은 골절율 등의 보고로 널리 사용되고 있다. 그러나 다른 생물학적 재건 방법에 비해 종양학적, 술 후 기능적, 합병증 발생에 대한 장기 추시의 결과가 거의 없는 실정이다.<sup>15-17)</sup>

기능적인 측면에서 Chen 등<sup>18)</sup>과 Bohm 등<sup>19)</sup>은 평균 40개월 추시 상 80, 92%라고 보고하였다. 본 연구에서는 평균 117개월 추시 상 62.5%의 기능적 회복율을 보였다. 본 연구에서 다소 낮은 기능적 점수를 보였는데, 이는 추시 기간에서 차이가 있었으며, 기능적 회복이 낮은 예에서 대부분 합병증이 발생하여 종양 대치물

등의 재건 방법을 시행하였기 때문이라 여겨진다.

방사선 조사의 양에 있어서 Uyttendaele 등은 방사선 조사를 300 Gy로 조사한 이후 슬관절의 관절 불안정성이 발생하였고 보고하였고,<sup>20)</sup> Bohm 등은 방사선 조사를 250 Gy 조사 후 총 8예 중 2예에서 이식된 골의 골절이 발생하였다고 보고하였다.<sup>19)</sup> Takahashi 등은 체외 방사선 조사를 50-200 Gy로 일회 조사하는 경우 콜라겐이나 골수단백질(BMPs)과 같은 기질 단백질의 파괴는 최소로 하면서 종양세포의 멸균이 가능하다고 하였으며,<sup>21)</sup> Sabo 등은 방사선 조사를 50 Gy로 일회조사하여 기능적 및 종양학적으로 다른 방법과 비교하여서 나쁘지 않았고, 이식된 골의 골절이 없어 골 기질의 유지 측면에서도 효과적이었다고 보고하였다.<sup>22)</sup>

저자들은 모든 예에서 체외 방사선 조사를 50 Gy 조사하였으며, 총 31예 중 9예에서 원격 전이가 발생되었으며 이 중 5예에서 사망하였으며, 1예에서 국소 재발이 발생되어 무릎 위 절단술 시행하였다. 50 Gy로 일회 조사를 시행하는 것은 양호한 종양학적 결과를 보이는 것으로 판단된다.

다른 보고에서 체외방사선 조사의 추시 결과를 보면, Bohm 등은 체외 방사선 조사를 시행한 총 8예를 평균 66개월 동안 추시한 결과 1예에서 국소 재발, 2예에서 원격 전이가 발생하였다고 보고하였고,<sup>19)</sup> Uyttendaele 등은 총 17예를 46개월 동안 추시한 결과 국소 재발 2예, 원격 전이 6예, 심부 감염 2예, 이식된 자가골의 골절 5예 등이 있었다고 보고하였다.<sup>20)</sup> 또한 Tsuboyama 등은 총 33예를 평균 114개월 동안 추시한 결과 26예에서 합병증이 발생되었다고 보고하였다. 또한 원격 전이가 21예에서 발생하였고, 국소 재발 7예, 무병생존율은 39%이었다.<sup>23)</sup>

체외 방사선조사를 이용한 재활용 자가골 이식술은 국소 재발 및 방사선 조사를 받은 골의 골절, 감염, 불융합 등 여러 합병증이 발생된다. 국소 재발은 수술 시 광범위 절제연의 확보, 방사선 종류 및 양의 차이가 중요한 인자가 되며, 방사선 조사를 받은 골의 골절 발생 역시 방사선의 종류 및 양의 정도가 중요한 요인이라고 사료된다. 감염, 불융합 등의 여러 합병증은 수술 종류, 금속물의 종류, 절제 방법에 따라 많은 차이가 있다고 보고되고 있으며,<sup>22,23)</sup> 적절한 방법을 모색하기 위해 추가적인 연구가 필요하다고 판단된다.

## 결론

현재 사용되고 있는 재활용 자가골 이식술은 종양학적, 술 후 기능적 측면에서는 양호한 결과를 얻을 수 있으나, 많은 합병증이 발생되어, 이에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

그러나, 절제 방법 중 분절 절제 및 조각 절제 이후 체외 방사선 조사를 이용한 재건술은 종양학적, 술 후 기능적, 합병증 발생 면에서 효과적인 방법이라고 판단된다.

## 참고문헌

1. Lee SY, Jeon DG, Lee JS, Oh HO, Jung DH. Survival of Stage IIB Osteosarcoma - Limb-salvage Vs Amputation -. J of Korean Orthop Assoc. 1994;29:1308-15.
2. Hong A, Steven G, Stalley P, et al. Extracorporeal irradiation for malignant bone tumors. Int J Radiation Oncology Biol Phys. 2001;50:441-7.
3. SH Chung, Cho Y, Kim JD. Recycling total joint autotransplantation in osteosarcoma around knee joint. J of Korean Bone Joint Tumor. 2007;13:31-6.
4. Enneking WF, Dunham W, Gebhardt MC, Malawar M, Pritchard DJ. A system for the functional evaluation of reconstructive procedures after surgical treatment of tumors of the musculoskeletal system. Clin Orthop Relat Res. 1993;286:241-6.
5. Johnston JO. Local resection in primary malignant bone tumors. Clin Orthop Relat Res. 1980;153:73-80.
6. Salzer M, Knahr K, Kotz R, Ramach W. Cementless prosthetic implants for limb salvage of malignant tumors of the knee joint: clinical results of three modes of anchorage. In: Enneking WF, ed. Limb salvage in musculoskeletal oncology. New York: Churchill Livingstone; 1987. 26-9.
7. Malawar MM, Chou LB. Prosthetic survival and clinical results with use of large-segment replacements in the treatment of high-grade bone sarcomas. J Bone Joint Surg Am. 1995;77:1154-65.
8. Dick HM, Malinin TI, Mnaymn WA. Massive allograft implantations following radical resection of high-grade tumors requiring adjuvant chemotherapy treatment. Clin Orthop Relat Res. 1985;197:88-95.
9. Enneking WF, Mindell ER. Observations on massive retrieved human allografts. J Bone Joint Surg. 1991;73:1123-42.
10. Jensen KL, Johnston JO. Proximal humeral reconstruction after excision of a primary sarcoma. Clin Orthop Relat Res. 1987;218:247-58.
11. Kohler P, Kreicberg A. Chondrosarcoma treated by reimplantation of resected bone after autoclaving and supplement with allogenic bone matrix. Clin Orthop Relat Res. 1993;294:281-4.
12. Manabe J. Experimental studies on pasteurized autogenous bone graft. J Jpn Orthop Assoc. 1993;67:255-66.
13. Manabe J, Kawaguchi N, Matsumoto S, Kuroda H. Limb salvage and reconstruction by pasteurized autogenous bone graft. J Jpn Orthop Assoc. 1993;67:21-3.
14. Hurson BJ. Limb sparing surgery for patients with sarcomas [editorial]. J Bone Joint Surg Br. 1995;77:173-4.
15. Shinobu T, Masayki S, Yoshimoto K, et al. Long-lasting tolerance of articular cartilage after experimental intraoperative radiation in rabbits. Clin Orthop Relat Res. 1992;275:300-5.
16. Sugimoto M, Takahashi S, Toguchida J, Kotoura Y, Shibamoto Y, Yamamuro T. Changes in bone after high-dose radiation. J Bone Joint Surg. 1991;73:492-7.
17. Spira E, Brenner HT, Lubin E. Extracorporeal irradiation of malignant bone tumors. In: Chapchal G, ed. Operative treatment of bone tumors. Stuttgart: Thieme; 1970. 136-40.
18. Chen WM, Chen TH, Huang CK, Chiang CC, Lo WH. Treatment of malignant bone tumors by extracorporeal irradiated autograft-prosthetic composite arthroplasty. J Bone Joint Surg. 2002;84:1156-61.
19. Bohm P, Fritz J, Thiede S, Budach W. Reimplantation of extracorporeal irradiated bone segments in musculoskeletal tumor surgery: clinical experience in eight patients and review of the literature. Langenbecks Arch Surg. 2003;387:355-65.
20. Uyttendaele D, Schryver AD, Claessens H. Limb conservation in primary bone tumors by resection, extracorporeal irradiation and re-implantation. J Bone Joint Surg. 1988;70:348-53.
21. Takahashi S, Sugimoto M, Kotoura Y, et al. Long standing tolerance of articular cartilage after experimental intraoperative radiation in rabbits. Clin Orthop Relat Res. 1992;275:300-5.
22. Sabo D, Bernd L, Ewerbeck V, Eble M, Wannemacher M, Schulte M. Lokal Behandlung primar maligner Knochentumoren. Intraoperative extrakorporale Bestrahlung und Replantation. Unfallchirurg. 1999;102:580-8.
23. Tsuboyama T, Toguchida J, Kotoura Y, Kasahara K, Hiraoka M, Nakamura T. Intra-operative radiation therapy for osteosarcoma in the extremities. International Orthopaedics (SICOT). 2000;24:202-7.

# The Reconstruction with Extracorporeal Irradiated Autograft for Osteosarcoma of Extremities

Jae Do Kim, M.D., Gun Woo Lee, M.D., and So Hak Chung, M.D.

*Department of Orthopedic Surgery, Kosin University Gospel Hospital, Busan, Korea*

**Purpose:** With advances in various treatment modalities, limb salvage surgery has been commonly used in osteosarcoma of extremities. An alternative method for skeletal reconstruction is reimplantation of the tumor bearing bone following extracorporeal irradiation (ECI). We report the long-term results of ECI autograft in aspect of the oncological and functional outcomes, and complications.

**Materials and Methods:** We retrospectively reviewed 31 osteosarcoma patients who underwent reconstruction with ECI between July 1995 and January 2006. There were 24 males and 7 females with a mean age of 24 (7-74 years) and a mean follow-up of 117 months (17-177 months). Twenty-five cases were reconstructed with ECI autograft, 6 cases with ECI autograft-prosthesis composite. The pathologic subtypes were conventional in 29 cases, periosteal in 1 case, and parosteal in 1 case. The most common location of tumor was distal femur (15 cases) followed by humerus (3), proximal fibula (3) and proximal tibia (3). Musculoskeletal Tumor Society (MSTS) score was used for functional evaluation. The overall survival rate, local recurrence, complications were analyzed.

**Results:** The overall survival rate was 80.6% and the disease-free survival rate was 64.5%. Five patients died of distant metastasis. One patient required above-knee amputation due to local recurrence. All of them, twenty-three complications occurred, which included nonunion in 7 cases, deep infection in 5 cases, joint instability in 4 cases, metal failure in 2 cases, Limb-length discrepancy (LLD) in 2 cases, periprosthetic fracture in 1 case, epiphyseal collapse in 1, local recurrence in 1 case. The mean MSTS functional score was 62.5%.

**Conclusion:** Extracorporeal irradiated autograft can be achieved relatively good result in aspect of oncological and functional aspect, but is needed to be additional research about occurring many complications. The reconstruction with ECI after intercalary or fragmentary resection is effective reconstruction in aspect of oncological and functional result, complications.

**Key words:** osteosarcoma, autograft, extracorporeal irradiation (ECI)

---

**Received** March 30, 2010 **Revised** May 4, 2010 **Accepted** May 20, 2010

**Correspondence to:** So Hak Chung, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Kosin University Gospel Hospital, 34, Amnam-dong, Seo-gu, Busan 602-702, Korea

**TEL:** +82-51-990-6467 **FAX:** +82-51-243-0181 **E-mail:** shchung@kosin.ac.kr