

슬관절 주위 악성 골종양 절제술 후 마디 간 동종골 재건술의 임상적 결과

Intercalary Allograft Reconstruction after Malignant Tumor Resection around the Knee

최은석 • 한일규 • 조환성 • 강현귀* • 김준혁* • 김한수

서울대학교 의과대학 정형외과학교실, *국립암센터 골연부종양클리닉

목적: 슬관절 주위의 악성 골종양 절제술 후 재건에 사용되는 마디 간 동종골 이식술의 결과를 알아보고, 합병증의 특성과 치료방법을 보고하고자 한다.

대상 및 방법: 2004년 6월부터 2010년 7월까지 슬관절 주위에서 발생한 원발성 악성 골종양으로 인해 마디 간 절제술과 동종골 재건술을 시행한 21명의 환자를 후향적으로 분석하였다. 평균 연령은 22세, 평균 추시기간은 46.4개월이었다. 원발 종양으로는 골육종이 12예로 가장 많았다. 대퇴골이 12예, 경골이 9예였으며, 골수내정(3예), 금속판(12예), 골수내정과 금속판(6예)을 사용하였다.

결과: 최종 추시까지 21예의 이식골 모두 제거 없이 유지되었다. 이식골의 평균 길이는 16.7 cm였으며, 골유합은 평균 10.9개월에 이뤄졌다. 불유합은 6예(골간부: 3예, 골간단부: 3예)에서 발생하였는데, 1예에서는 자가골 이식술, 4예에서 자가해면골 이식술과 고정 방법 변화를 통해 골유합을 얻을 수 있었다. 고정방법 변화없이 금속판을 추가한 1예에서는 추가 수술이 필요하였다.

결론: 슬관절 주위의 재건술에서 마디 간 동종골 이식술은 지속성과 기능면에서 좋았다. 자가골 이식술과 고정 방법의 변화를 이용하면 이식골의 제거 없이도 불유합을 해결할 수 있었다.

색인단어: 악성 골종양, 마디 간 재건술, 동종골 재건술

서 론

항암 치료와 수술적 기술의 발달로 인해 최근 악성 골종양 환자들의 생존이 개선되었다. 정형외과적 종양 치료에서도 사지 절단술보다는 사지 구제술을 우선으로 하게 되었으며, 전체 악성 골종양 환자 중 80~90%에서 시행되고 있다.¹⁾ 특히 슬관절은 악성 골종양이 호발하는 곳으로 대부분의 환자에서 절제술과 재건술이 사용되고 있다.

골간부나 골간단부에서 병변이 발생한 경우에는 마디 간(intercalary) 절제술을 이용하면 양 끝단의 관절을 보존할 수 있고,

장기적인 부작용이 적은 장점이 있다.²⁾ 마디 간 절제술 후 사용되는 재건술의 방법에는 분절성 동종이식골, 저온 살균된 자가골, 방사선 조사된 자가골, 혈관성 비골이식술, 금속 대체물, 또는 다양한 골생성 기법 등이 있다.³⁻⁶⁾ 여러 방법들이 각각 장단점을 가지고 있으나, 최적의 재건술에 대해서는 이견이 있다. 특히 분절성 동종이식골은 자가골 말단부를 보존하면서 긴 골결손 부위를 대체할 수 있으며, 즉각적인 안정성을 제공하는 장점이 있다.⁷⁾

저자들은 슬관절 주위에 발생한 골간부와 골간단부의 악성 골종양 마디 간 절제술 후 재건술에 분절성 동종이식골을 사용하여 왔다. 이에 저자들은 분절성 동종이식골의 생존율과 임상적 결과, 합병증을 보고하고자 한다.

대상 및 방법

2004년 6월부터 2010년 7월까지 슬관절 주위에서 발생한 원발성

접수일 2012년 9월 18일 수정일 2012년 10월 16일

게재확정일 2012년 11월 1일

교신저자 김한수

서울시 종로구 대학로 101, 서울대학교 의과대학 정형외과학교실

TEL 02-2072-2362, FAX 02-764-2718

E-mail hankim@snu.ac.kr

악성 골종양으로 인해 마디 간 절제술과 동종골 재건술을 시행한 21명의 환자를 서울대학교병원 윤리위원회의 심의를 통과한 후 후향적으로 분석하였다. 환자들의 평균 연령은 22세(9-50세)였으며, 여자가 16예, 남자가 5예였다. 평균 추시기간은 46.4개월(24-98개월)이었다. 환자들의 진단은 골육종이 12예로 가장 많았으며, 유잉육종이 3예, 범람종이 2예, 림프종이 1예, 악성 섬유성 조직구종이 2예, 연골육종이 1예였다. 종양의 원발 병소는 대퇴골이 12예, 경골이 9예였다. 절제한 병소의 평균 길이는 16.7 cm (9.4-27.0 cm)였다. 수술 전 모든 환자에서 국소 병소의 영역과 원격 전이 여부 확인을 위해 전신을 포함하는 positron emission tomography-computed tomography (PET-CT)검사와 흉부의 computed tomography (CT)검사를 시행하였다. Magnetic resonance imaging (MRI) 검사를 통해 국소 병변의 영역, 연부 조직의 관련 여부를 확인하였다. 16명의 환자는 수술 전 항암 치료를 실시하였다.

모든 환자에서 수술 전 확인했던 병변의 영역을 고려한 광범위 마디 간 절제술을 시행하였고, 안전한 절제연을 얻을 수 있었다. 신선 동결 동종이식골을 사용하여 골결손 부위를 재건하고 고정술을 시행하였으며, 수술 전 이식골의 직경을 측정하여 절제 부위의 크기와 가까운 것을 선택하였다. 이식골의 고정은 남아있는 골의 길이, 결손 부위의 길이 등을 고려하여 골수내정 또는 금속판을 사용하였다. 수술 후 3주간은 부목 고정을 시행하여 체중 부하를 피하였고, 3주 이후에는 목발을 이용하여 부분 체중부하를 시행하였다.

이식골의 제거가 필요한 경우를 이식 실패로 정의하였다. 수술 후 2년 동안은 3개월마다 외래에서 방사선검사를 시행하며 추시 관찰을 시행하였으며, 2년 이후에는 6개월마다 관찰하였다. 방사선검사를 통해 이식골과 숙주골 간의 골유합시기, 불유합 여부, 이식골과 금속고정물의 상태를 확인하였다. 이식골과 숙주골 간의 골유합은 전후면 방사선과 측면 방사선검사 모두에서 골유합의 소견이 관찰되는 시점으로 하였다. 이식골이나 금속 고정물의 고정이 불안정한 소견을 보이거나, 수술 후 18개월까지 골유합 소견이 관찰되지 않는 경우를 불유합으로 판단하였다. 의무기록을 검토하여 합병증의 발생 시기, 추가적인 치료가 필요했던 원인과 치료 경과 등을 확인하였다.

기능적 결과는 모든 환자에 대해 개정된 Musculoskeletal Tumor Society 기능 평가법(MSTS functional score)을 사용하여 통증과 기능, 감정, 보행 상태 등을 종합적으로 평가하였다.⁹⁾ 외래 추시에서 설문지를 통해 점수를 측정하였으며, 최종 추시의 결과를 반영하였다.

이식골의 생존율은 Kaplan-Meier 방법을 사용하여 평가하였다. 이식골의 생존에 영향을 주는 요인(이식골의 길이, 이식골과 접합부위, 금속 고정물의 종류)은 Cox의 회귀분석법을 사용하여 그 위험도를 측정하였다. 통계 분석에는 SPSS (Ver. 18.0, IBM Co., Armonk, NY, USA)를 사용하였다.

결 과

전체 21명의 환자 중 골육종 환자 1명을 제외한 20명이 최종 추시까지 생존하였다(Table 1). 이식골의 교체나 절단술이 필요했던 환자는 없었다. 이식골의 평균 길이는 16.7 cm (9.4-27.0 cm)였으며, 이식골의 골절은 골간단부에서 2예 발생하였다. 고정방법은 골수내정이 3예, 금속판이 12예, 골수내정과 금속판을 같이 사용한 경우가 6예였다. 골수내정과 금속판을 병용한 방법은 이식물이 긴 경우에(평균 20.8 cm) 사용되었고, 금속판과 골수내정은 짧은 이식물에서(평균 15.3 cm vs. 12.6 cm) 사용되었다($p < 0.001$). 전체 42개의 이식골-숙주골 접합면(allograft-host junction) 중 골간부(diaphyseal) 접합면은 25개(59.5%), 골간단부(metaphyseal) 접합면은 17개(40.5%)였다. 접합면의 골유합에 소요된 시간은 평균 10.9개월(3-18개월)이었다.

접합면의 불유합은 6예(14.3%, 대퇴골: 4예, 경골: 2예)로, 골간부와 골간단부에서 각각 3예씩 발생하였다. 불유합의 발생 부위는 이식골의 길이에 따라 달라지는 양상을 보였다. 골간부의 불유합이 발생한 3예(이식골의 길이: 9.7 cm, 16.5 cm, 14.0 cm, 평균 14.8 cm) 모두 이식골이 평균(16.7 cm)보다 짧았고, 골간단부 불유합의 3예(이식골의 길이: 21.0 cm, 23.3 cm, 25.0 cm, 평균 20.8 cm)는 모두 평균보다 길었다.

고정 방법별로는 골수내정과 금속판을 병용한 6예 중 3예(50%), 금속판을 사용한 12예 중 3예(25%)에서 불유합이 발생하였으며, 골수내정을 사용한 3예에서는 없었다. 2예에서는 불유합을 동반한 골수내정의 파손이 발생하였으며, 모두 골간단부 접합면이었다. 6예 모두 불유합을 해결하기 위해, 추가적인 수술을 실시하였다. 금속판 고정술에서 발생한 불유합 3예에서는 장골의 자가골 이식술과 동시에 금속판을 제거하고 골수내정으로 교체하여 안정된 고정을 확보할 수 있었다(Fig. 1).

골수내정과 금속판을 사용한 환자군에서 발생한 3예 중 1예에서는 자가골 이식술만으로 유합을 얻었다(Fig. 2). 1예는 자가골 이식술과 함께 골수내정을 제거하고 금속판으로 교체하여 견고한 고정이 가능하였다. 1예는 골수내정을 제거하지 않고 금속판을 추가하였으나, 6개월 후 이식골의 골절이 발생하여, 금속판을 추가하였다. 1예에서 수술 부위의 피부괴사가 발생하였으나, 국소피판술을 사용하여 해결할 수 있었다. 감염, 이식골로 인한 질병의 전달, 수술로 인한 전신의 합병증은 발생하지 않았다.

수술 후 기능 평가에서 평균 MSTS functional score는 27.2점(24-30점)이었으며, 최종 추시에서 모든 환자는 보조기의 도움 없이 보행할 수 있었다.

고 찰

본 연구의 목적은 슬관절 주위에 발생한 악성 골종양 환자에서

Table 1. Patients Characteristics

Patient	Age (yr)	Gender	Follow up (mo)	Pathology	Location	Chemotherapy		Radiotherapy	Resection	Graft length (mm)	Fixation	Complication
						Neoadjuvant	Adjuvant					
1	43	F	65	Malignant fibrous histiocytoma	Femur	Yes	Yes	No	Diaphysis - Metaphysis	94	IM nail	No
2	15	F	31	Osteosarcoma	Femur	Yes	Yes	No	Diaphysis - Metaphysis	174	Plate (2)	No
3	15	F	40	Osteosarcoma	Femur	Yes	Yes	Yes	Diaphysis - Metaphysis	150	Plate	No
4	9	F	48	Osteosarcoma	Femur	Yes	Yes	Yes	Diaphysis - Metaphysis	159	Plate	No
5	17	F	58	Osteosarcoma	Femur	Yes	Yes	No	Diaphysis - Metaphysis	195	Plate (2)	No
6	9	F	11	Osteosarcoma	Femur	Yes	Yes	No	Diaphysis - Metaphysis	180	Plate	No
7	41	F	54	Osteosarcoma	Femur	Yes	Yes	No	Diaphysis - Metaphysis	97	Plate	Diaphyseal nonunion: plate removal & IM nail fixation
8	50	M	28	Malignant fibrous histiocytoma	Femur	No	No	No	Diaphysis - Metaphysis	210	Plate (2)	Metaphyseal nonunion: plate removal & IM nail fixation
9	19	M	42	Osteosarcoma	Femur	Yes	Yes	Yes	Diaphysis - Metaphysis	250	IM nail & plate	Metaphyseal nonunion: additional plate fixation
10	10	F	24	Osteosarcoma	Femur	Yes	Yes	No	Diaphysis - Metaphysis	270	IM nail & plate	No
11	29	F	48	Parosteal osteosarcoma	Femur	Yes	Yes	No	Diaphysis	165	IM nail & plate	Diaphyseal nonunion: bone graft alone
12	13	F	37	Osteosarcoma	Femur	Yes	Yes	No	Diaphysis	190	IM nail & plate	No
13	21	F	53	Adamantinoma	Tibia	No	No	No	Metaphysis - Diaphysis	110	IM nail	No
14	20	F	24	Ewing's sarcoma	Tibia	Yes	Yes	No	Metaphysis - Diaphysis	175	IM nail	No
15	37	M	47	Diffuse large B-cell lymphoma	Tibia	No	No	No	Metaphysis - Diaphysis	110	Plate (2)	No
16	13	M	82	Osteosarcoma	Tibia	Yes	Yes	Yes	Metaphysis - Diaphysis	103	Plate	No
17	14	F	31	Osteosarcoma	Tibia	Yes	Yes	No	Metaphysis - Diaphysis	133	Plate	Skin necrosis: local flap surgery
18	33	F	46	Ewing's sarcoma	Tibia	Yes	Yes	Yes	Metaphysis - Diaphysis	140	Plate (2)	Diaphyseal nonunion: plate removal & IM nail fixation
19	24	F	83	Mesenchymal CHSA	Tibia	Yes	Yes	No	Metaphysis - Diaphysis	233	IM nail & plate	Metaphyseal nonunion: plate, IM nail removal & plate fixation
20	19	M	24	Ewing's sarcoma	Tibia	Yes	Yes	No	Diaphysis	190	Plate (2)	No
21	24	F	98	Adamantinoma	Tibia	No	No	No	Diaphysis	161	IM nail & plate	No

F, female; M, male; CHSA, chondrosarcoma; IM, intramedullary.

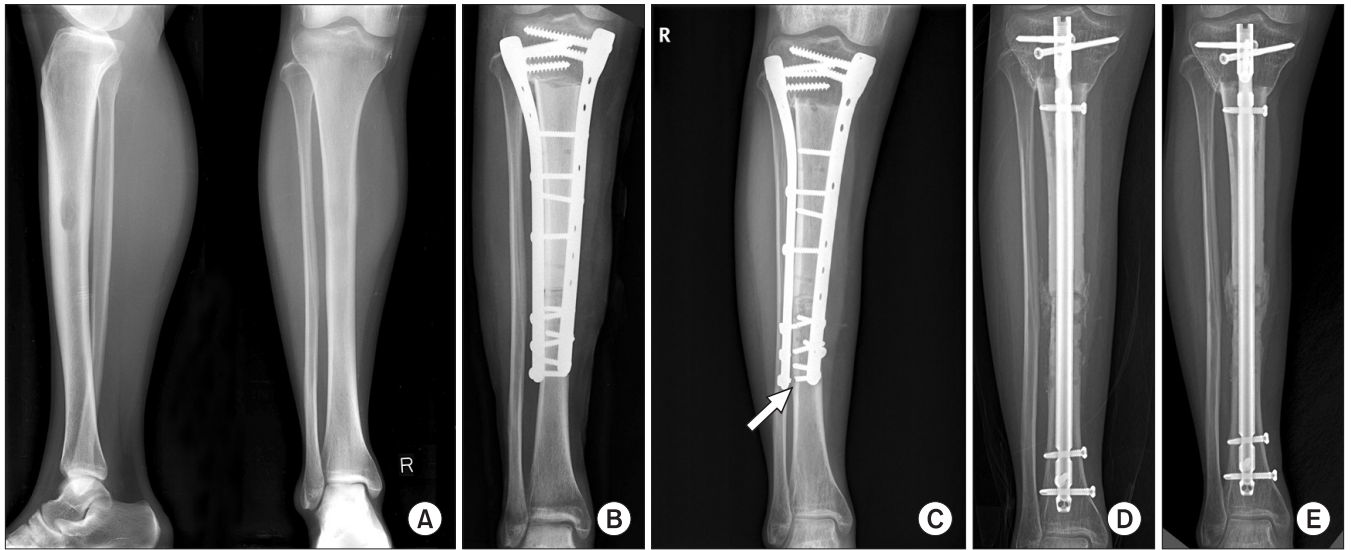


Figure 1. (A, B) This patient underwent wide excision and intercalary reconstruction with allograft due to ewing's sarcoma. (C) Nonunion of diaphyseal junction and screw breakage (arrow) were noted at 9 months postoperatively. (D) Removal of plates, autogenous bone graft and intramedullary nailing were performed. (E) Bony union was identified after 12 months.

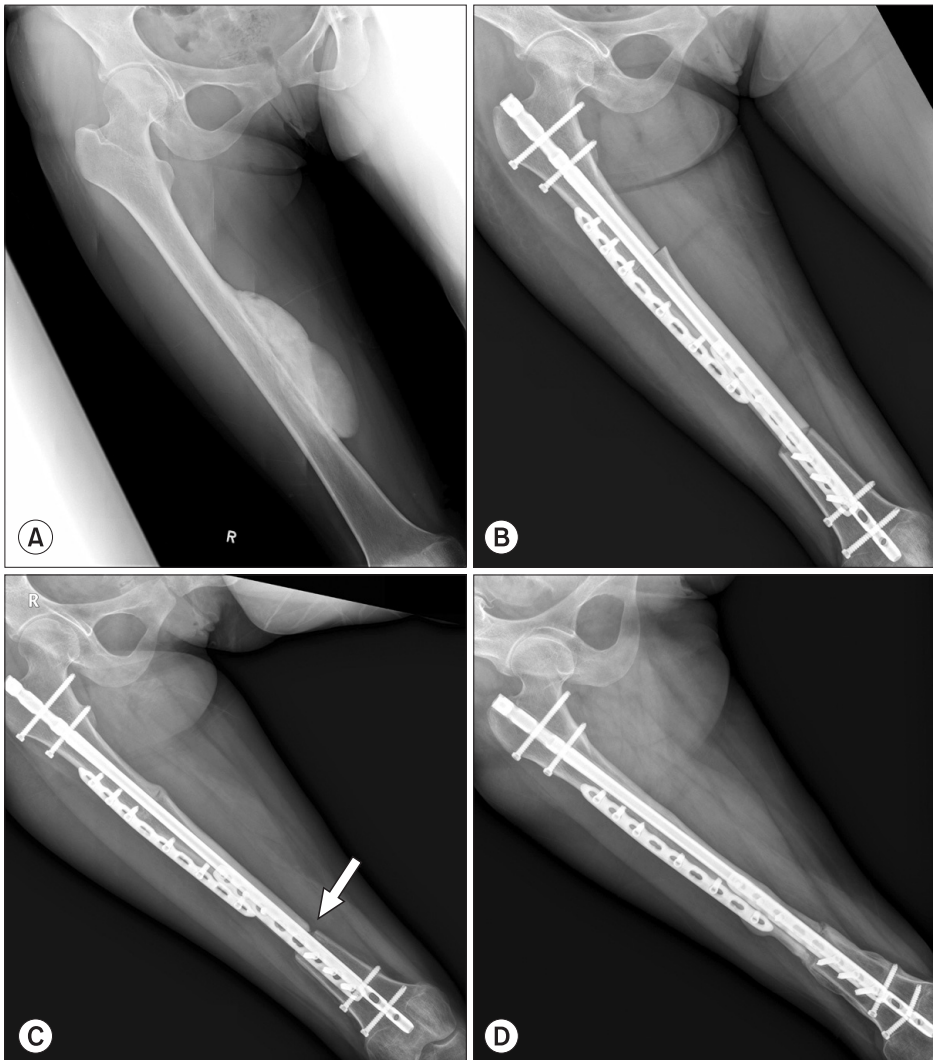


Figure 2. (A, B) This patient underwent intercalary resection and reconstruction with allograft and intramedullary nail due to parosteal osteosarcoma. (C) Nonunion (arrow) was noted at 10 months postoperatively. (D) Bony union was achieved by autologous bone graft at 12 months.

종양절제술 후 동종이식골 재건술의 임상적, 기능적 결과를 평가하고, 합병증(불유합, 이식골 골절)의 요인과 치료 방법을 보고하는 것이다.

본 연구는 비교적 적은 인구를 대상으로 한 후향적 연구의 한계점을 가지고 있다. 그러나, 슬관절 주위에 발생하는 원발성 악성 골종양의 발생 빈도가 매우 낮고, 그 중에서도 마디 간 절제술이 필요한 경우가 제한적이라는 점을 감안한다면, 충분한 의미를 가진 연구라고 할 수 있다. 또한 추시기간이 평균 46개월로 이식골의 장기 생존율을 평가하기에는 짧은 기간이나, 대부분의 합병증이 첫 3-4년 내에 발생하며, 이후로는 안정적인 결과를 보인다고 알려져 있어, 이식골의 초기 결과와 합병증을 분석하는 것에 문제가 없을 것으로 판단된다.⁴⁾

마디 간 절제술 후 재건방법의 선택에서는 수술의 위험성과 합병증의 빈도, 환자의 기능적 요구 등을 고려해야 한다.⁹⁾ 자가 골 이식은 공여부위의 통증과 불편을 일으킬 수 있으며, 절손부위가 큰 경우에는 선택이 제한된다.⁵⁾ 멸균 자가골이나 방사선조사자가골은 불유합과 골절, 감염의 가능성이 있다.¹⁰⁾ 신연골생성법(distracted osteogenesis)은 수술 후 항암 치료와 방사선 치료에 영향을 줄 수 있으며, 치료기간이 길어지는 단점이 있다. 이와 같이 장골의 악성 골종양 절제술로 인해 발생한 골절손 부위의 재건은 여러 가지 제한 사항이 있어 현재는 동종골 이식이 널리 사용되고 있다.

동종골 이식은 질병 전달의 가능성이 있고, 골유합까지 오랜 기간의 고정 필요하며, 불유합, 골절, 감염의 가능성이 있다고 알려져 있다. 1990년대의 연구에서는 감염률은 12-14%, 이식골의 골절은 9-19%로 알려져 있었다.^{6,11)} 최근의 연구에서는 동종골 이식술 후 합병증의 빈도가 높지 않은 것으로 보고되고 있다. 2004년 Muscolo 등²⁾은 59명의 환자에서 이식골의 5년 생존율이 79%, 감염률은 5%를 보고하였다. 2012년 Aponte-Tinao 등¹²⁾은 83명의 환자에서 이식골의 5년 생존율 85%, 10년 생존율 76%, 감염은 1%에서 발생했다고 기술하면서 동종골 이식이 신뢰할 만한 재건 방법이라고 결론지었다. 이식골의 생존율과 감염률이 호전되어 현재 널리 사용되고 있지만, 골절 발생률은 7-17%를 나타내고 있으며, 수술 후 재수술이 필요했던 경우가 37-46%, 이식골의 제거가 필요했던 경우도 15-18%로 높은 빈도를 보여 합병증을 줄이기 위한 연구들이 지속되고 있다.^{3,10,12)} 본 연구에서도 이식골의 골절은 2예(10%) 발생하였고, 7예(33%)에서 추가적인 수술이 필요하였지만, 이식골의 제거가 필요한 경우는 없었다.

불유합과 골절 등의 실패를 줄이기 위해서는 숙주골 접합부위의 안정적인 고정이 필수적이다. 이를 위해 골수내정과 금속판이 사용되고 있으나, 각각의 고정방법이 이식골에 미치는 영향에 대해서는 이견이 있다.^{3,4,6,13)} Vander Griend¹³⁾는 동종이식골 120예에 대한 연구에서 금속판을 이용한 고정법이 골수내정보다 골절을 일으킬 가능성이 유의하게 높다고 보고하며($p < 0.001$), 이는

나사구멍에 작용하는 응력 집중 때문인 것으로 판단하였다. 반면 Muscolo 등²⁾은 금속판을 사용한 환자에서 7%의 낮은 골절 빈도를 보고하면서, 금속판 고정과 이식골의 골절은 관련이 없다고 주장하였다. 오히려 긴 금속판을 이용하여 이식골의 전장을 포함해 고정하는 것이 골절의 위험을 줄이는 방법이라고 제안하였다. 또한 골수내정이 금속판보다 불유합의 빈도가 높은 것으로 보고하여(22% vs. 7%) 최적의 고정법에 대한 이견이 계속되고 있다. 저자들은 22예 중 금속판의 나사구멍에서 시작된 이식골 골절을 1예 경험하였으며, 전체 불유합 빈도는 27% (6/22명)이었다. 본 연구에서 불유합 중 3예는 골수내정과 금속판을 같이 사용한 그룹에서 발생하여 고정방법의 우열을 평가할 수 없었다.

저자들은 고정방법의 선택에서 이식골의 전장을 포함하는 것을 원칙으로 하였다. 이식골의 길이가 짧은 경우 골수내정이나 금속판 고정 중 한 가지를 선택했던 경우가 많았고, 상대적으로 긴 경우에는 금속판과 골수내정을 같이 사용해야 이식골과 숙주골의 양측 접합면을 모두 견고하게 고정할 수 있었다. 본 연구에서 골수내정을 사용한 이식골의 평균 길이는 12.4 cm였고, 금속판은 평균 15.3 cm, 금속판과 골수내정을 같이 사용한 경우는 평균 20.8 cm로 유의한 차이가 있었다($p < 0.001$). 불유합의 발생은 골수내정은 없었으며, 금속판이 25% (3/12예), 금속판과 골수내정이 50% (3/6예)로 차이가 있었다. 그러나 긴 이식골은 불유합의 알려진 위험요인이며, 금속판과 골수내정의 병행은 유의하게 긴 이식골에 사용되었음을 고려해야 한다.^{3,6,11)}

본 연구에서는 골간부에서 3예(12%), 골간단부에서 3예(18%)의 불유합이 발생하여 이식골-숙주골 접합면의 위치에 따른 차이는 없었다. 이전까지는 골간부에서 상대적으로 많은 불유합이 발생하는 것으로 알려져 있었다.^{3,6,13)} Frisoni 등³⁾은 해면골의 비율이 낮은 골간부에서 불유합의 가능성이 높다고 보고하며(15% vs. 2%), 골간부의 견고한 고정을 강조하였다.²⁾ 그러나, 불유합의 중요한 원인이 되는 이식골의 골절은 대부분 골간단부에서 발생한다.³⁾ Aponte-Tinao 등¹²⁾은 14예에서 발생한 이식골의 골절 중 13예(93%)가 골간단부에 발생하였고 모두 이식골을 제거했다고 보고하였다. 저자들의 연구에서도 골간단부의 불유합이 발생한 3예 중 2예에서 이식골의 골절이 선행되었다. 이상의 결과를 종합해 볼 때, 골간부뿐만 아니라, 골간단부도 이식골의 골절로 인한 불유합의 위험이 높음을 알 수 있다.

6예의 불유합 중 3예는 평균(16.7 cm)보다 짧은 이식골에서, 3예는 평균보다 긴 이식골에서 발생하여 이식골의 길이에 따라 불유합의 부위가 달라지는 양상을 보였다. 평균보다 짧았던 11예에서 숙주골-이식골 접합면은 골간부가 14개, 골간단부가 8개였으나, 불유합은 골간부에서만 3예 발생하였다. 반면, 평균보다 길었던 10예에서는 숙주골-이식골 접합면은 골간부가 12예, 골간단부가 8예였으나, 불유합은 골간단부에서만 3예가 발생하였고, 이는 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p = 0.049$). 이제까지의 연구들

은 대부분 불유합의 발생부위만을 보고하고 있으며, 이식골의 길이와의 연관성에 대한 분석은 없었다.^{3,6,13)} 본 연구의 결과는 불유합과 골절의 발생 위치가 이식물의 길이와 관련이 있을 가능성을 보여준다. 저자들의 연구가 적은 수의 환자만을 대상으로 한 것을 고려할 때, 이식골의 길이와 불유합의 위치가 갖는 연관성에 대한 결론을 내리기는 어렵다. 그러나, 향후 대규모의 연구를 통해 확인할 필요가 있을 것으로 생각한다.

동종골 이식 후 합병증에 대한 수술적 치료로 장골에서 채취한 자가골 이식, 유리 혈관화 비골이식(free vascularized fibular graft), 금속 고정물의 추가 또는 교체 등이 사용되고 있으나 그 효과에 대한 보고 역시 저자마다 차이가 있다. Frisoni 등³⁾은 28명의 불유합 환자에게 자가골 이식을 시행하였으나, 25% (7명)에서 불유합이 지속되어, 이식골을 교체하였다. Aponte-Tinao 등¹²⁾도 14예의 이식골 골절이 발생한 환자에서 금속판이나 골수내정을 추가하여 고정하였으나 13예에서 이식골 교체가 필요하였다. 마디 간 이식술에서 이식골을 제거하면, 이미 유합된 접합면까지 절제해야 하며, 다시 재건수술을 시행해야 하는 문제가 있다. 저자들은 동종이식골의 불유합 치료에서 이식골을 교체하지 않고, 자가해면골 이식술과 함께 기존의 고정을 바꾸는 방법으로 좋은 결과를 얻었다. 불유합이 발생한 6예 모두에서 장골에서 채취한 자가해면골 이식술을 시행하였으며, 1예는 자가골 이식술만으로 4개월에 골유합을 이루었다. 나머지 5예 중 금속판 고정이 되어있던 3예에서는 금속판을 제거하고 골수내정으로 바꾸는 수술을 시행하여 평균 9개월(5-14개월)에 골유합을 얻을 수 있었다. 골수내정과 금속판 고정이 되어있던 1예는 금속물을 모두 제거하고 새로운 금속판으로 고정하여 골유합을 얻었다. 고정 방법을 바꾸지 않고 금속판을 추가했던 1예에서는 금속판의 나사구멍에서 시작된 이식골의 골절이 발생하여 시멘트를 이용한 추가 고정수술이 필요했다.

결 론

슬관절 주위에 발생한 악성 골종양의 절제 후 재건술에서 마디 간 동종이식골을 사용하여 지속성과 기능면에서 좋은 결과를 얻을 수 있었다. 이식골의 길이가 평균보다 긴 경우에는 골간단부에서, 짧은 경우에는 골간부에서 불유합이 발생하는 경향이 확인되어 이에 대한 연구가 필요하다. 자가해면골 이식술과 고정 방법의 변화를 이용하면 이식골의 제거 없이도 불유합을 해결할 수 있었다.

참고문헌

1. Weber KL. What's new in musculoskeletal oncology. J Bone Joint Surg Am. 2005;87:1400-10.
2. Muscolo DL, Ayerza MA, Aponte-Tinao L, Ranalletta M, Abalo E. Intercalary femur and tibia segmental allografts provide an acceptable alternative in reconstructing tumor resections. Clin Orthop Relat Res. 2004;426:97-102.
3. Frisoni T, Cevolani L, Giorgini A, Dozza B, Donati DM. Factors affecting outcome of massive intercalary bone allografts in the treatment of tumours of the femur. J Bone Joint Surg Br. 2012;94:836-41.
4. Fuchs B, Ossendorf C, Leerapun T, Sim FH. Intercalary segmental reconstruction after bone tumor resection. Eur J Surg Oncol. 2008;34:1271-6.
5. Rose PS, Shin AY, Bishop AT, Moran SL, Sim FH. Vascularized free fibula transfer for oncologic reconstruction of the humerus. Clin Orthop Relat Res. 2005;438:80-4.
6. Mankin HJ, Springfield DS, Gebhardt MC, Tomford WW. Current status of allografting for bone tumors. Orthopedics. 1992;15:1147-54.
7. Mankin HJ, Gebhardt MC, Jennings LC, Springfield DS, Tomford WW. Long-term results of allograft replacement in the management of bone tumors. Clin Orthop Relat Res. 1996;324:86-97.
8. 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.
9. Ahlmann ER, Menendez LR. Intercalary endoprosthesis reconstruction for diaphyseal bone tumours. J Bone Joint Surg Br. 2006;88:1487-91.
10. Chen TH, Chen WM, Huang CK. Reconstruction after intercalary resection of malignant bone tumours: comparison between segmental allograft and extracorporeally-irradiated autograft. J Bone Joint Surg Br. 2005;87:704-9.
11. Thompson RC Jr, Pickvance EA, Garry D. Fractures in large-segment allografts. J Bone Joint Surg Am. 1993;75:1663-73.
12. Aponte-Tinao L, Farfalli GL, Ritacco LE, Ayerza MA, Muscolo DL. Intercalary femur allografts are an acceptable alternative after tumor resection. Clin Orthop Relat Res. 2012;470:728-34.
13. Vander Griend RA. The effect of internal fixation on the healing of large allografts. J Bone Joint Surg Am. 1994;76:657-63.

Intercalary Allograft Reconstruction after Malignant Tumor Resection around the Knee

Eun-Seok Choi, M.D., Ilkyu Han, M.D., Ph.D., Hwan Seong Cho, M.D.,
Hyun Guy Kang, M.D., Ph.D.*, June Hyuk Kim, M.D.*, and Han-Soo Kim, M.D., Ph.D.
Department of Orthopaedic Surgery, Seoul National University College of Medicine, Seoul,
**Orthopaedic Oncology Clinic, National Cancer Center, Goyang, Korea*

Purpose: We aimed to assess the treatment outcomes and factors affecting bone union of intercalary allograft reconstruction after primary malignant bone tumor resection around the knee.

Materials and Methods: Twenty-one patients who underwent intercalary allograft reconstruction after resection of a malignant tumor of femur or tibia were retrospectively reviewed. The average follow-up period was 46.4 months. Location of the tumor was as follows: femur in 12 cases and tibia in 9. Osteosarcoma was the most common tumor (12 cases). Intercalary allograft was internally fixed with an intramedullary (IM) nail in 3 cases, with a plate in 12 cases and with an IM nail combined with a plate in 6 cases. The survival of the grafts and functional outcomes were evaluated. Factors affecting bone union and complications were assessed.

Results: All allografts survived without removal. The average Musculoskeletal Tumor Society functional score was 27. The mean length of the allograft was 16.7 cm and bony union took 10.9 months, in average. Nonunion occurred in 6 cases: at the diaphyseal side in 3, and the remaining 3 at the metaphyseal side. The graft length was shorter than average in all the diaphyseal side nonunion cases and longer than average in all the metaphyseal side nonunion cases. All cases of nonunion obtained bone union after additional operations (autologous bone graft alone: 1, bone graft with hardware change: 5).

Conclusion: Survival and functional outcomes of intercalary allograft were satisfactory. Long allograft showed a tendency of fracture or nonunion at the metaphyseal side. Nonunion could be managed with additional operation without allograft removal.

Key words: osteosarcoma, intercalary reconstruction, allograft reconstruction

Received September 18, 2012 **Revised** October 16, 2012 **Accepted** November 1, 2012

Correspondence to: Han-Soo Kim, M.D., Ph.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Seoul National University College of Medicine, 101, Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul 110-744, Korea

TEL: +82-2-2072-2362 **FAX:** +82-2-764-2718 **E-mail:** hankim@snu.ac.kr