

골종양 절제후 방사선 조사한 자가골을 이용한 재건술

원자력병원 정형외과

이종석 · 전대근 · 김석준 · 이수용 · 양현석

-Abstract-

Reconstruction with Extracorporeally Radiated Autogenous Bone Graft After Wide Resection of Bone Tumors

Jong-Seok Lee, Dae-Geun Jeon, Sug-Jun Kim, Soo-Yong Lee
and Hyun-Seok Yang

Department of Orthopedic Surgery, Korea Cancer Center Hospital, Seoul, Korea

PURPOSE : For the reconstruction of large bone defect after tumor resection, it is possible to reuse the bone involved by tumor with some treatment to it. Several bone-reusing methods have been reported such as autoclaving, low-heat treatment(pasteurization) and intraoperative radiotherapy. We have used extracorporeally radiated autogenous bone graft for reconstruction after tumor resection, and analyzed the periods for junctional union, functional results and complications to know the indications of this method.

METHODS : From Dec. 1993 to Sept. 1995, nine patients had taken autogenous bone graft with extracorporeal irradiation. Eight cases were osteosarcoma and 1 giant cell tumor.

The graft sites were 5 in femur, 3 proximal tibia and 1 femur and tibia. Stage 3 was 1 case(GCT), Stage IIB 3 and Stage IIIB 5. After wide resection, surrounding soft tissue and intramedullary and extramedullary portion of the tumor were removed. Radiation was done in 5000cGy to the resected bone. Ender nails and bone cement were inserted and filled into the medulla to prevent fracture.

RESULTS : Average follow-up period was 12.3(4 to 21) months. Average junctional union period in simple X-ray was 6.5 months in 4 cases. Average functional score following Enneking's criteria was 19(12-27). Complications were as follows ; condylar fractures and femur neck fracture in 4 cases, subluxation of the knee joint 3 and infection 1. Although local recurrence was detected in 1

※ 통신저자 : 이 종 석
서울특별시 노원구 공릉2동 215-4
원자력병원 정형외과

case, the site of recurrence was not in the radiated bone but surrounding soft tissue. At final follow-up, no recurrence was found in one case (GCT), CDF 2, AWD 2, DOD 3, and died of chemotherapy related sepsis 1.

CONCLUSIONS : Extracorporeally radiated bone autograft is considered to be a method for reconstruction of the large bone defect made by tumor resection, especially in the reconstruction around the joint.

Key Words : Bone tumor, Radiation, Reconstruction

서 론

악성 골 및 연부조직 종양의 치료에 있어서 절단술에 비해 사지보존술이 주류를 이루게 됨에 따라 종양의 광범위 절제술 후 생기는 골 결손에 대한 여러 가지 재건방법이 보고되었다. 현재까지 사용되는 방법으로는 종양대체삽입물, 골시멘트 및 골수정을 이용한 방법¹⁾, 자가골 이식술, 동종골 이식술^{3,6)} 그리고 열처리된 자가골 이식술²⁾ 등이었다. 이러한 여러 가지 방법들은 각각의 장점과 단점들을 가지고 있는데, 우리나라와 같이 동종골을 얻기에 제한이 있는 경우 자가골을 이용한 재건술의 필요성이 한층 절실하다.

저자들은 사지에서 발생한 골종양 환자에서 원발 병소부위를 절제한 후 절제된 골에 방사선을 조사하여 재삽입 하였으며 이 술식의 적응증, 향후 적응 가능성 등을 알아보고자 본 연구를 시행하였다.

연구대상 및 방법

1993년 12월부터 1995년 9월까지 사지에서 발생한 골종양 환자중 원발 병소부위를 절제후 절제된 골에 방사선을 조사하여 재삽입하였던 9례의 환자에 대하여 시술방법, 합병증, 골유합기간, 기능적 결과, 종양학적 결과 등을 분석하였다(Table 1).

전체 환자 9명중 남자가 5명, 여자가 4명이었다. 연령은 8세에서 71세까지로 평균 25.3세였다.

원인 질환별로는 골육종 8예, 거대세포종이 1예였다. 원발병소는 대퇴골이 5예, 경골 근위부 3예 그리고 대퇴골 및 동측 경골 근위부가 1예였다. 대퇴골 5예중 4예는 대퇴골 거의 전장에 걸쳐 병변이 있는 골육종이었으며 병적골절이 1예있었다. 다른 1예는 양측 대퇴골에 병변이 있는 다발성(multifocal) 골

육종이었다. 경골근위부 3예중 2예는 원발성 골육종, 거대세포종이었고 나머지 1예는 추시중 발견된 전이성 골육종이었다. 대퇴골 전장 및 동측 근위 경골부에 병소가 있었던 1예는 대퇴골 병소가 원발부위이고 경골부 병소는 전이된 것으로 생각하였다.

Enneking의 분류에 따른 외과적 병기는 Stage IIB가 3예, Stage IIIB 5예 그리고 Stage 3가 1예(거대세포종)였다.

수술전 자기공명영상(MRI)을 시행하여, 종양의 절제범위 및 절제 후 재건술에 대한 계획을 세우고 수술시 종양을 포함하여 주변의 정상 골 및 연부조직에 둘러싸인 채로 절제하여, 절제연이 광범위(wide margin) 혹은 치유적 절제연(curative margin)이 되도록 하였다.

종양과 함께 적출된 골은 재건술에 필요한 관절막, 인대 등을 제외한 연부조직과 종양부위를 제거한 후, 소독된 포로 삼중으로 싼후 치료방사선과로 보내 코발트 60 감마선으로 5000cGy양을 약 1시간 동안 조사하였다.

방사선을 조사한 조직은 조사직후에 골조직, 관절연골 그리고 관절막, 인대 등 연부조직의 구조가 유지되어 있다. 골조직은 술후 병적골절을 막기위해 골수강내 삽입물인 Ender 정과 골시멘트를 이용하여 보강하였고, 관절부위는 관절연골이 유지되어 있으므로 인공관절 성형술은 시행하지 않았다. 관절막 및 인대등 연부조직의 재건은 재삽입한 조직에 남아 있는 연부 조직에다 정상 조직을 다시 봉합해 주거나 Nylon mesh를 이용하여 재건하였다. 대퇴골과 동측 근위 경골에 병소가 있었던 1예는 대퇴골과 근위 경골을 관절막으로 연결된 상태로 슬관절외절제(extraarticular resection)를 시행한 후 슬관절을 보존한 상태로 방사선을 조사하여 다시 삽입하였다.

술후 외고정은 관절막 및 주위 연부조직의 치유를 위해 약 4-6주간 부목, 석고붕대등으로 외고정을 실

Table 1. Patient's characteristics

Case No.	Age/Sex	Location	Stage	Diagnosis	Margin	Union (month)	Lo. recur	Meta.	Final status	Fc. Score	Complication
1	10/F	femur	IIB	OS	W	4.4	-	-	CDF	24	
2	22/M	femur	IIB	OS	W		-	+	DOD	27	Knee subluxation
3	13/M	femur, both	IIIB	OS	W	9.3	-	-	CDF	17	condyle fx., knee subluxation
4	14/M	femur	IIIB	OS	W		-	+	AWD	13	infection
5	8/M	femur	IIIB	OS	M		+	+	AWD	12	femur neck fx., absorption
6	14/F	femur, tibia	IIIB	OS	W		-	-	DOT	21	
7	63/F	prox. tibia	3	GCT	W	6.1	-	-		19	condyle fx.
8	71/F	prox. tibia	IIB	OS	W	6.0	-	+	DOD	19	condyle fx.
9	13/M	prox. tibia	IIIB	OS	W		-	+	DOD	19	Knee subluxation

* OS ; osteosarcoma, GCT ; giant cell tumor, W ; wide, M ; marginal,

Lo. recur ; local recur, Fc. score ; functional score, fx. ; fracture

CDF ; continuous disease free, AWD ; alive with disease, DOD ; died of disease

DOT ; died of chemotoxicity

시하였다.

술후 추시상의 단순 방사선사진을 분석하여 정상 골과의 접촉면에서의 골유합(junctional union) 시기를 측정하였다. 그리고 수술 후 하지의 기능, 합병증, 원발병소의 재발, 원격 전이, 최종추시때의 생존상태 등의 측면에서 임상적 평가를 하였다.

결 과

평균 추시기간은 12.3개월(4-27)이었다. 9명 환자들의 최종 추시시 생존 상태는 종양의 국소재발이 없거나(거대세포종 1예) 지속적 무병생존이 3예, 유병상태 생존 2예, 종양으로 사망한 경우 3예 그리고 화학요법 합병증에 의한 사망이 1예(증례 6)였다. 사망한 3예(증례 2, 8, 9)는 모두 국소 재발없이 폐전이로 사망하였다.

국소재발은 변연부 절제연을 얻었던 1예(증례 5)로 국소재발 부위는 방사선을 조사한 골에서 생긴 것이 아니고 주위 연부조직에서 발생하였다.

방사선 조사한 골과 정상골과의 접촉부위가 있었던 6예중 유합기간을 평가할 수 있었던 4예(증례 1, 3, 7, 8)에서 골의 유합기간은 평균 6.5개월(4.4-9.3)이었다.

술후 기능평가에서 Enneking 등⁴⁾의 기능평가상 평균점수는 19(12-24)로 63.3% 였다.

합병증으로는 골절이 4예로 대퇴경부 골절 1예(증례 5)가 술후 16개월에, 원위대퇴골 골절 1예(증례 3)가 술후 15개월에, 근위경골과 골절 2례(증례 8, 9)가 각각 술후 11개월, 8개월에 발생하였다. 슬관절 후외측 아탈구 3예(증례 2, 3, 9)가 술후 6, 10, 5개월에 각각 관찰되었고, 피부괴사에 따른 심부감염이 1예(증례 4) 있었다.

고 찰

악성 골-연부종양의 수술적 치료에서 MRI 등 영상기술의 발달로 술전 종양의 범위를 보다 잘 알 수 있게 되었고 효과적인 술전 항암화학요법의 발달로, 절단술 보다 사지보존술의 빈도가 높아졌다. 이에 따라 술후 골-연부의 결손을 재건하는 방법이 다양하게 시도되어 왔는데 그중 종양을 광범위하게 절제한 후의 골결손부를 재건하는 방법으로 종양대체삽입물

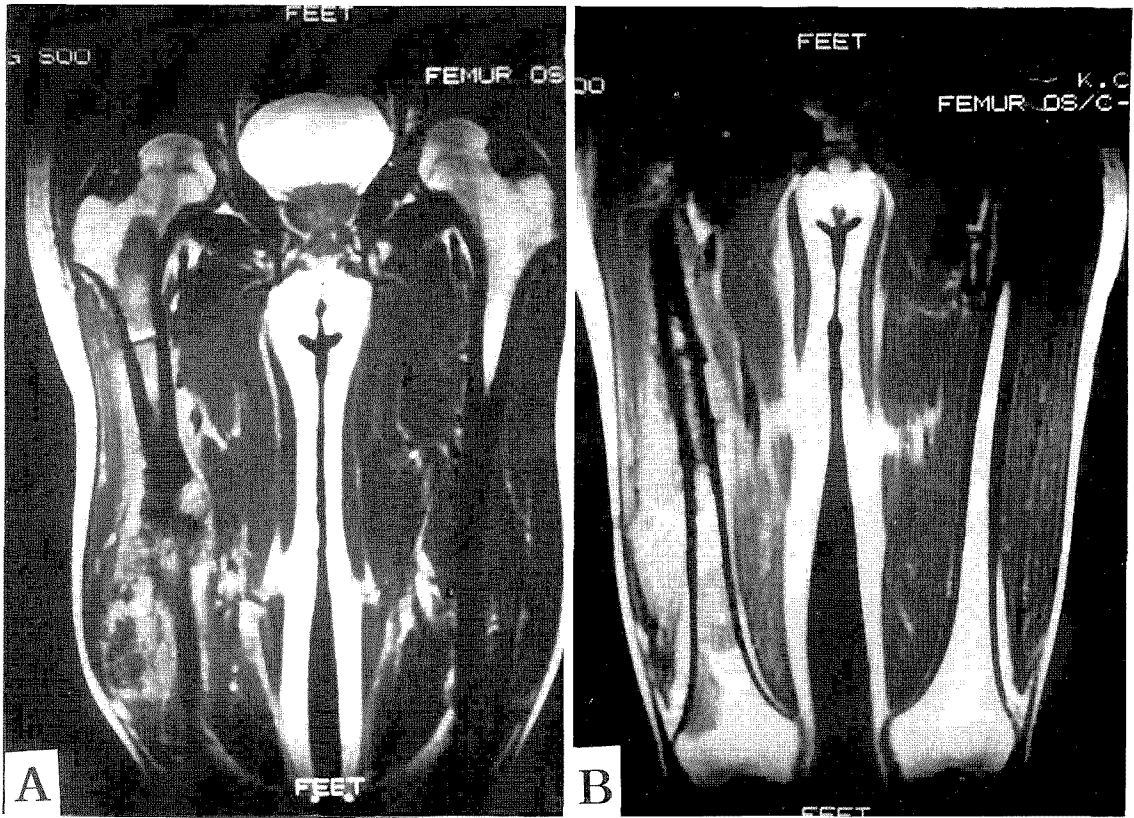


Fig. 1-A, B. MRI of the osteosarcoma patient at right femur shows tumor involvement of whole femur with skip metastases.

(tumor prosthesis), 절제 후 골시멘트를 이용한 관절고정술¹⁾, 단순 자가골 이식술(autograft), 열처리 후 자가골 이식술(autoclaved or low heat-treated autogenous bone graft)²⁾ 그리고 동종골 이식술(allograft)^{3,6)} 등이 이용되고 있다.

종양대체삽입물의 경우 고가이며 수술 후 감염, 삽입물의 골절, 해리, 마모 등 합병증이 따를 수 있으며, modular type의 경우 개개인의 골의 해부학적 차이를 정확히 복구해 줄 수 없으며, 주문 제작형은 제작 및 이송시간이 필요해 제한이 있다. 절제 후 골시멘트를 이용한 관절고정술은 가동관절을 얻을 수 없고, 절제면이 상하 2개의 관절을 포함할 때 적용하기 어려우며, 한시적인 방법이라 할 수 있다. 단순 자가골 이식은 골채취를 위해 정상골을 파괴해야 하고 골결손이 클 경우 충분한 크기의 골편을 얻을 수 없다. 열처리한 자가골 이식술은 관절부위를 포함할 경우 관절연골을 보존하지 못하므로 관절고정술을

시행하거나 인공관절을 사용한 관절성형술을 추가로 시행해야 한다. 동종골 이식의 경우 우리나라에서는 이식골을 얻는데 큰 제약이 있으며 이식골에 의한 감염의 전파, 조직거부반응, 해부학적으로 결손부위에 일치하는 조직을 얻기 힘든 점 등이 제한점이 될 수 있다. 방사선을 조사한 자가골 이식술은 종양에 의한 골파괴가 심하지 않으면 자가골을 재사용하므로 골의 해부학적 원형을 유지한 상태로 재건할 수 있고, 관절연골이 유지되므로 인공관절을 이용한 관절성형술 없이도 관절을 복구할 수 있으며, 연부조직도 유지시킬 수 있으므로 재건에 유리하고, 비용이 저렴하며, 동종골처럼 재료를 구하는 어려움이나 면역반응, 감염전파 등에 대한 문제가 없다.

저자들은 방사선 조사량을 일반적인 외부 방사선 조사시(external radiation) 치료량(therapeutic dose)에 해당하는 5000cGy를 일시에(약 1시간) 조사하였다. 저자들과는 다른 방식이기는 하나

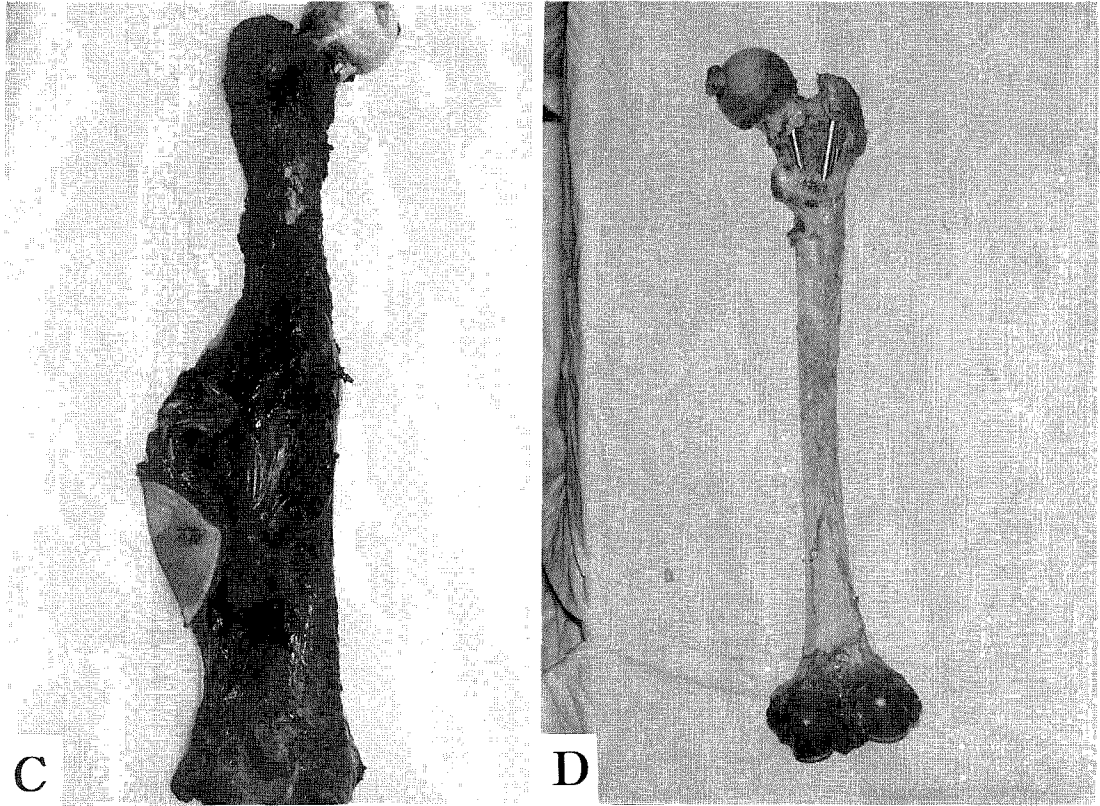


Fig. 1-C. Resected specimen of the bone tumor and surrounding soft tissues.

D. After extracorporeal radiation(5000 cGy), femur was reinforced with intramedullarynails(Ender nail) and bone cementSpecimen shows the preserved cartilages atfemoral head and distal femoral condyle after radiation.

Kotoura 등⁵⁾은 intraoperative radiation therapy시 50-100Gy를 조사하여 장기적이고 거의 완벽한 국소재발 방지(local control)를 보고하였다. 종양세포는 완전히 사멸시키면서 골조직에는 생역학적 및 생리학적 변화를 최소화하는 최적의 조사량 및 조사방법에 대해서는 추후 연구가 필요할 것으로 생각된다.

골의 유합에 관해서는 대량의 방사선을 조사한 경우 골의 생명력은 없어진 것이며 단지 골재생의 재료로서 역할을 할 것으로 생각되지만 인접한 정상 골조직에서 가골이 형성되고 이식골에서 잠행성 치환(creeping substitution)이 진행될 것이므로 접경부 골유합(junctional union)은 이루어 지는 것으로 생각된다.

Aho 등³⁾은 동종골 이식술 후 이식골과 정상골간

의 골유합은 대개 3-4개월에 골형성 소견이 보이고 12-24개월까지 서서히 골유합이 이루어진다고 보고 하였다. 저자들이 보고한 열처리 자가골 이식술의 경우²⁾ 골의 접경부 골유합의 기간은 열처리 방법에 따라 평균 6.1개월 및 7.3개월이었다. 일반적으로 방사선을 조사한 경우 골절치유가 억제되는 것으로 알려져 있는데 저자들의 경우 비록 4예의 분석 결과이기는 하지만 골유합 기간이 평균 6.5개월로 정상조직에 비해 길지만 기능의 유지에는 지장이 없는 정도의 유합을 보였다. 소아, 골간단부의 경우 비교적 빠른 유합 소견을 보였고, 특히 해면골 자가골 이식을 절골술 부위에 시행했을 경우 더욱 빠른 골유합 소견을 나타내었다(증례 1).

골연골(osteochondral) 이식의 경우 술후 추시상 관절 간격의 감소나 소실이 관찰되지 않는 것으로



E

Fig. 1-E. Radiated specimen was reinserted into the resection site and joint capsules were reconstructed.

보아 방사선 조사에 의해 이식골의 관절연골이 생물학적 손상을 입겠으나 술후 추시 기간까지는 기계적 부하를 견디는 것으로 생각된다. 그러나 재생 가능한 연골은 아니므로 장기적으로는 관절치환술 등이 필요할 것으로 예상되나 결론을 위해서는 보다 장기적 추시를 요할 것이다.

술후 Enneking 기준⁴⁾에 따른 하지기능 평가상 최저 12(증례 5)에서 최고 27(증례 2)로 평균 19였다. 증례 5의 경우 종양이 대퇴골 전장과 슬관절내로 침범하여 대퇴골 모두와 근위 경골의 일부를 포함하여 관절외절제를 시행하고 고관절을 포함한 대퇴골의 근위부를 방사선 조사하여 사용하고 슬관절부는 Ender 정과 골시멘트로 한시적 슬관절 고정술을 시행하였는데 종양제거시 대퇴부의 전방구획이 거의 모두 제거되었던 환자였다. 증례 4의 경우 술전 병적 골절이 있었고 수술시 역시 대퇴의 전방구획이 모두 절제되고 술후 심부 감염이 있었던 예로 기능이 좋지 않았다. 증례 3의 경우 양측 대퇴골에 병소가 같이 있었던 다발성 골육종 환자로 우측은 한시적 슬

관절 고정술을, 좌측은 방사선조사 자가골 이식술을 시행했고 술후 대퇴골 원위부 골절과 심한 슬관절 붕괴(collapse)소견을 보였던 환자였다. 저자들이 사용한 기능평가 기준과는 다르지만 Mankin 등⁶⁾은 excellent, good, fair, failure의 기준으로 718례의 동종골이식에서 74%가 excellent, good에 속한다고 하였고, 저자들이 이미 발표한 종양제거술후 한시적 슬관절 유합술의 경우 평균 점수는 22.5(75%)였다. 그러나 Mankin 등의 예는 전례가 조직학적 고 악성도(high grade)의 골종양은 아니고, 저자들이 이미 보고한 한시적 슬관절 유합술의 경우도 방사선조사 자가골 이식술의 예보다는 종양 상태가 비교적 경한 것으로 생각되어 수치상의 단순 비교는 어렵다고 생각된다.

Mankin 등⁶⁾에 의하면 동종 이식골의 골절은 19%로 보고하였고 술후 3년내에 주로 발생한다고 하였다. 이 경우 이식골의 치환(substitution)이 서서히 일어나고 이식된 골의 대사(metabolism)가 매우 미약하여 기계적 부하를 이기지 못하는 것으로

보고되고 있다³⁾. 저자들의 경우 방사선을 조사한 골이므로 술후 이런 병적 골절이 예상되어 수술시 골수강내 삽입물인 Ender정과 골시멘트를 이용하여 골절을 예방하고자 하였는데 골간부는 골절예가 없는 반면 술후 골절예가 모두 골간단부에 발생하여 이 부위가 내고정과 골시멘트로는 불충분하였던 것으로 생각된다. 대퇴경부 골절 1예(증례 5)는 수술시 대퇴경부 쪽으로도 내고정과 골시멘트 충전술을 하였다면 골절을 방지할 수 있었을 것으로 생각된다. 이 경우 환자가 골절부위의 통증을 호소하지 않고 추가 내고정이나 외고정으로 유합이 어려울 것으로 생각되어 골절에 대한 치료는 하지 않았다. 원위대퇴골 골절 1예(증례 3)와 근위경골과 골절 1례(증례 8)는 골절후 관절기능 소실이 심하여 이식골을 제거하고 관절성형술을 시행하였다. 근위경골과 골절 1예(증례 9)는 골절후 통통이나 관절기능 장애가 심하지 않고 관절간격이 유지되어 있어 보조기 착용만을 시행하였다. 슬관절 후외측 아탈구의 경우 보조기 착용으로 보행에 지장을 주지는 않았다. 이식골로 재건술을 시행할 때 십자인대의 재건은 하지 못 하더라도 슬관절부의 관절막을 세심하게 복원시킨 경우는(증례 7, 8) 아탈구가 발생하지 않았지만 관절막 재건이 불충분하였던 경우 아탈구가 잘 발생하였다.

Mankin 등⁶⁾은 동종골 이식후 감염이 11%였으며 술후 약 1년내에 발생한다고 하였다. 저자들의 경우 피부괴사에 따른 심부감염이 1예(증례 4)로 계속적 항생제 투여에도 호전이 없어 결국 대퇴관절 이단술을 시행하였다. 종양제거시 주위 피부 및 연부조직의 소실이 심하므로 이런 연부조직의 재건을 충분히 함으로써 연부조직의 괴사나 감염에 따른 2차 이식골의 감염을 막을 수 있을 것으로 생각된다.

소아에서 체외 방사선 조사골을 적용하였을 경우 이 뼈는 성장이 되지 않으므로 추후 성장에 따른 다리 길이의 차이를 교정해야 하는 것이 문제이다. 저자들의 증례는 이것이 문제될 정도로 장기 추시된 예는 아직 없으나 소아 골육종에서 한시적 슬관절고정술 후 장기 생존한 예에서 연부조직에서 하지연장을 시행하고 재슬관절고정술 또는 가동관절로 바꾼 치험이 있는 바, 전술한 경우에도 방사선을 조사하였던 골조직에서의 하지연장술은 어려울지라도 연부

조직에서 연장을 시행하고, 남은 골결손 부위는 종양대체삽입물 또는 골연골 동종골이식 또는 인공관절 복합 동종골이식(composite allograft) 등이 가능할 것으로 생각된다.

결 론

방사선을 조사한 자가골의 사용은 1)관절을 포함한 종양절제후 관절재건술이 필요한 경우 특히 인공관절을 적용하기 어려운 소아, 2)병변이 장관골의 전장을 침범하였거나 치료중 생긴 골전이병소 등 예후가 불량할 것으로 생각되어 경제적으로 부담이 가는 술식을 적용하기 곤란할 경우, 3) 그외 골종양 제거후 생긴 큰 골결손 등의 재건에 사용할 수 있는 유용한 방법의 하나로 생각된다.

REFERENCES

- 1) 이수용, 전대근, 이종석, 최석민, 정동환 : 슬관절주위 악성 골 및 연부조직 종양에서 골수강내고정물과 골시멘트를 이용한 한시적 슬관절유합술. *대한정형외과학회지*, 30:89-96, 1995.
- 2) 이종석, 전대근, 김하용, 강용혁, 정동환, 이수용 : 골 및 연부조직 종양 절제후 열처리 자가골 이식술을 이용한 골결손부 재건. *대한정형외과학회지*, 30:1308-1315, 1995.
- 3) Aho AJ, Ekfors T, Dean PB, Aro HT, Ahonen A and Nikkanen V : Incorporation and clinical results of large allografts of the extremities and pelvis. *Clin Orthop*, 307 : 200-213, 1994.
- 4) Enneking WF, Dunham W, Gebhardt MC, Malawar M and Pritchard DJ : A system for the functional evaluation of reconstructive procedures after surgical treatment of tumors of the musculoskeletal system. *Clin Orthop*, 286 : 241-246, 1993.
- 5) Kotoura Y, Yamamuro T, Kasahara Y, Shibamoto Y and Abe M : Intra-operative radiation therapy for malignant bone tumours. In : Kiat TS ed. *Limb salvage - current trends*. 7th international symposium ed. Singapore, ISOL : 151-154, 1993.
- 6) Mankin HJ, Gebhardt MC, Jennings LC, Springfield DS and Tomford WW : Long-term results of allograft replacement in the management of bone tumors. *Clin Orthop*, 324 : 86-97, 1996.