

골연부 종양에서 저온 열처리한 자가골을 이용한 재건술

원자력병원 정형외과

전대근 · 이종석 · 김석준 · 조완형 · 박봉준 · 이수용*

- Abstract -

Autogenous Low Heat Treated Bone Graft for Bone Reconstruction in Bone and Soft Tissue Tumors

Dae-Geun Jeon, Jong-Seok Lee, Sug-Jun Kim,
Wan-Hyeong Cho, Bong-Jun Kwag, Soo-Yong Lee

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

Although autoclaved autogenous bone reconstruction is one of the established procedures, it may have some problems in bone regeneration and mechanical property. The purpose of this study is to evaluate the efficacy of more biologic and anatomical reconstruction where allograft is not readily available. From Aug.1991 to Feb. 1996 the authors analyzed 32 cases of reconstruction with autogenous low heat treated bone. Autogenous graft sites were humerus 4, tibia 4, pelvis 9, and 15 femur. Average follow-up period was 23(range;12-51) months. There were 49 graft-host junctional sites. Diaphysis was 22, metaphysis 10, and flat bone 17. Average duration of healing for the 38 united sites was 7 months. Average union time for each anatomical area 8 months in 19 diaphysis, 12 months in 7 metaphysis, and 12.7 months in 12 flat bone(pelvis). Eleven nonunion sites consisted of 3 diaphysis(3/22), 3 metaphysis(3/10), and 5 flat bone(5/17). Complications other than nonunion were local recurrence(4), bone resorption(3), graft fracture(2), osteomyelitis(1), metal failure(2), and wound infection(1). Initial bone quality and stable fixation technique was important for union rate. Plate and screw is a good method for diaphyseal lesion. Metaphyseal and flat bone are weak area for rigid fixation and one stage augumentation with iliac bone graft can be a salvage procedure.

Key Words : Reconstruction, Low heat, Autogenous, Bone graft, Musculoskeletal tumor

*통신저자 : 이수용
서울특별시 노원구 공릉동 215-4
원자력병원 정형외과

* 본 논문의 요지는 1997년 대한골관절종양학회 춘계학술 대회에서 구연되었음.

서 론

악성 골연부 종양 절제 후 가능한 재건 술식중 절제한 골을 재사용하는 방법은 경제적으로나 생역학적인 면에서나 여러 이점이 많은 방법이다. 그러나 재활용한 골에서 국소재발의 가능성이 없어야 하며 장기간 추사에서 골질의 변화가 기계적 안정성에 영향을 주지 않을 정도여야 하고 합병증이 다른 술식에 비해 유의하게 높지 않아야 할 것으로 생각된다. 본 연구의 목적은 이 술식의 조기 및 장기적 합병증과 골유합 과정을 평가하며 각 해부학적 위치 및 골질의 상태에 따라 가장 적합한 고정방법을 연구하여 동종골을 얻기 힘든 우리의 실정에 알맞는 재건 술식을 확립하고 골 연부종양 환자의 생존율과 삶의 질을 증가시키는 데 있다.

연구 대상 및 방법

1991년 8월부터 1996년 2월까지 본원에 내원한 골 연부종양 환자중 48례에서 종양을 포함하여 절제한 자가골을 저온 열처리해서 재삽입하였다. 재사용한 골의 유합정도 및 가능한 합병증을 평가하기 위하여 술후 1년이상된 예만 분석하였으며 32례가 해당되었다. 남자가 19명 여자가 13명이었으며, 평균 연령은 29(14-59)세 였다. 술전 병기 결정을 위한 기본검사로 환부 및 폐 단순 방사선, 전신 골주사, 환부 자기공명영상, 폐단층촬영을 시행하였으며 화학 요법에 필요한 임상병리 검사도 병행하였다. 병기 결정은 Enneking의 기준을 적용하였으며 1b가 2례, 1B가 3례, ⅡA가 1례, ⅡB가 21례, ⅢB가 5례였다. 28례의 골종양중 전이성 종양이 2례(유방암 골전이), 원발성 악성 골종양이 24례(골육종 16례, 악성 섬유성조직구종 1례, 유양육종 2례, 연골육종 4례, 상피성 혈관종 1례), 저악성도의 골육종이 1례, 거대세포종이 1례, 연부조직종양이 4례(지방육종 1례, 외골격성 골육종 1례, 섬유육종 1례, 악성 섬유성 조직구종 1례)였다. 악성골종양은 원발 병소부위를 포함하여 종양의 변연부에서 최소 3cm의 절제연을 얻는 것을 원칙으로 하였다. 연부조직종양의 경우 안전한 절제연을 얻기 위해 골절제를 시행하였다.

절제한 골의 처리방법은 종양을 주위연부조직과 함께 적출 후 연부조직 및 종양을 피질골만 남기고 완전히 제거하여 65℃ 항온조에 넣어 30분간 중탕시켰다. 열처리가 끝난 후 장관골은 생리식염수로 세척하여 재삽입하였으며 골반골은 골수강내 공간을 골시멘트로 충전시켰다. 병소의 위치는 상완골이 4례, 대퇴골이 15례, 골반골이 9례, 경골이 4례였다. 보조적 치료는 술전 및 술 후 항암화학요법을 21례에서 시행하였고, 절제연이 불충분한 3례는 술후 방사선 요법을 추가하였다.

재건방법은 내골반골 절제술이 9례(고관절 전치환술과 금속판 조합 7례, 핀과 나사못을 이용한 고정 2례), 분절 절제술이 10례(금속판과 나사못을 이용한 고정술 7례, 골수강 내고정물을 이용한 고정술 3례), 절제 후 남은 부위의 골이 적은 관계로 고정에 적합한 골질을 확보하기 위해 재사용한 례가 4례(상완골 3례, 근위 대퇴골 1례), 자가골과 인공관절 조합이 9례(근위 대퇴골 7례, 대퇴골 전장 2례)였다. 근위 대퇴골에서 인공관절과 조합술시에는 원위부의 회전을 막기위해 췌기형 절골술 및 골시멘트를 사용하였으며 2례는 금속판과 나사못으로 보강하였다. 술후 절제연은 광범위 이상이 25례, 변연부 절제가 7례였다.

재사용된 골의 재생 및 절골 부위의 골유합 정도를 판단하기 위해 1달 간격으로 단순 방사선 촬영을 하였으며 골에 혈행 생성 유무를 알기 위해 전신 골주사 검사를 3개월 마다 시행하였다. 골유합은 방사선상 절골부위의 피질골에 절골선이 없어지거나 절골부위 양쪽으로 가골이 형성되는 것이 보이면 유합이 진행되는 것으로 평가하였으며 방사선상 유합의 소견이 보이지 않더라도 임상적으로 고정부위의 움직임이나 동통 등이 없으면 술 후 20개월 까지는 지연유합으로 생각하고 조기에 수술적 치료를 시행하지 않았다. 장관골은 골간부와 간단부로 나누어 분석하였으며 편평골은 따로 평가하였다. 최종추시상 환자의 기능평가는 ISOLS의 기준을 따랐다.

결 과

1) 절골부 골유합

평균 추시기간은 23(12-51)개월이었다. 골유합 평가부위는 전부 49개 였으며 골간부가 22개, 간단부

가 10개, 편평골이 17개였다. 평균 7개월에 49부위 중 38개에서 골유합을 관찰하였으며 불유합된 11부위는 골간단부가 3개(3/22), 편평골이 5개(5/17), 골간단부가 3개(3/10)였다. 골간부의 평균 유합기간은 8개월이었으며 골간단부와 편평골의 유합기간은 12.7개월이었다. 불유합된 11곳 중 5곳에 대해 수술을 시행하였다. 골간단부 불유합은 3례 모두 수술하였으며 2례는 각각 술후 10, 23개월에 자가골 이식술과 생비골 이식술로 골유합을 얻었으며 나머지 1례는 술후 18개월에 감염이 발생하여 골 소파술 및 자가골 골이식술을 하였으나 3개월 후 감염이 재발하여 다시 골 소파술 및 모든 내고정물을 제거하고 2개월간 항생제 투여와 석고고정 후에 생비골이식술을 하여 현재 골유합이 진행중이다. 골 간부 불유합 3례 중 2례에서 술후 6, 10개월에 자가골이식술을 하였으며 나머지 1례는 골형성성 불유합으로 생각하고 보조기만 착용하였다. 골간부 불유합중 조기에 수술한 2례는 금속판 내고정 후 각형성 및 내고정물의 파괴로 조기에 자가골 이식술 및 재고정술을 시행하였다. 편평골은 불유합 5례 중 비구외측에 골흡수가 진행되는 1례만 자가골 이식술을 시행하였다. 술후 화학요법을 받은 군의 불유합은 8(8/32:25%)였었고 안받은 군은 3례(3/17:17%)로 차이가 없었으며 평균 골유합을 얻은 기간도 각각 10개월로 같은 결과를 얻었다. 전신 골주사 검사상 2례에서 술후 36, 45개월에 골반골과 대퇴골 재사용 부위에 부분적으로 흡수 증가 소견이 보였다.

2) 합병증

합병증은 총 21례(55%)였으나 그중 수술을 요하는 것은 4례(11%)였다. 소아의 골반골 골육종 환자에서 재삽입 후 8개월에 대퇴골두에 무혈성괴사가 1례 있었으며 내골반골 절제환자 중 4례에서 고관절 탈구가 발생하여 3례는 도수정복 및 하지 고수상 석고고정을 6-8주간 시행하여 증상 소실되었고, 1례는 습관성 전방탈구로 비구컵을 재위치시키는 수술을 시행하였다. 대퇴골 전장을 종양 인공관절과 조합하여 치환한 환자 2례에서 슬관절 후방 아탈구가 발생하였으나 장하지 보조기를 사용한 보행에는 문제가 없었다. 술 후 8, 10, 16, 22개월에 국소재발이 4례 있었으나 열처리하여 재사용한 골에서 재발한 것은 아니었고 절제연 확보가 불충분하였던 예에서 발생

하였다. 원위경골 골육종 1례에서 재삽입한 골에 골수염이 발생하였으며 소파술 후 자가골 이식술 및 범 거골유합술을 시행하였으나 3개월 만에 재발하여 내고정물 모두 제거하고 생비골이식술을 시행하였다. 창상감염이 1례 있었으나 보존적 요법으로 증상 소실 되었고, 내고정물의 파괴가 2례(금속판 및 스크류고정)되어 내고정물 교체 및 자가골 이식술을 시행하였다. 추시도중 지속적인 골흡수가 3례 있었으며 모두 골반골을 재 사용한 례였다. 재사용한 골의 골질이 3례 있었으며 2례는 체중 부하 위치가 아니므로 증상이 없었으며 1례는 폐 및 척추전이 병발로 추시만 계속하였다.

3) 생존율 및 기능평가

최종 추시상 지속적 무병생존이 19례, 질병으로 인한 사망이 6례, 질병의 증거 없는 것이 5례, 유병상태 생존이 2례였다. 32례 전체의 평균 기능 평가는 22.6이었고 상지가 22.5(4례), 하지중 대퇴골이 22.6(16례) 경골이 18.6(3례) 골반골이 21(9례)이었다.

고 찰

악성 골종양에서 절제한 골을 재사용한다는 개념은 특히 우리나라와 같이 종양인공관절을 전량 수입하여야 하고, 동종골은 문화적 여건상 구하기가 어려운 실정에서 경제적으로나 해부학적으로나 이상적으로 생각되는 시술법이나 가장 중요한 것은 재사용된 골에서 종양의 재발이 없어야 할 것으로 생각된다. 원발병소골의 재사용 방법은 크게 두가지가 가능하다. 첫째는 액체 질소를 이용한 저온처리 방법으로 저악성도 종양이나 침습성 양성종양에 주로 해당되며 고악성도 종양에서는 종양세포에 대한 사멸 효과가 불확실하여 적용하기 어려운 점이 있다¹⁾.

두 번째는 Thompson과 Steggal이¹¹⁾ 처음 시도한 고온 가압멸균 방법이다. 절제한 골에서 육안으로 보이는 종괴를 모두 제거한 후 섭씨 131℃에서 5분간 좌불소독하는 방법으로 종양세포를 사멸시키는 효과는 확실하나 Urist는¹²⁾ 골형성 단백질이 70℃ 이상에서 1시간 정도면 파괴되며 Kohler 등은⁵⁾ 가토골 간부를 131℃에 2분간 처리하면 염전력 검사상 약 9%가 감소한다고 하였다. Kirk와 Johnston은⁴⁾ 고온 가압 멸균방법이 장기간 추시시에 골질의 흡수 및 지

연유합 등의 문제가 있으나 중앙 인공관절과 조합하면 비교적 좋은 결과를 얻을 수 있으며 특히 골반골이나 원위 경골과 같이 적절한 대체물을 구하기 어려운 장소는 좋은 적응증이 된다고 하였다. Inokuchi 등은²⁾ 65°C에서 중앙세포와 박테리아 및 바이러스까지 효과적으로 사멸시킬 수 있다 하였고, 이에 저자들은 중앙세포를 효율적으로 사멸시키며 골의 생역학적인 변화를 최소화시킬 수 있는 방법으로 같은 온도에 처리시간은 30분을 설정하였다. 어떤 방법으로든 자가골을 재처리하여 사용하는 것은 해부학적인 재건 및 자가골과의 유합을 기대할 수 있어 생역학적인 이점이 있으며 저자들의 경험으로는 주위 연부조직이 재사용한 골의 외측 피질부에 미세 혈관을 형성하며 부착되는 것을 확인하였다. 그러나 문제점으로는 첫째, 원발 병소부위의 골질과피가 심할 경우는 적용이 용이하지 않으며 동종골과 달리 관절 연골면을 사용할 수 없는 점이 있으나 골질이 불량한 경우 중 일부는 골시멘트로 보강하여 내고정물과 조합하면 기계적 강도를 얻는데는 문제가 없었으며 관절연골 문제는 현재 동종 골관절 이식술의 높은 실패율을^{3,7,8)} 감안할 때 동종골을 사용하더라도 인공관절과 조합하여 사용하는 것이 타당한 방법이라 생각된다.

둘째로 재사용한 골의 감염우려가 있으나 본 연구에서는 32례중 1례에 불과하여 동종골에⁶⁾ 비해 우수한 결과를 보였으며 화학요법을 시행한 군과 많은 군 사이에도 차이가 없어 감염의 위험은 매우 낮은 것으로 생각된다.

셋째는 골유합 문제로 평균 7개월에 방사선상 유합을 관찰할 수 있었으나 각 부위의 해부학적 특성이나 고정방법에 따라 유합기간이나 임상적 양상에 차이가 있었다. 골유합을 촉진하기 위한 방법으로 초기에는 재사용하는 골의 골수강 내에 냉동건조한 송아지뼈와 자가 해면골을 섞어서 넣고 외측 피질골에도 자가골을 이식하였으나 불유합되어 재수술한 경우에 관찰한 골수강 내의 소견은 사골로 충전되어 있었다. 골수강 내에 골유도를 위해 골질을 넣는 것은 무의미한 것으로 생각되며 골주사 검사로 3개월마다 추시한 결과로는 절골부 골유합이 잘 이루어진 경우 접합부의 음영이 증가하며 골의 외측 피질골에 연해서 미세하게 흡수가 증가하는 것을 관찰할 수 있었다. 장기간 추시 시에도 피질골의 외측 1/3 정도의 재혈관화가 이루어지는 것이 본 술식에서 기대

할 수 있는 최선의 결과로 생각된다. 재건술시 각 해부학적 위치에 따른 문제로 원위 대퇴골 간단부는 병소의 위치상 대퇴골 과상부 1-2cm 정도 위치에서 분절절제가 가능할 경우 재활용한 골과 원위부를 확실하게 고정하기 어려워 이 부위에서 불유합의 가능성이 높으나 불유합이 발생한 경우에도 더 튼튼한 내고정물로 바꾸고 자가 해면골을 이식함으로써 대부분 유합을 얻을 수 있었다. 원위 경골의 경우는 경골과 거골간 고정만으로도 안정된 고정이 가능하였다. 그러나 이 부위의 해부학적 특성상 불유합의 빈도를 줄이기 위해서는 자가 생비골 이식술을 초기에 병행하는 것이 좋은 방법이라 생각된다.

근위 대퇴골 소전자 하부 5cm이하는 분절 절제후 열처리한 자가골로 재건술을 시도하여 고관절을 보존하는 것이 당연한 술식이나 고정 방법상의 어려움이 있다. 생역학적으로는 골수강내 고정물을 사용하는 것이 가장 이상적이나 기술적으로 골수강내에 꼭 차는 크기의 내고정물을 사용하면 삽입시에 신연력에 의해 골절편 사이에 간격이 생기기 쉬워 골유합에 문제가 있고 적은 크기를 사용하면 견고한 고정이 힘들어 원위부의 회전 변형을 막기 위해 금속판 고정을 추가 하여야 하는 단점이 있다. 작은 직경의 골수강내 고정물을 사용할때 골시멘트로 충전되고 될 수 있으면 긴(30cm혹은 2이상) 고정물을 사용하면 회전변형을 피하고 견고한 고정을 얻을 수 있다. 중앙의 위치상 여기보다 위쪽에서 절골술을 하여야 할 경우는 남은 대전자부와 골유합을 기대하기 어렵고 원위부의 회전 변형이 심하므로 고관절을 포기하고 골수강내 고정부가 길게 설계된 반치환술 기구와 재처리한 골의 조합으로 재건하는 것이 유리하다. 이 경우 회전변형을 막기 위해 절골부위에 V-절골술과 골시멘트를 사용하는 것은 필수적인 술식으로 생각된다(Fig. 1). 상지는 체중부하를 하지 않는 부위이므로 고정방법에 따라 결과의 차이가 크지 않으나 금속판과 나사못을 사용하여 견고한 고정을 하는 것이 조기 골유합에 도움이 된다. 골반골은 절제 후 재건술에 적절한 대체물이 없는 현 상황에서 본 술식을 적용하기에 가장 좋은 위치이나 편평골의 특성상 골자체의 강도가 약하고 접촉면적이 적어 견고한 내고정을 얻는 것이 힘들며 따라서 골유합에도 문제가 있다. 저자들의 경험으로는 비구 주위를 절제 후 재건할 때가 가장 중요하며 기계적 강도를 얻기 위해

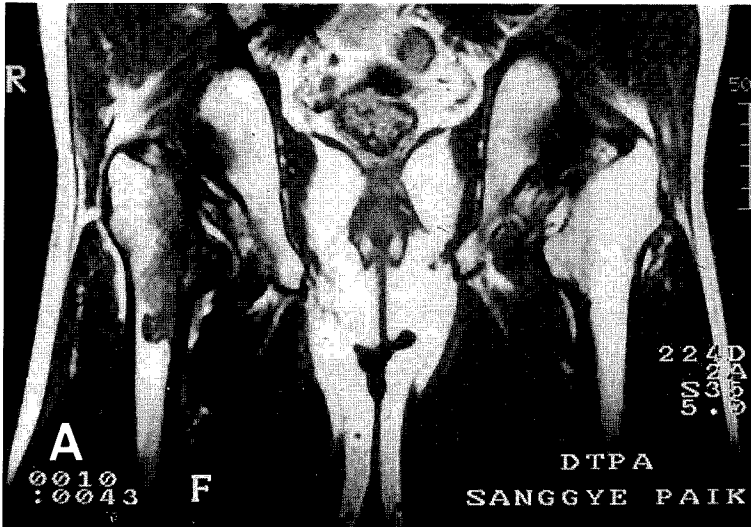
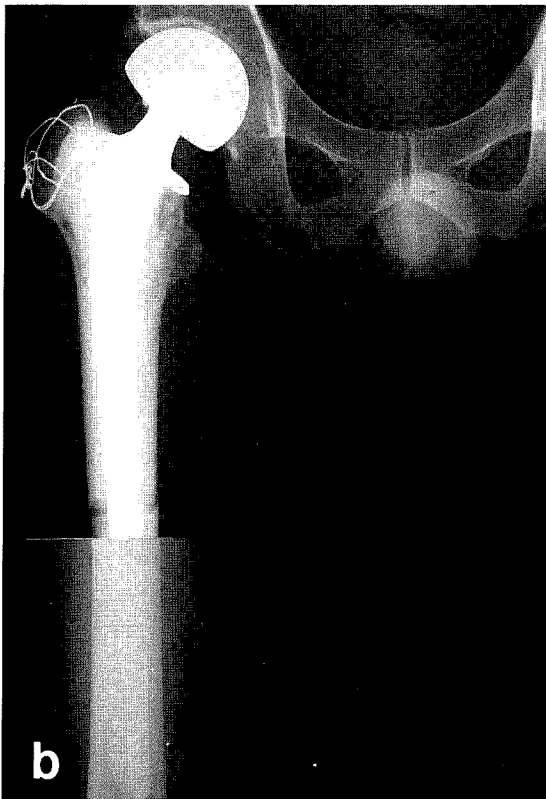


Fig. 1-A. T1 Weighted image shows diffuse low signal intensity around lesser trochanteric area, tissue diagnosis was metastatic adenocarcinoma.

B. At three months from heat treated autogenous bone-prosthesis-composite reconstruction, simple X-ray shows good fixation. But the osteotomy site is still visible.

C. At 8 months from operation, previous osteotomy site shows solid union.



골수강내를 골시멘트로 충전하고 나사못으로 고정하는 형의 고관절 전치환술 비구컵을 사용하여 장골과 결합 시키고 가능하면 장골익에서 치골에 걸쳐 금속판 및 나사못으로 고정하는 것이 바람직 하였다. 그러나 골반골은 추시도중 골흡수가 빈발하며 특히 체

중부하를 하지않는 좌골과 치골에서 호발하였다 (Fig. 4). 본 연구에서 골반골 불유합은 5례였고 그 중 비구 외측부 골흡수가 진행된 1례만 골이식을 시행하였다.

본 술식의 합병증 중 가장 문제가 되는 국소재발

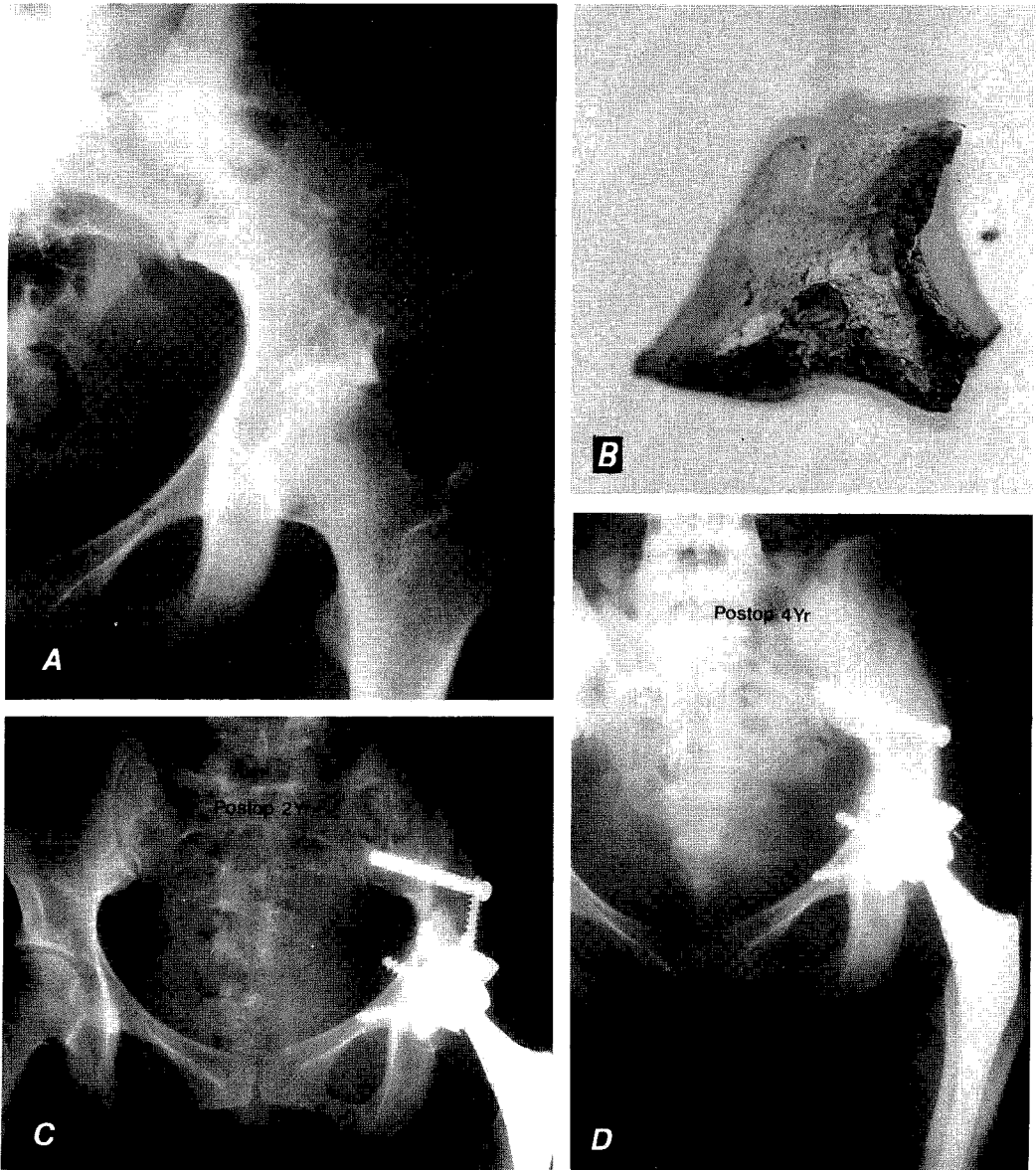


Fig. 2-A. Simple X-ray shows benign looking permeating lesion around the acetabulum and iliac wing. Pathologic diagnosis was desmoplastic fibroma.

- B.** After excision of the periacetabular lesion, attached soft tissue component was totally detached and the bone was treated in water bath for 30 minutes.
- C.** At 2 years form operation, bone resorption was observed around the shelf of the acetabular cup with mild pain on fast walking of the patient.
- D.** At two years from augmentation bone graft on previous resorption area, acetabular shelf shows good bone quality without any sign of loosening.

4례는(12%) 부적절한 질제연으로 인해 주위 연부조직에서 발생한 것으로 다른 사지구제술의 결과와 비슷한 정도였다^{9,10}. 기능적 결과는 상지가 가장 좋았

으며 골반골과 경골-원위부가 지연유합 및 불유합으로 환자가 받아들일 수 있는 수준의 결과를 얻는데 가장 시간이 오래 걸렸다. 앞으로 불유합의 가능성

이 높은 부위는 골연부조직 유리피판술을 동시에 시도하고 유합율이 높은 부위라 하더라도 절골부위에 자가 해면골이식 등을 적극적으로 적용하면 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

결 론

열처리한 자가골을 재사용한 재건술은 동종골의 사용이 제한된 한국적인 상황에서 골질을 보존하며 연부조직 부착이 가능한 생역학적인 재건방법이며 특히 적절한 대체물이 없는 원위 경골 및 골반골과 광범위한 절제로 고정에 필요한 골질이 적을 때 유용하였다. 국소재발이나 감염의 위험도 타방법에 비해 낮은 수준이었다. 평균 유합기간은 7개월이었으며 본 술식의 적용에 자가골의 상태가 중요하였다. 골유합에 가장 중요한 인자는 견고한 고정이었으며 장관골의 간부는 금속판 및 나사못 고정이 좋은 방법이었다. 골간단부와 골반골은 견고한 고정을 얻기 힘들고 불유합에 의한 합병증도 많아 앞으로는 초기 수술시에 혈관 부착 피판술이나 자가 해면골 이식술을 병용하는 것이 유용할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) **Aboulaflia AJ, Rosenbaum DH, Jelinek JS and Malawer MM** : Treatment of large subchondral tumors of the knee with cryosurgery and composite reconstruction. *Clin Orthop* 307:189-199, 1994.
- 2) **Inoguchi T and Ninomiya H** : Studies on heat treatment for immediate replantation of resected bone. *J Craniomaxillofaci Surg* 19:19-39, 1991.
- 3) **Gebhardt MC, Roth YF and Mankin HJ** : Osteoarticular allografts for reconstruction in the proximal part of the humerus after excision of a musculoskeletal tumor. *J Bone Joint Surg* 72A:334-345, 1990.
- 4) **Kirk LJ and Johnston JO** : Proximal humeral reconstruction after excision of a primary sarcoma. *Clin Orthop* 311:164-175, 1995.
- 5) **Kohler P, Kreichergs A and Stromberg L** : Physical properties of autoclaved bone. *Acta Orthop Scand* 57:141-145, 1986.
- 6) **Lord CF, Gebhardt MC, Tomford WW and Mankin HJ** : Infection in bone allografts, incidence, nature and treatment. *J Bone Joint Surg* 70A:369-376, 1988.
- 7) **Mankin HJ, Doppelt SH and Tomford W** : Clinical experience with allograft implantation. The first ten years. *Clin Orthop* 174:69-86, 1983.
- 8) **Mankin HJ, Doppelt SH, Sullivan TR and Tomford WW** : Osteoarticular and intercalary allograft transplantation in the management of malignant tumors of the bone. *Cancer* 50:613-630, 1982.
- 9) **Quill G, Gitelis S, Morton T and Piasecki P** : Complications associated with limb salvage for extremity sarcomas and their management. *Clin Orthop* 260:242-250, 1990.
- 10) **Simon MA, Aschliman MA, Thomas N and Mankin HJ** : Limb-salvage treatment versus amputation for the distal end of femur. *J Bone Joint Surg* 68A:1331-1337, 1986.
- 11) **Thompson VP and Steggal CT** : Chondrosarcoma of the proximal portion of the femur treated by resection and bone replacement. *J Bone Joint Surg* 38A:357-367, 1956.
- 12) **Urist MR and Iwata H** : Preservation and biodegradation of the morphogenetic property of bone matrix. *J Theor Biol* 38:155, 1973.