대 한 골 관 절 종 양 학 회 지
J. of Korean Bone & Joint Tumor Soc.
Volume 9, Number 2, December, 2003

양성 골종양의 절제 및 소파술 후 사용한 골이식 대체물의 결과 및 분석

전남대학교 의과대학 정형외과학교실

정성택 · 서형연 · 선종근 · 이재준 · 김성식

목적: 양성 골종양을 치료하기 위해 골이식 대체물을 이식하였을 때 골 유합을 얻을 수 있는지 여부와 골 이식 대체물 중 황산칼슘(calcium sulfate)과 수산화인회석 (hydroxyapatite)을 이용하여, 골 이식술 후 유합 정도를 비교하여 골 치유 과정에 대한 두가지 골 이식 대체물의 차이점을 보고하고자 한다.

대상 및 방법: 양성 골종양 환자 중 병소의 소파술 시행 후 골 이식 대체물을 이식한 20례를 대상으로 술전후 단순 방사선 소견상 병소 크기, 신생골의 형성, 병소의 재발 여부와 이식 후 조직학적 소견을 관찰하였다.

결과: 총 20례 중 남자가 13례, 여자가 7례였으며 평균 연령은 15.8세(2 5), 술 후 평균 추시 기간은 3년이었다. 방사선 사진상 병소의 면적은 평균 30.7 cm^3였으며, 최종 추시상 전체 20례 중 19례에서 성공적인 결과를 보였으며, 1례에서 병소의 재발을 보였다. 나이, 병소 크기와 병변 종류에 따른 차이는 관찰되지 않았다.

결론: 황산칼슘은 생체 적합성이 뛰어나고, 골 전도 작용이 있으며 새로운 골형성에 비례하여 생체내로 흡수되는 특성을 보였고, 이에 반해 수산화인회석은 골 전도 작용이 있지만, 병변의 크기나 주위 환경에 따라 자가골, 자가 골수 이식, 이종골과 병행 사용시 양호한 골치환 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료되며, 황산칼슘에 비해 더 느리게 생체내로 흡수되는 결과를 보였다.

색인 단어: 양성 골종양, 소파술, 골이식 대체물, 황산칼슘, 수산화인회석.

서 론

선천적 질환, 후외상 골결손, 퇴행성 질환, 종양성 질환 등의 여러 가지 원인으로 인해 골격계에 골 결손이 발생하였거나 골이 유합되지 않았을 때 골 결손을 메우기 위하여서는 골이식이 이용되며 이식골을 제공하는 대상을 기준으로 자가골 이식, 동종골 이식, 이종골 이식, 골이식 대체물 이식 등이 있다[1,12,24]. 자가골 이식은 골 결손부의 충진이나 골 유합을 얻기 위해 가장 많이 시행되는 방법으로 골 형성 유도 능력이 좋으나 부가적인 수술이 필요하고, 골 결손

※통신저자: 정 성 택
광주시 동구 학동 8번지
전남대학교병원 정형외과학교실
Tel: 062) 227-1640, Fax: 062) 225-7794, E-mail: stjung@chonnam.ac.kr

부위가 광범위하거나 여러번 수술을 시행한 경우 또는 노인이나 소아 등에서 대량의 이식골이 필요한 경우 시행하며, 골 결손부를 자가골만으로는 모두 채울 수 없는 단점이 있다[10,12,23]. 탈 무기질화한 동종골 이식이 보고된 이후 동종골 이식이 많이 사용되고 있으며 동종골 이식은 무제한의 양이 확보 가능하고, 적절한 크기 및 모양이 선택 가능하고, 관절면을 보존할 수 있으며, 공여부의 이환이 없는 등의 여러 가지 장점이 있으나 그 구조상 면역 거부 반응을 완벽하게 제거하지 못하는 자체적인 문제점과 가능한 동종골의 면역 거부 반응을 최소화하기 위한 동종골의 동결 또는 동결-건조 처리 방법은 생역학적으로 염력(torque force)에 취약하다는 문제점을 갖고 있다. 또한 동종골 이식이 사체나 다른 개체에서만 얻어지는 한계가 있어 소나 돼지등의 동물의 뼈에서 추출한 탈무기질한 골조직(demineralized bone matrix)이나 골형성 단백질(bone morphogenetic protein)을 이용한 여러 이종골 이식이 시도되었다[6].

이종골 이식의 경우 동종골 이식과 마찬가지로 공여부 손상이 없고 다량의 뼈를 얻을수 있으나 골형성 유도 효과가 없고 숙주골에 잘 적응하지 못하며 면역학적인 거부 반응, 이식골의 재흡수, 불유합등의 많은 단점들이 있다. 이에 저자는 양성 골종양 소파술후, 황산칼슘 (calcium sulfate, $CaSO_4$, Osteoset®, Wright Medical Co. Arlington TN, USA)과 수산화인회석 (hydroxyapatite, $Ca_5(PO_4)_3OH$, Pyrost®, Osteo, Stryker Michigan, USA) 이식후 이식결과 및 골 이식 대체물에 의한 골 치유 과정에 어떤 차이점이 있는지를 알기 위하여 본 연구를 시행하였다.

연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

1985년 10월부터 2002년 1월까지 양성 골종양 환자 중 소파술후 골 이식 대체물을 사용한 20례를 대상으로 하였다. 골 이식 대체물의 사용의 기준은 병변의 소파술 후 자가골 이식양이 충분치 못한 경우와 소아를 대상으로 하였다. 평균 추시 기간은 3년 (1년 14년)이었다.

2. 연구 방법

단순 방사선 소견의 전후면 및 측면 사진상 최대, 최소 너비를 구하여 평균값을 이용하여 병소 면적을 산출하였고(Fig. 1), 수술적 방법은 모든 환자에 있어서 골 결손 부위에 골막하 절제 후 피질골 창(window)을 만들어 소파술 시행 후 수산화인회석 또는 황산칼슘을 병소부위에 충전하였으며, 수술중 동결 조직 검사를 시행하였다. 최종 추시상 이식된 이종골이 흡수되고 새로운 신생골 형성과 함께 골수강이 회복된 경우와 아직 흡수되지는 않았으나 신생골이 형성되어가고 있으며 재발을 보이지 않는 경우를 ‘ 성공 ’으로 판정하였으며 병소의 불유합 및 재발을 보이는 경우를 ‘ 실패 ’로 판정하였다. 술전 양성 종양의 종류, 자가골 또는 동종골의 혼합 여부, 성별, 나이, 병변의 크기에 따른 골 이식 대체물의 흡수 정도와 골 형성 정도의 비교를 위해 비모수 검정법인 Mann-Whitney test (SPSS for Windows Release 11.0, Chicago, Illinois)를 이용하여 통계적 유의성을 시행하였다.

결 과

1. 임상적 특징

총 20례중 여자가 7례(35%), 남자가 13례(65%)로 남자가 많았다. 평균 연령은 15.8세(2 45)였다(Table 1).

발생 부위별로는 상완골 근위부에 발생한 경우가 6례로 가장 많았고, 대퇴골 근위부가 5례, 상완골 원위부가 2례, 대퇴골 원위부가 2례, 경골 근위부가 2례 등이었다(Table 2).

양성 골종양의 종류로는 총 20례중 고립성 골 낭포가 8례, 섬유성 골이형성증 6례, 동맥류성 골 낭포 2례, 골내 지방종 2례 등이었다(Table 1).

병적골절이 발생하여 골절부 동통과 보행 장애로 내원한 2례를 제외하고는 모두 병변부의 불편감, 경미한 국소동통을 주소로 내원하였다.

2. 골 이식 대체물에 의한 분류

Table 1. Case analysis of patients treated by currettage and debridement

No	Sex	Age	Graft	Diagnosis	Bone defect size (cm^3)	Graft resorption (Mos)	Healing evidence (Mos)	Result	Remarks
1	M	9	Osteoset	SBC	29.6	4	12	Success	
2	M	12	Osteoset	SBC	32.48	2	4	fail	Recurrence
3	F	14	Osteoset	FD	11.4	12	12	Success	
4	F	23	Osteoset	FD	11.8	4	4	Success	
5	M	11	Osteoset	FD	89.4	10	10	Success	Fracture
6	M	16	Osteoset	FD	52.8	3	3	Success	
7	M	8	Osteoset	SBC	8.2	2	5	Success	
8	M	26	Osteoset	ABC	15.8	1	1	Success	
9	F	11	Osteoset	Intraosseous lipoma	24.0	2	2	Success	
10	M	42	Osteoset	SBC	34.2	3	6	Success	
11	F	45	Osteoset	Intraosseous lipoma	8.9	2	7	Success	
12	F	8	Pyrost	ABC	66.0	12	12	Success	
13	M	13	Pyrost	Myxoid fibroma	32.1	12	4	Success	
14	M	18	Pyrost	FD	2.2	6	6	Success	
15	F	16	Pyrost	FD	107.2	15	10	Success	
16	M	16	Pyrost	SBC	43.9	11	12	Success	
17	M	3	Pyrost	SBC	11.3	10	7	Success	
18	F	9	Pyrost	Chondromyxoid fibroma	5.7	6	6	Success	
19	M	22	Pyrost	SBC	10.5	12	6	Success	
20	M	10	Pyrost	SBC	17.9	6	6	Success	Fracture

SBC : Solitary bone cyst, FD : Fibrous dysplasia, ABC : Aneurysmal bone cyst.

Table 2. Lesion site

Site	No. of cases	(%)
Proximal humerus	6	30
Proximal femur	5	25
Distal humerus	2	10
Distal femur	2	10
Proximal tibia	2	10
Superior ramus	1	5
Distal fibula	1	5
Scapula	1	5
Total	20	100

수산화인회석을 충전한 9례에서는 평균 12.7개월의 흡수 기간이 소요되었다. 황산칼슘을 충전한 10례에서는 평균 5.8개월의 흡수 기간이 소요되었고, 1례에서 술후 2개월에 황산칼슘이 흡수된 후 병변의 재발을 보였다(Table 1).

3. 병소 면적에 따른 결과

결손부의 크기는 술 전 전후면 및 측면 단순 방사선 사진에서 결손부위의 가로, 세로, 높이의 최대 지름 및 최소 지름을 측정하여, 그 평균값을 이용하여 결손부위의 부피를 측정하였다(Fig. 1). 전체 환자 20례중 방사선 사진상 병소의 면적은 평균 30.7cm^3

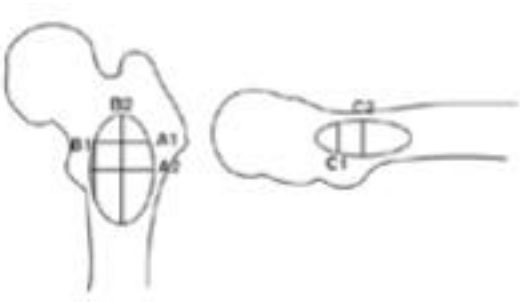

Fig. 1. Method of calculating the size of bone defect.
A(medial to lateral): (A1+A2)/2
B(cephalic to caudal): (B1+B2)/2
C(anteroposterior): (C1+C2)/2
Size of bone defect = A×B×C

(5.7 107.3)였으며, 병소 면적을 30cm³이상과 미만의 그룹으로 나누어 면적에 따른 흡수기간을 비교하였다. 황산칼슘을 충전한 10례중 병소 면적이 30 cm^3 미만이었던 5명의 평균 흡수 기간은 7.5개월, 30 cm^3 이상이었던 6명의 평균 흡수 기간은 4.6개월이었다. 수산화인회석을 충전한 9례중 병소 면적이 30 cm^3 미만이었던 5명의 평균 흡수 기간은 7.2개월, 30 cm^3 이상이었던 4명의 평균 흡수 기간은 17.8개월이었다. 병소 면적이 30 cm^3 이상이었던 환자들은 골 이식 대체물의 종류에 따른 흡수 기간의 차이가 통계학적 의의가 있었다(p=0.016).

4. 치료 결과

단순 방사선 사진에서 병소 주변부의 흐린 음영,

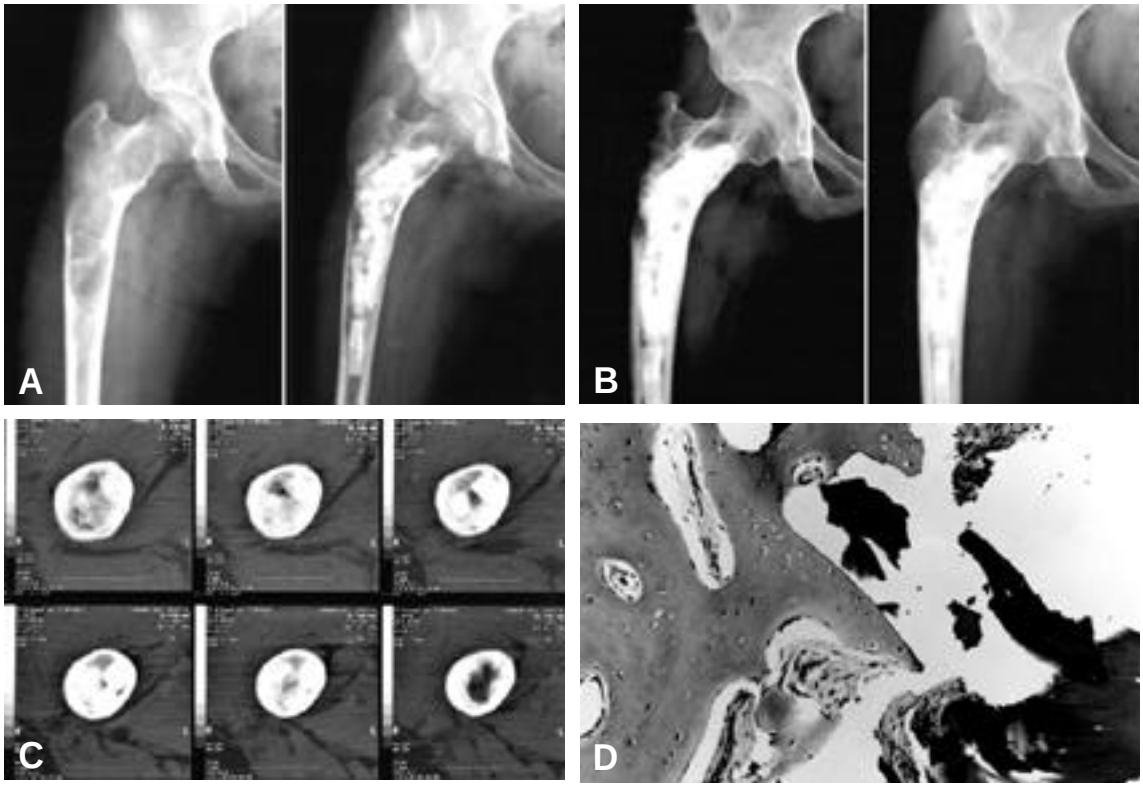

Fig. 2. Fibrous dysplasia of the femur in a 14-year-old patient.
A: The lesion was removed and filled the defect with Pyrost®.
B: Radiograph 3 and 11 year after surgery showed unabsorbed Pyrost®.
C: CT showed actual bony response. Implanted Pyrost®, replaced bone and cyst were well visualized.
D: 11 year after implantation, Pyrost® was partially replaced with trabecular bone. But inflammatory around dead bone exist(H&E, ×100).

Fig. 3. Aneurysmal bone cyst of proximal femur in a 12-year-old patient

A: Hip anteroposterior radiograph showing large radiolucent area on proximal femur area.

B: Curettage and defect filling with calcium sulfate alone was done. At postoperative 17 month, the recurrence of disease was observed.

C: The curettage which was thorough and bone graft with fibular strut graft was done. At postoperatve 6 month, bony trabeculation fills a preoperative bone defect.

D: Calcium sulfate was absorbed into the host lamellar bone(H&E, ×100).

이식 주위의 광륜(halo)형성, 골성가교(osseous bridge), 경계의 소실, 골소주 형성 등으로 골 유합 상태를 판단하였다 .최종 추시상 전체 20례중 19례에서 성공적인 결과를 보였으며, 1례에서 병소의 재발을 보였고 수술 중이나 수술 후에 합병증의 발생은 없었다. 골 이식 대체물에 의한 염증반응은 없었으며, 생체 적합성은 모두 좋았다. 양성 골종양의 골 이식 대체물의 종류에 따른 흡수 정도와 골 형성 정도와는 통계적으로 유의한 상관 관계를 관찰할 수 없었으며(p=0.069), 자가골을 함께 사용한 경우나 동종골을 함께 사용한 경우, 골 이식 대체물 단독으로 치료한 경우를 비교하였을 때도 유의한 차이를 발견 할 수는 없었다. 나이(p=0.131), 병소의 면적(p=0.79), 성별(p=0.89) 에 따른 골 이식 대체물의 흡수 정도와 골 형성 정도는 통계적으로 유의한 상관 관계를 보이지 않았다.

수산화인회석을 이용하여 치료한 2례에서 이식골의 반응을 관찰하기 위해 조직 검사를 시행하여, 술후 10년째 수산화인회석이 사골(dead bone)로 출현하였으며, 주위는 염증세포와 부분적으로 새로운 골소주(bony trabeculae)를 형성하고 있었다. 그러나 세공내에서 골모세포등을 관찰할 수는 없었다(Fig. 2).

황산칼슘을 이용하여 소파술 시행하였던 동맥류성 골 낭포 1례는 술후 17개월에 재발하여, 조직 검사를 다시 시행하였으며, 철저한 소파술 및 자가골을 이식하였다. 자가골 이식후 새로운 골소주 형성이 술후 6개월 단순 방사선 사진에서 확인되었다(Fig. 3).

고 찰

양성 골종양의 진행과정은 다양하여 일부에서는 적절한 수술적 치료로 제거하지 않는다면 병적골절이 발생하고 변형도 유발가능하다. 수술적 치료의 적응증은 심한 변형을 초래하거나 병적골절 또는 심한 동통이 발생한 경우등이며, 치료의 목적은 병적골절을 예방하고 변형을 교정하는데 있으며 이를 위하여 병소부위를 골 소파술 시행후 골이식을 하는 방법이 많이 이용되어 왔다[1-3]. 본 연구 대상중 18례는 모두 증상을 호소하며 전후면 및 측면 단순 방사선 사진에서 50% 이상의 지름을 지녀 골절의 위험성이 고려되어 수술적 치료를 시행하였으며, 2례는 병적 골절이 발생하여 골절부 동통과 보행 장애로 내원하여 수술적 치료를 시행하였다.

본 연구의 수술적 치료는 병소를 소파시키는 경우, 완전히 소파시킬 뿐 아니라 병소의 기저부를 노출하여, 정상골까지 소파시켜 정상골에서 이식골로의 혈류가 유입되어 이식골에서 신생골 형성이 일어나게 하였으며, 수골 부위의 혈류 상태가 좋지 않는 경우는 신생골 형성 능력이 있는 이식골을 이식하더라도 신생골이 형성되지 않고 괴사 및 흡수가 일어나게 된다.

골 이식술의 경우 면역반응이 없으며 골 유도성, 골 전도성을 모두 가지고 있는 자가골 이식술이 가장 많이 사용되었다. 자가골 이식술의 단점은 채취량이 한정되어 있으며 수술시간의 증가와 이에 따른 출혈 및 감염 가능성의 증가, 술후 통증, 신경 손상, 수술부위의 불안정성 및 피로골절, 미용상의 문제등이 있을 수 있다[10,12,23]. 소아의 경우에는 충분한 자가골을 얻을 수 없고 병소부위가 광범위하면 전체적으로 골 소파술을 하기에 불가능하여 시간이 절약되며, 상대적으로 구하기 쉽고 양에 제한을 받지 않으며, 다양한 형태를 얻을 수 있는 동종골 이식을 한다. 그러나 동종골은 면역학적 거부 반응, 후천성 면역 결핍증이나 간염등의 감염성 질환에 노출될 위험성이 있으며 가끔 골절이나 이식골의 흡수등과 같은 단점이 있으며 보관 또한 용이하지 않다. 이러한 문제점들 때문에 소나 돼지의 골을 탈단백 등의 방법으로 항원성을 제거하여 만든 이종골 및 수산화인회석, 삼인산칼슘(triclacium phosphate), 황산칼슘 등을 이용한 골이식 대체물들이 임상적으로 사용되고 있다[1,3,15,18,23]. 본 연구대상 20례중 15례에서 소아로 자가골 이식이 부적합하였고, 5례는 병소 크기가 커서 자가골로 충분한 양을 얻기가 어려웠다.

수산화인회석은 생체 적합성, 항원 반응 부재, 편리성, 이식중 부분 마취 가능, 감염 위험 저하, 지속적인 지각 과민 위험성 감소, 심각한 흡수 부재 등의 장점 때문에 치과 이식물, 치과 인공물 보조물로 광범위하게 연구되고 있으며[9,29], 입자 이동 및 흡수 부재 등으로 정형 외과적인 사용이 제한되고 있다[6]. den Boer등[7]은 수산화인회석을 자가 골수 또는 recombinant human osteogenic protein-1과 함께 사용시 자가골 이식때와 같은 결과를 보고하였다. Tracy등[28]에 의해 신생골이 수산화인회석에 부착됨이 보고되었으며, 이식후 1시간 이내 대식세포 등의 다양한 세포에 의해 죽은 세포가 탐식되며 수산화인회석의 표면에 작용하는 것으로 알려져 있다[16]. 수산화인회석은 골과 같은 무기질로 구성되어 있으며 삼차원적으로 서로 연결된 200 1500 μm의 작은 구멍을 지녀 골형성의 증가에 영향을 주는 것으로 보고되었고[2], 강도는 알루미나보다 낮고 단결정화하기가 거의 불가능하지만 생체 적합성이 매우 뛰어나며, 240℃ 이상의 온도에서 합성하고, 1200℃ 이상의 온도로 소결(sintering)하면 매우 높은 강도를 얻을 수 있으나, 100℃ 이하에서 합성하고 800℃ 이하로 가열, 비소결화하면 경시적으로 체내에서 분해가 될 수 있기 때문에 생분해성 세라믹으로 사용할 수 있다. 힘을 받는 부위에 사용할 경우에는, 이식할 때 부서지기 쉬우며 골생성이 이루어 질 때 힘을 얻는다. Uchida등[30]은 동물 시험에서 7 cm 이상의 골간단 병변, 2 cm 이상의 골단 양성 골 병변에서 골 소파술후 수산화인회석 이식시, 추가적인 자가 골이식이 필요하다고 하였다. 본 연구에서도 생체 적합성은 두가지 모두 우수하였으며, 골전도 능력은 차이가 없었다. 병변 부위가 30 cm^3 이상인 환자에서는 수산화인회석의 흡수가 의의 있게 지연되며 골 형성도 지연되었다.

황산 칼슘은 1892년 Dreesman[8]이 처음으로 공동의 병변을 지닌 골에 이식후 67% (6 of 9 defects)의 우수한 결과를 보고하였으며, Burwel[13]은 이종골에 혼합 처리한 자가골수는 신생골 생성능력이 있다고 보고하였고, Salama등[25]은 5례의 고립성 골낭

포를 포함한 28명의 골 이식이 필요한 환자에게 자가 골수와 이종골 혼합 이식으로 우수한 결과를 얻었다고 하였다. Coetzee등[4]은 1980년 황산칼슘을 이용하여 두개골 및 안면골 결손을 치료하고, 황산칼슘이 자가골 이식과 동등한 결과를 나타내는 좋은 골 이식 대체물이라고 보고하였다.

황산칼슘은 골막이나 골이 없으면 골유도를 자극하지 않으며, 골원 세포와 혈관을 내부 성장을 허용하는 물질로[26], Ricci등은 골모세포가 황산칼슘에 부착되고 파골 세포가 황산칼슘를 흡수한다고 보고하였다[24]. 흡수도의 면에서 볼 때 수산화인회석은 천천히 흡수되는 특성을 가지는데 비해, 황산칼슘은 새로운 골형성에 비례하여 생체내로 흡수되는 특성을 가지고 있어[22], 방사선 비투과성이며 거의 흡수되므로 흡수 및 골형성 정도를 확인할 수 있는 장점이 있다.

수술 등급 황산칼슘(surgical grade calcium sulfate, Wright Medical Technology, Inc, Ar-lington, TN)은 기술적인 발전에 의해 기존의 황산칼슘에 비해 모양과 크기가 훨씬 단일한 형태를 띠는 alpha crystal 구조로 되어있고, 이러한 단일한 구조가 흡수율과 골형성율의 증가에 영향을 주는 것으로 되어있다[14]. 황산칼슘은 결손 부위의 모양에 맞게 쉽게 채워 넣을 수 있으며, 골 형성을 방해하는 대사물을 만들지 않으며, 생체 적합성이 뛰어나서 이물반응을 거의 일으키지 않아 직접적인 골 생성 작용이외에도 골 결손 부위에 안정적인 해부학적 외형을 제공하여 골 생성시까지 공간을 확보하면서, 골 생성을 방해하는 연부조직의 비정상적인 내성장을 방지한다[11,21]. 본 연구에서 사용된 황산칼슘의 경우, 4.8×3.3 mm 크기의 입자로 양성 골종양 소파술후 충전시 쉽게 채워 넣을 수 있는 장점이 있었다.

또한 황산 칼슘은 항생제와 골 형성 단백질을 전달하는 매체로서 연구되고 있는데[5,6,13,17,19,20,27], Yamazaki등은 골 전도성 물질인 황산칼슘에 골 형성 단백질(bone morphogenic protein)과 같은 골유도체를 섞어 사용하여 골 생성 속도를 촉진시켰다고 보고하였다[31].

결 론

양성 골종양 소파술후 사용한 골 이식 대체물 (수산화인회석, 황산칼슘) 모두 생체 적합성은 우수하였다.

황산칼슘은 골 전도 작용이 있으며 새로운 골형성에 비례하여 생체내로 흡수되는 결과를 보였고, 이에 반해 수산화인회석은 골 전도 작용이 있지만, 황산칼슘에 비해 더 느리게 생체내로 흡수되는 결과를 보였다. 두 물질 모두 골 유도 능력은 없으므로, 골 결손이 크거나 주위 환경의 변화에 따라 자가골, 자가 골수 이식, 이종골과 병행 사용시 치료 성적이 향상될 것으로 사료된다.

철저한 소파술로 정상골을 노출후 이식하는 것이 골 병변 치유는 물론 골 형성 능력을 증가시켰다. 흡수 속도와 골 형성 능력의 차이가 있어서, 이러한 골 이식 대체물은 향후 분자 생물학의 발전등으로 골 유도 능력이 있는 골 형성 단백질 등의 전달 매체로 발전이 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

1) **Bauer TW and Smith ST**: Bioactive materials in orthopaedic surgery: overview and regulatory considerations. *Clin Orthop*, 395: 11-22, 2002.
2) **Bucholz RW**: Nonallograft osteoconductive bone graft substitutes. *Clin Orthop*, 395:44-52, 2002.
3) **Burwell RG**: A study of homologous cancellous bone combined with autologous red marrow after transplantation to a muscular site. *J Anatomy*, 95:213, 1961.
4) **Coetzee AS**: Regeneration of bone in the presence of calcium sulfate. *Arch otolaryngol*, 106:405-409, 1980.
5) **Dahners LE and Funderburk CH**: Gentamicin-loaded plaster of Paris as a treatment of experimental osteomyelitis in rabbits. *Clin Orthop*, 219:278-282, 1987.
6) **Damien CJ and Parsons R**: Bone graft and bone graft substitute. A review of current technology and application. *J Appl Biomat*, 2:187-208, 1991.
7) **Den Boer FC, Wippermann BW, Blokhuis TJ, Patka P, Bakker FC and Haarman HJ**: Healing of segmental bone defects with granular porous hydroxyapatite augmented with recombinant human osteogenic protein-1 or autologous bone marrow. *J of Orthop Rese*, 21:521-528, 2003.
8) **Dresssmann H**: Ueber Knochenplombierung. *Biertr Klin Chir*, 9:804-810, 1892.
9) **Fischer-Brandies E and Dielert E**: Clinical use of

tricalcium phosphate and hydroxyapatite in maxillofascial surgery. *J Oral Implantol*, 12:40-44, 1985.

10) **Fowler BL, Dall BE and Rowe DE**: Complications associated with harvesting autogenous iliac bone graft. *Am J Orthop*, Dec: 895-903, 1995.
11) **Gitellis S, Haggard W, Piasecki P, Charters J, Turner T and Urban R**: Use of a calcium sulfate-based bone graft substitute for benign bone lesions. *Orthopedics*, 24: 162-166, 2001.
12) **Greenwald AS, Boden SD, Goldberg VM, Khan Y, Laurencin CT and Rosier RN**: Bone-graft substitutes: facts, fictions, and applications. *J Bone Joint Surg*, 83-A: 98-103, 2001.
13) **Han CS, Yoon KH and Ha JH**: The use of calcium sulfate as a treatment of benign bone tumor. *J of Korean Bone & Joint Tumor Soc*, 9(1):31-37, 2003.
14) **Kelly CM, Vilkins RM, Gitelis S, Hartjen C, Watson JT and Kim PT**: The use of a surgical grade calcium sulfate as a bone graft substitute. *Clin Orthop*, 382: 42-50, 2001.
15) **Kim BS**: Allograft as a biologic spacers. *J Korean Musculo Tissue Trans*. Soc, 2: 40-48, 2002.
16) **Kitsugi T, Yamamuro T, Nakamura T, et al**: Bonding behavior between two bioactive ceramics in vivo. *J Biomed Mater Res*, 21:1109-1123, 1987.
17) **Lee CH, Khoury JG, Bell JE and Buckwalter JA**: Adverse reactions to osteoset bone graft substitute: The incidence in a consecutive series. *The Iowa Orthop Journal*, 22:35-38, 2002.
18) **Lichun Lu, Currier BL and Yaszemski MJ**: Synthetic bone substitutes. *Current Opinion in Orthopedics*, 11:383-390, 2000.
19) **McKee MD, Wild LM, Schemitsch EH and Waddell JP**: The use of an antibiotic-impregnated, osteoconductive, bioabsorbable bone substitute in the treatment of infected long bone defects: early results of a prospective trial. *J Orthop Trauma*, 16:622-627, 2002.
20) **Mirzayan R, Panossian V, Avedian R, Forrester DM and Menenden LR**: The use of calcium sulfate in the treatment of benign bone lesions. *J Bone Joint Surg*, 83-A:355-358, 2001.
21) **Peltier LF**: The use of plaster of Paris to fill defects in bone. *Clin Orthop*, 21:1-31, 1961.
22) **Peltier LF and Jones RH**: Treatment of unicameral bone cysts by curettage and packing with Plaster-of-Paris Pellets. *J Bone Joint Surg*, 60-A: 820-822, 1978.
23) **Perry CR**: Bone repair techniques, bone graft, and bone graft substitutes. *Clin Orthop*, 360: 71-86, 199 9.
24) **Ricci JL, Rosenblum SF, Brezenoff L and Blumnethal NC**: Stimulation of bone ingrowth into an implantable chamber through the use of rapidly resorbing calcium sulfate hemihydrate. IN:Transactions of the Fourth World Biomaterials Congress: Berlin. European Society for Biomaterials, April:24-28, 1992.
25) **Salama R and Weissman SL**: The clinical use of combined xenografts of bone and autologous bed marrow. *J Bone and Joint Surg*. 60-B:111-115, 1978.
26) **Sidqui M, Collin P, Vitte G and Forest N**: Osteob-last adherence and resorption activity of isolated osteoclasts on calcium sulphate hemihydrate. *Biomaterials*, 16:1327-1332, 1995.
27) **Steven G, Warren H, Patricia P, John C and Thomas T**: Use of a calcium sulfate-based bone graft substitute for benign bone lesions. *Orthopadics*, 24:162-166, 2001.
28) **Tracy BM and Doremus RH**: Direct electron microscopy studies of the bone-hydroxylapatite interface. *J Biomed Mater Res*, 18:719-726, 1984
29) **Tsuang YH, Lin FH, Tai HC, Sun JS, Liu HC and Hang YS**: Biocompatibility and osteoconductivity of the pyrost bone substitutes. *Histol Histopathol*, 12:19-24, 1997.
30) **Uchida A, Kurisaki E and Ono K: The use of bioactive ceramics for bone tumor surgery. In**: Yamamuro T, Hench LL, Wilson J. CRC handbook of bioactive ceramics, Volume II calcium phosphate and hydroxyapatite ceramics. Boca Raton, CRC Press: 341-344, 1990.
31) **Yamazaki Y, Oida S, Akimoto Y and Shioda S**: Response of the mouse femoral muscle to an implant of a composite of bone morphogenic protein and plaster of Paris. *Clin Orthop*, 234:240-249, 1988.

Abstract

The Analysis and Treatment of Benign Bone Tumor by Curettage and Debridement with Bone Graft Substitutes

Sung-Taek Jung, M.D., Hyoung-Yeon Seo, M.D., Jong-Keun Seon, M.D., Jae-Joon Lee, M.D. and Seung-Sik Kim, M.D.

Department of Orthopedics, Chonnam National University Hospital, Gwangju, Korea

Purpose: The purpose of this study was to determine if bony union can be obtained when a bone graft substitute is transplanted in order to treat a benign bone tumor and if there is a difference between calcium sulfate and hydroxyapatite in the healing procedure when the degree of the bony union after the bone graft are compared.

Materials and Methods: This study selected 20 cases, in which a curettage on the benign bone tumors was conducted and a bone graft substitute was transplanted. The area of the focus, the new bone formation, the recurrence of the focus in the plain radiographs and histological findings were observed.

Results: Twenty cases (13 males, 7 females) were evaluated. Their mean age at surgery was 15.8 years (2 45), and the mean follow-up period was 3 years. The mean area of focus was 30.7 cm^3 in the radiographs, and 19 cases showed successful results in the ultimate visit, while 1 case has a recurrence of the focus.

Conclusion: Calcium sulfate has osteoconduction and superior bioavailability, and is absorbed in vivo in proportion to the new bone formation. On the other hand, hydroxyapatite has good osteoconduction. It can result in better bone formation when it is combined with an autologous bone graft, autologous bone marrow, and an allogenic bone graft, but is absorbed in vivo more slowly than the former.

Key Words: Benign bone tumor, Curettage,Bone graft substitute, Calcium sulfate, Hydroxyapatite.

Address reprint requests to
Sung-Taek Jung, M.D.
Department of Orthopedics Surgery,Chonnam National University Medicine School,
#8 Hak-dong, Dong-gu, Gwangju, 501-757, Korea
TEL: 82-62-227-1640, Fax: 82-62-225-7794, E-mail: stjung@chonnam.ac.kr