

양성 골 종양의 수술적 치료 후 발생한 골 결손에서 탈무기화 골 기질(DBM, Genesis®)의 단기 결과

Early Result of Demineralized Bone Matrix (DBM, Genesis®) in Bone Defect after Operative Treatment of Benign Bone Tumor

서현제 • 정소학

고신대학교 의과대학 복음병원 정형외과학교실

목적: 골 종양의 수술적 치료 후 발생한 골 결손에 대해 골 대체물의 하나인 탈무기화 골 기질(Demineralized Bone Matrix, Genesis®)을 이용하여 치료하고 그 결과를 임상적 및 방사선학적으로 분석하여 보고하고자 한다.

대상 및 방법: 2012년 2월부터 2013년 5월까지 골 종양의 수술적 치료 후 발생한 골 결손에 대해 골 대체물의 하나인 탈무기화 골 기질(Demineralized Bone Matrix, Genesis®)을 이용하여 치료하였다. 총 25예의 양성 골 종양 환자에서 시행하였으며, 남자 15명, 여자 10명이었고, 평균연령은 30.3세였다. 양성 골 종양의 종류별로 보면 고립성 골낭종이 9예, 비경화 섬유종 5예, 섬유성 이형성증 5예, 동맥류상골낭종 3예, 내원골종 3예였다. 부위별로 원위 대퇴골 5예, 근위 경골 4예, 근위 대퇴골 3예, 근위 상완골 3예, 수지골 3예, 원위 요골 2예, 골반골 2예, 종골 2예, 견갑골 1예였다. 자가골을 함께 사용한 경우가 6예, DBM 단독으로 사용한 경우가 19예였다. 추시 기간은 최단 6개월에서 최장 14개월로 평균 8.7개월이었다. 주기적인 추시에서 관찰된 단순 방사선 사진에서 DBM의 이식물의 흡수 정도와 골 생성 정도를 술 후 사진과 비교하여 백분율로 표시하여 관찰하였다. 흡수 정도는 단순 방사선 사진에서 관찰할 수 있는 DBM의 부피의 변화로 측정하였고, 골 생성 정도는 결손부의 골 소주의 생성 정도로 측정하였다.

결과: 총 25예 중 23예에서 골 유합(Bone union)을 관찰 할 수 있었다. 골 유합을 보인 23예는 술 후 평균 4.3개월에 98% 이상의 DBM 흡수율을 관찰할 수 있었고 술 후 평균 6.9개월에는 98% 이상의 골 생성을 관찰 할 수 있었다. 골 결손의 양이 적은 경우 골 형성이 빨랐다($p=0.036$). 하지만 그 외 환자의 성별, 나이, 자가골의 첨가 여부 등은 이식물의 흡수율이나 골 생성에 통계학적 유의성은 없었으며, 모든 경우에서 최종 추시 상 특이한 합병증은 없었다.

결론: 양성 골 종양의 수술적 치료 후 발생한 골 결손의 치료제로서 탈무기화 골 기질은 유용할 것으로 생각되나, 장기간의 추시 관찰이 필요할 것으로 사료된다.

색인단어: 양성 골종양, 탈무기화 골 기질

서 론

질병이나 외상 등에 의한 골 결손부를 외과적으로 수복하거나 선천적 또는 후천적 골 기형이 있는 경우에 자가골 또는 생체에 적합한 이식재를 이식한다. 이식재중 자가골은 골 재생능이 우수하

고 면역학적 반응 및 생체와의 적합성 측면에서 유용한 이식재이나,¹⁻³⁾ 부가적인 수술이 필요하고 수술 공여부가 감염될 우려가 있으며 수술시간이 추가적으로 더 소요되고 골채취량이 적어 여러 임상적인 제한이 따른다.⁴⁻⁶⁾ 자가골을 대신하여 사용되는 동종골은 상대적으로 많은 양을 얻을 수 있고 골격의 특정 부분을 사용하거나 가공 처리함으로써 모양이나 골 밀도 등을 조절할 수 있지만, 오염 물질, 독소 등의 전파 및 감염 등의 위험성이 있다. 또한 이러한 위험성을 줄이기 위해 여러 가지 가공 처리를 하는 과정에서 본래의 생물학적, 역학적 성질을 변화시킬 수 있다는 점에서 단점으로 지적되고 있다.⁷⁾ 따라서 이를 대체할 수 있는 여러 가지 골 대체물에 대한 연구가 활발히 이루어져 왔다.

접수일 2013년 10월 28일 심사수정일 2013년 11월 30일

게재확정일 2013년 12월 3일

교신저자 정소학

부산시 서구 암남동 34번지, 고신대학교 의과대학 복음병원 정형외과학교실

TEL 051-990-6467, FAX 051-243-0181

E-mail shchung@kosin.ac.kr

대한골관절종양학회지 : 제19권 제2호 2013 Copyrights © 2013 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."

이상적인 골 대체물은 골 전도성, 골 유도성, 골 형성력의 세가지 요건을 모두 가지고 있어야 하지만, 현재는 골전도성을 가진 수산화인회석(Hydroxyapatite), 삼인산칼슘(Tricalcium phosphate, TCP), 황산화칼슘(Calcium sulfate) 및 골전도성과 골 유도성을 가진 탈무기화 골 기질(Demineralized Bone Matrix, DBM) 등이 개발되어 이용되고 있고 다양한 결과들이 보고되고 있다.⁸⁻¹⁰⁾ 특히 DBM은 동결 건조 형태를 탈회 함으로써 이식재 내 골기질의 골 형성 단백질을 제거하지 않으면서 광화물을 제거하여, 그 내부에 존재하던 교원질이나 성장 인자, 특히 골 형태형성 단백질(BMP)을 노출시킴으로써 골 유도 능력을 발휘하도록 하여 숙주조직의 신생골 형성능력을 촉진시킨다.

이에 저자들은 골 종양의 수술적 치료 후 발생한 골 결손에 대해 골 대체물의 하나인 탈무기화 골 기질(Demineralized Bone Matrix, Genesis®)을 이용하여 치료하고 그 결과를 방사선학적으로 분석하여 보고하고자 한다.

대상 및 방법

2012년 2월부터 2013년 5월까지 골 종양의 수술적 치료 후 발생한 골 결손에 대해 골 대체물의 하나인 탈무기화 골 기질(Demineralized Bone Matrix, Genesis®)을 이용하여 치료한 25예를 대상으로

Table 1. Types of Bone Tumor

	No. of case	(%)
SBC	9	36
NOF	5	20
FD	5	20
ABC	3	12
Enchondroma	3	12
Total	25	100

Table 2. Anatomical Location of the Bone Defect

Site	No. of case	(%)
Dist femur	5	20
Prox tibia	4	16
Prox femur	3	12
Humerus	3	12
Hand	3	12
Dist radius	2	8
Pelvis	2	8
Calcaneous	2	8
Scapula	1	4
Total	25	100

하였다. 총 25예 중 남자가 15예(15/25, 60%), 여자가 10예(10/25, 40%)로 남자가 많았다. 평균 연령은 30.3세(8-65)였다. 골 성장이 끝나지 않은 15세 이하는 7예(7/25, 28%), 골 성장이 끝난 16세 이상은 18예(18/23, 72%)였다. 관찰된 골 종양의 종류로는 고립성 골낭종(Solitary Bone Cyst)이 9예(36%), 섬유성 이형성증(Fibrous Dysplasia)이 5예(20%), 비골화 섬유종(Non-Ossifying Fibroma) 5예(20%), 동맥류상골낭종(Aneurysmal Bone Cyst) 3예(12%), 내연골종(Enchondroma) 3예(12%)이었으며(Table 1), 부위별로는 원위 대퇴골 5예(20%), 근위 경골 4예(16%), 근위 대퇴골 3예(12.0%), 상완골 3예(12.0%), 수지골 3예(12.0%), 원위 요골 2예(8%), 골반골 2예(8%), 종골 2예(8%), 견갑골 1예(4%)였다(Table 2). 모든 예에 대해 골 소파술 후 발생한 골 결손 부위를 DBM을 이용하여 치료하였고, 자가골과 함께 사용한 경우가 6예, DBM 단독으로 사용한 경우가 19예였다.

추시 기간은 최단 6개월에서 최장 14개월로 평균 8.7개월이었다. 술 후 추시 기간 동안 골 대체물의 흡수 정도와 골 생성 정도를 비교하기 위해 단순 방사선 소견의 전후면 및 측면 사진 상 최대, 최소 너비를 구하여 평균값을 이용하여 병소 면적을 산출하여 수술 시 사용할 골 대체물의 양을 측정하였고(Fig. 1), 주기적인 추시에서 관찰된 단순 방사선 사진에서 DBM의 흡수 정도와 골 생성 정도를 술후 사진과 비교하여 관찰하였다.¹¹⁾

수술적 방법은 모든 환자에 있어서 골 생검을 시행하여 골 종양을 진단하였다. 골 종양 부위에 지속적으로 통증을 호소하거나, 골절 위험이 높은 환자에 대하여 수술을 시행하였다. 골 종양 부위를 이동형 X-선 투시장치를 이용하여 확인한 뒤, 골막 하 절개 후 피질골 창을 만들어 소파술을 시행하였고 DBM을 이용하여 병

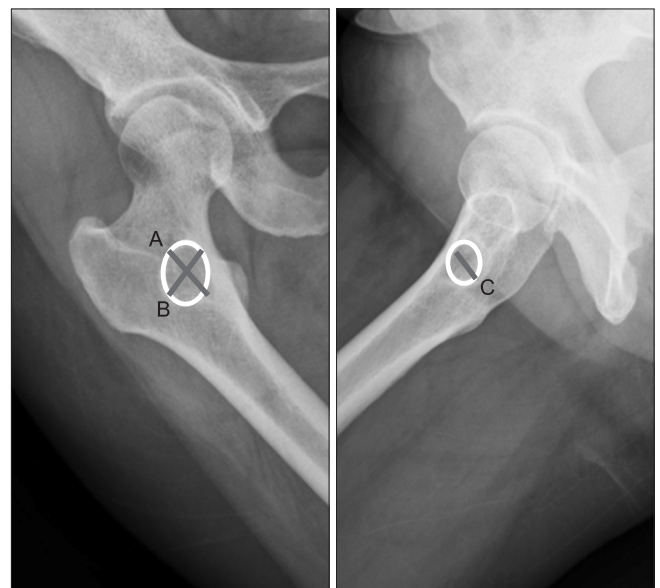


Figure 1. Method for approximating the bone defect volume is shown. Volume = A×B×C.

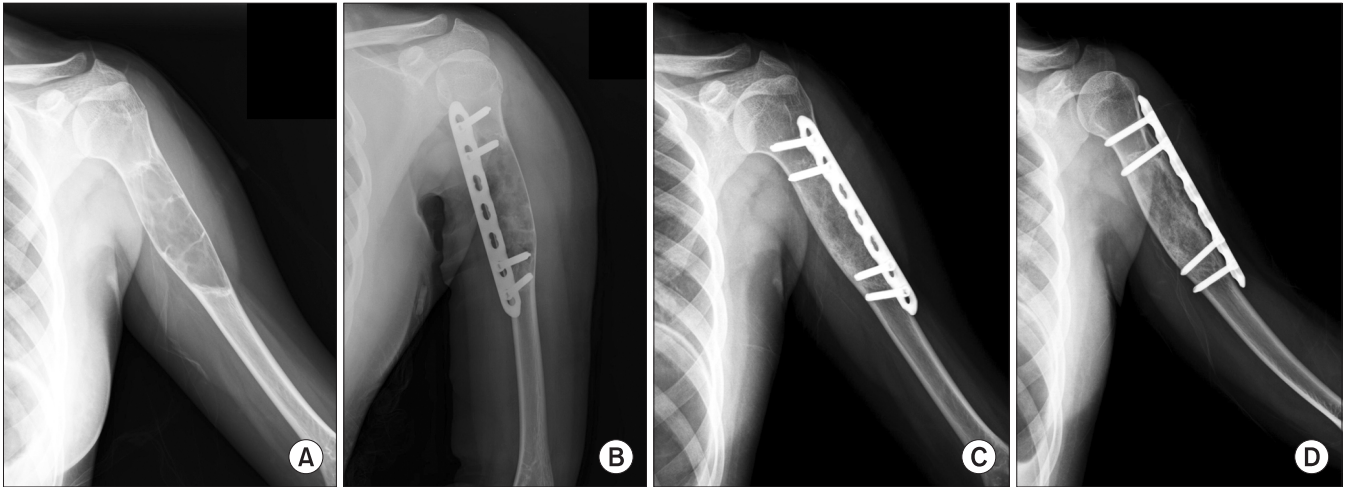


Figure 2. Solitary bone cyst of Proximal Humerus in a 12-year-old patient. (A) Humerus anteroposterior radiograph shows osteolytic bone lesion on proximal humerus area. (B) Immediate postoperative radiograph shows plate fixation and DBM implantation. (C, D) At 6 months, AP & Lateral radiographs after operation show complete bone union.



Figure 3. Aneurysmal bone cyst of Distal Femur in a 51-year-old patient. (A) Initial radiograph shows osteolytic lesion of distal femur. (B) Immediate postoperative radiograph shows Autobone graft and DBM implantation. (C, D) At 13 months, AP & Lateral radiographs after operation show incomplete bone union.

소 부위를 충전하였다. 최종 추시 상, 이식된 DBM이 흡수되고 새로운 신생골이 형성되는지와 병소 재발이 나타나는지를 관찰하였다. 나이, 성별, 골 결손의 크기, 자가골의 혼합여부에 따른 이식물의 흡수 정도와 골 형성 정도의 비교를 위해 SPSS 20.0에 의한 독립표본 T-검정을 이용하여 통계적 유의성을 평가하였다.

결 과

전체 25예 중 23예에서 완전한 골 형성을 보였으며, 2예에서는 병소의 불유합된 소견을 보였다. 완전한 골 형성을 보인 23예에서는 이식된 DBM의 완전 흡수가 일어난 후 서서히 골 음영이 증가하면서 완전한 골형성을 보이는 전형적인 성장의 과정을 보였다. 골

형성을 관찰하는 추시 기간 중 감염이나 병적골절 등과 같은 합병증은 발생하지 않았다. 완전한 골 형성을 보였던 23예에서 DBM의 부피변화가 나타나는 골 흡수 기간은 평균 4.3개월(2-8)이었으며, 골 소주가 관찰되는 골 형성 까지는 평균 6.9개월(4-12)이 소요되었다(Fig. 2). 불유합을 보인 2예 중 1예에서는 골 흡수는 일어났으나 골 형성을 보이지 않았고, 다른 1예에서는 골 흡수 및 골 형성 모두 관찰되지 않았다(Fig. 3, Table 3).

골 형성에 영향을 끼치는 인자에 대한 비교를 시행하였다. 먼저 성별에 따른 비교에서 완전 골 형성까지 남자는 평균 6.62개월(5-12), 여자는 6.85개월(5-9) 소요되었고(p -value: 0.211), 성장이 아직 남아 있는 16세 이하의 군과 성장이 끝난 17세 이상의 군을 대상으로 한 비교에서는 16세 이하의 군에서는 완전 골 형성까지 평

양성 골 종양의 수술적 치료 후 발생한 골 결손에서 탈무기화 골 기질(DBM, Genesis®)의 단기 결과

Table 3. Demographic Data of the Patients (N=25)

No	Age	Sex	Diagnosis	Size of bone defect (cc)	Bone resorption (months)	Bone union (months)
1	55	M	SBC	30	8	12
2	36	M	SBC	16	5	9
3	28	F	FD	26	5	10
4	12	M	NOF	4	3	6
5	31	F	SBC	24	7	11
6	40	M	NOF	2	3	5
7	9	F	FD	9	4	9
8	16	F	SBC	12	5	8
9	14	F	ABC	32	7	8
10	22	M	Enchondroma	3	5	8
11	35	M	Enchondroma	2	4	7
12	51	M	ABC	35	8	-
13	11	F	FD	12	4	7
14	44	F	NOF	23	5	6
15	58	M	ABC	22	4	7
16	25	M	SBC	9	3	6
17	8	M	Enchondroma	8	3	5
18	65	M	SBC	4	2	6
19	48	F	SBC	6	2	5
20	22	M	FD	13	3	5
21	24	M	SBC	3	3	6
22	38	F	SBC	12	4	5
23	32	M	FD	33	-	-
24	11	M	NOF	1	3	5
25	24	F	NOF	30	7	12

Table 4. Time for Graft Resorption and Bone Formation

	Sex		Age		Graft method		Defect volume (cc)	
	Male	Female	≤16	>16	Autograft+DBM	DBM only	<20	≥20
Resorption time	4	4.85	4.16	4.36	4.22	4.26	3.09	5.33
p-value	0.263		0.583		0.424		0.027	
Union time	6.62	6.85	6.33	7.09	6.85	6.59	5.63	8.16
p-value	0.211		0.197		0.389		0.036	

Table 5. Failure of Bone Union

No	Age	Sex	Diagnosis	Size of bone defect (cc)	Location	Graft method	Bone resorption (months)	Bone union (months)
1	51	M	ABC	35	Dist Femur	Autograft+DBM	8	-
2	32	M	FD	33	Dist Radius	DBM only	-	-

군 6.33개월(5-8), 17세 이상의 군에서는 평균 7.09개월(5-12)이 소요되어(p-value: 0.197), 나이가 어린 군에서 좀 더 골 형성이 빠른 것으로 나타났으나 성별과 나이 모두 통계학적 의의는 없었다. 다음으로 골 이식물의 종류에 따른 비교에서 DBM만을 이식하였던 군에서는 완전 골 형성까지 평균 6.59개월(5-10), DBM과 자가골을 함께 사용하였던 군에서는 평균 6.85개월(5-12)이 소요되어(p-value: 0.389) DBM만을 사용하였던 군에서 좀 더 골 형성이 빠른 것으로 나타났으나 이 역시 통계학적 의의는 보이지 않았다. 마지막으로 골 결손 크기에 따른 비교에서 골 결손의 부피가 20 cc 이하의 군에서는 완전 골 형성까지 평균 5.63개월(5-9), 20 cc 이상의 군에서는 평균 8.16개월(7-12)이 소요되어 병변의 크기가 작은 경우 좀 더 골 형성이 빠른 결과를 보였고 통계학적 유의성을 관찰할 수 있었다(p-value: 0.036, Table 4).

골 형성을 보이지 않았던 2예는 나이가 평균 41.5세(32-51)였고, 병변의 크기가 평균 34 cc (33-35)이었으며, 2예 중 1예는 섬유성 이형성증, 1예는 동맥류상골낭종이었다. 발생위치는 1예가 원위 요골, 1예가 원위 대퇴골에서 발생하였고, 1예에서 DBM만을 사용하였고 1예에서 자가골과 DBM을 함께 사용하였다(Table 5).

고 찰

양성 골 종양은 흔히 골 결손을 유발하여 이로 인한 병적 골절의 위험성이 존재하며 적절히 제거하지 않으면 골 파괴를 가져올 수 있다. 이러한 양성 골 종양의 수술적 치료 후 사지의 기능을 회복하기 위해 골조직 결손부의 재건술이 중요한 문제로 남아 있다.¹²⁻¹⁸⁾

골 종양의 수술적 치료 후 발생한 골 결손의 치료로 종양 제거 후 골 이식술이 많이 이용되고 있다. 골 이식술은 1668년 독일 외과 의사 Job Van Meekren 의해 처음으로 보고되었고 그 후로도 수세기에 걸쳐 골 이식에 대한 결과들이 현재 보고되고 있다. 가장 이상적인 골 대체물은 생체 친화성이 있고, 세포 독성이 없으며, 골 전도(osteoconduction) 및 골 유도(osteoiduction) 능력이 있으며, 재생되는 골에 의하여 점진적으로 대체되어야 한다. 골 전도는 골 전구 세포와 혈관 조직이 형성될 수 있도록 틀(scaffold)을 제공하여 골 형성을 돕는 것이며, 골 유도는 이식골 중에 존재하는 여러 성장 인자들에 의해 중배엽 줄기 세포가 골형성 능력이 있는 골아세포로 분화하여 새로운 골 형성을 하는 것이다.¹⁹⁾

이러한 면에서 자가골이 면역반응이 거의 없어 생체 적합성의 측면에서 우수하고 골 유도성 및 골 전도성을 모두 가지고 있어 가장 이상적인 이식재로 알려져 있다. 그러나 자가골은 채취량이 한정되어 있으며 부가적인 수술이 필요하고 이에 따른 출혈 및 감염 가능성의 증가, 수술 통증, 신경 손상, 수술 부위의 불안정성 및 피로골절, 미용 상의 문제 등이 있을 수 있다. 동종골 이식술의 경우 공여자가 지속되는 한 무제한 양을 공급받을 수 있으며 공여부의 이환이 없고, 골 유도, 골 전도를 유발 시킬 수 있다. 하지만 힘

을 받는 부위에 사용하는 경우 잘 흡수되지 않아 불유합이나 피로골절의 가능성이 높아지며, 대개 골 유도는 그 정도가 미미하고 주로 골 전도로 이어지며, 수혜자의 잠재적 면역에 감작되어 흡수될 수도 있으며, 특히 간염, AIDS 등과 같은 질환의 잠재적 전파가 가능한 단점이 있다.^{20,21)}

이러한 자가골 및 동종골 이식술의 문제점을 해결하기 위해 골 이식 대체재의 응용과 개발에 많은 연구가 진행되고 있다. 골 대체재는 통상 Lum (1993)의 방법에 따라 분류되고 있다. 골 전도물질은 인접 숙주골로부터의 골 성장을 도우며 Hydroxyapatite, Bio-coral, Tricalcium phosphate 등이 이식재로 사용되고 있고 골 유도물질은 탈회동결건조골이나 자가골과 같이 국소 부위에서 직접 골을 형성하는 골 유도능을 갖는다. 그리고 미세한 소공을 갖고 직접 생체의 골로부터 추출한 Hydroxyapatite와 같은 물질의 경우 골형성전구세포 존재시에 화학적 또는 구조적 특징에 의해 골을 형성하는 골영양물질(ostetrophic material)로 분류하였다.

이 중에서 무기질 성분을 이용한 골 대체물이 제일 먼저 개발되었는데, Tricalcium phosphate와 Hydroxyapatite 단독 또는 혼합하며 세라믹(ceramic)으로 사용하거나, 해양 산초(Zanthoxylum schinifolium)에서 추출한 Tricalcium phosphate과 Hydroxyapatite 등이 사용된다.

한편 골 전도성과 골 유도성을 가진 탈무기화 골 기질(Demineralized Bone Matrix, DBM)의 경우 Urist¹⁹⁾가 탈무기화된 골의 추출물에서 골을 형성하는 물질이 있음을 최초로 밝혀내면서 알려지게 되었고 이에 관한 많은 연구와 발전이 있어왔다. 탈무기화 골 기질(DBM)에서 기본적인 골 유도성 성분은 뼈의 유기질 성분 중에 있는 소량의 당단백이며 그 중에서 가장 중요한 것이 골 형성 단백질(Bone Morphogenetic Protein, BMP)이다. BMP는 신생골 형성의 전 과정을 기동시킬 수 있는 것으로 알려져 있으며 간엽세포의 침투에서 연골 세포로의 분화, 연골의 제거와 골 형성에 이르는 일련의 과정에 관계한다.^{22,23)} 또한 면역능이 높은 세포막과 용해성 있는 당펩티드를 파괴하여 숙주와 이식편 간에 면역반응을 최소화시킨다.

DBM의 골생성 능력은 여러 가지 조건에 의해 영향을 받게 된다. DBM은 이식되는 조직 부위에 따라 골화의 경로가 달라지는데, 피하나 근육 내에서는 연골내 골화로, 두개관 결손에서는 골막내 골화의 경로로 뼈를 형성하게 된다.²⁴⁾ DBM을 이용한 연구들은 상당히 서로 다르거나 다양한 결과를 보여주고 있다. 저자에 따라 DBM을 추가한 경우에는 자가골만 사용한 경우에 비해 유합의 질이 향상되기 때문에 골 촉진제(enhancer)의 역할을 할 수 있다고 하고,²⁵⁾ 어떤 저자들은 오히려 골 유합을 저해시킨다고도 한다.²⁶⁾ 이러한 결과의 차이는 다양한 공여자와 운반자의 종류에 의한 것으로 생각되며 이 외에도 잔여 무기질의 양이나 멸균방법에 따라서도 골 생성 능력이 달라질 수 있다.

본 연구에서는 양성 골 종양의 수술적 치료 후 발생한 골 결손

에 대해 골 대체물의 하나인 DBM을 이용하여 치료한 후 신생골 형성에 영향을 미칠 수 있는 인자에 대해 알아보려 몇 가지 인자에 대한 비교도 함께 시행하였다. 총 25예 중 골 유합을 보인 23예에 대하여 골 결손의 양이 적은 경우 골 형성이 빠른 결과를 보였으며, 통계학적으로도 의미 있는 결과(p -value<0.05)를 보였다. 하지만 그 외 환자의 성별, 나이, 자가골의 첨가 여부 등에 따른 비교 연구에서 골 흡수율이나 골 생성에 통계학적으로 유의한 차이는 발견할 수 없었으며, 모든 경우에서 최종 추시 시 특이한 합병증은 없었다. 치료 시 1년 이상 추시에도 이식된 대체물의 골 흡수가 보이지 않았던 병변은 2예 모두 병변 크기가 30 cc 이상이었다. 이는 병변의 위치와 그 양에 영향을 받은 것으로 생각된다. 그러나 본 연구의 대상이 단순 골 결손이 아닌 골 종양 병변이라는 점을 고려했을 때 단순 결손의 크기, 위치 뿐만 아니라 각 질환의 특수성이 미치는 영향에 대해 좀 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결론

골 종양의 수술적 치료 후 발생한 골 결손에 대해 골 대체물의 하나인 탈무기화 골 기질(Demineralized Bone Matrix, DBM)의 이용은 생체 적합성이 뛰어나고 골 전도 및 골 유도 작용이 있어 신생골 형성에 자가골 이식을 대체할 수 있는 효과적인 치료법으로 생각된다. 하지만 병변의 크기가 커서 자가골 이식만으로 그 양이 충분치 않을 경우 사용되는 경우에 있어 충분한 양의 증례 및 추시 기간과 함께 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

- Gitelis S, Brebach GT. The treatment of chronic osteomyelitis with a biodegradable antibiotic-impregnated implant. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2002;10:53-60.
- Armstrong JR. Types, sources, and fixation of grafts. Bone-grafting in the treatment of fractures. Baltimore: Williams and Wilkins; 1945.
- Damien CJ, Parsons JR. Bone graft and bone graft substitutes: a review of current technology and applications. *J Appl Biomater*. 1991;2:187-208.
- Greenwald AS, Boden SD, Goldberg VM, Khan Y, Laurencin CT, Rosier RN; American Academy of Orthopaedic Surgeons. The Committee on Biological Implants. Bone-graft substitutes: facts, fictions, and applications. *J Bone Joint Surg Am*. 2001;83-A Suppl 2 Pt 2:98-103.
- Lind M, B nnger C: Factors stimulating bone formation. In: Gunzburg R, Szpalski M, Passuti N, et al, editors. The use of bone substitutes in spine surgery. Berlin (Germany): Springer Verlag; 18-25. 2002.
- Delloye C, Cnockaert N, Cornu O. Bone substitutes in 2003: an overview. *Acta Orthop Belg*. 2003;69:1-8.
- Hwang C, Bae JY, Koo KH, et al. A Comparative experimental study of allograft and porous hydroxyapatite as bone substitutes. *J Korean Orthop Assoc*. 2007;42:545-52.
- Bucholz RW. Nonallograft osteoconductive bone graft substitutes. *Clin Orthop Relat Res*. 2002;(395):44-52.
- Finkemeier CG. Bone-grafting and bone-graft substitutes. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84:454-64.
- Parikh SN, Shital N. Bone graft substitutes in modern orthopedics. *Orthopedics*. 2002;25:1301-9.
- Kelly CM, Wilkins RM, Gitelis S, Hartjen C, Watson JT, Kim PT. The use of a surgical grade calcium sulfate as a bone graft substitute: results of a multicenter trial. *Clin Orthop Relat Res*. 2001;(382):42-50.
- Cheng EY, Gebhardt MC. Allograft reconstructions of the shoulder after bone tumor resections. *Orthop Clin North Am*. 1991;22:37-48.
- Clohisey DR, Mankin HJ. Osteoarticular allografts for reconstruction after resection of a musculoskeletal tumor in the proximal end of the tibia. *J Bone Joint Surg Am*. 1994;76:549-54.
- Dick HM, Malinin TI, Mnaymneh WA. Massive allograft implantation following radical resection of high-grade tumors requiring adjuvant chemotherapy treatment. *Clin Orthop Relat Res*. 1985;(197):88-95.
- Gebhardt MC, Roth YF, Mankin HJ. Osteoarticular allografts for reconstruction in the proximal part of the humerus after excision of a musculoskeletal tumor. *J Bone Joint Surg Am*. 1990;72:334-45.
- Kim JD, Kang NW, Lee DH, et al. Reconstruction options after surgical resection in Musculoskeletal Tumors of the Extremity. *J Korean Orthop Assoc*. 1998;33:624-36.
- Mankin HJ, Doppelt S, Tomford W. Clinical experience with allograft implantation. The first ten years. *Clin Orthop Relat Res*. 1983;(174):69-86.
- Parrish FF. Allograft replacement of all or part of the end of a long bone following excision of a tumor. *J Bone Joint Surg Am*. 1973;55:1-22.
- Urist MR. Bone: formation by autoinduction. *Science*. 1965; 150:893-9.
- Berrey BH Jr, Lord CF, Gebhardt MC, Mankin HJ. Fractures of

- allografts. Frequency, treatment, and end-results. *J Bone Joint Surg Am.* 1990;72:825-33.
21. Bonfiglio M, Jeter WS. Immunological responses to bone. *Clin Orthop Relat Res.* 1972;87:19-27.
 22. Wang J, Glimcher MJ. Characterization of matrix-induced osteogenesis in rat calvarial bone defects: I. Differences in the cellular response to demineralized bone matrix implanted in calvarial defects and in subcutaneous sites. *Calcif Tissue Int.* 1999;65:156-65.
 23. Martin GJ Jr, Boden SD, Titus L, Scarborough NL. New formulations of demineralized bone matrix as a more effective graft alternative in experimental posterolateral lumbar spine arthrodesis. *Spine (Phila Pa 1976).* 1999;24:637-45.
 24. Helm GA, Sheehan JM, Sheehan JP, et al. Utilization of type I collagen gel, demineralized bone matrix, and bone morphogenetic protein-2 to enhance autologous bone lumbar spinal fusion. *J Neurosurg.* 1997;86:93-100.
 25. Wozney JM, Rosen V, Celeste AJ, et al. Novel regulators of bone formation: molecular clones and activities. *Science.* 1988; 242:1528-34.
 26. Ozkaynak E, Schnegelsberg PN, Jin DF, et al. Osteogenic protein-2. A new member of the transforming growth factor-beta superfamily expressed early in embryogenesis. *J Biol Chem.* 1992;267:25220-7.

Early Result of Demineralized Bone Matrix (DBM, Genesis®) in Bone Defect after Operative Treatment of Benign Bone Tumor

Hyun Je Seo, and So Hak Chung

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

Purpose: This study was performed to evaluate the efficiency of demineralized bone matrix (DBM, Genesis®) used for bone defect after operative treatment of benign bone tumors by clinical and radiological methods.

Materials and Methods: DBM was used to treat bone defect after operative treatment of benign tumor from February 2012 to May 2013. Total 25 benign bone tumor cases (15 males, and 10 females) with mean age of 30.3 were studied. The diagnoses were solitary bone cyst in 9 cases, non ossifying fibroma in 5, fibrous dysplasia in 5, aneurysmal bone cyst in 3 and enchondroma in 3. In categorization by location of tumor, there were 5 cases of distal femur, 4 of proximal tibia, 3 of proximal femur, 3 of proximal humerus, 3 of phalanx, 2 of distal radius, 2 of hip bone, 2 of calcaneus, and 1 of scapula. Autogenous bone was used with DBM in 6 cases, and only DBM used in 19 cases. Mean periods of follow up were 8.7 months (range: 6 to 14 months). Amount of graft resorption and bone formation was observed with compare of post operation radiograph and the difference was shown by percentage. Resorption level was measured by DBM level which could be observed from simple x-ray, and bone formation level by bone trabecular formation level at impaired site.

Results: Twenty three cases of total 25 cases showed bone union. In the 23 cases, more than 98% DBM resorption was observed after mean 4.3 months, and more than 98% bone formation was observed after mean 6.9 months. Lesser bone defect sizes showed faster bone formation and it was statistically significant ($p=0.036$). But other comparative studies on other factors such as, sex, age of patients and combination of autogenous bone were no statistically significant differences in graft resorption and bone formation. And there was no significant complication in periods of follow-up.

Conclusion: Demineralized Bone Matrix (Genesis®) is thought to be useful treatment for bone defect after operative treatment of benign bone tumor, however longer follow-up periods appears to be needed.

Key words: benign bone tumor, Demineralized Bone Matrix

Received October 28, 2013 Revised November 30, 2013 Accepted December 3, 2013

Correspondence to: So Hak Chung

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