대한척추외과학회지 제 15 권 제 3 호
Journal of Korean Spine Surg.
Vol. 15, No. 3, pp 157~164, 2008

국소 조각 골을 이용한 후방 추체간 유합술에서 탈무기질화 골기질의 이식골 강화제로서의 효과

최대정 · 안동기 · 이 송 · 박훈석 · 전영원 · 양승진 · 류창욱

서울성심병원 정형외과

The Effect of Demineralized Bone Matrix as a Graft Enhancer in Posterior Lumbar Interbody Fusion Using Cage and Local Bone Chips

Dae Jung Choi, M.D., Dong Ki Ahn, M.D., Song Lee, M.D., Hoon Seok Park, M.D., Young Won Jeon, M.D., Seung Jin Yang, M.D., Chang Wook Ryu, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Seoul Sacred Heart General Hospital, Seoul, Korea

– Abstract –

Study design: A randomized, controlled study

Objectives: We wanted to investigate whether osteogenesis can be enhanced when a small amount of demineralized bone matrix (1 cc/segment) is mixed with local bone chips.

Summary of the Literature Review: Demineralized bone matrix (DBM) has been used for spinal arthrodesis. However, there are only a few reports about its use as a composite graft with local bone chips for posterior lumbar interbody fusion

Materials and Methods: Degenerative spine patients, who would normally be treated by decompression and posterior lumbar interbody fusion with using a pedicle screw system and one cage, were randomly, prospectively selected for whether they would be treated with using local bone chips mixed with 1cc of DBM (Group I: 15 patients and 19 segments) or local bone chips (Group II: 12 patients and 13 segments) for graft material. The sampling bias was investigated for gender, age, endocrine diseases, previous operation, habits (alcohol drinking, smoking), steroid medication, bone mineral density and the amount of local bone. The amount of bone formation was measured at 6 months after operation. On the sagittal and coronal reconstruction CT images, the bone formation outside of the cage was measured, and this was interpreted in a "blinded" fashion by 2 independent doctors who did not take part in the operations.

Results: There was no sampling bias between the 2 groups except for age (Group I= 65.3±7.1, Group II=58.9±6.0, p=0.010). The ratio of local bone chips and DBM was 5.98:1 in Group I. There was moderate concurrence between the 2 interpreters (kappa co-efficiency=0.494, p<0.001 for the sagittal plain images and kappa co-efficiency=0.467, p<0.001 for the coronal plain images) and Group I showed significantly more bone formation (p=0.003).

Conclusion: DBM that is mixed with local bone chips, even with small amount, enhanced bone formation in the posterior lumbar interbody fusion. This is regarded to act as a graft enhancer to increase the fusion rate, even when using local bone chips for graft material, for the cases that show unfavorable conditions for fusion or for the cases that are prone to loosening of hardware.

Address reprint requests to
Dong Ki Ahn, M.D.
Department of Orthopedic Surgery, Seoul Sacred Heart General Hospital
40-12 Chungryangri-dong, Dongdaemoon-gu, Seoul
Tel: 82-2-966-1616, Fax: 82-2-968-2394, E-mail: adkajs@hanmail.net

Key Words: Posterior lumbar interbody fusion, Demineralized bone matrix, Local bone chips, Graft enhancer

서 론

여러 가지 척추 질환의 치료방법으로 척추 유합술이 사용되어왔으며 전체 골 이식술의 50% 이상이 이를 위해 사용되고 있다[1,2]. 유합 성공률은 기기 고정술이 발달하면서 점차 증가하였으나 골 이식술의 표준적인 방법인 자가 장골 이식술로 인한 공여부의 합병증은 환자의 만족도 증진에 제한이 되었다. 이를 극복하기 위해 동종골을 사용하는 방법, 국소 조각골을 사용하는 방법, 골대체물질을 사용하는 방법, 추체간에 골이식을 시행하는 방법, 그리고 척추경 나사못과 케이지를 이용하여 고정의 견고성을 높이는 방법 등이 단독 또는 조합으로 시도되었다. 동종골의 이식 방법 중 신선 동결골이나 동결건조골에 비해 골 유도성을 강화시킨 탈무기질화 골기질의 이식술은 기기 고정술을 이용한 후외측 고정술에서는 자가 장골의 보충물로서는 효과가 인정되었으나 국소 조각골이나 골전도성을 보유한 여타 인공물질과의 복합사용은 자가장골을 사용한 결과에 미치지 못하였다[3,4,5,6,7]. 그러나 국소 조각골과 탈무기질화 골기질의 복합 이식을 척추경 나사못과 케이지를 이용한 후방 추체간 유합술에 사용하였을 경우 견고한 고정을 얻을 수 있어서 이러한 형태의 이식골이 구조적인 지지가 약한 것을 보상할 수 있으며 골 이식부의 환경이 골 형성에 보다 유리하고 국소 농도를 유지할 수 있어 후외측 고정술 보다 우수한 결과를 얻을 수 있을 것으로 예상되었다. 그러나 이러한 술식에 대한 연구는 유용성을 판단하는데 있어서 문헌을 참고하기가 어려웠다. 이에 본 저자들은 감압술 과정에서 얻어지는 국소 조각골과 일 분절당 1 cc의 탈무기질화 골기질을 혼합 사용하여 국소 조각골을 단독으로 사용한 경우와 조기 골 형성의 정도를 비교하여 탈무기질화 골기질이 소량에서 골형성 강화제로 작용하는 가를 연구하고자 하였다.

연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

2006년 3월부터 2006년 6월까지 퇴행성 척추 질환, 추간판 질환 그리고 협부 결손형 척추전방전위증으로 감압술과 분절 유합술이 필요했던 환자들을 대상으로 하였다. 50세 미만과 80세 이상, 3 분절 이상, 동일 분절의 3회 이상의 수술, 그리고 감염이 합병된 경우는 대상에서 제외하였다. 이식 골의 종류는 무작위로 선정하였으며 모든 수술은 동일인에 의해 시행되었다. 총 39명의 환자들 중에서 22명 26분절은 국소 조각 골과 각 분절당 1 cc의 탈무기질화 골기질을 혼합하여 이식하였으며 17명 20분절은 국소 조각골만을 이식하였다. 이 중 술후 6개월±2주에 전산화 단층촬영을 완료한 27명 32분절 중 국소 조각골과 탈무기질화 골기질을 복합 이식한 15명 19분절을 I군, 국소 조각골만을 사용한 12명 13분절을 II군으로 하였다.

2. 수술 방법

일반적 후방 중앙 접근법으로 하여 해당 분절의 감압을 일측 또는 양측으로 시행하고 감압이 일측만 필요한 경우는 반대측의 추궁판과 하 관절돌기까지를 제거하여 국소골로 사용하였다. 추간판의 제거는 일측을 통해서만 시행하였으며 삽입된 척추경 나사못과 강봉을 이용하여 추체 간격을 신연시키고 I군에서는 감압도중 얻

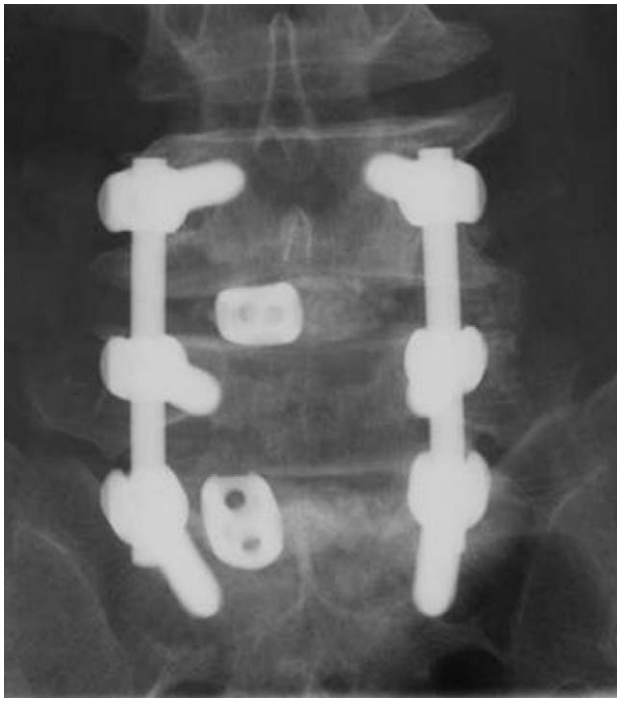

Fig. 1. PLIF with pedicle screws and one cage augmented with local bone chips.

어진 국소골을 1~2 mm의 조각 골로 만들어 한 분절 당 1 cc의 분말 상태의 탈무기질화 골기질(AlloMatrix®)을 혼합하여 준비된 이식골을 적절한 크기의 1개의 케이지에 충전하고 나머지는 섬유윤 창을 통해 반대측에 이식한 후 편측에만 케이지를 삽입하였다. II군에서는 국소 조각골만을 전술한 방법으로 이식하고 척추경 나사못과 강봉을 사용하여 적절한 압박을 가하여 고정한 후 창상을 봉합하였다(Fig. 1). 사용된 조각골의 양은 20 cc 주사기에 조각골을 담아 최대 압박을 가하였을 때의 용적을 기준으로 측정하였다(Fig. 2).

3. 분석 방법

전향적 방법으로 분석하였으며 두 군의 성별, 연령, 음주, 흡연 여부, 당뇨병, 그 외의 내분비 질환, 동일 분절의 재수술 여부, 골밀도 그리고 각 분절 당 사용된 국소 조각골의 양을 조사하였다. 음주는 주 2회 이상의 음주를 수술 전 1년 이상 유지한 경우로 하였고, 당뇨병은 수술 전 검사 당시 공복 혈당이 200 mg/dl이상이거나 당뇨병의 병력이 있는 경우로 하였으며, 골밀도는 척추의 경우 퇴행성 변화에 의한 부분 골경화로 계측치가 실제 골밀도보다 높게 측정되는 경향이 있어 DEXA(Dual-energy x-ray absorptiometry, Osteoprima®)을 사용하여 고관절 전자간부 계측치로 하였다. 술 후 6개월±2주에 1 mm 두께의 전산화 단층촬영의 시상 및 관상면 재건 영상을 이용하여 골 형성의 정도를 파악하였다. 최종 추시는 I군 에서는 75%, II군에서는 71%였다. 두 군의 통계적 비교에 있어서는 각 분절을 한 예로 계산하였다. 방사선 판독은 전산화 단층촬영 재건 영상 상 중앙 시상면과 추체의 전방 1/3 지점의 관상면 각각에서 케이지밖의 골형성 정도를 판독하고 본 교실에서 설정한 기준을 적용하였다(Fig. 3). Grade I은 골이식 부위에 골형성이 없거나 미약한 경우, Grade II는 골이식 부위에 50% 미만의 골형성이 있는 경우, Grade III는 골이식 부위에 50% 이상의 골형성은 있으나 연속성이 불완전한 경우, Grade IV는 골이식 부위에 미만성의 연속적 골형성이 있고 상하 추체종판의 연결이 완전한 경우로 정의하였고, 각각의 Grade에 따라 1, 2, 3, 4점을 부과하였다. 본 수술 과 관련이 없는 2명의 정형외과 의사가 맹검으로 판독하여 두 면의 점수를 합산한 치를 다시 2명의 판독자가 합산하여 계산된 최종 수치를 비교하였다.

통계 방법은 두 군 간의 표집오차는 T-test와 Fisher's exact test, 판독자간의 일치도는 Kappa test, 그리고 두 군

Fig. 2. Measurement of local bone amount and 1 cc of DBM.

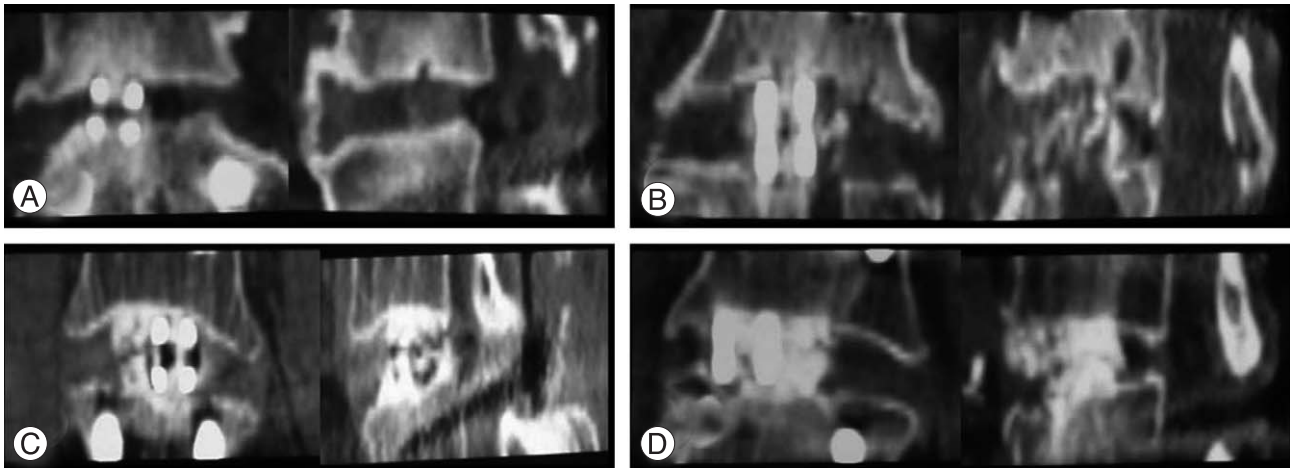

Fig. 3. Bone formation grading system which is measured at out of cage, mid-sagittal and anterior one third coronal plane CT reconstruction view. (**A**) Grade I: no or little bone formation at graft site. (**B**) Grade II: bone formation less than 50% at graft site. (**C**) Grade III: bone formation more than 50% at graft site. (**D**) Grade IV: full bone formation at graft site and continuing to adjacent end plates.

Table 1. Sampling bias

Characteristics	Group I	Group II	p-value
Age (years)	65.32±7.06	58.92±5.98	0.010*
Sex	5:14	4:9	0.545
Alcohol	3	4	0.364
Smoking	3	3	0.470
Previou op.	2	0	0.195
DM†	5	4	0.545
Endocrine disorder	0	1	0.406
BMD‡	-2.24±0.80	-1.84±0.80	0.178
Amount of local bone	5.98±0.51	6.39±0.58	0.054

*p-value <0.050
†Diabetes mellitus
‡Bone mineral density

Table 2. Bone formation score

	Interpretation I		Interpretation II		Total	Average
	Coronal	Sagittal	Coronal	Sagittal	score	score (p=0.003)
Group I	3	3	3	3	12	10.37
	2	2	2	2	8	
	3	3	3	3	12	
	3	3	3	2	11	
	3	1	2	2	8	
	3	3	3	3	12	
	3	3	3	3	12	
	3	3	3	3	12	
	2	2	3	3	10	
	3	2	3	2	10	
	3	3	2	2	10	
	3	3	3	3	13	
	1	1	1	1	4	
	3	3	1	1	8	
	3	3	3	3	12	
	2	3	3	3	11	
	2	3	3	3	11	
	3	1	3	3	10	
	2	3	3	3	11	
Group II	1	1	1	1	4	6.92
	2	2	1	1	6	
	1	1	1	1	4	
	1	1	1	1	4	
	2	1	1	1	5	
	3	3	3	3	12	
	3	3	3	2	11	
	1	2	1	1	5	
	1	1	1	1	4	
	2	2	2	2	8	
	3	2	3	3	11	
	2	1	3	2	8	
	2	2	2	2	8	

간의 차이는 Mann-Whitney test를 적용하였으며 SPSS 11.5 package를 사용하였다

결 과

두 군 간의 표집오차는 표 1과 같았다. I군에서 연령이 유의하게 고령이었으며 국소골의 사용량이 I군 5.98 cc, II군 6.39 cc로 그 차이가 유의 수준에 근접하였고 그 외의 비교에서는 유의한 차이가 없었다(Table 1). I군에서 국소 조각골과 탈무기질화 골기질의 혼합비는 평균 5.98:1이었다. 두 판독자의 판독은 시상면 상의 판독(kappa=0.494, p<0.001)과 관상면 상의 판독(kappa=0.467, p<0.001) 모두에서 중등도의 일치를 보였다. 두 판독자 각각의 시상면과 관상면 점수를 합산한 수치를 다시 총 합산하여 두 군 사이의 차이를 비교한 결과 I군 10.37±2.14, II군 6.92±2.96으로 I군에서 보다 우수한 골 형성을 보였다(p=0.003, Table 2).

고 찰

척추 유합술에 있어서 자가 장골의 이식은 오랫동안 표준적인 방법으로 사용되어 왔으며 유합률을 증가시키는데 필수적인 역할을 하였다[2]. 척추 고정 기기의 발달은 골유합 조건이 불리한 고령 환자에게서도 높은 유합률을 보장하게 되어 퇴행성 요추 질환에서 후외측 유합술은 90%[8,9,10], 후방 추체간 유합술은 100%에 근접하며 과거에 기기 고정술을 시행하지 않을 때에 비해 월등히 증가하였다[11,12]. 그러나 자가 장골의 채취에 따른 합병증이 골 소실, 골절, 신경 손상, 감염, 수술시간 및 출혈의 증가, 만성적 동통등으로 다양하게 보고되고 있으며 특히 만성적 동통은 30%에 달해 환자의 주관적 만족도가 감소하는 원인이 되고 있다[13,14,15]. 가장 이상적인 이식 골로는 골세포로 분화해가는 다양한 단계의 골모세포와 골아세포가 포함되어 있어야 하며, 여러 형태의 원시세포를 골 형성에 관계된 세포로 발전시키는 신호를 낼 수 있는 물질이 포함, 즉 골유도성이 있어야 하고 혈관형성과 골 형성에 필요한 비계를 제공하는 골전도성이 있어야 하고 이식되는 수혜부의 필요에 따라 구조적 지지를 제공할 수 있어야 한다[16]. 이러한 조건을 모두 갖추고 있는 이식 골은 자가장골이 유일하다고 할 수 있으나 최근에는 골 공여부의 합병증을 피하고 부족한 자가골을 보충하기 위해 여러 대체 이식물이 시도되었다. 신선 동결 동종골 이식은 최근에 국내의 골 은행이 활성화됨에 따라 비교적 가격이 저렴하고 접근이 용의하나 골전도성만 있을 뿐 골유도성이 결여되어 척추 유합술에 있어서의 단독사용이 그다지 성공적이지 못했으며 여러 가지 감염의 위험을 모두 배제할 수 없다는 문제점이 있다.

Urist[17]가 1965년에 탈무기질화한 피질골을 피하와 근육하에 이식하여 이소골 형성을 보고함으로서 그 안에 주변의 줄기 세포를 골 형성에 관계된 세포로 발전시킬 수 있는 골 유도성 물질, 즉 골 형성 단백이 있다는 것을 증명하였다. 그 후 여러 연구에 의해 이 외에도 insuline like growth factor, platelet derived growth factor, fibroblast growth factor, 그리고 transforming growth factor 등이 이에 관계된 것으로 보고되었다[3,18,19,20,21,22,23]. 피질골을 탈 무기질화 하면 93%의 교원 섬유 와 2%의 잔여 무기질, 그리고 이러한 골유도성 물질이 5% 포함되어 있는데, 피질골에 묻혀있던 이러한 물질이 탈무기질화에 의해 노출되어 골유도를 일으키게 된다[7]. 가장 강력한 골유도성을 갖는 BMP는 20microgram을 만드는데 10 kg의 피질골이 필요하여[24] 생산가격이 현실적이지 못하므로 유전자 기술을 이용하며 생산하지만 여전히 고가로서 실제 사용에 제한이 있는 실정이다. 이에 비해 동종골에서 직접 처리하여 얻을 수 있는 탈무기질화 골기질은 비교적 현실적인 가격에 생산이 가능하나 최종 사용가능 단계까지의 여러 공정에 의해 골유도성 물질의 활동능력이 심각하게 영향을 받을 수 있어 상업적으로 생산되어있는 여러 종류의 상품은 각기 골유도 능력의 차이가 있을 수 있는 것으로 보고되었다[25,26]. 공여골을 혈청학적, 현미경적으로 선발시험을 하고 의학적, 사회적 과거력 상 결격이 있는 가를 조사하고 알콜과 항생제을 사용하여 세척하는 것까지는 모든 제품이 동일하나 담체(carrier)로 사용하는 물체와 혼합 비, 최종 무균적 처리 방법, 그리고 최종 보관 상태 등은 각 회사가 고유한 방법을 쓰고 있다. 본 연구에 사용된 AlloMatrix®는 담체로 calcium sulfate hemihydrate를 사용하고 탈무기질화 골기질 86%에 14%의 담체을 혼합하고 있다. 최종 무균 처리 방법으로는 electron beam을 채택하고 동결 건조 상태로 상온 보관하도록 되어있다.

척추 유합술에 있어서 탈무기질화 골기질의 사용은 자가 장골과 혼합하여 사용하였을 경우 골보충제 또는 골형성 강화제로는 역할이 인정되나 단독으로 사용하거나 골전도성을 갖는 인공 물질과 혼합 사용하였을 경우는 골유합이 성공적이지 못한 것으로 보고되어 여전히 자가 장골의 채취를 완전히 배재할 수 없는 것으로 생각되었다. Sassard 등[27]은 후외측 유합술에 있어서 국소 골과 탈무기질화 골기질을 1:3으로 혼합 사용하였을 경우 자가장골을 사용한 경우와 유사한 유합율은 얻을 수 있다고 하였으나 많은 양을 사용해야 함으로서 지나친 비용의 증가를 피할 수 없다. 본 저자들은 감압술이 필요한 퇴행성 척추 질환에 있어서 수술 도중 얻어지는

국소골을 소량의 탈무기질화 골기질과 혼합하여 후방 추체간 유합술을 시행함으로서 자가 장골의 채취를 배재하고 비용 부담이 저렴하면서 골유합을 증가시킬 수 있는 방법이 유용한 가를 증명하고자 하였다. 척추경 나사못과 국소 조각골을 사용한 후방 추체간 유합술은 신 등[28,29]에 의하면 47.6%, 안 등[30]에 의하면 75%의 성공률을 보였으나 삼피질 자가 장골을 사용한 경우에는 미치지 못하였고 붕괴 유합을 보인 경우가 많았다. 그러나 케이지를 병용함으로서 유합률을 100%까지 높일 수 있다고 보고되었으며[11,22], Harris 등[31]은 단일 케이지만을 사용하여도 생역학적으로 근소한 차이가 있으나 유합률과 임상 결과에는 차이가 없다고 하였다. 본 저자들의 경험으로는 골다공증이 있는 고령 환자나 추체 종판의 골경화상을 보이는 환자에게서 편측 케이지 만을 사용하였을 경우, 유합전에 내고정물의 해리가 발생하거나 추체 간의 이식골이 흡수되어버리는 경우를 빈번히 경험하였다. 이에 탈무기질화 골기질을 소량 혼합하여 골형성이 조기에 증가하는 가를 증명하면 이러한 경우에 골유합을 증가시키는데 도움이 될 것으로 생각되었다. 일반 방사선 소견으로는 케이지에 의해 골 영상이 중복되어 정확한 유합의 판독에 어려움이 있고 수술 후 골유합에 필요한 충분한 시간이 경과한 후에는 탈무기질화 골기질의 효과를 증명하는데 보다 다양한 교란인자가 발생할 것으로 생각되어 수술 후 6개월에 전산화 단층촬영을 이용한 시상면과 관상면의 재구성 사진을 사용하여 골형성의 정도를 계측하였다.

탈무기질화 골기질이 이소골을 형성하는 기전은 일차로 연골을 형성하고 이것이 다시 골로 치환되어가는 연골내 골화에 의한 것인데, Wang 등[32,33,34]의 연구에 의하면 두개골의 결손 부위에서는 직접 막내골화를 통해 골아세포가 생산되는 것이 관찰되어 이식 수혜부의 조건에 따라 골 형성 기전이 다를 수 있는 것으로 생각되었고 Kenneth 등[1]은 이러한 차이의 이유를 해부학적 부위에 따라 간엽 줄기세포가 갖고 있는 연골 형성 또는 골형성에 관계하는 단백질에 대한 수용체의 우세가 서로 다르기 때문인 것으로 설명하였다. 횡돌기 간에 비해 추체간은 혈액 순환이 왕성한 넓은 추체종판이 있으며 추체의 해면골에서 골모세포로 분화할 수 있는 원시세포의 공급이 원활할 것으로 생각되어 연골 형성 단계를 거치지 않고 직접 골형성이 가능할 것으로 예상되었다. 또한 이식 후 국소에 탈무기질화 골기질의 농도를 유지시키는 것이 횡돌기 간에 비해 용이할 것으로 생각되었다.

본 연구에서는 실험군과 대조군의 표집오차를 줄이기 위해 전향적 연구 방법을 사용하였으며 동일한 기간 내의 대상에 대해 무작위로 이식 방법을 선택하여 한 명의 의사가 모든 수술을 시행하였다. 2개의 케이지를 사용할 경우, 케이지에 가려져서 유합 상태를 판단하기가 어려울 것으로 생각되어 1개만을 사용한 경우로 제한하였고 일측 접근 방법을 사용하여 수핵 제거와 추체 종판의 연골제거를 시행하였다. 연령, 유합 분절 수 그리고 수술 횟수 등의 교란 효과를 배제하기 위해 50세 미만과 80세 이상, 3분절이상의 유합, 그리고 해당 부위에 3회 이상의 수술은 대상에서 제외하였다. 그러나 표집오차의 검증에서 1군이 유의하게 고령이었으며 유의 수준에는 이르지 않았으나 재수술 횟수, 사용된 국소 조각 골의 양에서 모두 1군의 조건이 골 형성에 불리하게 표집되어 본 연구의 제한점으로 생각된다. 그러나 골 형성 정도의 분석 결과 1군에서 뚜렷하게 골 형성이 우수하게 관찰되어 탈무기질화 골기질이 골형성을 증가시키는 이식 골 강화제로서의 역할이 있다고 판단하는데는 오류가 없을 것으로 생각된다. 조기에 골형성을 증가시켰다는 것은 척추 유합술에서 유합의 성공 여부가 유합의 진행과 고정 기구의 실패 사이의 시간 경쟁이라는 것을 고려할 때[1] 최종적으로 골유합을 증가시키는데 당연히 유리하게 작용할 것으로 생각된다. 본 연구에서 사용된 국소 조각골과의 비율은 5.98:1이었으나 어떠한 혼합비에서 골형성이 최대가 될지는 아직 알 수 없으며 이를 위해서는 다양한 비율의 복합이식에 대한 비교연구가 필요할 것으로 생각된다.

결 론

후방 추체간 유합술에서 국소 조각골과 혼합하여 사용된 탈무기질화 골기질은 소량에서도 골 형성을 증가시켰으며, 이로 미루어 골유합에 불리한 조건이 있거나 골다공증으로 고정기구의 해리가 예상되는 환자에게서 국소 조각골과 혼합하여 사용하였을 경우에 추체간 유합율을 증가시킬 수 있는 골형성 강화제로 유용할 것으로 생각된다.

참고문헌

1) **Lee KJ, Roper JG, Wang GC:** *Demineralized bone matrix and spinal arthrodesis. Spine 2005; 5: 217-223.*
2) **Vaccaro AR, Chiba K, Heller JG, et al:** *Bone grafting alternatives in spinal surgery. Spine 2002; 2: 206-215.*
3) **Aspenberg P, Albrektsson T, Thorngren K:** *Local application of IGR-1 to healing bone Acta Orthop Scan 1989; 60: 607-610.*
4) **Cook DB, Dalton JE, Tan EH, Whitecloud TS, Rueger DC:** *In vivo evaluation of recombinant human osteogenic*

protein (rhOP-1) implants as a bone graft substitute for spine fusions. Spine 1994; 19: 1655-1664.

5) **Cook SD, Dalton JE, Prewett AB, Whitecloud TS:** *In vivo evaluation of demineralized bone matrix as a bone graft substitute for posterior spine fusion. Spine 1995; 20: 877-886.*

6) **Louis-Ugbo J, Murakami H, Kim HS, Minamide A, Boden SD:** *Evidence of osteoinduction by Grafton demineralized bone matrix in nonhuman primate spinal fusion. Spine 2004; 29: 360-366.*

7) **Martin GJ, boden SD, Titus L, Scarborough NL:** *New formulations of demineralized bone matrix as a more effective in experimental posterolateral lumbar spine arthrodesis. Spine 1999; 24: 637-645.*

8) **Turner JA, Ersek M, Herron L, et al:** *Patient outcomes after lumbar spinal fusions. JAMA 1992; 268: 907-911.*

9) **Yahiro MA:** *Comprehensive literature review: pedicle screw fixation devices. Spine 1994; 19: 2274-2278.*

10) **Yuan HA, Garfin SR, Dickman CA, Mardjetko SM:** *A historical cohort study of pedicle screw fixation in thoracic, lumbar, and sacral spinal fusions. Spine 1994; 19: 2279-2296.*

11) **Miura Y, Imagama S, Yoda M, Mitsuguchi H, Kachi H:** *Is local bone viable as a source of bone graft in posterior lumbar interbody fusion? Spine 2003; 15: 28: 2386-2389.*

12) **Okuyama K, Kido T, Unoki E, Chiba M:** *PLIF with a titanium cage and excised facet joint bone for degenerative spondylolisthesis in augmentation with a pedicle screw. J Spinal Disord Tech 2007; 2: 53-59.*

13) **Femyhough JC, Schimandle JJ, Weigel MC, Edwards CC, Levine AM:** *Chronic donor site pain complicating bone graft harvesting from the posterior iliac crest for spinal fusion. Spine 1992; 17: 1474-1480.*

14) **Russell JL, Block JE:** *Surgical harvesting of bone graft from the ilium: point of view. Med Hypotheses 2000; 55: 474-479.*

15) **Younger EM, Chapman MW:** *Morbidity at bone graft donor sites. J Orthop Trauma 1989; 3: 192-195.*

16) **Muschler GF, Lane JM:** *Orthopaedic surgery. In: Habal MB, Reddi Ah, editors: Bone grafts and bone substitutes. Philadelphia, Saunders: 375, 1992.*

17) **Urist MR:** *Bone formation by autoinduction. Science 1965; 150: 893-899.*

18) **Canalis E, McCarthy T, Centrella M:** *Growth factors in the regulation of bone remodeling. J Clin Invest 1988; 81: 277-281.*

19) **Jungushi S, Heydemann A, Kana SK, Macey LR, Bolander ME:** *aFGF injection stimulates cartilage enlargement and inhibits collagen gene expression in a rat fracture healing model. J Orthop Res 1990; 8: 364-371.*

20) **Linkhart TA, Mohan S, Baylink DJ:** *Growth factors for bone growth and repair: IGF, TGF-β, BMP. Bone 1996; 9: 1-2.*

21) **Massague J:** *The transforming growth factor-beta family. Annu Rev Cell Biol 1990; 6: 597-641.*

22) **Muller R, Bravo R, Burckhardt J, Curran T:** *Induction of c-fos gene and protein by growth factors precedes activation of c-myc. Nature 1984; 312: 716-720.*

23) **Mundy GR:** *Regulation of bone formation by bone morphogenetic proteins and other growth factors. Clin Orthop Rel Res 1996; 324: 24-28.*

24) **Wang EA, Rosen V, Cordes P, et al:** *Purification and characterization of other distinct bone-inducing factors. Proc Natl Acad Sci USA 1988; 85: 9484-9488.*

25) **Ijiri S, Yamamuro T, Nakamura T, Kotani S, Notoya K:** *Effect of sterilization on the osteoinductive capacity of demineralized bone matrix. Clin Orthop 2001; 388: 233-239.*

26) **Russell JL, Block JE:** *Clinical utility of demineralized bone matrix for osseous defects, arthrodesis, and reconstruction: impact of processing techniques and study methodology. Orthopedics 2004; 22: 524-531.*

27) **Sassard WR, Eidman DK, Gray PM, et al:** *Augmenting local bone with Grafton demineralized bone matrix for posterolateral lumbar spine fusion : avoiding second site autologous bone harvest. Orthopedics 2000; 23: 1059-1064.*

28) **Shin BJ, Kin GJ, Ha SS, Chung SH, Kwon H, Kin YI:** *Posterior lumbar interbody fusion using laminar bone block. J Korean Soc Spine Surg 1999; 6: 110-116.*

29) **Shin BJ, Kim GJ, Kwon H, Suh YS, Kim YI, Rah SK:** *Results of PLIF using laminar chips in spinal lesions. J Korean Soc Spine Surg 1998; 5: 284-292.*

30) **Ahn DK, Jeong KW, Lee S, Choi DJ, Cha SK:** *Posterior Lumbar Interbody Fusion with chip bone and pedicle screw fixation. J Korea Orthop Assoc 2004; 39: 614-620.*

31) **Harris BM, Hilibrand AS, Savas PE, et al:** *Transforaminal lumbar interbody fusion: the effect of various instrumentation techniques on the flexibility of the lumbar spine. Spine 2004; 15; 29: 65-70.*

32) **Wang J, Glimcher M:** *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 Tissu Int 1999; 65: 156-165.

33) **Wang J, Glimcher MJ:** *Charaterization of matrix induced osteogenesis in rat calvarial bone defects II Origins of bone-forming cells. Clcif Tissue Int 1999; 65: 486-493.*

34) **Wang J, Tang R, Gerstenfeld LC, Glimcher MJ:** *Characterization of demineralized bone matrix-induced osteogenesis in rat calvarial bone defects. Gene and protein expression. Calcif Tissue Int 2000; 67: 314-320.*

국 문 초 록

연구계획: 후방 요추체간 유합술에서 국소 조각골에 혼합된 탈무기질화 골기질의 효과에 대한 전향적 비교 연구.

연구목적: 탈무기질화 골기질은 척추 유합술에 널리 쓰이고 있으나 국소 골과의 복합이식으로 후방 요추체간 유합술식에 사용된 보고는 매우 드물어 유용성을 판단하기가 어려웠다. 이에 본 저자들은 소량의 탈무기질화 골기질을(1분절 당 1 cc) 국소골과 혼합 이식하였을 때 골형성을 증가시키는가를 조사하고자 하였다.

대상 및 방법: 퇴행성 척추질환으로 후방 감압술과 후방 요추체간 유합술로 치료를 계획한 환자들 중 감압도중 얻어진 국소 조각골과 각 분절당 1 cc의 탈무기질화 골기질을 혼합하여 복합 이식한 I군(15명 19분절)과 국소 조각골만을 이식한 II군(12명 13분절)을 전향적, 무작위로 선택하였다. 모든 예에서 척추경 나사못 고정술과 일측성 단일 케이지 삽입술을 시행하였다. 두 군 간에 표집오차를 검증하고 (성별, 나이, 내분비질환, 이전 수술 여부, 음주, 흡연 습관, 부신피질 홀몬제 복용, 골밀도, 사용된 국소골의 양), 술 후 6개월에 전산화단층촬영의 시상면과 관상면 재건영상 상, 케이지가 삽입되지 않은 부위의 골형성의 정도를 수술과 무관한 2명의 의사가 맹검으로 판독하여 합산한 결과를 비교하였다.

결과: 양 군 간에 유의한 연령차이가 있었으나(I군=65.3±7.1, 2군=58.9±6.0, p=0.010) 그 밖의 표집오차는 없었다. I군에서 국소 조각 골과 탈무기질화 골기질의 혼합비는 5.98:1이었다. 두 판독자는 중등도의 일치를 보였으며 (시상면; kappa co-efficiency=0.494, p<0.001, 관상면; kappa co-efficiency=0.467, p<0.001), I군에서 보다 우수한 골형성이 관찰되었다(p=0.003).

결론: 후방 요추체간 유합술에서 국소 조각골과 혼합하여 사용된 탈무기질화 골기질은 소량에서도 골형성을 증가시켰으며, 이로 미루어 골유합에 불리한 조건이 있거나 골다공증으로 고정기구의 해리가 예상되는 환자에게서 국소 조각골과 혼합하여 사용하였을 경우에 추체간 유합률을 증가시킬 수 있는 골형성 강화제로 유용할 것으로 생각된다.

색인단어: 후방 요추체간 유합술, 탈무기질화 골기질, 국소 조각골, 이식골 강화제

※ 통신저자 : 안 동 기
서울특별시 동대문구 청량리동 40-12
서울 성심병원 정형외과
Tel: 82-2-966-1616 Fax: 82-2-968-2394 E-mail: adkajs@hanmail.net