

Efficiency of Anterior Interbody Fusion using Cage Packed with DBM in the Distractive Flexion Injury of Cervical Spine

- Demineralized Bone Matrix vs Autoiliac Cancellous Bone -

Heui-Jeon, Park M.D., Wan-Ki Kim M.D., Young-Jun Shim M.D., Dong-Hyun Kang M.D.

J Korean Soc Spine Surg 2010 Sep;17(3):111-119.

Originally published online September 30, 2010;

doi: 10.4184/jkss.2010.17.3.111

Korean Society of Spine Surgery

Department of Orthopaedic Surgery, Ewha Womans University College of Medicine

#911-1 Mok-dong, Yangcheon-gu, Seoul, 158-710, Korea Tel: 82-2-2646-6808 Fax: 82-2-2646-6804

©Copyright 2010 Korean Society of Spine Surgery

pISSN 2093-4378 eISSN 2093-4386

The online version of this article, along with updated information and services, is
located on the World Wide Web at:

<http://www.krspine.org/DOLx.php?id=10.4184/jkss.2010.17.3.111>

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.

Efficiency of Anterior Interbody Fusion using Cage Packed with DBM in the Distractive Flexion Injury of Cervical Spine

- Demineralized Bone Matrix vs Autoiliac Cancellous Bone -

Heui-Jeon, Park M.D., Wan-Ki Kim M.D., Young-Jun Shim M.D., Dong-Hyun Kang M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Yonsei University, Wonju College of Medicine, Wonju, Korea.

Study Design: This is a retrospective study.

Objectives: We wanted to evaluate the effectiveness and safety of a PEEK cage filled with DBM in patients with a distractive flexion injury of the cervical spine.

Summary of the Literature Review: AIF of the cervical spine using an autoiliac bone graft and plate fixation is known to be an effective treatment for traumatic injuries. However, the complications arising from the donor site are troublesome, and so fusion with cage is an alternative treatment.

Materials and Methods: We analyzed 32 cases (22 males and 10 females) with distractive flexion injury of the cervical spine. They underwent anterior decompression and interbody fusion with a PEEK cage and anterior plate fixation. In 18 patients, the cage was filled with autogenous iliac bone (Group I), and for the other 10 the cages were filled with DBM (Group II).

Results: All the cases in Group I and Group II achieved fusion except for one case of nonunion in group II. The anterior and posterior vertebral heights of the fused segments of group II were decreased more than those of group I, resulting a statistical difference ($p=0.003$). The changes of segmental lordosis ($p=0.69$) and the neurologic status ($p=0.22$) showed no statistical difference between the two groups.

Conclusions: AIF using a PEEK cage filled with DBM and plate fixation showed no significant clinical differences compared to the case of iliac bone autografting. However, from a radiologic perspective, the time to achieve union was extensive and a case of nonunion was also observed. Therefore, many considerations are necessary when using DBM as a replacement for iliac bone autografting and further research should be done on this subject.

Key words: Cervical spine, Distractive flexion injury, Anterior interbody fusion, DBM graft

서론

하부 경추 신연-굴곡손상에서 전방감압 및 유합술은 전방에서의 직접적인 감압을 동시에 시행 할 수 있으며, 경추 만곡의 유지, 높은 골 유합율과 연부조직의 손상이 적은 해부학적 도달이 용이하다는 장점과 견고한 전방 고정기기의 발달로 안정성이 높아지면서 하부 경추의 골절-탈구의 치료에 널리 이용되고 있다.

하경추부의 전방감압 및 유합술 시행 시 제거된 추간판을 대체하기 위해 골유합률이 높고, 비용이 저렴하다는 장점으로 인해 자가 장골 삼중 피질골이 널리 이용되고 있다. 그러나, 자가 장골은 이식골의 붕괴와 흡수 등으로 인한 이식골 자체의 문제점과 이식골을 채취한 공여부의 출혈, 혈종, 동통, 보행장애, 갑

Received: December 15, 2009

Revised: June 21, 2010

Accepted: July 7, 2010

Published Online: September 30, 2010

Corresponding author: Heui-Jeon, Park M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Wonju College of Medicine, Yonsei University, 162 Ilsan-dong, Wonju, Kangwon-do, Korea

TEL: 82-33-741-1352, **FAX:** 82-33-741-1358

E-mail: par73@wonju.yonsei.ac.kr

"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."

염, 이상감각 등이 단점으로 지적되고 있다. 이러한 문제점들을 극복하고자 최근에는 자가 장골을 충전한 케이지의 사용이 증가하고 있으며, 골 공여부의 합병증을 피하고 부족한 자가골을 보충하기 위해 여러 대체 이식물이 시도되고 있다. 그 중 탈무기질화 골기질(demineralized bone matrix, DBM)은 골전도성과 골유도성을 내재하고 있음이 여러 문헌을 통해 입증되고 있으며, 특히 흉요추부 척추 유합술에 있어서 탈무기질화 골기질의 사용은 자가 장골과 혼합하여 사용하였을 경우 골증량제(extender)뿐만 아니라, 골형성 증강제(enhancer)로서의 역할이 인정되고 있다.¹⁻⁶⁾ 또한, 동물 실험을 비롯하여 척추 이외의 인체에 발생한 골 결손 부위에 탈무기질화 골기질을 충전함으로써 안정된 골유합을 얻었다는 연구 결과들을 보고하고 있다. 이러한 근거를 바탕으로 경추의 전방 감압 후 케이지의 삽입과 금속판 고정술을 병행하여 초기의 안정성을 부여하고 골전도성과 골유도성을 내재한 탈무기질화 골기질을 케이지 내에 충전함으로써 골 공여부에 발생하는 합병증을 완전히 배제할 수 있으며, 제거된 추간판 사이의 골유합을 얻을 수 있을 것이라고 생각하였다.

연구 대상은 동일한 방법인 전방 감압 및 유합술 후 금속판 고정이 필요하였던 골절-탈구 환자만을 대상으로 하였으며, 본 연구의 목적은 탈무기질화 골기질을 충전한 PEEK(polyetheretherketone) 케이지를 삽입하고 금속판 고정을 병용한 후 1년 이상 추시 결과를 자가 장골을 충전한 군과 방사선학적, 임상적으로 비교하여 탈무기질화 골기질의 유용성과 안전성을 알아보고자 한다.

대상 및 방법

1. 연구대상

연구대상은 2006년 3월부터 2008년 3월까지 본원에서 수술적 치료를 받은 신연-골곡 손상에 의한 하부경추 골절-탈구 환자 중 후방고정 또는 전후방고정, 다분절 손상, 척추체 제거술, 감염, 종양, 강직성 척추염과 전에 경추부 수술을 시행 받았던 환자는 제외한, 단분절의 전방감압 및 유합술을 시

행하고 12개월 이상 추시가 가능하였던 환자 32례(남자 18명, 여자 14명)를 대상으로 하였다. 추시 기간은 평균 18.9개월(12~36개월)이었다. 단분절 유합술의 적응증은 견인에 의한 도수정복이 가능하고 후관절 또는 후궁 골편에 의한 신경의 압박이 없는 경우로 하였으며, 자가 장골을 충전한 케이지 삽입은 2006년 3월부터 2007년 12월까지, 탈무기질화 골기질을 충전한 케이지 삽입은 2006년 7월부터 2008년 3월까지 시행하였다. 나이, 성별, 흡연 여부, 추시 기간, 손상부위에 따른 유합분절의 차이는 두 군 간에 통계학적 차이는 없었다(Table 1). 신경학적 결과는 ASIA 점수를 이용하여 분석하였다.

2. 수술방법

수술 전 두부 견인을 이용하여 정복을 얻을 수 있었던 32례에서 정복 후 자기공명영상을 촬영하여 추간판의 탈출 여부 및 척추의 손상 여부를 판단하였다. 수술은 동일 집도의에 의해 두부 견인을 유지하면서 Smith-Robinson 술식에 의한 전방 도달법을 이용하여 추간판과 연골하 종판에 출혈이 될 때까지 연골을 제거하였으며 삽입물에 대한 체중부하면(weight bearing surface)의 기능을 할 수 있도록 종판 피질골이 보존 되도록 하였다. 총 32례 중 18례(1군)에서는 추간판 제거 후 PEEK 케이지(Solis, Stryker®, South Allendale, NJ, U.S.A)에 특수 고안된 원통형 절단기(dowel cutter)를 이용하여 자가 장골능에서 채취한 해면골을 충전한 후 삽입하였으며, 나머지 14례(2군)에서는 PEEK 케이지에 탈무기질화 골기질(Grafton®DBM putty, Osteotech, Eatontown, NJ, U.S.A)을 충전한 후 삽입하였다. 모든 레에서 전방 고정 금속판은 Cervical Spine Locking Plate (CSLP, Synthes®, Davos, Switzerland)를 사용하였으며, 술 후 고정은 골유합 시까지 Miami J 보조기를 착용하였다.

3. 방사선학적 평가

방사선학적 평가는 이식물의 전위 및 흡수, 고정의 안정성 등을 알아보기 위하여 수술 후 및 최종 추시에서 경추부 측면 방

Table 1. Demography of patients

	Autobone group (n=18)	DBM group (n=14)	P-value
Age (years)	46.1±15.3	43.4±18.7	0.25
Sex (M/F)	12/6	10/4	0.77
Smoking	9	5	0.42
Follow up (months)	19.1±9.2	18.7±7.7	0.23
Fusion level	C4-5(C3-4)	3	0.98
	C5-6	7	
	C6-7	4	

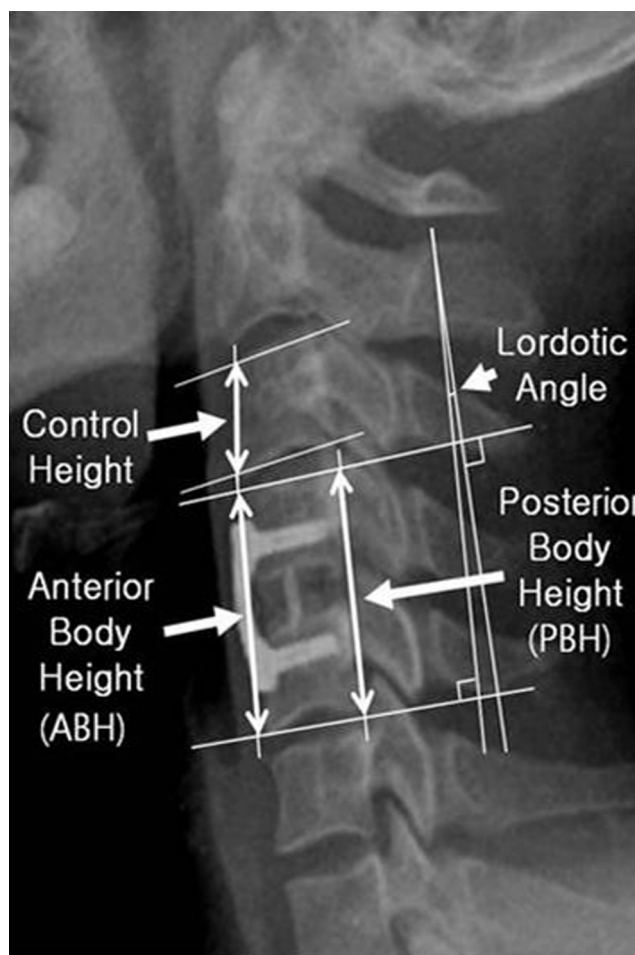


Fig. 1. Radiograph showing linear and angular measurement.

사선사진을 이용하여 유합분절의 전만각, 유합분절 추체의 전후방 높이 변화를 측정하였다. 유합분절의 전만각은 유합된 분절의 상부 추체 상연과 하부 추체 하연이 이루는 각으로 하였으며, 유합분절의 전방 추체 높이는 유합분절 상부 추체 전상연과 하부 추체 전하연의 길이, 후방 추체 높이는 유합분절 상부 추체 후상연과 하부추체 후하연의 길이로 하였다. 유합분절의 전후방 추체 높이의 변화는 방사선 촬영 시 발생하는 확대비율(magnification)에 따른 오차를 줄이기 위하여 유합분절 상부추체에 대한 백분율로 표시하였다(Fig 1).

골유합의 판단은 경추부 측면 방사선 사진을 촬영하여 이식골과 추체 종판 간에 방사선 투과선이 없고, 연속된 골교의 형성, 이식골과 추체 간에 골소주가 형성되어 있으며, 경추부 측면 굴곡-신전 방사선 사진을 촬영하여 3도 미만의 유합분절간 운동을 보이는 경우로 하였다. 불유합은 이식골과 추체 종판 간에 방사선 투과선이 보이고, 이식골과 추체간에 골교 및 골소주가 형성되어 있지 않으며, 측면 굴곡-신전 방사선 사진 상 3도 이상의 유합분절간 운동을 보이는 경우로 하였다. 방사선학적 평가는 측정자 간의 오차(interobserver error)와 측정시의 오차를 최소화하기 위해 정형외과 전문의 2인이 각 2회씩 측정하여 평균값을 취하였다.

통계학적 분석은 SPSS Ver. 12.0 프로그램을 이용하여 두 군간의 유합분절 전만각, 추체 전후방 높이, 골유합 기간, ASIA 점수의 변화는 unpaired T-test를, 양군 간의 나이, 성별, 흡연 여부, 추시 기간, 손상부위에 따른 유합분절의 차이는 Pearson Chi-square test를 이용하였다.

Table 2. Change of local lordosis and body height between two groups

		Autobone group (n=18)	DBM group (n=14)	P-value
Lordotic angle (°)	Postoperation.	5.6±4.1	6.6±4.3	0.69
	Last F/U	5.0±4.0	6.9±5.9	
	Change of angle(Δ)	-0.5±3.6	0.2±2.9	
Ant. body height (ABH *, %)	Postoperation.	2.4±0.2	2.5±0.3	0.81
	Last F/U	2.3±0.2	2.4±0.3	
	Change of Ht.(Δ) [†]	-7.4±9.3	-13.8±9.2	
Post. body height (PBH *, %)	Postoperation	2.3±0.2	2.4±0.2	0.003
	Last F/U	2.2±0.1	2.2±0.2	
	Change of Ht.(Δ) [†]	-8.2±6.5	-21.6±19.5	

$$*ABH(\%) = \frac{\text{Anterior body height}}{\text{Control height}} \times 100 \quad *PBH(\%) = \frac{\text{Posterior body height}}{\text{Control height}} \times 100$$

$$^{\dagger}\text{Change of Ht.}(\Delta) ABH(\%) = \frac{\text{Last F/U ABH} - \text{Postop. ABH}}{\text{Postop. ABH}} \times 100$$

$$^{\dagger}\text{Change of Ht.}(\Delta) PBH(\%) = \frac{\text{Last F/U PBH} - \text{Postop. PBH}}{\text{Postop. PBH}} \times 100$$

결과

1. 유합분절 전만각의 변화

유합분절 전만각의 변화는 자가 장골을 충전한 군에서 술 후 $5.6 \pm 4.1^\circ$ 로, 최종 추시에서 $5.0 \pm 4.0^\circ$ 로, 탈무기질화 골기질을 충전한 군에서 각각 $6.6 \pm 4.3^\circ$ 로, $6.9 \pm 5.9^\circ$ 로 두 군 모두 술 후와 최종 추시에서 전만각의 차이는 통계학적 유의성은 없었다 ($P=0.54, 0.76$). 최종 추시에서 술 후에 비해 유합분절의 전만각은 자가 장골을 충전한 군에서는 $0.5 \pm 3.6^\circ$ 감소, 탈무기질화 골기질을 충전한 군에서는 $0.2 \pm 2.9^\circ$ 증가하였으나 양군 간에 차이를 보이지 않았다($p=0.69$)(Table 2).

2. 유합분절 추체의 전후방 높이 변화

방사선 촬영시 발생하는 확대비율에 따른 오차를 줄이기 위하여 유합분절 상부추체에 대한 비율로 계산하여 추체높이 변화를 백분율로 표시하였다. 전방 추체 높이 변화는 자가 장골을 충전한 군에서 술 후에 비해 최종 추시에서 $7.4 \pm 9.3\%$ 감소, 탈무기질화 골기질을 충전한 군에서는 $8.2 \pm 6.5\%$ 감소, 후방 추체 높이 변화는 각각 $13.8 \pm 9.2\%$, $21.6 \pm 19.5\%$ 감소하여 탈무기질화 골기질을 충전한 군에서 유합분절의 전방과 후방 추체 높이가 모두 많이 감소하는 경향을 보였으며, 후방 추체 높이의 변화는 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($P=0.81, 0.003$)(Table 2).

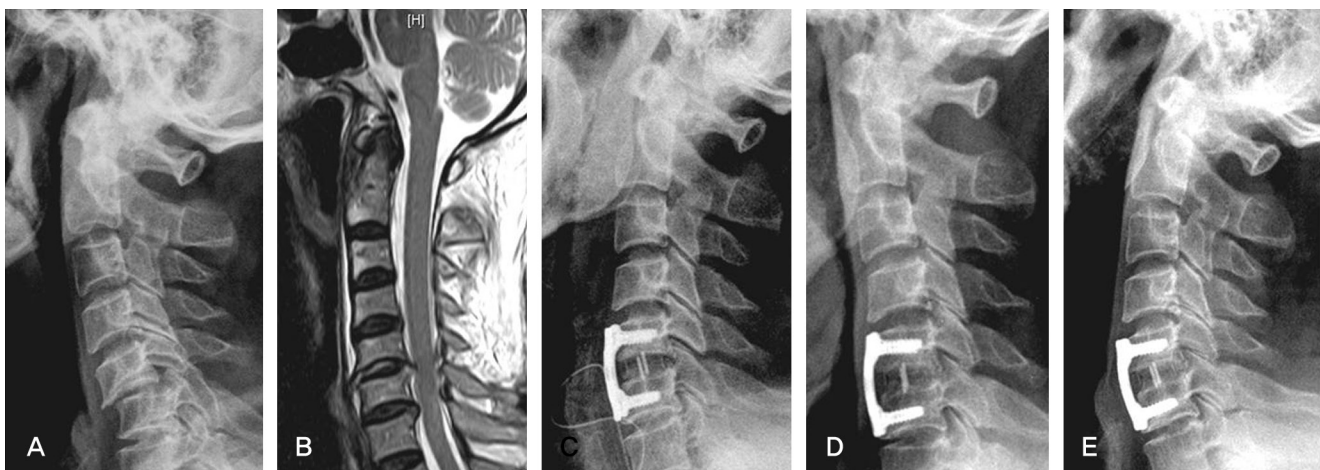


Fig. 2. A 43-year old male with C5 nerve root injury due to bilateral facet dislocation. **(A)** Preoperative lateral roentgenogram shows anterior displacement of C5 on C6 body. **(B)** T2 weighted sagittal MR image shows a C5-6 disc protrusion. **(C)** Lateral radiograph, immediately after surgery, shows anterior cervical fusion with cervical spine locking plate and Solis PEEK cage that packed with cancellous iliac bone. **(D,E)** Lateral roentgenogram of flexion/extension views that show no motion and solid fusion.

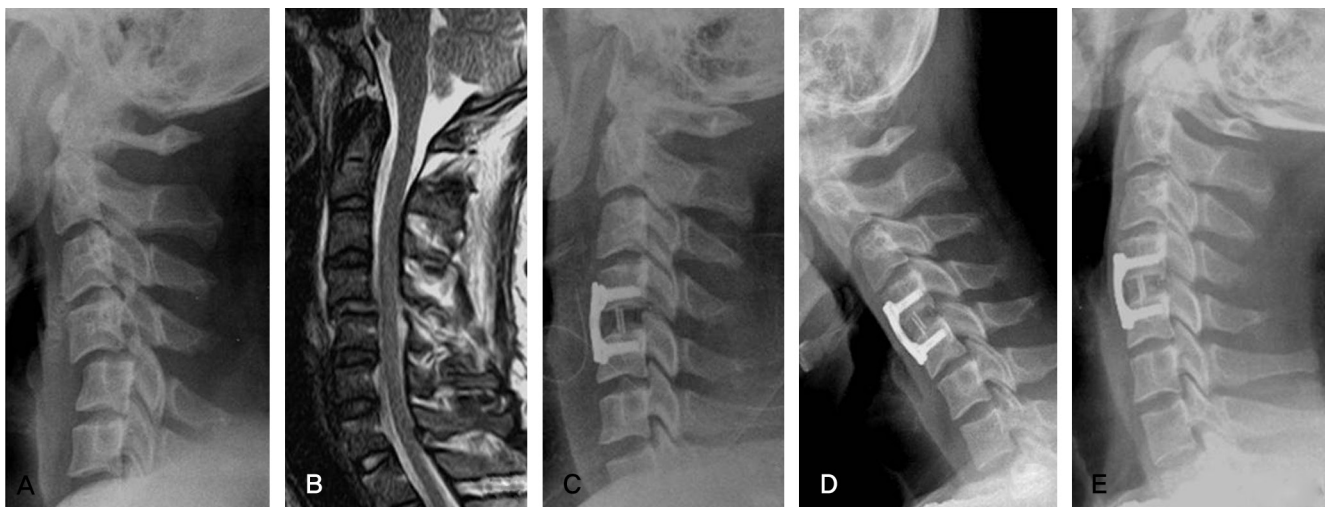


Fig. 3. A 19-year old male with C5 nerve root injury due to unilateral facet dislocation. **(A)** Preoperative lateral roentgenogram shows anterior displacement of C4 on C5 body. **(B)** T2 weighted sagittal MR image shows a C4-5 disc protrusion. **(C)** Lateral radiograph, immediately after surgery, shows anterior cervical fusion with cervical spine locking plate and Solis PEEK cage that packed with demineralized bone matrix. **(D,E)** Lateral roentgenogram of flexion/extension views that show no motion and solid fusion.

3. 신경학적 증상의 변화

수술 전 신경학적 증상이 있었던 경우는 23예(72%)이었으며, 자가 장골을 충전한 군에서는 13예(72%), 탈무기질화 골기질을 충전한 군에서는 10예(71%)이었다. AISA 점수는 자가 장골을 충전한 군에서는 초기에 75.7 ± 24.6 에서 마지막 추시에 84.1 ± 18.7 로 평균 8.3 ± 8.7 의 호전을 보였으며, 탈무기질화 골기질을 충전한 군에서는 각각 82.1 ± 28.7 , 85.6 ± 25.7 로 3.4 ± 4.0 의 호전을 보였으나 통계학적 유의성은 없었다($P=0.22$)(Table 3).

4. 수술 시간 및 골유합

수술 시간은 자가 장골을 충전한 군에서는 95.6 ± 18.0 분, 탈무기질화 골기질을 충전한 군에서는 98.2 ± 20.7 분으로 양군 간에 통계학적 유의성은 없었다($P=0.99$).

골유합은 자가 장골을 충전한 군에서는 술 후 평균 13.0 ± 1.4

주에 전례(100%)에서 얻을 수 있었다(Fig 2). 탈무기질화 골기질을 충전한 군에서는 술 후 평균 20.8 ± 2.3 주에 13예(93%)에서 얻을 수 있었으며(Fig 3), 1예에서 경추 측면 방사선 사진 상 이식골과 추체간에 골소주의 형성이 명확하지 않고 일부에서 방사선 투과선이 보이며, 측면 굴곡-신전 방사선 사진 상 5.2° 의 유합분절간 운동이 관찰되어 불유합으로 판단하였다(Fig 4). 탈무기질화 골기질을 충전한 군이 자가 장골을 충전한 군에 비해 방사선 사진 상 확인할 수 있는 골유합 기간이 평균 7.8주 길었으며, 양군 간에 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($P=0.01$)(Table 4).

5. 합병증

술 후 합병증은 자가 장골을 충전한 군에서는 1예에서 두부와 둔부에 욕창이 발생하였고, 1예에서 혈종으로 기도삽관과 세척

Table 3. Change of neurological examination

		Autobone group (n=18)	DBM group (n=14)	P-value
ASIA score	Initial	75.7 \pm 24.6	82.1 \pm 28.7	0.68
	Last F/U	84.1 \pm 18.7	85.6 \pm 25.7	0.86
	Change of score(Δ)	8.3 \pm 8.7	3.4 \pm 4.0	0.22

Table 4. Union rate and union period

	Autobone group (n=18)	DBM group (n=14)	P-value
Bony union rate (%)	100% (18/18)	93% (13/14)	
Bony union period (weeks)	13.0 \pm 1.4	20.8 \pm 2.3	0.01

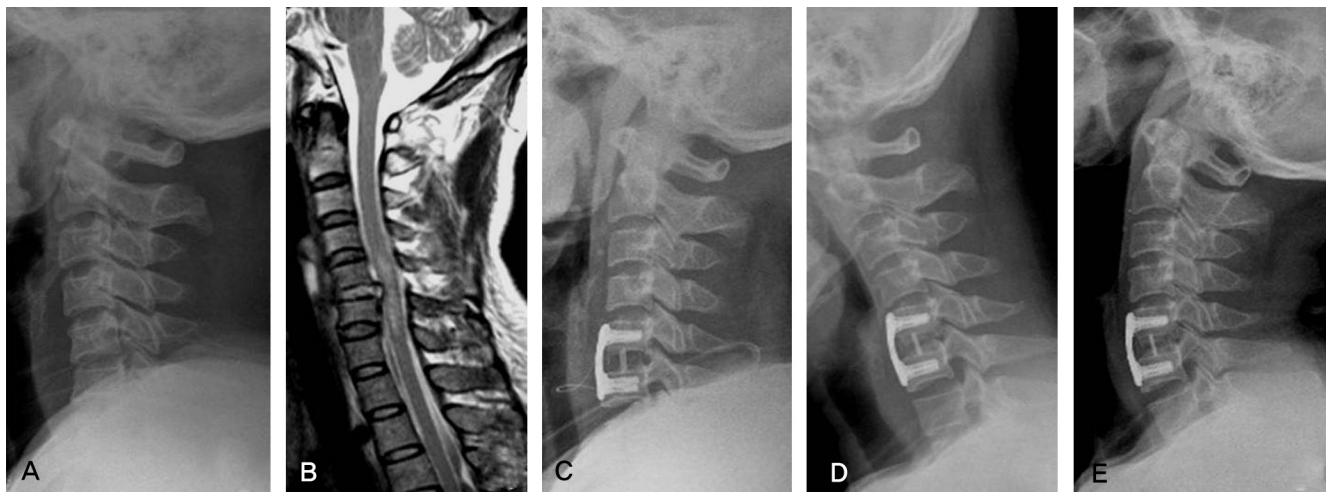


Fig. 4. A 49-year old female with spinal cord injury due to unilateral facet dislocation. **(A)** Preoperative lateral roentgenogram shows anterior displacement of C5 on C6 body. **(B)** T2 weighted sagittal MR image shows a C5-6 disc protrusion and a change of spinal cord signal. **(C)** Lateral radiograph, immediately after surgery, shows anterior cervical fusion with cervical spine locking plate and Solis PEEK cage that packed with demineralized bone matrix. **(D,E)** Lateral roentgenogram of flexion/extension views that show transverse radiolucent line and 5.2° fusion segmental motion.

을 시행하고 1주일 후 특별한 문제없이 퇴원하였다. 탈무기질화 골기질을 충전한 군에서는 1예에서 둔부에 욕창이 발생하였으며, 2예에서 연하곤란과 애성이 있었으나 특별한 치료없이 4-7 일 후 자연소실 되었다. 골 공여부 동통은 자가 장골 충전군에서 술 후 3개월에 2명(11%)에서 동통을 호소하였고 6개월 후에는 특별히 동통을 호소하는 환자는 없었다. 그 외 삽입물의 붕괴, 전위, 고정기기에 따른 합병증은 없었다.

고찰

이상적인 이식골의 조건으로는 첫째, 직접적으로 골세포를 형성하기 위한 다양한 단계의 골모세포와 골아세포가 포함되어 있는 골원성이 있어야 하고, 둘째, 원시세포가 골아세포 또는 골형성 관련 세포로 분화할 수 있도록 자극하는 골유도성이 있어야 하며, 셋째, 새로운 골형성과 혈관 형성에 필요한 뼈대를 제공하는 골전도성이 있어야 한다.⁷⁾ 자가 장골은 이러한 3가지 요소를 모두 갖추고 있기 때문에 이식골의 붕괴와 흡수 등으로 인한 이식골 자체의 문제점과 출혈, 혈종, 동통, 보행 장애, 감염, 이상 감각 등과 같은 골 공여부의 합병증에도 불구하고,⁸⁻¹⁴⁾ 높은 골유합률과 비용이 저렴하다는 측면에서 현재까지도 가장 표준적인 방법으로 널리 이용되고 있다. 골 공여부의 합병증으로 인해 대체물로 사용되는 동종골은 골전도성 이외에 골유도성은 미비하여 자가골보다 낮은 골유합률을 보고하고 있으며, 이론적으로 공여자에 의한 질병 매개의 위험성이 있는 것으로 알려져 있다.¹⁵⁾ 탈무기질화 골기질을 자가 장골과 혼합 사용한 경우 더 높은 골유합률을 유도하여 골형성 증강제로서의 역할이 있음을 보고한 많은 연구들이 있으며,¹⁻⁶⁾ 또한, 척추 이외의 종양이나 외상에서 발생한 골결손 부위에 탈무기질화 골기질을 충전하여 안정된 골유합을 얻었다는 연구 결과들을 보고하고 있다.¹⁶⁻¹⁹⁾

탈무기질화 골기질의 93%는 골전도성을 제공하는 섬유질로 구성되어 있으며, 골유도성 골형성 단백질과 전환 성장인자(TGF- β), 인슐린 유사 성장인자(IGF), 혈소판 유래 증식인자(PDGF), 섬유모세포 성장인자(FGF)와 같은 협동 단백질(synergistic protein)의 혼합이 약 5%정도 존재하며, 나머지 2%는 무기질로 구성되어 있다. 이러한 탈무기질화 골기질의 골유도성에 대한 이론적 배경은 피질골이 탈석회화(decalcified) 될 때 무기질에 덮여 있던 골유도성 단백질이 노출되면서 골형성 과정을 증강시킨다는 것이다.²⁰⁾

일반적으로 탈무기질화 골기질은 인간의 장골(long bone)에서 무균적 방법으로 연조직과 골막을 벗겨내고, 지방, 혈액, 세포물질 등을 제거하기 위해 항생제와 에탄올을 사용하여 세척을 시행하는 과정까지는 동일하나, 이 후 골유합이 이루어질 부

위에 이식골의 착상을 높이고 조작을 용이하게 하기 위해 혼합하는 담체(carrier)의 종류와 혼합 비율, 입자의 크기, 살균 처리 방법, 최종의 형태 등에 따라 골유도 능력의 차이가 있는 것으로 보고하고 있다.²¹⁻²³⁾ 한 연구에 의하면 동일한 양의 골유도성을 가지고 있는 탈무기질화 골기질을 각각 자가 장골과 혼합한 경우와 자가 장골을 단독으로 사용한 경우를 대조군으로 하여 골유합률을 비교한 결과 자가 장골과 혼합 사용할 시에는 자가 장골을 단독으로 사용한 경우보다 높은 골유합률을 보여 탈무기질화 골기질의 어떠한 형태도 골증량제 뿐만 아니라, 골형성 증강제로 효과적인 것으로 보고하고 있다. 또한, 대체 이식물로서 탈무기질화 골기질을 단독으로 사용할 경우 제품의 형태에 따라서 flexible sheet(100%), putty(83%), gel(58%) 형태의 순서로 골유합률을 보고하였다.²⁴⁾

저자들이 사용한 탈무기질화 골기질은 Grafton[®] (DBM putty)이며, 이는 동일 공정 후 섬유질(fiber)과 담체로 glycerol을 혼합하였으며, putty 형태로써 펄서 늘일 수 있는 순응성이 있어서 케이지 내에 충전시키기 용이하게 되어 있다.

일반적으로 추체간 삽입물로 사용하는 케이지의 모양은 내부에 이식물질을 충전하고 그 이식물질과 인접한 추체가 접촉하여 골유합이 이루어질 수 있도록 상하면이 개방되어 있다. 이러한 케이지를 사용할 경우 대부분에서 자가 장골이나 해면골을 충전하여 사용하는데, 추간판 제거 후 골극을 제거하는 동안 얻은 뼈 조각과 연골 하 종판에 천공을 하는 동안 생긴 뼈가루를 케이지 내에 충전하거나, 심지어 아무런 이식물질도 충전하지 않은 빈 케이지를 삽입한 경우에도 90% 이상의 추체간 유합이 이루어졌다는 연구들을 보고하고 있다.²⁵⁻²⁷⁾ 또 다른 연구에 따르면 단분절 경추 추간판 탈출증으로 추간판 제거술 후 추가적인 골이식 없이 티타늄 케이지를 삽입하고 수년 후 같은 증상으로 재수술을 시행하였는데, 수술시 제거한 케이지 내부를 조직학적으로 검사한 결과, 견고한 골 형성이 이루어졌음을 확인하고 비어있는 케이지 만으로도 골유합이 이루어짐을 보고한 바 있다.²⁸⁾ 이러한 연구들의 이론적 배경은 제거된 추간판 사이의 새로운 골형성은 이식골에서부터 형성된다고 보다는 인접한 종판에서부터 골결손 부위로 생성된다는 것이다. 실제로 본 연구에서 골유합이 이루어지기 전 중간점검으로 촬영한 경추부 측면 방사선 사진에서 위아래 종판에서부터 생성된 골이 아직 연결되지 않은 상태로 관찰되고, 불유합으로 판단한 1예에서도 역시 위아래 종판에서 자라 들어온 골이 서로 골극을 형성하지 못하는 형태를 확인할 수 있었다. 따라서, 체중부하면의 기능을 할 수 있도록 종판 피질골을 보존하면서 연골하 종판에 출혈이 되도록 하는 과정이 중요하다고 할 수 있으며, 이때 골전도성과 골유도성을 내재한 이식물질인 탈무기질화 골기질을 제거된 추간판 공간

에 충전함으로써 골유합률을 향상시킬 수 있을 것으로 생각하였다.

이전에 저자들이 보고한 연구에서 하경추부 신연-골곡 손상이 있는 환자를 대상으로 전방 감압술 후 제거된 추간판을 대체하기 위해 자가 장골에서 얻은 해면골을 충전한 Solis PEEK 케이지를 사용하고, 자가 장골 삼중 피질골을 사용한 군과 비교한 결과, 양군 모두 전례에서 비슷한 시기에 골유합을 얻을 수 있었으며, 방사선학적으로 케이지를 사용한 군이 유합분절의 전후방 높이 감소가 더 적었다. 이는 전방 금속판 고정술을 시행하여 우려하였던 종판의 침강을 막을 수 있었고, 케이지를 사용함으로써 이식된 자가 장골이 골유합 과정에서 이식골의 일부가 흡수되는 것을 방지하였던 것이 수술 후 골유합시까지 초기 안정성을 부여하여 좋은 결과를 얻은 요인이었던 것으로 보고한 바 있다.²⁹⁾ 이를 바탕으로 이번 연구는 골유도성과 골전도성이 입증된 탈무기질화 골기질을 케이지 내에 충전한 군과 자가 장골에서 얻은 해면골을 케이지 내에 충전한 군을 비교한 결과, 임상적으로는 차이가 없었으나, 방사선학적으로 1예에서 불유합이 발생하였고, 유합분절의 전후방 높이가 더 많이 감소하였다. 이는 탈무기질화 골기질을 충전한 군의 골유합 시기가 평균 20.8±2.3주로 자가 장골을 충전한 군과 비교하여 평균 7.8주 길었으며, 결과적으로 골유합이 지연됨에 따라 전방 금속판 고정과 케이지의 사용이 골유합을 얻기까지 초기 안정성을 부여하기에 한계가 있었던 것을 원인으로 생각하였다.

결론

DBM을 충전한 PEEK 케이지와 전방 금속판 고정을 이용한 전방 유합술은 자가 장골을 충전한 경우와 비교하여 임상적으로 유의한 차이는 없었으나, 방사선학적으로 유합기간이 길고 불유합이 발생하여, DBM을 자가 장골 충전을 대신한 대체물로 사용할 시에는 신중을 기해야 할 것으로 생각되며, 추후 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. Vaccaro AR, Stubbs HA, Block JE. Demineralized bone matrix composite grafting for posterolateral spinal fusion. *Orthopedics*. 2007;30:567-70.
2. An HS, Simpson JM, Glover JM, Stephany J. Comparison between allograft plus demineralized bone matrix versus autograft in anterior cervical fusion. A prospective multicenter study. *Spine*. 1995;20:2211-16.
3. 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;23:1059-64.
4. Girardi FP, Cammisa FP Jr. The effect of bone graft extenders to enhance the performance of iliac crest bone grafts in instrumented lumbar spine fusion. *Orthopedics*. 2003;26:S545-8.
5. 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;29:360-6.
6. Choi DJ, Ahn DK, Lee S, et al. The effect of demineralized bone matrix as a graft enhancer in posterior lumbar interbody fusion using cage and local bone chips. *J Korean Soc Spine Surg*. 2008;15:157-64.
7. Habal MB, Reddi AH. Bone grafts and bone induction substitutes. *Clin Plast Surg*. 1994;21:525-42.
8. Malloy KM, Hilibrand AS. Autograft versus allograft in degenerative cervical disease. *Clin Orthop Relat Res*. 2002;394:27-38.
9. Arrington ED, Smith WJ, Chambers HG, Bucknell AL, Davino NA. Complications of iliac crest bone graft harvesting. *Clin Orthop Relat Res*. 1996;329:300-9.
10. Silber JS, Anderson DG, Daffner SD, et al. Donor site morbidity after anterior iliac crest bone harvest for single-level anterior cervical discectomy and fusion. *Spine*. 2003;28:134-9.
11. Summers BN, Eisenstein SM. Donor site pain from the ilium. A complication of lumbar spine fusion. *J Bone Joint Surg Br*. 1989;71:677-80.
12. Rawlinson JN. Morbidity after anterior cervical decompression and fusion. The influence of the donor site on recovery, and the results of a trial of surgibone compared to autologous bone. *Acta Neurochir (Wien)*. 1994;131:106-18.
13. Cho DY, Lee WY, Sheu PC. Treatment of multilevel cervical fusion with cages. *Surg Neurol*. 2004;62:378-85.
14. Zdeblick TA, Ducker TB. The use of freeze-dried allograft bone for anterior cervical fusions. *Spine*. 1991;16:726-9.
15. Deutsch H, Haid R, Rodts G Jr, Mummaneni PV. The decision-making process: allograft versus autograft. *Neurosurgery*. 2007;60:S98-102.
16. Bibbo C, Patel DV. The effect of demineralized bone matrix-calcium sulfate with vancomycin on calcaneal fracture healing and infection rates: a prospective study. *Foot Ankle*

- Int. 2006;27:487–93.
17. Urban RM, Turner TM, Hall DJ, Infanger S, Cheema N, Lim TH. Healing of large defects treated with calcium sulfate pellets containing demineralized bone matrix particles. *Orthopedics*. 2003;26:S581–5.
 18. Turner TM, Urban RM, Hall DJ, Cheema N, Lim TH. Restoration of large bone defects using a hard-setting, injectable putty containing demineralized bone particles compared to cancellous autograft bone. *Orthopedics*. 2003;26:S561–5.
 19. Galjour C, Dzugan S, Graves M, et al. Stimulation of fracture healing by continuous delivery of demineralized bone matrix proteins and tobramycin. *Biomed Sci Instrum*. 2005;41:122–7.
 20. 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*. 1999;24:637–45.
 21. Russell JL, Block JE. Clinical utility of demineralized bone matrix for osseous defects, arthrodesis, and reconstruction: impact of processing techniques and study methodology. *Orthopedics*. 1999;22:524–31.
 22. Ijiri S, Yamamuro T, Nakamura T, Kotani S, Notoya K. Effect of sterilization on bone morphogenetic protein. *J Orthop Res*. 1994;12:628–36.
 23. Drosos GI, Kazakos KI, Kouzoumpasis P, Verettas DA. Safety and efficacy of commercially available demineralised bone matrix preparations: a critical review of clinical studies. *Injury*. 2007;38:S13–21.
 24. Edwards JT, Diegmann MH, Scarborough NL. Osteoinduction of human demineralized bone: characterization in a rat model. *Clin Orthop Relat Res*. 1998;357:219–228.
 25. Frederic S, Benedict R, Payer M. Implantation of an empty carbon fiber cage or a tricortical iliac crest autograft after cervical discectomy for single-level disc herniation: a prospective comparative study. *J Neurosurg Spine*. 2006;4:292–9.
 26. Payer M, May D, Reverdin A, Tessitore E. Implantation of an empty carbon fiber composite frame cage after single-level anterior cervical discectomy in the treatment of cervical disc herniation: preliminary results. *J Neurosurg*. 2003;98:143–8.
 27. Salame K, Ouaknine GE, Razon N, Rochkind S. The use of carbon fiber cages in anterior cervical interbody fusion: report of 100 cases. *Neurosurg Focus*. 2002;12:E1.
 28. Schroder J, Schul C, Hasselblatt M, Wassmann H. Bony fusion through an empty cervical disc interspace implant. *Zentralbl Neurochir*. 2007;68:139–41.
 29. Park HJ, Kim WK, Ryu HY. Efficiency of anterior interbody fusion using cage and plate in the distractive flexion injury of cervical spine: cage vs tricortical autoiliac bone. *J Korean Soc Spine Surg*. 2009;16:71–8.

경추의 신연-굴곡 손상에서 DBM을 충전한 케이지를 이용한 전방 추체간 유합술의 유용성

- 탈무기질화 골기질과 자가 장골에서 채취한 해면골의 비교 -

박희전 · 김완기 · 심영준 · 강동현

연세대학교 원주의과대학 정형외과학교실

연구 계획: 후향적 연구

목적: 탈무기질화 골기질을 충전한 PEEK 케이지와 자가 장골을 충전한 케이지 삽입 술기를 방사선학적 변화와 임상적 결과를 비교, 분석하여 케이지의 DBM 충전 유용성과 안전성에 대해 알아보고자 한다.

선행문헌의 요약: 경추손상에서 자가 장골을 이용한 전방 감압 및 유합술은 효과적인 치료 방법으로 알려져 있으나, 골 공여부의 합병증으로 인해 케이지를 이용한 유합술이 그 대체 방법으로 이용되고 있다.

대상 및 방법: 경추부 신연-굴곡 손상 환자 중 전방 감압술과 유합술을 시행하고 1년 이상 추시 가능하였던 환자 32례(남자 22명, 여자 10명)를 대상으로 하였다. 전례에서 PEEK 케이지와 전방 금속판 고정을 병행하였으며, 18례에서는 PEEK 케이지에 자가 장골을 충전(1군)하였고, 14례에서는 DBM만 충전(2군)하여 삽입하였다. 방사선학적 평가는 골유합 여부 및 시기, 수술 후와 최종 추시에서 유합분절의 전만각과 전후방 높이 변화를 측정하였으며, ASIA 점수를 이용하여 신경학적 결과를 분석하였다.

결과: 골유합은 1군에서 술 후 평균 13.0 ± 1.4 주에 전례에서 얻을 수 있었고, 2군에서는 술 후 평균 20.8 ± 2.3 주에 얻어 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p=0.01$). 유합분절의 전후방 높이는 1군에서 $7.4 \pm 9.3\%$, $8.2 \pm 6.5\%$, 2군에서는 각각 $13.8 \pm 9.2\%$, $21.6 \pm 19.5\%$ 감소하여 유합분절의 후방높이 변화가 2군에서 통계학적으로 유의하게 감소하였다($p=0.81$, 0.003). 유합분절의 전만각은 1군에서는 0.5 ± 3.6 도 감소하였으며, 2군에서는 0.2 ± 2.9 도 증가하였으나 양군 간에 차이를 보이지 않았다($p=0.69$). 초기 ASIA 점수는 1군에서 75.7 ± 24.6 , 2군에서 82.1 ± 28.7 , 마지막 추시에서는 각각 8.3 ± 8.7 , 3.4 ± 4.0 의 호전을 보여 양군 간에 차이를 보이지 않았다($P=0.22$).

결론: DBM을 충전한 PEEK 케이지와 전방 금속판 고정을 이용한 전방 유합술은 자가 장골을 충전한 경우와 비교하여 임상적으로 유의한 차이는 없었으나, 방사선학적으로 유합기간이 길고 불유합이 발생하여, DBM을 자가 장골 충전을 대신한 대체물로 사용할 시에는 신중을 기해야 할 것으로 생각되며, 추후 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

색인 단어: 경추, 신연-굴곡 손상, 전방 유합술, 탈무기질화 골기질

약칭 제목: 탈무기질화 골기질을 충전한 케이지의 유용성