

Restoration of Segmental Lordosis and Related Factors in Interbody Fusion for Degenerative Lumbar Disease

Eung-Ha Kim, M.D., Jung-Moo Seo, M.D., Joong-Hyeon Ahn, M.D.

J Korean Soc Spine Surg 2015 Dec;22(4):170-177.

Originally published online December 31, 2015;

<http://dx.doi.org/10.4184/jkss.2015.22.4.170>

Korean Society of Spine Surgery

Department of Orthopedic Surgery, Gangnam Severance Spine Hospital, Yonsei University College of Medicine,
211 Eunju-ro, Gangnam-gu, Seoul, 06273, Korea Tel: 82-2-2019-3413 Fax: 82-2-573-5393

©Copyright 2015 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/DOIx.php?id=10.4184/jkss.2015.22.4.170>

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.

Restoration of Segmental Lordosis and Related Factors in Interbody Fusion for Degenerative Lumbar Disease

Eung-Ha Kim, M.D., Jung-Moo Seo, M.D., Joong-Hyeon Ahn, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine, Soonchunhyang University Bucheon Hospital

Study Design: A retrospective study.

Objectives: To analyze restoration of segmental lordosis and factors related to interbody fusion and the fusion rate with degenerative lumbar disease.

Summary of Literature Review: Few studies have addressed the restoration of segmental lordosis and factors related to interbody fusion for degenerative lumbar disease.

Materials and Methods: Records of 43 patients treated by anterior lumbar interbody fusion (ALIF) or posterior lumbar interbody fusion (PLIF) surgery from 2011 to 2013 were reviewed. ALIF used a metal cage with a 10° lordotic angle and PLIF used a metal cage with an 8° lordotic angle. Preoperative, postoperative, and at least 1 year outcomes were analyzed from radiographs. As a related factor, segmental flexibility, disc height, osteophytes, vacuum disc, hypertrophic facet, spondylolisthesis, and endplate violation were analyzed. We also analyzed the bony union rate.

Results: The segmental lordotic angle was 4.67° before surgery, improved to 10.43° after surgery, and was 9.32° at the final follow-up. Comparing between the ALIF and PLIF at the L3-4 level in a similar number of patients revealed 7.24° and 4.61° restoration after ALIF and PLIF surgery, postoperatively. The difference was statistically significant ($p=0.011$). Segmental flexibility had a statistically significant positive correlation ($p=0.013$). Lower disc height and osteophytes limited restoration of segmental lordosis, but vacuum disc was restored well after interbody fusion. Bony union was achieved in 92.8% of the cases.

Conclusions: Intebody fusion, especially ALIF surgery, results in acceptable restoration of segmental lordosis. Even with narrowed disc space or osteophytes, remained segmental flexibility is an important factor of segmental lordosis restoration.

Key Words: Degenerative lumbar disease, Interbody fusion, Segmental lordosis, Segmental flexibility, Fusion rate

서론

척추의 정상적인 기능을 위해서 시상면에서 척추의 정상 만곡을 유지하는 것이 중요하다. 이는 척추 근육의 효율성을 증대시키고 시상면상 균형 유지를 위한 근육의 피로도를 감소시키고¹⁾ 각 척추체를 시상면상에 정위치 시킴으로써 추간판이나 후관절에 비정상적인 하중이 가해지는 것을 방지하여 퇴행성 변화를 막는다.²⁾ 추간판의 퇴행성 변화가 요부 전만 감소의 주된 요인 중의 하나로, 추간판 간격을 해부학적으로 복원하여 정상 전만을 회복시켜야 된다고 생각된다. 요추 전만각이 감소된 상태로 유합되면 편평 배부 증후군(flatback syndrome)을 일으켜서 시상면 불균형을 초래한다. 편평 배부 증후군은 척추 변형으로 Harrington 신연기기술을 시행한 환자에서 최초로 보고되었지

만, 퇴행성 요추 질환 환자에서도 요추 전만각이 감소하게 되면 이에 의한 시상면 상의 불균형이 진행되어 발생한다.

추체간 유합술 시행 시 전방 추체간 유합술과 후방 추체간 유합술을 시행할 수 있으며, 유합술 시 사용하는 cage 자체에 전만각이 있으므로 수술 후 척추 시상면 정렬에 도움을 준다. 하지만

Received: August 18, 2015

Revised: August 31, 2015

Accepted: December 16, 2015

Published Online: December 31, 2015

Corresponding author: Eung-Ha Kim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Soonchunhyang University Bucheon Hospital, 1174 Jung-Dong, Wonmi-Gu, Bucheon-Si, Gyeonggi-Do, 420-767, Korea

TEL: +82-32-621-5259, **FAX:** +82-32-621-5016

E-mail: eungha@gmail.com

썬기형 cage를 사용할 시 술 후 cage 자체의 전만각 만큼 분절 전만각이 회복되는가에 대해서는 이견이 있다.³⁾ 또한 분절 전만각 복원에 cage 각도가 영향을 미친다고 하였으나, 그 외 영향을 주는 요인에 대한 분석은 부족한 상태이다. 요추 분절 전만각이 감소된 상태로 유합 되면 수술 직후에는 수술하지 않은 다른 추간판에서 과신전에 의한 보상 작용이 일어나서 시상면 불균형까지는 초래되지 않지만, 오랜 시간이 지나면 추간판 간격이 좁아지면서 보상 기능이 약화되어 시상면 불균형이 발생한다.⁴⁾ 시상면 불균형 시 수술 후 지속적인 요통뿐만 아니라, 유합 후에 인접 분절 질환의 발생도 증가시킨다. 또한, 척추의 유합 상태에서 시상면 불균형을 치료하기 위해서는 척추 절골술 등의 재수술이 필요하므로 일차 수술을 시행할 때 요추 전만각을 충분히 회복시켜 주는 것이 중요하다.⁵⁾

이에 저자들은 퇴행성 요추 질환에서 썬기형 cage를 이용한 추체간 유합술을 시행한 환자에서 분절 전만각의 복원 정도와 이에 영향을 미치는 인자를 분석해 보고, 유합률 및 수술 관련 합병증을 분석해보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2011년 5월부터 2013년 12월까지 퇴행성 요추 질환으로 3분절 이상 cage를 이용한 추체간 유합술을 시행받은 43명을 대상으로 후향적 연구를 시행하였다. 남자 15명, 여자 28명으로 평균 연령은 63.8세(52-84세)이었고, 추시 기간은 1년 이상이었다. 이 중 전방 추체간 유합술은 48분절로 26명(남자 7명, 여자 19명)이며 평균 연령은 63.5세(52-84세) 이었다. 후방 추체간 유합술은 77분절로 35명(남자 11명, 여자 24명)이며 평균 연령은 62세(54-82세) 이었다. 전방 추체간 유합술은 측방 접근이 유리하고, 출혈이나 신경 손상 등의 합병증 발생률이 낮은 상위 분절에서 주로 시행하였으며, L1-2 7분절, L2-3 20분절, L3-4 19분절, L4-5 2분절이었다. 후방 추체간 유합술은 추간공이 좁아 직접 신경 압박이 필요하고, 후관절 및 추궁판 제거 후 압박 및 기기 고정이 정상 전만 복원에 유리할 것으로 판단되는 하위 분절에 주로 시행하였으며, L2-3 3분절, L3-4 16분절, L4-5 32분절, L5-S1 26분절 이었다. 술 전 진단으로는 다발성 척추관 협착증 14례, 인접 분절 질환 7례, 외상성 후만증 3례, 가관절증 8례, 요추 퇴행성 후만증 11례 었다(Table 1).

2. 수술 방법

모든 수술은 한 명의 숙련된 척추 전문의에 의해서 시행되었다. 전방 추체간 유합술은 환자를 측와위로 눕히고, 영상 증폭장치를 이용하여 수술 대상 척추체의 경계를 표시한 후에, 환자 체

간의 좌측으로 수술 분절에 걸쳐 5-7 cm 절개를 가했다. 후복막 공간을 통해 접근하여 척추체에 도달한 후에 추간판 주위의 골극을 제거한 다음 추간판과 척추체의 연골 종판을 제거하였다. 이때 전방부 섬유륜을 충분히 유리하였으며, 반대 측 골극 존재 시 추간판 확공기를 이용하여 파쇄하였다. 준비된 추체간 공간에 동종골을 채운 전만각 10°인 금속 케이지(SynCage®)를 삽입한 후에 빈 공간에 추가로 동종골과 골 대체제를 이식하였다. 이

Table 1. Dermographic Characters of 43 Patients and 125 Levels

| | Number of patients |
|-------------------------------|--------------------|
| Sex | |
| Male | 15 (34.8 %) |
| Female | 28 (65.2 %) |
| Age | |
| < 50 yrs | 1 (2.3 %) |
| 51-60 yrs | 10 (23.2 %) |
| 61-70 yrs | 16 (37.2 %) |
| 71-80 yrs | 14 (32.5 %) |
| > 80 yrs | 2 (4.6 %) |
| Diagnosis | |
| Multi-level spinal stenosis | 14 (32.6 %) |
| Adjacent segment degeneration | 7 (16.3 %) |
| Traumatic kyphosis | 3 (7.0 %) |
| Pseudoarthrosis | 8 (18.6 %) |
| Lumbar degenerative kyphosis | 11 (25.6 %) |
| | Number of levels |
| ALIF level (48) | |
| L1-2 | 7 (14.5 %) |
| L2-3 | 20 (41.6 %) |
| L3-4 | 19 (39.5 %) |
| L4-5 | 2 (4.2 %) |
| PLIF level (77) | |
| L2-3 | 3 (3.8 %) |
| L3-4 | 16 (20.7 %) |
| L4-5 | 32 (41.5 %) |
| L5-S1 | 26 (33.8 %) |
| BMD | -2.1 (-4.7~0.6) |
| BMI | 24.5(18.3~32.7) |

후 절개 부위를 봉합한 후에 환자를 복와위로 전환하여 척추경 나사못을 삽입하고 금속봉을 끼운 후 적당한 압박을 가하여 고정하였다.

후방 추체간 유합술은 환자를 복와위로 눕히고 수술 부위 위 아래로 정중앙 피부 절개를 가한 후 척추 주변 근육을 극돌기와 추궁판으로부터 박리하였고, 후관절 외측 부위까지 골막하 박리하였다. 그런 다음, 극돌기와 추궁판 및 후관절을 일괄적 부분 절제하였다. 저자들은 추궁판의 하방 1/2과 극돌기의 하방 1/2 및 후관절을 의료용 전동 톱을 이용하여 부분 절골 후에 최종적으로 골수정으로 절골시켰다. 추궁간 인대를 소파기로 추궁에서 박리시킨 후 후관절 관절낭을 제거하고, 하관절 돌기를 포함한 절제된 추궁을 경막과 추궁판 사이에서 박리하면서 일괄적 제거하였다. 아래 분절의 상관절 돌기를 척추경 상방 부위까지 의료용 톱과 골수정을 이용하여 자른 후 작은 소파기로 골편을 들어 올려 제거하여 추간공을 감압시키고 추간판의 외측까지 노출하였다. 디스크 집게를 이용하여 추간판을 제거하였으며 추간판 확공기와 골 소파기를 이용하여 연골 종판을 제거하였다. 감압술 과정에서 얻어진 추궁판, 극돌기, 관절돌기를 조각골로 만들어 추간내 확보된 공간에 삽입한 후 조각골이 채워진 전만각 8°의 금속 케이지(Neo-IC®)를 삽입하였다. 척추경 나사못을 삽입하고 금속봉을 끼워 적당한 압박을 가하여 고정하였다.

3. 연구 방법

환자의 정보는 본원에서 기록된 환자 정보 조사지, 수술 기록지, 외래 기록지를 통해서 확인하였다. 방사선 결과는 DEJA-VIEW PACS를 사용하였으며, 수술 전, 수술 후, 수술 1년 이후 추시 시의 요추 전후면, 측면, 굴곡, 신전 및 기립상 전 척추 방사선 영상을 분석하였다. 분절 전만각은 유합 분절의 상위 추체의 하단 연골 종판과 하위 추체의 상단 연골 종판을 이은 선이 이루는 각도를 측정하여 분석하였다(Fig. 1). 분절 유연성은 신전, 굴곡 영상에서 분절 전만각의 차이로 측정하였으며, 3도 미만은 rigid로, 3도 이상 10도 미만은 less mobile로, 10도 이상은 mobile로 분류하였다. 추간판의 높이는 distortion-compensated

roentgen analysis⁶⁾ 방법으로 측정하였다. 전후면 영상에서 견인 골극의 유무를 평가하였으며, 측면 영상에서 진공 추간판 여부를 평가하였으며, 후관절 비대는 CT나 MRI 축상면 영상을 통해서 Pathria 등⁷⁾ 이 고안한 방법을 통해 분석하였으며, 유합 분절의 술 전 전방 전위증 유무, 술 후 cage 침강 여부를 분석하였다. 이식골 유합의 판정은 Brantigan 분류^{8,9)}를 이용하여 완전 유합, 불완전 유합, 불유합으로 분류하였다. 완전 유합은 유합 부위에 성숙된 골 소주의 연결이 보이고 이식골과 숙주골 사이에 간격이 없는 경우로, 불완전 유합은 유합 부위에 골유합 소견은 보이나 약간의 간격이나 음영 감소가 보일 경우, 불유합은 유합 부위에 큰 간격이나 이식골의 흡수 소견이 보일 때로 정하였다. 이 중에서 완전 유합과 불완전 유합은 최종 추시상 골 유합으로 판정하였다. 통계적 분석 시 분절각 복원의 정도는 추체간 유합술 시 사용한 cage 각도 이상 복원된 경우와 미만인 경우로 나누어 검정하였다. 각도의 측정은 두 명의 정형외과 의사에 의해 1주 간격으로 2회에 걸쳐 시행되었으며, 통계적 분석은 그 평균치를 사용하였으며, 측정에 대한 신뢰도는 interclass correlation coefficient (ICC)를 양측 임의 영향 모델(two way random model)을 이용하여 분석하였다. 통계적 분석은 IBM SPSS Statistics 19.0 for Windows (IBM Co., Armonk, NY, USA) 프로그램을 이용하여 Cochran-Armitage trend test, chi-square test를 실시하였고, p-value가 0.05 이하 시 통계적 유의성이 있는 것으로 평가하였다.

결과

각도 측정 결과에 대해 산출한 급내 상관 계수(intraclass correlation coefficient)는 대부분이 0.8 이상으로 확인되어 우수한 일치도를 보였다(ICC=0.81-0.91). 일반적으로 관찰자 내 신뢰도가 관찰자 간 신뢰도 보다 높았다.

1. 분절 전만각, 요추 전만각, 제 7경추 수선

전방 또는 후방 추체간 유합술을 시행한 전체 125분절에서 분

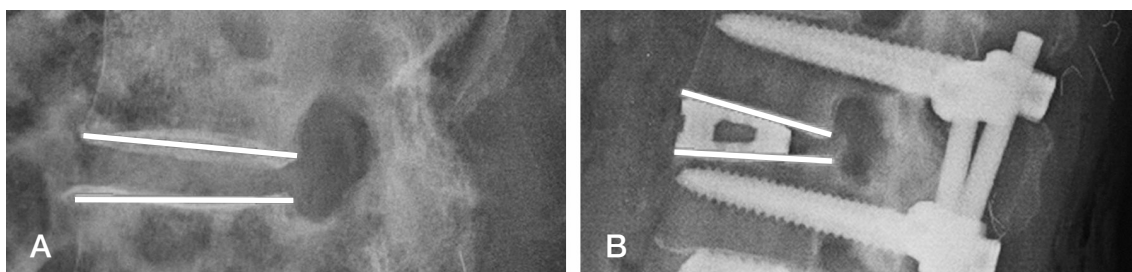


Fig. 1. The segmental angle is between the lower endplate of the upper vertebra body and upper endplate of the lower vertebra body. (A) preoperative, (B) postoperative.

절 전만각이 수술 전 4.67°에서 수술 후 10.43°로 5.76° 증가하였고, 최종 추시 시 9.32°로 약 1.1° 감소하였다(Fig. 2). 48분절에서 시행한 전방 추체간 유합술의 분절 전만각이 수술 전 3.78°에서 수술 후 11.48°로 7.7° 증가하였으며, 최종 추시 시 10.3°로 수술 전보다 6.52° 증가하였다. 77분절에서 시행한 후방 추체간 유합술은 분절 전만각이 수술 전 5.24°에서 수술 후 9.79°로 4.55° 증가하였고, 최종 추시 시 8.66°로 수술 전보다 3.42° 증가하였다. 모집단 수가 비슷한 제 3-4요추 간을 비교하였을 때 전방 추체간 유합술은 수술 전 3.96°에서 수술 후 11.2°로 7.24° 증가하였으며, 최종 추시 시 10.5°로 수술 전에 비해 6.54° 증가하였다. 후방 추체간 유합술은 수술 전 2.31°에서 수술 후 6.92°로 4.61°로

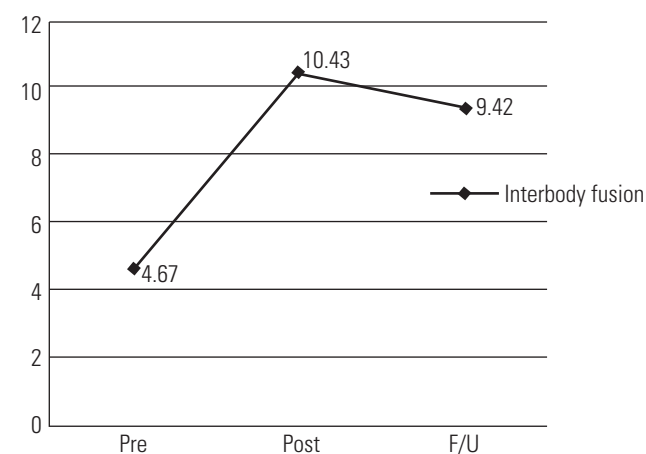
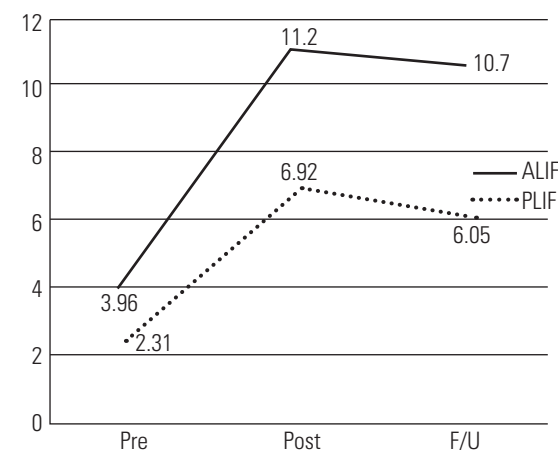


Fig. 2. The segmental lordosis angle was well restored after interbody fusion surgery.

교정되었으며, 최종 추시 시 5.95°로 수술 전보다 3.64° 증가하였다(Fig. 3). 이를 통해 보면 전방 추체간 유합술에서 교정이 잘 되었으며, 이에 대해 p-value 0.011의 유의한 교정 효과 차이를 보였습니다. 제 1요추에서 제 1천추 사이의 요추 전만각은 수술 전에 24.3°에서 수술 후 38.0°로 13.7° 교정되었으며, 최종 추시 시 33.5°로 확인되었다. 또한, 수술 전에 6.2 cm(1.0-10.7 cm)을 보였던 비정상 제 7경추 수선이 수술 후에 3.1 cm(0.8-8.1 cm)으로 약 3.1 cm 교정 결과를 보였다.

2. 분절 유연성, 추간판 높이, 골극, 진공 추간판

분절 유연성과 cage 각도 이상의 분절 전만각 회복 정도는



| L3-4 | Preop | Postop | F/U |
|----------|-------------|-------------|-------------|
| ALIF(19) | 3.96(±2.98) | 11.2(±4.25) | 10.7(±3.57) |
| PLIF(15) | 2.31(±1.40) | 6.92(±3.18) | 6.05(±3.04) |

Fig. 3. The segmental lordosis angle was restored more successfully after ALIF surgery than PLIF surgery at the same L3-4 level.

Table 2. Related Factors in Interbody Fusion for Degenerative Lumbar Disease (125 levels)

| Variable | | Poor Reduction (n=52) | Well Reduction (n=73) | Comparison (p-value) |
|----------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| Flexibility, n(%) | Rigid (<3°) | 24 (46.15) | 23 (31.51) | 0.013 ^a |
| | Mobile (3°-10°) | 26 (50) | 34 (46.58) | |
| | Hypermobility (>10°) | 2 (3.85) | 16 (21.92) | |
| Disc space narrowing, n(%) | Severe (<1/3) | 10 (19.23) | 11 (15.07) | 0.368 ^a |
| | Moderate (1/3-2/3) | 15 (28.85) | 30 (41.1) | |
| | Mild (>2/3) | 27 (51.92) | 32 (43.84) | |
| Claw spur, n(%) | (-) | 35 (67.31) | 52 (71.23) | 0.785 ^b |
| | (+) | 17 (32.69) | 21 (28.77) | |
| Vacuum disc, n(%) | (-) | 39 (75) | 47 (64.38) | 0.286 ^b |
| | (+) | 13 (25) | 26 (35.62) | |

^aP-value was calculated by Cochran-Armitage trend test.

^bP-value was calculated by Chi-square test.

p-value 0.013의 유의한 상관관계를 보였다. 이를 통해 신전, 굴곡 영상에서 분절의 유연성이 클수록 추체간 유합술 시 분절 전만각이 cage 각도 이상으로 교정이 잘 될 것으로 판단되었다. 추간판이 좁아지면 분절 전만각의 교정이 잘 안 되는 경향을 보였으나 유의한 상관성은 없었다(p-value 0.368). 골극이 있으면 교정이 잘 안 되는 경향을 보였으나 유의한 상관관계는 없었으며(p-value 0.785), 진공 추간판이 없는 경우 보다는 있는 경우에 교정이 잘되는 경향을 보이나 이 또한 유의한 상관관계는 없었다(p-value 0.286) (Table 2). 4가지 요인에 대해서 다중 회기 분석을 시행하였을 때도 분절 유연성은 분절 전만각 교정과 유의한 상관관계를 보였고, 추간판의 높이와 골극, 진공 추간판과 전만각 복원의 방향성은 유지되고 있었다. 특히 진공 추간판과 전만각 복원의 상관성은 다중 회기 분석에서 유의하지는 않았지만 ($0.05 < P < 0.1$) 더 뚜렷한 경향을 보였다(Table 3). 후관절 비대, 척추 전방 전위증, 골단판 손상은 증례가 적어 분절 전만각 복원에 미치는 영향을 판단하기 어려웠다.

3. 골유합 및 수술적 합병증

골유합은 125분절 중에 116분절에서 이루어진 것으로 판단되어 92.8%의 높은 유합률을 보였으며, 전방 추체간 유합술에서는 93.8%, 후방 추체간 유합술은 92.2%를 보였다. 수술 후 인접 분절 질환 6예(13.9%), 나사못 파쇄 1예(2.3%), 근위부 압박골절 2예(4.6%), cage 침하 20예(16%)에서 발생하였다.

고찰

고령의 환자군이 늘어나면서 퇴행성 요추 질환의 빈도도 증가하여 요추체간 유합술을 시행해야 하는 경우가 늘어나는 추세다. 퇴행성 요추 질환으로 진단받은 고령 환자군에서 요추체간 유합술이 감압술만 시행한 환자군에 비해 술 후 합병증의 빈도가 높다는 보고가 있었다.¹⁰⁾ 하지만 퇴행성 요추부 질환의 치료에서 전방, 후방 추체간 유합술은 퇴행성 변화의 일차적인 병소인 추간판을 직접 제거하며 추체간 높이의 회복, 전방 지주 보강 등의 장점으로 인해 널리 시행되고 있다.¹¹⁻¹³⁾ 또한 혈액 순환이 풍부한 추체간에 이식골을 위치시켜 골유합을 증가시키고, 탈출된 추간판에 의한 신경 압박 병소를 직접 제거하게 된다.

전방 추체간 유합술은 1932년 Capener¹⁴⁾가 최초로 요추부 퇴행성 질환의 치료방법으로 시행하였고, 1944년에 Lane and Moore¹⁵⁾가 요추부 추간판 탈출증 환자를 전방 경박막 도달을 통한 수핵 제거술과 함께 추체간 유합술로 치료한 바 있다. 또한 Harmon¹⁶⁾은 요추부 퇴행성 질환 244예를 후박막 도달을 통한 전방 추체간 유합술로 양호한 결과를 보고한 바 있으며, 여러 저자에 의해서 요추부 퇴행성 질환에서 전방 추체간 유합술 후 좋은 임상적 결과들이 보고되었다.^{17,18)}

후방 추체간 유합술은 Steffee 등¹⁹⁾이 최초로 도입하였으며, 금속판 고정술과 같이 시행하여 좋은 결과를 보고하였으며, 이에 대한 연구도 많이 이루어지고 있다. 후방 추체간 유합술은 후방 단일 절개로 신경 감압술과 추간판 제거 및 추간판의 간격을 넓혀 전주의 재건을 할 수 있다. 또한, 이식골을 삽입하는 공간을 비교할 때 추체간이 후외방 보다는 작으므로 적은 양의 이식골

Table 3. Logistic Regression Analysis for Restoration of Segmental Lordosis

| Variable | | Univariable | | | Multivariable | | |
|----------------------|--------------------|-------------|--------------|---------|---------------|--------------|---------|
| | | Crude OR | 95% CI | p-value | Adjusted OR | 95% CI | p-value |
| Flexibility | Rigid | 1 | | | 1 | | |
| | Mobile | 1.36 | (0.63-2.95) | 0.427 | 1.45 | (0.66-3.22) | 0.361 |
| | Hypermobility | 8.35 | (2.07-56.61) | 0.008 | 8.89 | (2.13-61.63) | 0.008 |
| Disc space narrowing | Severe (<1/3) | 1 | | | 1 | | |
| | Moderate (1/3-2/3) | 1.82 | (0.63-5.29) | 0.268 | 1.96 | (0.63-6.23) | 0.247 |
| | Mild (>2/3) | 1.08 | (0.39-2.94) | 0.884 | 1.18 | (0.4-3.6) | 0.763 |
| Claw spur | (-) | 1 | | | 1 | | |
| | (+) | 0.83 | (0.38-1.81) | 0.638 | 0.82 | (0.33-1.99) | 0.665 |
| Vacuum disc | (-) | 1 | | | 1 | | |
| | (+) | 1.66 | (0.76-3.73) | 0.209 | 2.2 | (0.9-5.64) | 0.09 |

Abbreviation: OR, odds ratio; CI, confidence interval.

로도 유합을 얻을 수 있기 때문에 자가 장골을 채취할 필요 없이 국소골만으로 유합을 얻을 수 있다는 장점이 있다.²⁰⁾ 또한 운동 분절과 압박된 신경 사이의 해부학적 관계를 복원하여 효과적인 신경 감압술이 가능하고, 척추경 나사못을 고정할 때 압축력을 적용하면 부하공유가 되어 기구 부전을 예방할 수 있다.

요추 유합술과 관련하여 척추의 시상면 균형의 중요성에 대한 많은 연구가 보고되었다. Lazennec 등²¹⁾은 요추 간 유합술을 시행한 환자들을 대상으로 한 연구에서 자세를 유지하는 척추 기립근의 부하를 줄여주는 적절한 시상면의 균형이 척추 유합술의 목표가 되어야 한다고 주장하였다. 또한, 척추 유합술 후 합병증으로 발생하는 인접 분절 질환 발생률도 시상면 불균형인 환자에서 현저히 높아진다.²²⁾ 퇴행성 요추 질환에서 발생하는 시상면 불균형의 주요 원인은 요추부의 전만 소실로 알려져 있다. 노화 과정과 추간판 퇴행에 의한 추간판 높이의 소실이 요추의 전만각 소실을 일으키고, 소실된 요추의 전만각은 시상면 불균형의 주요한 시작점이 될 수 있다.²³⁾ 또한, 요추부의 유합술 시 정상 전만각을 회복시켜주지 못하는 것이 술 후 요통의 발생과 밀접한 관련이 있다. 따라서 수술 시 의인성 편평 배부(iatrogenic flatback)를 만들지 않기 위해서 여러 가지 노력을 기울여야 하며 정상적인 요추 전만의 복원으로 인접 분절의 퇴행성 변화를 최소화하기 위한 노력이 필요하다.

본 연구에서 추체간 유합술 시 분절 전만각이 수술 전 4.67°에서 수술 후 10.43°로 5.76° 증가하여 분절 전만각 복원이 잘 이루어졌으며, 전방 추체간 유합술은 접근이 유리하고 추간공이 넓어 간접 감압으로 신경 증상의 회복이 가능한 상위 분절에 주로 시행하였으며, 48분절에서 시행한 전방 추체간 유합술의 분절 전만각이 수술 전 3.78°에서 수술 후 11.48°로 7.7° 증가하였다. 후방 추체간 유합술은 추간공이 좁아 직접 신경 감압이 필요하고, 후관절 및 추궁판 제거 후 압박 및 기기 고정이 정상 전만 복원에 유리할 것으로 판단하여 하위 요추에 주로 시행하였으며, 77분절에서 시행한 후방 추체간 유합술은 분절 전만각이 수술 전 5.24°에서 수술 후 9.79°로 4.55° 증가하였다. 모집단 수가 비슷한 제 3-4 요추 간을 비교하였을 때 전방 추체간 유합술은 수술 전 3.96°에서 수술 후 11.2°로 7.24° 증가하였으며, 최종 추시 시 10.5°로 수술 전보다 6.54° 증가하였다. 후방 추체간 유합술은 수술 전 2.31°에서 수술 후 6.92°로 4.61°로 교정되었으며, 최종 추시 시 5.95°로 수술 전보다 3.64° 증가하였다. 이를 통해 보면 전방 추체간 유합술에서 교정이 잘 되었으며, 이에 대해 p-value 0.011의 유의한 교정 효과 차이를 보였습니다. 제 1요추에서 제 1천추 사이의 요추 전만각은 수술 전에 24.3°에서 수술 후 38.0°로 13.7° 교정되었으며, 최종 추시 시 33.5°로 확인되었다. 또한, 수술 전에 6.2 cm(1.0-10.7 cm)을 보였던 비정상 제 7 경추 수선이 수술 후에 3.1 cm(0.8-8.1 cm)으로 약 3.1 cm 교정

결과를 보였다. 이를 통해서 퇴행성 요추 질환에서 장 분절 추체간 유합술 시 요추 전만각 복원 및 시상면 교정이 잘 이루어지는 것으로 판단되었다.

전방 추체간 유합술 시 수술 접근 부위에 골극 존재 시 제거하였으며, 수술 접근 부위 반대측에 골극 존재시 파쇄하였으며, 추간판을 충분히 제거한 후에 전방 섬유륜도 유리하였으며, cage를 최대한 전방부에 위치시키기 위해 노력하였다. 후방 추체간 유합술 시에는 추궁판의 하방 1/2과 극돌기의 하방 1/2 및 후관절을 의도적 전동 톱과 골수정을 이용하여 일괄적 절제하여 전만각 교정이 충분히 될 수 있게 하였다. 이로 인해서 분절 전만각 복원이 잘 되었으리라 생각된다.

수술 직후 보다 최종 추시 시 요추 분절 전만각 일부의 교정 소실이 발생하였는데 이는 Hashimoto 등이 언급한 경우와 같이 cage의 크기가 상대적으로 작고, cage 주위에 이식한 골이 골유합 중에 골 흡수가 일어나며,²⁴⁾ 수술 후 체중이 부하되면서 발생한다고 생각된다.

분절 전만각 복원의 관여 인자로 분절 유연성을 파악하기 위해 수술 전 신전, 굴곡 사진에서 분절각의 차이를 측정하였고, 이와 수술 후 분절 전만각 교정 정도의 상관성을 분석하였는데, 분절 유연성이 클수록 분절 전만각 교정이 잘 되었으며, 유의한 상관관계(p-value 0.013)를 보였다. 이를 통해 수술 전에 굴곡-신전 영상 촬영을 통해 수술 후 교정 정도를 예상할 수 있을 것으로 생각된다. 분절각의 유연성이 떨어질수록 섬유륜, 전방 종인대의 구축 가능성이 커 수술 후 분절 전만각 교정이 잘 안 되는 것으로 생각된다. 추간판이 좁아지면 분절 전만각의 교정이 잘 안 되는 경향을 보였으나 유의한 상관성을 보이지는 않았고, 골극이 있는 경우도 교정이 잘 안 되는 경향을 보였으나 유의한 상관관계는 없었다. 진공 추간판의 경우는 교정이 잘 되는 경향을 보였으며, 다중 회귀분석에서 유의성은 없었으나(0.05 < P < 0.1) 더 뚜렷한 경향을 보였다. 후관절 비대, 척추 전방 전위증, 골단판 손상은 증례가 적어 영향을 판단하기 어려웠다.

본 저자들의 분석으로는 유합 분절의 전방 섬유륜이나 전방 종인대의 구축이 심하지 않아 유연성을 보일 경우는 분절 전만각 교정을 기대할 수 있으며, 추간판의 높이가 유지되고 있고, 골극이 없는 경우, 특히, 진공 추간판인 경우 전만각 교정의 긍정적 징후로 생각된다.

수술 중에 골 유합률을 높이기 위해 추간판 제거 시 섬유륜과 연골 단판은 최대한 제거하였고 골성 단판은 보존하려고 노력하였다. 본 연구의 대상 환자에서 92.3%의 환자에서 유합이 이루어지는 만족할 만한 결과를 보였으며 전방 추체간 유합술에서는 93.8%, 후방 추체간 유합술에서는 92.2%로 비슷한 결과를 보였다. 수술 후 인접 분절에 불안정성에 의한 통증 및 협착증 등이 6예(13.9%)에서 발생하였고, 특히 고령 환자에서 인접 분절의 문

제가 많이 발생하였다. 나사못 파쇄가 1예(2.3%), 비외상성 근위부 추체 압박골절이 2예(4.6%), cage 침하가 20예(16%)에서 발생하였다. Cage 침하는 전방 추체간 유합술의 48예 중 13예(27%), 후방 추체간 유합술의 77예 중 7예(9%)로 전방 추체간 유합술에서 많이 발생하였는데 이는 상위 요추가 분절에서 축성 부하가 더 많이 발생하기 때문으로 생각된다.

본 연구의 제한점으로 첫째, 후향적 연구로 시행하여 선택 치우침(selection bias)과 정보 치우침(information bias) 발생의 가능성이 있다는 점이다. 둘째, 표본 크기가 크지 않은 환자군을 대상으로 방사선적 분석을 통해 평가가 이루어졌다는 것이다. 하지만 요추 전만각의 감소는 결국 시상면 불균형으로 진행되기 때문에 장기 추시가 되면 임상 결과에도 부정적 영향을 미칠 것으로 생각하였다. 셋째, 추체간 유합술 시행 시 수술 관련하여 실혈량, 수술 시간, 재원 일수 등을 분석하지 않은 것이 제한점으로 생각된다.

결론

퇴행성 요추 질환 환자의 수술적 치료 시 추체간 유합술에서 분절 전만각 복원의 좋은 결과를 얻을 수 있으며, 10° cage를 사용한 전방 추체간 유합술이 8° cage를 사용한 후방 추체간 유합술보다 교정이 잘 되리라 생각된다. 전만각 복원에 관여하는 인자로 분절 유연성이 중요한 것으로 생각된다. 특히 추간판 간격이 좁고 골극을 보여도 분절 운동성을 보이면 상당예에서 전만을 복원할 수 있었다.

REFERENCE

1. Lee CS, Kim YT, Kim EG. Clinical study of lumbar degenerative kphosis. *J Korean Soc Spine Surg*. 1997;4:27-35.
2. Becker's L, Bekaert J. The role of lordosis. *Acta Orthop Belg*. 1991;57(Suppl):198-202.
3. Diedrich O, Perlick L, Schmitt O, et al. Radiographic spinal profile changes induced by cage design after posterior lumbar interbody fusion. Preliminary report of a study with wedged implants. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001;26:E274-80.
4. Cho KJ, Kim KT, Kim WJ, et al. Pedicle subtraction osteotomy in elderly patients with degenerative sagittal imbalance. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013;38:E1561-6.
5. Lagrone MO, Bradford DS, Moe JH, et al. Treatment of symptomatic flatback after spinal fusion. *J Bone Joint Surg Am*. 1988;70:569-80.
6. Liebensteiner MC, Jesacher G, Thaler M, et al. Restoration and preservation of disc height and segmental lordosis with circumferential lumbar fusion: a retrospective analysis of cage versus bone graft. *J Spinal Disord Tech*. 2011;24:44-9.
7. Pathria M, Sartoris DJ, Resnick D. Osteoarthritis of the facet joints: accuracy of oblique radiographic assessment. *Radiology*. 1987;164:227-30.
8. Brantigan JW, Steffee AD, Geiger JM. A carbon fiber implant to aid interbody fusion. Mechanical testing. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1991;16(Suppl):277-82.
9. Brantigan JW, Steffee AD, Lewis ML, et al. Lumbar interbody fusion using the Brantigan I/F cage for posterior lumbar interbody fusion and the variable pedicle screw placement system: two-year results from a Food and Drug Administration investigational device exemption clinical trial. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000;25:1437-46.
10. Deyo RA, Ciol MA, Cherkin DC, et al. Lumbar spinal fusion. A cohort study of complications, reoperations, and resource use in the Medicare population. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1993;18:1463-70.
11. Kim JH, Kim SS, Kim JH, et al. Comparison of monosegment instrumented posterior lumbar interbody fusion with and without a metal cage in degenerative spine. *J Korean Orthop Assoc*. 2008;43:143-51.
12. Song KJ, Lim YJ, Choi BW, et al. Clinical efficacy of a stand-alone, threaded-titanium fusion cage for single-level degenerative lumbar spinal disorders. *J Korean Orthop Assoc*. 2008;43:152-9.
13. Takahashi H, Suguro T, Yokoyama Y, et al. Effect of cage geometry on sagittal alignment after posterior lumbar interbody fusion for degenerative disc disease. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2010;18:139-42.
14. Capener N. Spondylolysis. *Br J Surg*. 1932;19:374-80.
15. Lane JD, Moore ES. Transperitoneal approach to the intervertebral disc in the lumbar area. *Ann Surg*. 1948; 127:537-42.
16. Harmon PH. Anterior excision and vertebral body fusion operation for intervertebral disc syndromes of the lower lumbar spine: Three to five-year results in 244 cases. *Clin Orthop*. 1963;26:107-18.
17. Goldner JL, Urbaniak JR, McCollum DE. Anterior disc excision and interbody spinal fusion for chronic low back pain. *Orthop Clin North Am*. 1971;2:543-52.
18. Sacks S. Anterior interbody fusion of the lumbar spine. *J*

- Bone Joint Surg Br. 1965;47:211-23.
19. Stonecipher T, Wright S. Posterior lumbar interbody fusion with facet-screw fixation. Spine (Phila Pa 1976). 1989;14:468-71.
 20. Yoon YH, Cho KJ, Park SR, et al. Posterior lumbar interbody fusion and unilateral posterolateral fusion with local bone and single cage: comparison with posterolateral lumbar fusion and autologous iliac bone. J Korean Orthop Assoc. 2009;44:102-8.
 21. Lazenec JY, Ramaré S, Arafati N, et al. Sagittal alignment in lumbosacral fusion: relations between radiological parameters and pain. Eur Spine J. 2000;9:47-55.
 22. Kumar MN, Baklanov A, Chopin D. Correlation between-sagittal plane changes and adjacent segment degeneration following lumbar spine fusion. Eur Spine J. 2001;10:314-9.
 23. Lafage V, Schwab F, Skalli W, et al. Standing balance and sagittal plane spinal deformity: analysis of spino-pelvic and gravity line parameters. Spine (Phila Pa 1976). 2008;33:1572-8.
 24. Hashimoto T, Shigenobu K, Kanayama M, et al. Clinical results of single-level posterior lumbar interbody fusion using the Brantigan I/F carbon cage filled with a mixture of local morselized bone and bioactive ceramic granules. Spine (Phila Pa 1976). 2002;27:258-62.

퇴행성 요추 질환에서 추체간 유합술을 통한 분절 전만각 복원 및 관여 인자

김응하 • 서정무 • 안중현

순천향대학교 의과대학 정형외과학교실

연구 계획: 후향적 연구

목적: 퇴행성 요추 질환에서 추체간 유합술 시 분절 전만각의 복원 정도를 분석하고, 복원에 관여하는 인자 및 유합률을 분석하고자 한다.

선행 문헌의 요약: 퇴행성 요추 질환에서 추체간 유합술의 분절 전만각 복원 정도와 이에 관여하는 인자를 분석한 연구가 거의 없다.

대상 및 방법: 퇴행성 요추 질환으로 3 분절 이상 전방 및 후방 추체간 유합술을 시행받은 환자 중 2011년부터 2013년까지 시행되고 최소 1년 이상 추적 관찰된 43명(남자 15명, 여자 28명, 52-84세)의 환자를 대상으로 하였다. 전방 추체간 유합술에는 전만각 10°인 금속 케이지(SynCage®)를 사용하였으며, 후방 추체간 유합술에는 전만각 8°의 금속 케이지(Neo-IC®)를 사용하였다. 수술 전, 수술 후, 수술 1년 이후 추시 시 방사선 영상을 분석하였다. 분절 전만각 복원에 관여하는 인자로 분절 유연성, 추간판 높이, 골극, 진공 추간판, 후관절 비대, 척추 전방 전위증, 골단판 손상을 분석하였으며, 골 유합률도 분석하였다.

결과: 전방 또는 후방 추체간 유합술을 시행한 전체 분절에서 분절 전만각이 수술 전 4.67°에서 수술 후 10.43°로 5.76° 증가하였고, 최종 추시 시 9.32°로 약 1.1° 감소하였다. 모집단 수가 비슷한 제 3-4요추 간을 비교하였을 때도 전방 추체간 유합술은 수술 전후 7.24° 교정되어 후방 추체간 유합술 시의 4.61° 보다 교정이 잘 되었다(p -value=0.011). 분절 유연성과 전만각 교정 정도는 유의한 상관관계를 보였고(p -value=0.013), 추간판 높이가 낮거나, 골극이 있을 경우 교정이 잘 안 되는 경향을 보였으며, 진공 추간판인 경우 교정이 잘 되는 경향을 보였다. 후관절 비대, 척추 전방 전위증, 골단판 손상은 증례가 적어 영향을 판단하기 어려웠다. 골 유합률은 92.8%로 확인되었다.

결론: 퇴행성 요추 질환에서 추체간 유합술 시 분절 전만각 복원이 잘 되었으며, 이중 전만각 10° 케이지를 이용한 전방 추체간 유합술이 분절 전만각 교정 효과가 크고, 분절 유연성이 분절 전만각 복원의 중요한 인자였다. 특히 추간판 간격이 좁고 골극을 보여도 분절 운동성을 보이면 상당예에서 전만을 복원할 수 있었다.

색인 단어: 퇴행성 요추 질환, 추체간 유합술, 분절 전만각, 분절 유연성, 유합률

약칭 제목: 퇴행성 요추 질환에서 추체간 유합술