

Risk Factors of Cage Subsidence after Posterior Lumbar Interbody Fusion

Dong-Yeong Lee, M.D., Soon-Taek Jeong, M.D., Chang-Hwa Hong, M.D.,
Young-Lac Choi, M.D., Byeong-Hun Kang, M.D., Dong-Hee Kim, M.D.

J Korean Soc Spine Surg 2016 Jun;23(2):100-107.

Originally published online June 30, 2016;

<http://dx.doi.org/10.4184/jkss.2016.23.2.100>

Korean Society of Spine Surgery

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

©Copyright 2016 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.2016.23.2.100>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Risk Factors of Cage Subsidence after Posterior Lumbar Interbody Fusion

Dong-Yeong Lee, M.D., Soon-Taek Jeong, M.D., Chang-Hwa Hong, M.D.*,

Young-Lac Choi, M.D., Byeong-Hun Kang, M.D., Dong-Hee Kim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Gyeongsang National University School of Medicine and Hospital, Jinju, Republic of Korea

*Department of Orthopaedic Surgery, Sunchunhyang University College of Medicine, Cheonan, Republic of Korea**

Study Design: Retrospective study.

Objectives: The purpose of this study was to evaluate risk factors for subsidence after posterior lumbar interbody fusion (PLIF).

Summary of Literature Review: Body mass index (BMI), bone mineral density (BMD), cage characteristics (titanium or poly-ether-ether-ketone (PEEK)) and degree of disc distraction are risk factors for cage subsidence after PLIF.

Materials and Methods: From January 2010 to January 2015, a total of 69 patients (93 segments) who were diagnosed with degenerative lumbar spine disease at the current authors' institution and underwent follow-up for at least 1 year were included in this retrospective study. Data on all factors related to cage subsidence were taken into consideration. The degree of association for each of the factors was determined through the calculation of odds ratios (ORs) with a 95% confidence interval. Logistic regression analyses were performed. The P-value that represented statistical significance was set below 0.05.

Results: There were no significant associations between fused segment level and cage subsidence ($p=0.588$), nor were there any significant associations between the kind of cage (titanium or PEEK) and cage subsidence ($p=0.371$). Using logistic regression, the factors with a P-value below the 0.20 level in univariate analyses were included in the multivariate analyses. In multivariate analyses, diabetes mellitus (DM) ($p=0.029$, OR, 4.524), osteoporosis ($p=0.026$, OR, 6.046), and degree of disc distraction ($p=0.010$, OR, 1.446) had significant associations with cage subsidence. In addition, there were significant associations between cage subsidence and instrument failure ($p=0.008$, OR, 8.235).

Conclusions: DM and osteoporosis, which may affect bony structures, have significant associations with cage subsidence after PLIF. Cage insertion with excessive disc distraction during surgery may also affect cage subsidence after PLIF.

Key words: Lumbar, Degenerative disease, Posterior fusion, Cage subsidence

서론

고령화로 인하여 척추관 협착증(spinal stenosis), 퇴행성 척추 전방 전위증(degenerative spondylolisthesis)과 같은 요추부 퇴행성 질환의 빈도는 증가하고 있으며, 보존적 치료에도 반응이 없는 경우 케이지를 이용한 후방 요추체간 유합술(Posterior Lumbar Interbody Fusion, PLIF)이 널리 시행되고 있다.¹⁾ 케이지 삽입을 통한 후방 요추체간 유합술은 견고한 추체간 유합을 얻고, 유합술을 시행하면서 관상면(coronal), 시상면(sagittal) 선열(alignment) 회복을 도모할 수 있고, 퇴행성 요추 질환에서 흔히 동반되는 감소된 추간판 간격(disc space)을 늘려줌으로써 신경공을 넓혀 간접적으로 신경 압박 효과를 얻을 수 있어 좋은 방법으로 여겨지고 있다.^{2,3)}

유합술 시 널리 이용되는 케이지에는 대표적으로 titanium 케이지와 Poly-Ether-Ether-Ketone (PEEK) 케이지 두 가지가 있

Received: March 31, 2016

Revised: April 6, 2016

Accepted: May 24, 2016

Published Online: June 30, 2016

Corresponding author: Dong-Hee Kim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Gyeongsang National University School of Medicine, Gyeongsang National University Hospital, 15, Jinju-daero 816beon-gil, Jinju-si, Gyeongsangnam-do, Republic of Korea, 660-751

TEL: +82-55-750-8669, **FAX:** +82-55-761-9477

E-mail: dhkim8311@gnu.ac.kr

* This Work (RPP-2015-023) was Supported by a fund of the Research Promotion Program, Gyeongsang National University, 2015.

다. Titanium 케이지는 높은 탄성 계수(modulus of elasticity)를 가지고 있어 척추체 피질골의 탄성 계수의 차이로 인해 케이지 침강(cage subsidence)의 발생 가능성이 높은 것으로 보고되어 있으나,⁴⁾ 우수한 골 융합성(osseointegration)을 제공하는 특성이 있어 titanium 케이지를 이용하여 유합술을 시행한 여러 연구들에서 성공적인 결과를 보고하고 있다.^{5,6)} Titanium 케이지와는 달리 PEEK 케이지는 척추체의 피질골과 비슷한 탄성 계수를 가지고 있어, 부하 및 스트레스 분산에 유리한 특성을 지니므로 생역학적으로 titanium 케이지보다 침강 빈도가 낮아 안정성 제공으로 인한 척추 선열의 유지 및 추체간 융합률이 높은 장점이 있다고 보고되어 있다.^{7,8)} 하지만 이러한 케이지들의 특징적인 장점에도 불구하고, 어떠한 종류의 케이지를 이용하여 수술하더라도 장기 추시에서 케이지의 침강이 관찰되며, titanium 케이지의 침강은 13-45%까지 보고되어 있으며,^{5,9)} PEEK 케이지의 침강은 11-18%까지 다양하게 보고되어 있다.^{10,11)} 이러한 케이지의 침강은 후방 요추체간 유합술 후 임상 결과에 영향을 미칠 수 있으며,¹²⁾ 케이지 침강을 가속화 하는 위험 인자로는 골밀도, 케이지의 위치, 축성 부하, 수술 중 추간판 간격의 신연 정도, 케이지 종류, 체질량 지수 등과 같이 여러 가지 인자가 영향을 미치는 것으로 보고되어 있다.^{1,13)} 하지만 다른 연구들에서는 이러한 인자들 중 단일 인자만을 고려하여 케이지 침강과의 연관성에 대해 분석한 연구가 많이 보고되어 있으며, 여러 가지 인자들을 함께 고려한 다인자(multifactorial)의 영향을 고려하여 분석한 연구는 드문 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 가장 흔한 빈도로 시행되고 있는 대표적인 요추 수술 중 하나인 후방 요추체간 유합술 후 발생 가능한 케이지 침강에 영향을 미치는 인자에 대해 접근하였으며, 이를 이용하여 후방 요추체간 유합술 후의 케이지 침강에 영향을 미치는 위험 인자에 대해 알아보려고 한다.

대상 및 방법

본 연구는 본원의 생명윤리연구윤리심의위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인을 받아 이루어졌다(GNUH IRB 2016-03-017).

연구학적 요인

2010년 1월부터 2015년 1월까지 본원에서 퇴행성 요추 질환(척추관 협착증 60명, 척추 전방 전위증을 동반한 척추관 협착증 9명) 진단 하에 6개월 이상의 적극적인 보존적 치료에도 반응하지 않아 케이지와 후방 내고정물(posterior instrumentation)을 이용한 후방 요추체간 유합술을 시행 후 1년 이상 추시가 가능하였던 환자 69명(93분절)을 대상으로 하였다.

69명의 환자 중 남자는 32명, 여자는 37명이었으며, 환자들의 평균 나이는 68.0세(47-86세), 평균 체중 및 신장은 각각 62.1 kg (34.2-98.0 kg), 158.8 cm (144.0-183.0 cm), 평균 체질량 지수(BMI)는 24.5 kg/m² (18.7- 31.2 kg/m²)으로 나타났다.

위험 인자

본 연구에서 요추의 후방 유합술 후 1년 째 발생 가능한 케이지 침강에 영향을 미칠 수 있는 인자를 알아보기 위하여 나이, 성별, 체중, 신장, 체질량 지수(BMI), 흡연 유무, 당뇨 유무, 골다공증 유무(T score on Dual-Energy X-ray Absorptiometry, DEXA), 다분절 유합술 시행 유무(>2 or ≤2 levels), 유합술 시 사용된 케이지의 종류(titanium or PEEK), 유합술을 시행한 분절, 척추 외상의 과거력, 그리고 수술 중 케이지 삽입을 위하여 추간판 간격의 신연된 정도에 대해 조사하였다.

방사선학적 분석 및 임상적 평가

케이지 침강의 발생에 대한 판단은 수술 직후의 측방 단순 방사선 사진과 후방 유합술 후 1년째 측방 단순 방사선 사진의 추간판 간격을 측정하여 비교 분석하였으며, 해당 분절의 추간판

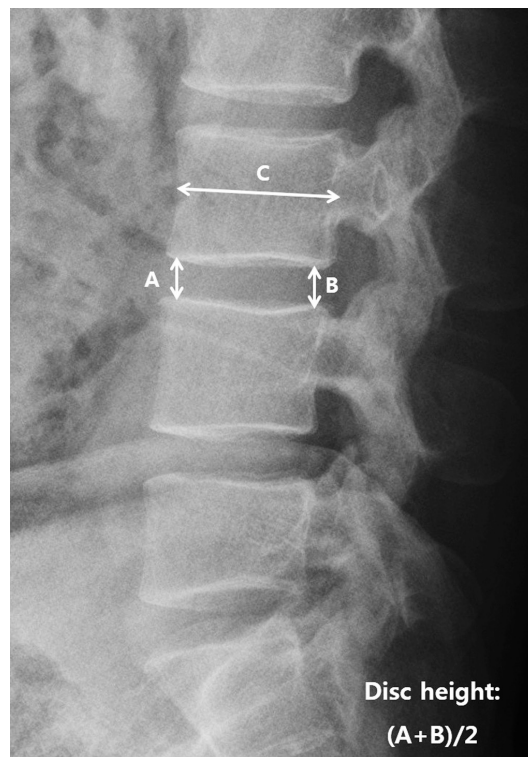


Fig. 1. Measurement of preoperative and postoperative disc height in the lumbar lateral view (A: anterior disc height, B: posterior disc height, C: sagittal diameter of the vertebral body measured between the midpoints of the anterior and posterior surfaces).

간격의 높이는 추간판 간격의 전방 높이와 후방 높이의 합의 평균을 통하여 확인하였다. 그리고 방사선 사진 촬영에 따른 배율 오차(magnification)를 줄이기 위하여 해당 분절 상위 추체 중간 높이 직경을 모두 측정하여 정규화(normalized)하여 비교 분석하였다(Fig. 1). 수술 중 케이지를 신연한 정도(disc distraction)는 해당 분절의 수술 직전 요추 측방 사진과 수술 직후의 요추 측방 사진을 상기에 제시된 방법을 이용하여 그 차이를 평가하였다. 케이지 침강의 발생은 수술 후 1년째 요추 측방 사진과 수술 직후의 요추 측방 사진을 상기 측정 방법을 이용한 결과를 비교하여, Oh 등¹⁾이 보고한 연구에서 제시된 방법과 같이 3 mm를 초과하여 침강이 생긴 경우 케이지 침강이 발생한 것으로 판단하였다. 그리고 임상적 결과를 판단하기 위하여 환자들의 back pain Visual Analogue Scale (VAS) 및 Oswestry Disability Index (ODI) score를 조사하여 평가하였다.

통계학적 분석

모든 통계적 분석은 SPSS software program (Version 18.0, SPSS Inc, Chicago, IL, USA)를 이용하여 수행되었다. 본 연구에서 방사선 사진 수치의 측정은 두 명의 정형외과 전문의에 의해 이루어졌으며, 첫 측정이 이루어진 후 4주 후에 재측정을 시행한 후 측정된 수치의 신뢰도 확인을 위해 급내, 급간 상관계수(intraobserver and interobserver correlation efficiency)를 확인하였다. 수술시 사용된 케이지의 종류에 따른 위험 인자들의 차이, 케이지 침강 유무에 따른 위험 인자들의 차이를 확인하기 위하여 independent t-test, Pearson's chi-square test, Fisher's exact test를 시행하였으며, 유합술을 시행한 분절과 케이지 침강과의 연관성을 확인하기 위하여 Pearson's chi-square test를 시행하였다. 또한 케이지 침강 발생에 따른 VAS, ODI score의 비교 분석을 위하여 independent t-test를 시행하였으며, 케이지 침강의 발생 유무와 유합을 위해 사용된 후방 추체 금속 내고정물의 동요(loosening) 및 파단(breakage) 발생 유무와의 관계를 확인하기 위하여 Pearson's chi-square test를 시행하여 확인하였다. 본 연구에서 조사된 여러 가지 인자들이 후방 요추체간 유합술 후 케이지 침강 발생의 위험인자로 작용하는지 확인하기 위해서 logistic regression analysis를 통하여 Odds Ratio (OR)를 계산하였고, 모형의 적합성을 판단하기 위하여 Hosmer-Lemeshow test를 시행하였다. P값이 0.05 미만인 경우 통계적으로 유의한 것으로 판단하였고, Hosmer-Lemeshow test는 p값이 0.05보다 높은 경우 모형이 적합한 것으로 판단하였다.

결과

본 연구에서 단순 방사선 사진을 통하여 측정된 수치의 신뢰

도는 급내 상관계수는 0.839, 급간 상관계수는 0.744으로 측정치에 관한 신뢰도는 높은 것으로 나타났으며, Hosmer-Lemeshow test에서 p값은 0.636로 분석 모형은 적합한 것으로 나타났다. 후방 요추체간 유합술 후 불유합은 2.2%(2/93)에서 관찰되었으며, 불유합의 발생과 케이지 침강은 관련이 없었다($p=0.403$). 유합술 시 사용된 케이지의 종류에 따른 인자들의 차이를 확인한 결과 titanium 케이지를 사용한 군에서는 19.4%(7/36)의 케이지 침강이 발생하였고, PEEK 케이지를 사용한 군에서는 24.6%(14/57)의 침강이 발생하였으나 의미 있는 차이를 나타내지는 않았다($p=0.565$). 하지만 PEEK 케이지를 사용한 군에서 체질량 지수(BMI)가 $25.2 \pm 2.9 \text{ kg/m}^2$ 로 titanium 케이지를 사용한 군의 $23.5 \pm 2.9 \text{ kg/m}^2$ 보다 높았으며($p=0.009$), PEEK 케이지를 사용하여 유합술을 시행한 군에서 케이지 삽입을 위해 추간판 간격을 신연한 정도가 $3.5 \pm 2.5 \text{ mm}$ 로 titanium 케이지를 사용하여 수술한 군의 $2.5 \pm 1.8 \text{ mm}$ 보다 추간판 간격을 신연한 정도가 큰 것으로 나타났다($p=0.034$). 그 외 다른 인자들인 나이, 성별, 체중, 신장, 흡연 유무, 당뇨 유무, 골다공증 유무, 척추 손

Table 1. Demographic and clinical data of the patients (N=93 segments)

| | No subsidence | Subsidence | p-value |
|--------------------------|-----------------|-----------------|---------|
| Segments No. | 72 | 21 | |
| Age (year) | 68.0 \pm 8.3 | 68.2 \pm 8.7 | 0.912 |
| Sex | | | |
| Male | 24 | 8 | 0.490 |
| Female | 25 | 12 | |
| Weight (kg) | 61.6 \pm 9.7 | 63.6 \pm 13.1 | 0.452 |
| Height (cm) | 158.6 \pm 7.9 | 159.4 \pm 9.7 | 0.675 |
| BMI (kg/m ²) | 24.4 \pm 2.9 | 24.8 \pm 3.2 | 0.596 |
| Smoking | 6 | 3 | 0.707 |
| DM | 9 | 8 | 0.096 |
| Osteoporosis | 7 | 8 | 0.344 |
| Cage type | | | |
| Titanium | 29 | 7 | 0.371 |
| PEEK | 43 | 14 | |
| Trauma | 3 | 4 | 0.181 |
| Disc distraction (mm) | 2.66 \pm 2.1 | 3.71 \pm 2.1 | 0.047 |

*BMI: Body Mass Index, [†]PEEK: Poly-Ether-Ether-Ketone.

상 과거력은 titanium 케이지를 사용한 군과 PEEK 케이지를 사용한 군에서 유의한 차이가 없었다.

케이지 침강 유무에 따른 인자들의 분석에서는 수술 중 케이지 삽입을 위하여 추간판 간격을 신연한 정도가 케이지 침강이 발생한 군에서 3.71 ± 3.1 mm로 케이지 침강이 발생하지 않은 군의 2.66 ± 2.1 mm 보다 큰 것으로 나타났으며($p=0.047$), 다른 인자들은 유의한 차이가 없었다(Table 1). 그리고 유합술을 시행한 분절과 케이지 침강 발생과의 연관성을 확인한 결과 L2-3에서 2.2%(2/93), L3-4에서 3.2%(3/93), L4-5에서 9.7%(9/93), L5-S1에서 7.5%(7/93)로 나타났으나, 유합술을 시행한 분절의 위치와 케이지 침강 발생과는 관계가 없는 것으로 나타났다

Table 2. Cage subsidence following the inserted level

| Level | No subsidence | Subsidence | p-value |
|-------|---------------|------------|---------|
| L2-3 | 1 (1.1%) | 2 (2.2%) | 0.091 |
| L3-4 | 16 (17.2%) | 3 (3.2%) | 0.384 |
| L4-5 | 44 (47.3%) | 9 (9.7%) | 0.124 |
| L5-S1 | 11 (11.8%) | 7 (7.5%) | 0.061 |

(Table 2). 케이지 침강의 발생이 유합술에 사용된 후방 내고정물의 동요 및 파단의 발생과는 유의한 관계가 있는 것으로 나타났다($p=0.008$, OR, 8.235), VAS와 ODI score를 이용하여 평가한 임상적 결과는 두 군 간 유의한 차이는 없었다(Table 3).

케이지 침강의 발생에 영향을 미치는 위험인자를 알아보기 위하여 조사된 여러 가지 인자들을 이용하여 우선 단변량 분석이 시행되었으며, 추간판 간격의 신연 정도($p=0.047$, OR, 1.239)만이 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 다변량 분석을 시행하기 위해 본 연구에서 조사된 위험인자들 간의 다중공선성(multicollinearity)을 확인한 결과에서 인자들 사이의, 특히 서로 영향을 미칠 수 있는 당뇨와 골다공증 사이에서도 분산 팽창 지수(Variance Inflation Factor, VIF)는 10 미만으로 다중공선성을 나타내지 않았다(range 1.131 to 2.327). 그리고 단변량 분석에서

Table 3. Subsidence and clinical outcomes

| | No subsidence | Subsidence | p-value |
|-----|----------------|----------------|---------|
| VAS | 2.9 ± 1.1 | 2.7 ± 1.1 | 0.641 |
| ODI | 14.4 ± 4.7 | 13.7 ± 3.9 | 0.520 |

*VAS: Visual Analogue Scale, †ODI: Oswestry Disability Index.

Table 4. Strengths of associations between cage subsidence and various factors in the univariate and multivariate analyses

| | Univariate analysis | | Multivariate analysis | |
|------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|
| | P-value | Odds ratio (95% CI) | P-value | Odds ratio (95% CI) |
| Sex | 0.461 | 0.688 (0.254 to 1.860) | 0.776 | 0.841 (0.255 to 2.771) |
| Age | 0.910 | 1.003 (0.946 to 1.064) | 0.807 | 0.991 (0.922 to 1.065) |
| Weight | 0.448 | 1.018 (0.972 to 1.066) | | |
| Height | 0.671 | 1.013 (0.955 to 1.074) | | |
| BMI | 0.592 | 1.046 (0.888 to 1.233) | 0.615 | 1.052 (0.862 to 1.285) |
| Smoking | 0.693 | 0.750 (0.180 to 3.122) | | |
| DM | 0.144 | 2.154 (0.760 to 6.102) | 0.029 | 4.524 (1.163 to 17.599) |
| Osteoporosis | 0.065 | 2.773 (0.912 to 8.426) | 0.026 | 6.046 (1.240 to 29.473) |
| Multi-level | 0.240 | 1.816 (0.672 to 4.912) | 0.067 | 5.871 (0.886 to 38.890) |
| Cage | 0.566 | 0.741 (0.267 to 2.061) | 0.973 | 0.977 (0.252 to 3.875) |
| Radiculopathy | 0.695 | 1.411 (0.253 to 7.855) | | |
| Trauma | 0.099 | 3.153 (0.763 to 13.024) | 0.059 | 5.064 (0.940 to 27.281) |
| Disc distraction | 0.047 | 1.239 (1.004 to 1.540) | 0.010 | 1.446 (1.093 to 1.914) |

*BMI: Body Mass Index, †PEEK: Poly-Ether-Ether-Ketone, ‡CI: Confidence Interval.

p값이 0.20 미만인 당뇨의 이환($p=0.144$, OR, 2.154), 골다공증 유무($p=0.065$, OR, 2.773), 척추 외상의 과거력($p=0.099$, OR, 3.153), 추간판 간격의 신연 정도($p=0.047$, OR, 1.239)의 4가지 인자와 비록 다변량 분석에서 P 값이 0.2 이상이지만 케이지 침강에 영향을 미칠 수 있는 케이지의 종류, 나이, 성별, 다분절 유합 유무 그리고 체질량 지수를 포함하여 다변량 분석을 시행하였다. 다변량 분석의 결과 당뇨($p=0.029$, OR, 4.524), 골다공증($p=0.026$, OR, 6.046) 그리고 추간판 간격의 신연 정도($p=0.010$, OR, 1.446)가 후방 요추체간 유합술 후 1년 쯤 케이지 침강의 발생과 관계가 있는 것으로 나타났다(Table 4).

고찰

후방 요추체간 유합술은 퇴행성 변화로 인하여 감소된 추간판 간격을 회복시킴으로써 간접적으로 신경공을 압박시켜줄 수 있고, 유합술을 동시에 시행함으로써 기계적 안정성을 줄 수 있어 퇴행성 요추 질환을 치료하는데 많이 사용되어 왔다.^{2,3)} 이러한 수술적 술기의 발전에 따라 우수한 케이지의 등장으로 유합술 시 골이식과 함께 케이지의 사용이 추체간 유합이 이루어지는데 생역학적 효과를 크게 증가시키는 것으로 많은 연구를 통하여 잘 알려져 있다.^{14,15)}

본 연구에서 케이지 침강의 발생은 후방 내고정물의 파단과 유의한 관계가 있는 것으로 나타났으나, 케이지 침강 유무에 따른 VAS와 ODI의 유의한 차이는 나타내지 않는 것으로 나타났다. 케이지 침강의 정의는 탄성 계수(modulus of elasticity)가 강한 물질(cage)이 탄성 계수가 약한 물질(bone)로 가라 앉는 것을 의미하며, 침강이 심해지는 경우 척추 선열의 변화를 일으킬 수 있으며, 이로 인하여 나사못의 동요 및 파단, 후방 고정에 사용된 금속 막대의 파단을 일으켜 장기적으로 임상적 결과에 영향을 미칠 수 있다.¹⁶⁾ 하지만 Borm 등¹⁷⁾의 연구에서 케이지 침강에 대하여 골 유합이 확립될 때까지 이루어지는 골 흡수와 재형성이 일어나는 정상 과정일 것이라 주장하였으며, Chen 등⁸⁾과 Wang 등¹⁸⁾은 케이지 침강이 추체간 유합률에는 영향을 미치지 않는다고 하였고, 최종 임상 결과에도 의미 있는 차이를 나타내지 않았다고 보고 하여, 이러한 연구들의 결과는 앞서 언급한 본 연구의 결과와 일치한다. 하지만 케이지 침강이 내고정물 파단과는 관계가 있으면서도 임상적 결과는 차이가 없다는 것은 모순되는 결과일 수 있으나 이러한 결과는 본 연구가 수술 후 1년째 환자를 대상으로 평가한 것으로 볼 때, 내고정물의 파단이 일어났음에도 불구하고, 시기적으로 두 군간에 뚜렷한 임상적 결과의 차이를 나타내지 않은 것으로 추정해볼 수 있다. 따라서 케이지 침강이 후방 내고정물 파단과 관련이 있다면, 이러한 결과가 어떠한 임상 결과를 야기하는지는 장기 추시 관찰의 추가적인 연구

를 통하여 평가되어야 한다.

당뇨는 본 연구에서 후방 요추체간 유합술 후 케이지 침강의 발생을 증가시키는 위험인자로 나타났으며, 그 기전으로는 골밀도와 골질에 영향을 미쳐 골 취약성에 영향을 주는 것으로 생각된다.¹⁹⁻²¹⁾ Lesile 등²⁰⁾은 당뇨가 골의 기하학적 구조(geometry), 변환률(bone turnover), 생화학적 특성(biomechanical features)에 영향을 주어 골질에 영향을 미치고, Schwartz 등²³⁾은 당뇨 환자의 골밀도는 높지만 골 소실률이 당뇨가 없는 환자에 비하여 40-70%까지 빠르다고 주장하였다. 또한 지속적인 고혈당 상태는 당화 반응의 최종산물(Advanced Glycation End-products)의 축적을 야기하여 골모세포의 분화 및 활동(osteoblast differentiation and function)을 억제함으로써 골형성을 감소시켜 골 변환률(bone turnover)에 영향을 미치는 것으로 보고되어 있다.²⁰⁾ 따라서, 이러한 결과는 당뇨는 골대사에 영향을 주어 골질을 나쁘게 하여 케이지 침강의 발생 가능성을 높이는 위험인자로 작용하며, 이는 당뇨가 없는 환자보다 당뇨가 있는 환자에서 후방 요추체간 유합술 후 케이지 침강의 위험도가 약 4.5배 증가하는 본 연구 결과를 뒷받침하는 근거가 될 수 있다. 따라서 수술 시 당뇨에 이환 되어 있는 환자의 경우 당뇨가 없는 환자보다 추후 케이지 침강의 발생 위험도가 높으므로 수술 시 과도한 종판 전처치(endplate preparation)나 추간판 간격의 과도한 신연(disc space distraction)은 피하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

골다공증은 유합술 시행시 수술적 결과에 부정적인 영향을 줄 수 있으며, 대표적인 경우로 압박 골절의 발생, 케이지 침강 그리고 나사못의 동요 및 파단이 생길 수 있다.²²⁾ Jost 등²³⁾은 케이지의 모양(design)이나 후방 내고정 장치는 케이지 침강과 무관하나, 골밀도와는 유의한 관계가 있다고 하였으며, Poilkeit 등²⁴⁾은 케이지를 이용하여 안정화된 분절의 생역학적 측면에서 해면골의 밀도가 중요한 요소라고 하였다. 그리고 Oh 등¹⁾은 후방 요추체간 유합술을 시행한 분절의 골밀도가 케이지 침강과 유의한 관계가 있다고 보고하였으며, 심한 골다공증(severe osteoporosis)이 있는 경우(T score <-3.0) 케이지 침강이 많이 발생하는 것(≥ 3 mm)으로 보고하였다. 이러한 연구 결과들과는 다르게 Tokuhashi 등²⁵⁾은 골밀도와 케이지 침강은 서로 관련이 없다고 하였다. 그러나 그들의 연구에서는 골밀도의 측정 방법이 명시되지 않아 골밀도 수치의 신뢰성이 떨어지며, 수술 전과 수술 후의 추간판 간격을 비교하였을 때 그 차이가 평균 3.2 mm로 다른 연구에 비하여 과도한 신연이 이루어진 것을 확인할 수 있었다. 추간판 간격의 신연이 과도하게 이루어지는 것은 케이지 침강에 영향을 미칠 수 있으며,^{26,27)} 이는 마치 골밀도가 케이지 침강과는 관련이 없도록 보이게 하는 교란 변수로 작용하였을 가능성이 높다. 본 연구에서는 DEXA scan을 이용하여 T 점수가 <-2.5인 경우 골다공증으로 진단하였으며, 골다공증이 없는 환

자보다 골다공증이 있는 환자에서 케이지 침강의 위험도가 약 6.0배 증가하는 것으로 나타났다. 하지만 본 연구에서도 유합술을 시행한 환자의 수술 전과 수술 후의 추간판 간격의 신연 정도를 비교하였을 때, 평균 3.18 mm의 신연이 이루어졌으며, 이는 Tokuhashi 등²⁵⁾의 연구에서와 같이 과도한 신연이 케이지 침강 발생에 교란 변수로 작용할 가능성이 있어, 이러한 한계점을 보완하기 위하여 두 변수를 모두 포함한 다변량 분석을 시행하였다. 따라서 이러한 결과는 추간판 간격의 신연 정도를 고려하더라도 골다공증이 후방 요추체간 유합술 후 케이지 침강의 위험 인자인 것을 보여주며, 다른 연구와 같이 추간판 간격의 신연이 3.18 mm 보다 적었다면, 골다공증이 케이지 침강에 미치는 위험도가 더 높았을 것이라 예상해 볼 수 있다.

추체간 유합술 시 퇴행성 변화로 줄어든 추간판 간격을 적절한 높이로 회복한 후 케이지를 삽입하는 것은 요추의 선연을 회복하며, 중첩(buckled)된 황색인대를 회복시켜 중심부 협착증을 완화시키며, 간접적으로 추간공 간격을 넓게 하여 신경을 감압하는 효과를 얻을 수 있다.²⁶⁾ 하지만 수술시 추간판 간격을 어느 정도 신연하는 지에 대한 표준화 된 기준(consensus)은 없는 실정이며, Kaito 등²⁶⁾은 추간판 간격의 과도한 신연은 인접 분절 질환(Adjacent Segment Disease, ASD)을 일으킬 수 있는 위험 인자라 하였으며, Francke 등²⁸⁾은 과도한 추간판 간격의 신연은 후방주의 부하를 감소시켜 전방주에 가해지는 압박력을 증가시키며, 이는 임상적으로 축성 압박에 의한 통증 유발, 척추체의 종판 손상으로 인한 케이지 침강 그리고 유합률에 영향을 미쳐 임상적 결과에 영향을 미칠 것이라고 보고하였다. 본 연구에 포함된 표본에서 수술 중 추간판 간격의 신연은 평균 3.18 mm 시행되었으며, 이전 연구 결과와 마찬가지로 추간판 간격의 신연이 케이지 침강의 발생과 관계가 있는 것으로 나타났으며, 추간판 간격의 신연이 1 mm 증가할 때마다 케이지 침강의 위험도가 1.4배 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 케이지 삽입 전 추간판 간격의 과도한 신연을 피하기 위하여 수술 전 인접 분절의 추간판 간격의 확인 및 요추 선연의 확인을 통하여 추간판 간격의 신연 정도를 미리 계획하는 것이 추후 발생 가능한 합병증을 줄일 수 있는 좋은 방법이라 생각된다.

케이지의 종류(titanium or PEEK)에 따른 케이지 침강 발생과의 연관성은 일반적으로 두 물질간의 탄성 계수의 차이로 인하여 titanium 케이지가 PEEK 케이지 보다 침강이 더 잘 일어난다는 것으로 알려져 있다.²⁹⁾ 하지만 본 연구에서는 titanium 케이지와 PEEK 케이지 간에 추체간 유합술 후 케이지 침강의 발생에 미치는 영향에 유의한 차이는 없었으며, 오히려 그 빈도는 PEEK 케이지가 24.6% (14/57), titanium 케이지 19.4% (7/36)로 PEEK 케이지의 침강이 더 잘 발생하는 것으로 나타났다. 이와 같이 titanium 케이지의 침강이 PEEK 케이지의 침강보다 흔하다고 주

장하는 전 연구들의 결과와 상이한 차이는 본 연구에 포함된 표본들에서 PEEK 케이지를 사용한 군에서 titanium 케이지를 사용한 군 보다 체중, 체질량 지수가 높으며, 수술시 추간판 간격을 신연 시킨 정도가 더 커서 나타난 결과라 생각되며, 추후 이러한 점도 보완되어 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

본 연구에는 몇 가지 제한점이 있다. 첫 번째는 후방 요추체간 유합술 후 케이지 침강에 영향을 미치는 인자 중 케이지의 크기(size), 케이지의 위치(location), 추체 종판의 상태(endplate preparation)와 같은 인자들도 위험 인자로 알려져 있으나, 후향적 연구의 한계로 자료의 부족으로 인하여 완전하게 조사되지 못한 점이다. 두 번째는 추시 기간이 짧았던 것으로 생각된다. 케이지 침강의 발생과 후방 유합술을 시행하는데 이용된 내고정 장치의 파단과 관계가 있었던 것과 케이지 침강이 인접 분절 질환(ASD)을 야기하는 것으로 볼 때 케이지 침강의 발생이 장기적인 임상 결과에 영향을 미칠 것으로 생각되나 본 연구에서 차이가 없었던 점으로 볼 때 추시 기간이 짧았던 것이 그 원인으로 생각된다. 이러한 부분들은 향후 대규모 전향적 연구를 통하여 보완해야 할 것으로 생각되며, 이러한 제한점에도 불구하고 본 연구는 후방 요추체간 유합술 후 케이지 침강의 발생에 영향을 미칠 수 있는 여러 가지 위험 인자들을 동시에 고려하여 다변량 분석을 시행한 후 그 위험도를 평가한 것에 연구 가치가 있다.

결론적으로 본 연구를 통하여 골 구조에 영향을 미칠 수 있는 당뇨 및 골다공증의 이환은 후방 요추체간 유합술 후 케이지 침강에 영향을 주는 위험 인자이며, 수술시 추간판 간격의 과도한 신연 후 케이지 삽입은 향후 케이지 침강의 발생 가능성을 높인다.

REFERENCES

1. Oh KW, Lee JH, Lee JH, et al. The Correlation Between Cage Subsidence, Bone Mineral Density, and Clinical Results in Posterior Lumbar Interbody Fusion. *J Spinal Disord Tech*. 2015 Aug 18. [Epub ahead of print]
2. Park Y, Ha JW. Comparison of one-level posterior lumbar interbody fusion performed with a minimally invasive approach or a traditional open approach. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32:537-43.
3. Steffee AD, Sitkowski DJ. Posterior lumbar interbody fusion and plates. *Clin Orthop Relat Res*. 1988;227:99-102.
4. McKenna PJ, Freeman BJ, Mulholland RC, et al. A prospective, randomised controlled trial of femoral ring allograft versus a titanium cage in circumferential lumbar spinal fusion with minimum 2-year clinical results. *Eur Spine J*. 2005;14:727-37.

5. Schmieder K, Wolzik-Grossmann M, Pechlivanis I, et al. Subsidence of the wing titanium cage after anterior cervical interbody fusion: 2-year follow-up study. *J Neurosurg Spine*. 2006;4:447–53.
6. Cabraja M, Abbushi A, Kroppenstedt S, et al. Cages with fixation wings versus cages plus plating for cervical reconstruction after corpectomy – is there any difference? *Cent Eur Neurosurg*. 2010;71:59–63.
7. Cutler AR, Siddiqui S, Mohan AL, et al. Comparison of polyetheretherketone cages with femoral cortical bone allograft as a single-piece interbody spacer in transforaminal lumbar interbody fusion. *J Neurosurg Spine*. 2006;5:534–9.
8. Chen Y, Wang X, Lu X, et al. Comparison of titanium and polyetheretherketone (PEEK) cages in the surgical treatment of multilevel cervical spondylotic myelopathy: a prospective, randomized, control study with over 7-year follow-up. *Eur Spine J*. 2013;22:1539–46.
9. Barsa P, Suchomel P. Factors affecting sagittal malalignment due to cage subsidence in standalone cage assisted anterior cervical fusion. *Eur Spine J*. 2007;16:1395–400.
10. Meier U, Kemmesies D. [Experiences with six different intervertebral disc spacers for spondylodesis of the cervical spine]. *Orthopade*. 2004;33:1290–9.
11. Pechlivanis I, Thuring T, Brenke C, et al. Non-fusion rates in anterior cervical discectomy and implantation of empty polyetheretherketone cages. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011;36:15–20.
12. Steffen T, Tsantrizos A, Fruth I, et al. Cages: designs and concepts. *Eur Spine J*. 2000;9(Suppl):89–94.
13. Kim MC, Chung HT, Cho JL, et al. Subsidence of polyetheretherketone cage after minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion. *J Spinal Disord Tech*. 2013;26:87–92.
14. Sasso RC, Kitchel SH, Dawson EG. A prospective, randomized controlled clinical trial of anterior lumbar interbody fusion using a titanium cylindrical threaded fusion device. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004;29:113–22.
15. Schiffman M, Brau SA, Henderson R, et al. Bilateral implantation of low-profile interbody fusion cages: subsidence, lordosis, and fusion analysis. *Spine J*. 2003;3:377–87.
16. Kao TH, Wu CH, Chou YC, et al. Risk factors for subsidence in anterior cervical fusion with stand-alone polyetheretherketone (PEEK) cages: a review of 82 cases and 182 levels. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2014;134:1343–51.
17. Borm W, Seitz K. Use of cervical stand-alone cages. *Eur Spine J*. 2004;13:474–5.
18. Wang HR, Li XL, Dong J, et al. Skip-level anterior cervical discectomy and fusion with self-locking stand-alone PEEK cages for the treatment of 2 noncontiguous levels of cervical spondylosis. *J Spinal Disord Tech*. 2013;26:286–92.
19. Shanbhogue VV, Mitchell DM, Rosen CJ, et al. Type 2 diabetes and the skeleton: new insights into sweet bones. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2016;4:159–73.
20. Leslie WD, Rubin MR, Schwartz AV, et al. Type 2 diabetes and bone. *J Bone Miner Res*. 2012;27:2231–7.
21. Schwartz AV, Sellmeyer DE, Ensrud KE, et al. Older women with diabetes have an increased risk of fracture: a prospective study. *J Clin Endocrinol Metab*. 2001;86:32–8.
22. Halvorson TL, Kelley LA, Thomas KA, et al. Effects of bone mineral density on pedicle screw fixation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1994;19:2415–20.
23. Jost B, Crompton PA, Lund T, et al. Compressive strength of interbody cages in the lumbar spine: the effect of cage shape, posterior instrumentation and bone density. *Eur Spine J*. 1998;7:132–41.
24. Polikeit A, Ferguson SJ, Nolte LP, et al. Factors influencing stresses in the lumbar spine after the insertion of intervertebral cages: finite element analysis. *Eur Spine J*. 2003;12:413–20.
25. Tokuhashi Y, Ajiro Y, Umezawa N. Subsidence of metal interbody cage after posterior lumbar interbody fusion with pedicle screw fixation. *Orthopedics*. 2010;34:226–7.
26. Kaito T, Hosono N, Fuji T, et al. Disc space distraction is a potent risk factor for adjacent disc disease after PLIF. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2011;131:1499–507.
27. Yang JJ, Yu CH, Chang BS, et al. Subsidence and non-union after anterior cervical interbody fusion using a stand-alone polyetheretherketone (PEEK) cage. *Clin Orthop Surg*. 2011;3:16–23.
28. Francke EI, Demetropoulos CK, Agabegi SS, et al. Distractive force relative to initial graft compression in an in vivo anterior cervical discectomy and fusion model. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35:526–30.
29. Cabraja M, Oezdemir S, Koeppen D, et al. Anterior cervical discectomy and fusion: comparison of titanium and polyetheretherketone cages. *BMC Musculoskelet Disord*. 2012;13:172.

후방 요추체간 유합술 후 케이지 침강의 위험 인자

이동영 • 정순택 • 홍창화* • 최영락 • 강병훈 • 김동희

경상대학교 의학전문대학원 정형외과학교실, 순천향대학교 의과대학 정형외과학교실*

연구 계획: 후향적 연구

목적: 퇴행성 요추 질환으로 진단 받고 케이지를 이용한 후방 추체간 유합술을 시행한 환자를 대상으로 수술 후 발생 가능한 케이지 침강의 위험 인자에 대해 알아보고자 한다.

선행문헌의 요약: 체질량 지수, 골밀도, 케이지의 특성(종류 및 크기) 및 수술 중 요추 추간판 간격의 신연 정도가 후방 추체간 유합술 후 케이지 침강의 위험인자로 알려져 있다.

대상 및 방법: 2010년 1월부터 2015년 1월까지 본원에서 요추의 퇴행성 질환 진단 하에 후방 추체간 유합술을 시행 받은 환자 중 최소 1년 이상 추시가 가능하였던 69명(93분절)을 대상으로 하였다. 케이지 침강 발생에 영향을 미칠 수 있는 다양한 인자들을 분석하였으며, 로지스틱 회귀 분석을 이용하여 95% 신뢰구간에서의 odds ratio (OR)를 계산하였다. P-value가 0.05 미만에서 유의한 것으로 판단하였다.

결과: 유합을 시행한 분절의 위치와 케이지 침강의 발생과는 관계가 없었으며($p=0.588$), 유합에 사용된 케이지의 종류(titanium or Poly-Ether-Ether-Ketone (PEEK))도 침강 발생과 관계가 없었다($p=0.371$). 로지스틱 회귀분석을 통한 단변량 분석에서 p값이 0.2 이하인 인자들을 이용하여 다변량 분석을 시행한 결과 당뇨($p=0.029$, OR, 4.524), 골다공증($p=0.026$, OR, 6.046) 그리고 추간판 간격의 신연 정도($p=0.010$, OR, 1.446)가 후방 추체간 유합술 후 1년째 발생한 케이지의 침강과 관계 있는 것으로 나타났다. 그리고 이러한 케이지의 침강은 후방 내고정물의 유실(instrument failure)과 관계가 있었다($p=0.008$, OR, 8.235).

결론: 골 구조에 영향을 미칠 수 있는 당뇨 및 골다공증의 이환은 후방 요추체간 유합술 후 케이지 침강의 발생에 영향을 미치는 것으로 생각된다. 또한 수술시 추간판 간격의 과도한 신연 후 케이지 삽입은 향후 케이지 침강의 발생 가능성을 높인다.

색인 단어: 요추, 퇴행성 질환, 후방 추체간 유합술, 케이지 침강

약칭 제목: 후방 요추체간 유합술 후 케이지 침강

접수일: 2016년 3월 31일 **수정일:** 2016년 4월 6일 **게재확정일:** 2016년 3월 24

교신저자: 김동희

경상남도 진주시 진주대로 816번길 15 경상대학교 의학전문대학원 정형외과학교실

TEL: 055-750-8669

FAX: 055-761-9477

E-mail: dhkim8311@gnu.ac.kr