

Comparison of Implant Failure between Cement Augmented Cannulated Pedicle Screws and Solid Pedicle Screws and Associated Risk Factors in Lumbar Fusion Surgery: A Pilot Study

Sung Hoon Choi, M.D., Jeong Min Hur, M.D., Joo Young You, M.D., Chang-Nam Kang, M.D., Ph.D.

J Korean Soc Spine Surg 2020 September;27(3):89-95.

Originally published online September 30, 2020;

<https://doi.org/10.4184/jkss.2020.27.3.89>

Korean Society of Spine Surgery

SMG-SNU Boramae Medical Center, 20, Boramae-ro 5-gil, Dongjak-gu, Seoul 07061, Korea

Tel: +82-2-831-3413 Fax: +82-2-831-3414

©Copyright 2017 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.2020.27.3.89>

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.

Comparison of Implant Failure between Cement Augmented Cannulated Pedicle Screws and Solid Pedicle Screws and Associated Risk Factors in Lumbar Fusion Surgery: A Pilot Study

Sung Hoon Choi, M.D., Jeong Min Hur, M.D., Joo Young You, M.D., Chang-Nam Kang, M.D., Ph.D.
Department of Orthopaedic Surgery, Hanyang University College of Medicine, Seoul, Republic of Korea

Study Design: Retrospective pilot study

Objectives: To compare and analyze the rate and risk factors of implant failure according to the use of solid pedicle screws or cement augmented cannulated pedicle screws in lumbar fusion surgery.

Summary of Literature Review: In previous studies, the use of cement augmented cannulated pedicle screws was found to improve the pull-out strength and to reduce the risk of implant failure in patients with osteoporosis. However, the clinical risk factors for implant failure have not been established.

Materials and Methods: From January 2016 to December 2018, 177 patients with spine fracture and degenerative thoracolumbar disease were included in a retrospective study, and the patients underwent spinal fusion surgery using pedicle screws. Solid pedicle screws were used in 118 patients and cement augmented cannulated pedicle screws were used in 59 patients. During the follow-up period, simple radiography and computed tomography were performed to evaluate cases of implant failure, including pedicle screw loosening, migration, and pull-out, and to analyze risk factors for implant failure.

Results: Implant failures were observed in 21 patients (11.9%, 21/177) during the follow-up period. Of the 21 patients with implant failure, 18 were in the solid pedicle screw group (15.3%, 18/118), and 3 patients were in the cement augmented cannulated pedicle screw group (5.1%, 3/59). The difference was statistically significant ($p < 0.05$). Age over 65 years, osteoporosis, autoimmune disease (rheumatoid arthritis, systemic lupus erythematosus, etc.), chronic kidney disease, and steroid use (< 0.05) were statistically significantly more common in patients who experienced implant failure. In a multiple logistic regression analysis, age over 65 (odds ratio, 4.47; $p = 0.032$), osteoporosis (odds ratio, 3.68; $p = 0.017$), autoimmune disease (odds ratio, 3.59; $p = 0.039$), and chronic kidney disease (odds ratio, 4.67; $p = 0.043$) were statistically significant risk factors for implant failure.

Conclusions: Patients underwent thoracolumbar fusion who were over 65 years of age, had osteoporosis, chronic kidney disease, or autoimmune disease showed a high implant failure rate. The use of cement augmented cannulated pedicle screws might be an effective method to significantly decrease the likelihood of implant failure in patients with these risk factors.

Key words: Lumbar fusion surgery, Cement augmented cannulated pedicle screw, Solid pedicle screw, Implant failure, Risk factor

서론

척추경 나사의 이용은 척추 유합 수술에서 견고한 고정력을 얻기 위하여 널리 사용되고 있다.¹⁾ 최근 환자들의 고령화로 인하여 척추외과 의사들은 척추경 나사의 이용이 필요한 다양한 퇴행성 요추부 질환 또는 골절들을 마주하고 있으며 이러한 환자들에서 척추경 나사 고정 이후 발생하는 흔한 합병증으로는 나사의 이완, 이동, 뽑힘 등이 여러 연구에서 보고되어 왔다.²⁾ 고령의 환자들의 특성들로 인하여 수술적 치료 방법

Received: April 22, 2020

Revised: April 28, 2020

Accepted: August 12, 2020

Published Online: September 30, 2020

Corresponding author: Chang-Nam Kang, M.D., Ph.D.

ORCID ID: Chang Nam Kang: <https://orcid.org/0000-0002-4633-3391>

Sung Hoon Choi: <https://orcid.org/0000-0003-3328-2043>

Jeong Min Hur: <https://orcid.org/0000-0001-5678-7429>

Joo Young You: <https://orcid.org/0000-0001-7270-9615>

Department of Orthopaedic Surgery, Hanyang University College of Medicine
222-1 Wangsimni-ro, Seongdong-gu, Seoul, 04763 Korea

TEL: +82-2-2290-8485, **FAX:** +82-2-2299-3774

E-mail: cnkang65@hanyang.ac.kr

에 대해서는 나사 이완의 위험도를 낮추면서 뽑힘 강도(Pull-out strength)을 향상시키는 여러 척추경 나사 고정 방법이 발달하였는데 그 중 척추경 나사 직경이나 길이를 늘리거나 골 시멘트 충전 방법들이 있으며³⁻⁵⁾ 이중 널리 이용되는 방법으로 골 시멘트 충전 척추경 유관나사가 있다. 골 시멘트 충전 척추경 유관나사의 사용은 특히 골다공증성 척추질환을 보이는 환자에서 사용하였을 때 안정성과 뽑힘 강도를 119%에서 250%까지 향상시키는 효과를 보였다.^{6,7)} 그러나 아직까지 내고정물 실패(Implant failure)와 연관된 위험인자에 대해서는 완전히 정립되어 있지 않다. 이에 본 논문에서는 보통 척추경 나사(Solid pedicle screw)와 골 시멘트 충전 척추경 유관나사(Cement augmented cannulated pedicle screw)를 이용하여 고정한 환자들의 내고정물 실패율(implant failure rate)과 실패에 영향을 미치는 위험인자를 비교 분석하고자 하였다.

연구대상 및 방법

본 연구는 본원 임상연구 윤리위원회 심의의 승인 후 진행된 후향적 연구이다. 2016년 1월부터 2018년 12월까지 동일한 술자에 의해 척추 골절 및 퇴행성 흉요추부 질환으로 시행된 척추경 나사를 이용한 유합술로 총 190명의 환자를 대상으로 연구가 이루어졌다. 추시기간이 1년 미만, 감염 또는 종양으로 인해 흉요추부 유합술을 시행하였거나 2차례 이상 재수술을 시행한 환자 13명을 제외하였고 최종적으로 연구대상 선정기준에 합당한 177명 환자를 분석하였다. 모든 환자의 나이, 성별, 키, 몸무게, 체질량 지수(BMI: body mass index), 혈압, 당뇨병, 류마티스 관절염, 만성 신장질환 등의 기본 정보를 확인하였다. 골다공증은 골밀도검사상 T-Score가 -2.5 이하일 경우로 정의하였으며 만성신부전은 사구체 여과율이 60 mL/min/1.73m² 이하인 3기 이상의 신부전으로 정의하였다. 골다공증, 65세 이상의 고령, 당뇨, 스테로이드 사용, 자가면역질환, 3기 이상의 만성 신부전 중 둘 이상의 위험인자가 있는 경우에 골 시멘트 충전 척추경 유관나사를 이용하였으며, 상기 위험인자가 없는 경우에는 보통 척추경 나사를 사용하였다. 하나의 위험인자가 있는 경우에는 환자의 전신 상태를 고려하여 술자의 선택으로 나사못을 사용하였다.

골 시멘트 충전 척추경 유관나사의 수술적 방법에 대해서는 먼저 척추경 유관나사를 먼저 삽입 후, 골 시멘트(Polymethylmethacrylate)를 액상 단량체(Monomer)와 혼합을 하여 잘 섞이도록 저어서 혼합 후 주사기에 골 시멘트를 담아서 필러(Filler)에 충전을 하였다. 이후 척추경 나사 가이드(Pedicle screw guide)를 이용하여 척추체의 전방경계(Anterior border)의 균열(Breakage)등을 확인하고 골 시멘트의 굳은 정도를 확

인하여 필러를 척추경 유관나사에 연결하여 영상증폭장치를 통하여 골 시멘트의 주입 모양과 척추체 바깥으로의 누출을 확인하면서 골 시멘트를 주입하였다.

수술 후 환자의 컨디션에 따라 수술 다음날부터 흉요추부 보조기를 착용 후 환자들은 보행을 시행하였으며 퇴원 후 외래는 수술 후 3개월, 6개월, 1년 그리고 매년마다 방문하였다. 추시 중 단순 방사선 검사는 3개월, 6개월, 1년 그리고 매년마다 시행하였으며 전산화 단층 촬영 검사는 수술 후 6개월, 12개월, 24개월에 시행하였다. 이를 통해 척추경 나사의 이완, 이동이나 뽑힘 등 내고정물 실패를 확인하였다. 투명대(Clear zone)는 전후방 및 측면 방사선 검사에서 2 mm 이상의 방사선 투과 영역이 관찰되는 경우 또는 컴퓨터 단층 촬영(CT)상 축 평면과 시상면에서 뼈와 나사못 사이에 2 mm 이상의 간격이 관찰되는 경우로 하였다. 나사못 이완(Screw loosening)은 투명대가 2 mm 이상인 경우로 정의하였다. 나사못 이동(Screw migration)은 나사못이 위중판(Superior endplate) 또는 아래중판(Inferior endplate)으로 2 mm 이상 전위가 일어난 경우로 하였고, 나사못 뽑힘(Screw pull-out)은 수술 후 사진과 비교하여 나사못이 뒤로 2 mm 이상 움직인 경우로 하였다. 나사못 파손(Screw breakage)은 단순 방사선사진이나 컴퓨터 단층 촬영상 나사못의 연속성이 소실된 경우로 하였으며, 나사선 원위부 끝에서부터 파손이 일어난 지점까지의 거리 및 발생한 시점을 기록하였다. 케이지 이동(Cage migration)은 케이지가 뒤로 또는 옆으로 2 mm 이상 움직인 경우로 하였다. 강봉 파손(Rod breakage)은 단순 방사선 사진이나 컴퓨터 단층 촬영 상 강봉의 연속성이 소실된 경우로 하였다. 상기 지표들은 수술 이후부터 마지막 외래 추시까지의 단순 방사선 검사 및 컴퓨터 단층촬영을 조사하여 발생 유무를 확인하였다. 연구에 포함된 환자들은 모두 수술 이후 최소 1년 이상 추시를 시행하였다.

두 그룹 간의 차이는 독립표본 T검정(independent t-test) 및 카이제곱 검정(chi-square test)을 사용하여 평가하였고 결과에 영향을 주는 인자들을 확인하기 위하여 다중 회귀 분석(multiple logistic regression analysis)을 시행하였다. 0.05 미만의 P 값은 통계적으로 유의한 것으로 간주되었으며 통계 분석은 IBM SPSS ver. 25.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 사용하였다.

결과

총 177명의 환자 중 118명은 보통 척추경 나사를 사용하였으며 59명은 골 시멘트 충전 척추경 유관나사를 사용하였다. 보통 척추경 나사군(Group S)의 평균 연령은 63.1세였으며, 골 시멘트 충전 척추경 나사군(Group C)의 평균 연령은 70.8세로

Group S에서 유의미하게 낮았다($p < 0.05$). 두 그룹 간에 성별, 체질량 지수, 평균 추시 기간, 당뇨, 자가면역질환(류마티스 관절염, 전신 홍반 루푸스 등), 만성 신장질환, 그리고 스테로이드 사용은 통계학적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 골다공증은 Group S에서 18명(15.3%)으로 25명(42.4%)의 Group C에 비해 유의미하게 낮았다(Table 1). 총 21명의 환자(11.9%, 21/177)에게서 내고정물 실패가 발생하였으며 이 중 Group S에서는 18명(15.3%, 18/118)이 발생하였고 Group C에서는 3명(5.1%, 3/59)이 발생하여, Group S에서 15.3%로 발생율이

높았으며 통계적으로 유의미하게 차이가 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$, Table 2). 또한 내고정물 실패가 발생한 군들에 대해 유합 부위를 분석하였을 때, 흉요추부 유합이 3명(Group C: 1명, Group S: 2명), 요추부 유합 7명(Group C: 0명, Group S: 7명) 그리고 요천추부 유합이 11명(Group C: 2명, Group S: 9명)으로 나타났으며 유합 분절의 수를 2개 이하와 2개 초과로 나누었을 때 유합 분절의 수가 2개 이하는 8명의 환자(Group C: 1명, Group S: 7명)에서 발생하였으며 2개 초과에서는 13명의 환자(Group C: 2, Group S: 11)에서 내고정물 실패가 발생하였다. 내고정물 실패의 종류를 분석하였을 때, 나사못 이완이 6명, 나사못 뽑힘과 파손이 각각 3명, 나사못 이동이 1명으로 나타났으며 또한 케이지 이동은 1명, 강봉 파손은 2명, 마지막으로 인접분절질환은 9명으로 나타났다. Group C에서는 나사못 이동이 1명, 인접분절질환이 2명으로 나타났다.

모든 환자들을 내고정물 실패의 유무에 따라 두 그룹으로 나누어 분석을 해보았을 때, 성별, 체질량 지수 및 당뇨병은 두 그룹간의 유의미한 통계학적인 차이를 보이지 않았다. 하지만 카이제곱 검정에서 65세 이상의 고령, 골다공증, 자가면역질환, 만성 신장질환 및 스테로이드 사용($p < 0.05$)은 내고정물 실패군에서 통계적으로 유의미하게 높은 것으로 나타났다(Table 3).

Table 1. Demographic data between the solid pedicle screw group and the cement augmented cannulated pedicle screw group

	Solid group (n=118)	Cement group (n=59)	p-value
Age (years)	63.1 (24–82)	70.8 (59–86)	<0.05
Age (>65 years)	60 (50.8%)	39 (66.1%)	0.054
Sex	43/75 (M/F)	16/43 (M/F)	0.215
BMI (kg/m ²)	24.7 (17.6–39.6)	23.8 (17.6–34.7)	0.242
Follow up period (month)	16.9 (12–37)	17.7 (12–36)	0.403
Diabetes mellitus	32 (27.1%)	19 (32.2%)	0.481
Osteoporosis	18 (15.3%)	25 (42.4%)	<0.05
Autoimmune disease	16 (13.6%)	4 (6.8%)	0.179
Chronic kidney disease*	6 (5.1%)	4 (6.8%)	0.733
Steroid use	8 (6.8%)	2 (3.4%)	0.499

BMI: body mass index *Chronic kidney disease: eGFR <60 mL/min/1.73 m²

Table 2. Implant failure rate between the solid pedicle screw group and the cement augmented cannulated pedicle screw group

	Implant failure rate (%)	p-value
Solid group	15.3% (18/118)	
Cement group	5.1% (3/59)	0.049
Total	11.9% (21/177)	

Table 3. Demographic data in the two groups: Failure (-) group, Failure (+) group

	Failure (-) (n=156)	Failure (+) (n=21)	Odd ratio (95% CI)	p-value
Age (>65 years)	81 (51.9%)	18 (85.7%)	5.556 (1.573 – 19.624)	<0.05
Sex	53/103 (M/F)	6/15 (M/F)	1.286 (0.472-3.508)	0.622
BMI (kg/m ²)	24.3 (17.6–39.6)	25.2 (17.6–37.8)		0.964
Diabetes mellitus	47 (30.1%)	4 (19.0%)	0.546 (0.174 – 1.709)	0.293
Osteoporosis	30 (19.2%)	13 (61.9%)	6.825 (2.596 – 17.942)	<0.05
Autoimmune disease	12 (7.7%)	8 (38.1%)	7.385 (2.560 – 21.303)	<0.05
Chronic kidney disease	5 (3.2%)	5 (23.8%)	9.438 (2.465 – 36.130)	<0.05
Steroid use	6 (3.8%)	4 (19.0%)	5.882 (1.508 – 22.941)	0.019

BMI: body mass index, CI: Confidence interval.

Table 4. Factors affecting the implant failure based on multivariate logistic regression analysis

	Odds ratio	95% CI	p-value
Age (>65 years)	4.472	1.137–17.584	0.032
Osteoporosis	3.683	1.265–10.718	0.017
Autoimmune disease	3.597	1.065–12.147	0.039
Chronic kidney disease	4.679	1.052–20.813	0.043

모든 환자들을 대상으로 내고정물 실패의 위험 인자 분석을 위해 시행한 다중 로지스틱 회귀 분석에서는 65세 이상 고령(OR 4.472, 95% CI 1.137–17.584, $p=0.032$), 골다공증(OR 3.683, 95% CI 1.265–10.718, $p=0.017$), 자가면역질환(OR 3.597, 95% CI 1.065–12.147, $p=0.039$) 및 만성 신장질환(OR 4.679, 95% CI 1.052–20.813, $p=0.043$)이 통계적으로 유의미하게 나타났다(Table 4).

고찰

평균 수명이 늘어나고 삶의 질이 중요한 부분을 차지하게 되어 고령 환자들의 척추 수술은 늘고 있다. 이들의 척추골절 또는 퇴행성 요추부 질환에 대한 척추경 나사의 이용은 중요한 부분을 차지함에도 불구하고 아직까지 척추경 나사 이완이나 이동, 뽑힘은 척추 수술을 시행한 골다공증 환자에서 가장 흔한 합병증 중 하나이다. 또한 골다공증 또는 취약한 골(Fragile bone)을 가진 환자의 경우 뽑힘 강도와 피로한도(fatigue failure)가 골밀도와 선형으로 관련이 있어 이러한 환자들에 대한 보통 척추경 나사의 사용은 논란의 여지가 있다.⁸⁾ 이를 보완하기 위한 여러 방법들이 고안되었으며 그 중 골 시멘트 충전 척추경 유관나사가 널리 사용되고 있다. 이는 퇴행한 척추기둥(Degenerative spinal column)을 지지하고 안정화하는데 도움을 준다고 알려져 있으며,⁹⁾ 여러 실험 및 임상 논문에서 골 시멘트 보강이 골다공증성과 정상 추체에서 뽑힘에 대한 높은 저항성을 높여준다고 증명되었고 한 논문에서는 골 시멘트 보강이 척추경 나사의 뽑힘 강도의 증가가 119%에서 250%가 발생한다고 보고하였다.¹⁰⁾ El Saman 등¹¹⁾은 노인의 척추 골절 치료에서 골 시멘트 충전 척추경 유관나사가 보통 척추경 나사에 비해 나사 이완의 비율(Screw loosening rate)의 현저한 감소(4.3% vs. 62.8%)보이며 또한 정복의 소실 각도(1.1° vs. 5°)가 낮다고 보고하였다. 비슷한 임상적 결과로 Sawakami¹²⁾ 등은 후향적 연구에서 골 시멘트 충전 척추경 유관나사에서 보통 척추경 나사보다 정복의 소실 각도가 유의미하게 낮으며(3° vs. 7°) 나사 이

완의 징후로써 투명대의 발생이 낮으며(29% vs. 71%) 높은 유합 비율(94% vs. 77%)을 보여주었다.

이전 논문들과 비슷하게 본 연구에서도 골 시멘트 충전 척추경 유관나사군에서 내고정물 실패의 비율이 5.1%로 보통 척추경 나사군(15.3%)보다 통계적으로 유의미하게 낮았다. 또한 보통 척추경 나사군(18명, 15.3%)보다 골 시멘트 충전 척추경 유관나사군(25명, 42.4%)에서 골다공증이 유의미하게 높음에도 불구하고 골 시멘트 충전 척추경 유관나사군에서 내고정물 실패의 비율이 유의미하게 낮은 것은 중요한 결과로 볼 수 있다. 본 연구에서는 다중 로지스틱 회귀분석을 통하여 내고정물 실패에 영향을 주는 인자로 65세 이상 고령, 골다공증, 자가면역질환 및 만성 신장질환이 내고정물 실패의 주요 위험 인자들로 밝혀졌다. 류마티스 관절염과 루프스 등 자가면역질환은 전신을 순환하는 사이토카인(Cytokine), 질병의 활성, 지속 시간, 감소된 신체 활동 및 질병의 약리학적 치료를 포함하여 많은 원인으로 인해 골다공증이 발생한다고 알려져 있으며¹³⁾, 일부 저자들은 류마티스 관절염 환자에서 골다공증이 2배 증가했다고 보고하였다.¹⁴⁾ 만성 신부전의 경우 3기를 넘어 병이 진행하게 되면 소변으로 배출되는 인이 감소하여 뼈에서 나오는 인의 배출량을 보충하지 못해 혈류의 인의 농도가 증가하게 되고 이로 인해 부갑상선 호르몬(PTH)의 증가가 발생하여 골흡수를 일으켜 골다공증이 발생하게 된다.¹⁵⁾ 이러한 인자들은 결국 골다공증을 일으키거나 골질을 취약하게 만들어 이완이나 이동, 뽑힘 등 내고정물 실패를 높이는 것으로 보인다. 이에 이러한 위험 인자들을 가진 환자군들에서는 내고정력을 강화하고 내고정물 실패를 낮추기 위해 척추 유합술 등을 시행할 때에 골 시멘트 충전 척추경 유관나사를 이용하는 것이 좋을 것으로 사료된다. 특히 더 길고 견고한 기기 고정이 필요한 골다공증 환자의 재수술의 경우에는 골 시멘트 충전 척추경 유관나사가 도움을 줄 수 있으며 또한 생역학을 고려하였을 때 다분절 고정이나 재수술의 경우 또는 골다공증 환자의 경우에는 나사 뽑힘이나 내고정물 실패를 방지하는 하나의 방법이 될 수 있다.¹⁶⁾

골 시멘트 충전 방법은 크게 2가지 기법이 있는데, 먼저 골 시멘트를 추체 성형술처럼 주입한 뒤 나사못을 삽입하는 방법과 두번째로 유관 나사를 사용하는 경우 나사못을 고정한 뒤 나사 내로 골 시멘트를 주입하는 방법이 있다. 본 연구에서는 골 시멘트 충전 척추경 유관나사를 사용하여 두번째 방법으로 골 시멘트를 충전하였다. 이전 논문들에서 두 방법에 대한 생역학적 연구 중 Chao 등¹⁷⁾에 따르면 축방향의 뽑힘 강도의 차이는 없었다고 하였으며 Kueny 등¹⁸⁾은 두 방법 모두 축방향 뽑힘 강도를 증가시키나 골 시멘트를 척추경 유관나사못을 통해 주입한 군에서 좀더 피로 저항성이 좋다고 하였다. 본 논문에서는 척추경 나사를 통한 골 시멘트를 주입하는 척추경 유관나사만을 이

용하였으나 향후 논문에서는 두 방법에 대한 골 시멘트 주입 방법에 따른 내고정물의 실패의 비교가 이루어질 필요가 있다.

골 시멘트 충전 척추경 유관나사 고정에서 뽑힘 강도를 높이는 인자로 골 시멘트 주입의 양 또한 중요하나, 각 척추경 나사의 충진을 위한 최적의 골 시멘트 양은 아직 알려져 있지 않다. 그러나 골 시멘트 충전의 안전성과 강도는 모두 균형을 이루어야 하는데 이론적으로, 더 많은 양의 골 시멘트를 주입할수록 더 높은 척추경 나사의 고정 강도를 얻을 수 있지만 골 시멘트 누출 위험이 더 높을 수 있다. 대부분의 실험실 논문에서 추체에 1~3 cc의 골 시멘트를 주입하여 뽑힘 강도를 비교하였고 다른 임상 논문에서도 요추에 3 cc의 골 시멘트와 흉추에 2.5 cc의 골 시멘트를 주입하여 시행하는 논문들이 있었다.^{7,19,20} 본 논문에서는 이전 연구와 비슷하게 요추부에 각 추체별로 척추경 나사를 통하여 각각 1.5 cc, 총 3 cc의 골 시멘트를 주입하여 연구를 진행하였다. 또한 Frankel²¹⁾에 따르면 골다공증 척추에서 2.8 cc 미만과 5.5 cc 이상 골 시멘트 충전 척추경 유관나사를 비교하였을 때 전체적으로 골 시멘트 충전 척추경 유관나사에서 2.2 배의 뽑힘 강도가 증가하는 것을 발견했으나 골 시멘트 부피간의 뽑힘 강도의 차이는 없었다.

골 시멘트 충전 척추경 유관나사를 이용하여 유합수술 후 재수술을 시행할 경우에 새로운 골 시멘트 충전 척추경 유관나사를 이용하는 경우에 뽑힘강도가 보통 척추경 나사를 이용하는 경우보다 유의미하게 높다는 보고는 있으나 사체를 이용한 생역학적 연구이며²²⁾ 이에 추후 장기 추시를 통해 임상적으로 합병증 발생률 등에 대해 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

본 논문은 몇 가지 제한점이 있다. 첫째로 후향적 연구로 상대적으로 적은 수로 분석을 하였으며 한 병원에서 한 명의 의사가 시행한 수술로 일반화하기 어려울 수 있다는 점이다. 이는 선행 연구로 향후 연구에서 더 많은 환자수를 대상으로 시행이 필요할 것으로 사료된다. 둘째로 골 시멘트 충전 척추경 유관나사를 선택할 때 환자군의 선택에서 선택 편이가 있을 가능성이 있다. 특히, 골다공증 환자이거나 여러 기저질환 등으로 인해 골질이 취약할 수 있는 환자들에게 골 시멘트 충전 척추경 유관나사를 사용하는 경우가 많았을 가능성이 있다. 하지만 이러한 상황에서 결과적으로 내고정물의 실패가 보통 척추경 나사군에 비해 낮았기 때문에 결과는 유의한 것으로 사료되며 추후 이러한 편의를 제거하기 위하여 환자군간의 무작위 대조군 연구가 필요할 것으로 사료된다. 셋째로 영상학적 내고정물 실패와 임상적 결과와의 연관성을 분석하지 못하였고, 영상학적 유합률을 조사하지 못하였다. 넷째로 자가면역질환의 유무에 대해서는 평가를 시행하였으나 질병의 활성도에 따른 임상적 차이점에 대한 평가를 시행하지 못하였다.

결론

골 시멘트 충전 척추경 유관나사를 사용한 군에서 보통 척추경 나사를 사용한 군보다 척추 수술 후 내고정물 실패 (나사의 이완, 이동, 뽑힘)의 빈도가 통계학적으로 유의미하게 낮았다. 그러므로 65세 이상의 고령, 골다공증, 자가면역질환 또는 만성 신장질환이 있는 경우 요추부 퇴행성 질환 환자에서 내고정물 실패를 유의미하게 낮추기 위하여 골 시멘트 충전 척추경 유관나사를 이용하는 것이 효과적인 방법이 될 수 있을 것으로 사료된다.

REFERENCE

1. Chin DK, Park JY, Yoon YS, et al. Prevalence of osteoporosis in patients requiring spine surgery: incidence and significance of osteoporosis in spine disease. *Osteoporos Int.* 2007 Sep;18(9):1219-24. DOI: 10.1007/s00198-007-0370-8.
2. Halvorson TL, Kelley LA, Thomas KA, et al. Effects of bone mineral density on pedicle screw fixation. *Spine (Phila Pa 1976).* 1994 Nov 1;19(21):2415-20. DOI: 10.1097/00007632-199411000-00008.
3. Higashino K, Kim JH, Horton WC, et al. A biomechanical study of two different pedicle screw methods for fixation in osteoporotic and nonosteoporotic vertebrae. *J Surg Orthop Adv.* 2012 Winter;21(4):198-203. DOI: 10.3113/jsoa.2012.0198.
4. Tsai KJ, Murakami H, Horton WC, et al. Pedicle screw fixation strength: a biomechanical comparison between 4.5-mm and 5.5-mm diameter screws in osteoporotic upper thoracic vertebrae. *J Surg Orthop Adv.* 2009 Spring;18(1):23-7.
5. Cao Y, Liang Y, Wan S, et al. Pedicle Screw with Cement Augmentation in Unilateral Transforaminal Lumbar Interbody Fusion: A 2-Year Follow-Up Study. *World Neurosurg.* 2018 Oct;118:e288-e95. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.06.181.
6. Shea TM, Laun J, Gonzalez-Blohm SA, et al. Designs and techniques that improve the pullout strength of pedicle screws in osteoporotic vertebrae: current status. *Biomed Res Int.* 2014;2014:748393. DOI: 10.1155/2014/748393.
7. Tandon V, Kalidindi KKV, Pacha S, et al. A Prospective Study on the Feasibility, Safety, and Efficacy of a Modi-

- fied Technique to Augment the Strength of Pedicle Screw in Osteoporotic Spine Fixation. *Asian Spine Journal*. 2020;14(3):357–63. DOI: 10.31616/asj.2019.0211.
8. Yamagata M, Kitahara H, Minami S, et al. Mechanical stability of the pedicle screw fixation systems for the lumbar spine. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1992 Mar;17(3 Suppl):S51–4. DOI: 10.1097/00007632-199203001-00011.
 9. Wittenberg RH, Lee KS, Shea M, et al. Effect of screw diameter, insertion technique, and bone cement augmentation of pedicular screw fixation strength. *Clin Orthop Relat Res*. 1993 Nov(296):278–87.
 10. Burval DJ, McLain RF, Milks R, et al. Primary pedicle screw augmentation in osteoporotic lumbar vertebrae: biomechanical analysis of pedicle fixation strength. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007 May 1;32(10):1077–83. DOI: 10.1097/01.brs.0000261566.38422.40.
 11. El Saman A, Meier S, Sander A, et al. Reduced loosening rate and loss of correction following posterior stabilization with or without PMMA augmentation of pedicle screws in vertebral fractures in the elderly. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2013 Oct;39(5):455–60. DOI: 10.1007/s00068-013-0310-6.
 12. Sawakami K, Yamazaki A, Ishikawa S, et al. Polymethylmethacrylate augmentation of pedicle screws increases the initial fixation in osteoporotic spine patients. *J Spinal Disord Tech*. 2012 Apr;25(2):E28–35. DOI: 10.1097/BSD.0b013e318228bbbed.
 13. Deodhar AA, Woolf AD. Bone mass measurement and bone metabolism in rheumatoid arthritis: a review. *Br J Rheumatol*. 1996 Apr;35(4):309–22. DOI: 10.1093/rheumatology/35.4.309.
 14. Haugeberg G, Uhlig T, Falch JA, et al. Bone mineral density and frequency of osteoporosis in female patients with rheumatoid arthritis: results from 394 patients in the Oslo County Rheumatoid Arthritis register. *Arthritis Rheum*. 2000 Mar;43(3):522–30. DOI: 10.1002/1529-0131(200003)43:3<522::Aid-anr7>3.0.Co;2-y.
 15. Nitta K, Yajima A, Tsuchiya K. Management of Osteoporosis in Chronic Kidney Disease. *Intern Med*. 2017 Dec 15;56(24):3271–6. DOI: 10.2169/internalmedicine.8618-16.
 16. Hoppe S, Keel MJB. Pedicle screw augmentation in osteoporotic spine: indications, limitations and technical aspects. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2017 2017/02/01;43(1):3–8. DOI: 10.1007/s00068-016-0750-x.
 17. Chao K-H, Lai Y-S, Chen W-C, et al. Biomechanical analysis of different types of pedicle screw augmentation: a cadaveric and synthetic bone sample study of instrumented vertebral specimens. *Medical engineering & physics*. 2013 2013/10//;35(10):1506–12. DOI: 10.1016/j.medengphy.2013.04.007.
 18. Kueny RA, Kolb JP, Lehmann W, et al. Influence of the screw augmentation technique and a diameter increase on pedicle screw fixation in the osteoporotic spine: pullout versus fatigue testing. *Eur Spine J*. 2014 Oct;23(10):2196–202. DOI: 10.1007/s00586-014-3476-7.
 19. Chang MC, Liu CL, Chen TH. Polymethylmethacrylate augmentation of pedicle screw for osteoporotic spinal surgery: a novel technique. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008 May 1;33(10):E317–24. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31816ff6c73.
 20. Pare PE, Chappuis JL, Rampersaud R, et al. Biomechanical evaluation of a novel fenestrated pedicle screw augmented with bone cement in osteoporotic spines. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011 Aug 15;36(18):E1210–4. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318205e3af.
 21. Frankel BM, D’Agostino S, Wang C. A biomechanical cadaveric analysis of polymethylmethacrylate-augmented pedicle screw fixation. *J Neurosurg Spine*. 2007 Jul;7(1):47–53. DOI: 10.3171/spi-07/07/047.
 22. Bullmann V, Schmoelz W, Richter M, et al. Revision of cannulated and perforated cement-augmented pedicle screws: a biomechanical study in human cadavers. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010 Sep 1;35(19):E932–9. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181c6ec60.

요추부 유합술에서 골 시멘트 충전 척추경 유관나사와 보통 척추경 나사 사이의 내고정물 실패 비교 및 연관된 위험인자의 분석: 선행연구

최성훈 · 허정민 · 유주영 · 강창남

한양대학교 의과대학 정형외과학교실

연구 계획: 후향적 선행연구

목적: 보통 척추경 나사와 골 시멘트 충전 척추경 유관나사를 사용한 환자들의 내고정물 실패율을 비교하고 이에 영향을 미치는 위험요인들을 분석하였다.

선행 연구문헌의 요약: 이전의 연구에서 골다공증이 동반된 환자에서 골 시멘트 충전 척추경 유관나사는 뼈흡 강도를 향상시키는 것으로 알려져 있었다. 그러나 내고정물의 실패의 임상 위험 요소에 대해서는 아직 정립되어 있지 않다.

대상 및 방법: 2016년 1월부터 2018년 12월까지 동일한 술자에 의해 척추 골절 및 퇴행성 흉요추부 질환으로 시행된 척추경 나사를 이용한 유합술을 시행하였던 총 177명의 환자를 대상으로 후향적으로 연구가 이루어졌다. 이 중 118명은 보통 척추경 나사를 사용하였으며 59명은 골 시멘트 충전 척추경 유관나사를 이용하였다. 추시기간 중 단순 방사선 검사 및 전산화 단층 촬영 검사를 통해 척추경 나사의 이완, 이동 또는 뼈흡 등 내고정물 실패를 확인하였으며 그 위험인자를 분석하였다.

결과: 총 177명의 환자 중에서 21명의 환자(11.9%, 21/177)에게서 내고정물 실패가 발생하였다. 이 중 보통 척추경 나사군 118명 중 18명의 환자(15.3%, 18/118), 골 시멘트 충전 척추경 유관나사군 59명중 3명의 환자(5.1%, 3/59)에서 내고정물 실패가 발생하였으며 이 두 군의 차이는 통계적으로 유의미하였다($p < 0.05$). 내고정물 실패 유무로 두 그룹을 카이제곱 검정을 시행하였을 때, 65세 이상의 고령, 골다공증, 자가면역질환(류마티스 관절염, 전신 홍반 루푸스 등), 만성 신장질환 및 스테로이드 사용($p < 0.05$)은 내고정물 실패군에서 통계적으로 유의미하게 높은 것으로 나타났다. 다중 로지스틱 회귀분석에서는 65세 이상 고령(odds ratio 4.47, 95% CI 1.14-17.58, $p=0.032$), 골다공증(odds ratio 3.68, 95% CI 1.27-10.72, $p=0.017$), 자가면역질환(odd ratio 3.60, 95% CI 1.07-12.15, $p=0.039$) 및 만성 신장질환(odds ratio 4.68, 95% CI 1.05-20.81, $p=0.043$)이 내고정물 실패와 통계적으로 유의미하게 나타났다.

결론: 65세 이상, 골다공증, 자가면역질환 또는 만성 신장질환이 있는 흉요추부 유합술을 시행한 환자에서 내고정물 실패가 높게 나타났다. 따라서 이러한 위험인자를 갖는 환자들은 내고정물 실패를 줄이기 위하여 골 시멘트 충전 척추경 나사를 이용하는 것이 효과적인 방법이 될 수 있을 것으로 사료된다.

색인 단어: 요추 유합술, 골 시멘트 충전 척추경 유관나사, 보통 척추경 나사, 내고정물 실패, 위험인자

약칭 제목: 척추경 나사의 내고정물 실패 비교 및 위험인자의 분석

접수일: 2020년 4월 22일

수정일: 2020년 4월 28일

게재확정일: 2020년 8월 12일

교신저자: 강창남

서울시 성동구 왕십리로 222-1 한양대학교 의과대학 정형외과학교실

TEL: 02-2290-8485

FAX: 02-2299-3774

E-mail: cnkang65@hanyang.ac.kr