

척추경 나사못을 이용한 고령 환자의 흉요추부 유합에서 원위부 갈고리의 효과

이동현 • 김성수^㉔ • 김정훈* • 임동주[†] • 최병완 • 김진환* • 김진혁[†] • 박병욱

인제대학교 해운대백병원 정형외과, *인제대학교 일산백병원 정형외과, [†]인제대학교 상계백병원 정형외과

The Effect of Distal Hooks in Thoracolumbar Fusion Using a Pedicle Screw in Elderly Patients

Dong-Hyun Lee, M.D., Sung-Soo Kim, M.D., Ph.D.^㉔, Jung-Hoon Kim, M.D., Ph.D.*^{*}, Dong-Ju Lim, M.D., Ph.D.[†],
Byung-Wan Choi, M.D., Ph.D., Jin-Hwan Kim, M.D., Ph.D.*^{*}, Jin-Hyok Kim, M.D., Ph.D.[†], and Byung-Ook Park, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Inje University Haeundae Paik Hospital, Busan,

**Department of Orthopedic Surgery, Inje University Ilsan Paik Hospital, Goyang,*

[†]Department of Orthopedic Surgery, Inje University Sanggye Paik Hospital, Seoul, Korea

Purpose: To investigate the clinical outcomes of distal hook augmentation using a pedicle screw in thoracolumbar fusion in elderly patients.

Materials and Methods: This retrospective multicenter study recruited 20 patients aged 65 years or older, who underwent anterior support and long level posterior fusion in the thoracolumbar junction with a follow-up of one year. To assess the effect of distal hook augmentation, the patients were divided into two groups; the pedicle screw with hook group (PH group, n=10) and the pedicle screw alone group (PA group, n=10).

Results: The average age was 72.4 years (65–83 years). The average fusion segment was 4.6 segments (3–6 segments). There were no significant differences in age, sex, causative diseases, bone mineral density of lumbar and proximal femur, number of patients with osteoporosis, and number of fused segments between the two groups ($p \geq 0.05$). At 1 year follow-up after surgery, parameters related with distal screw pullout were significantly worse in the PA group. No patients in the PH group had distal screw pullout. However, six patients (60%, 6/10) in the PA group had distal screw pullout. There were no significant differences in the progression of distal junctional kyphosis between the two groups.

Conclusion: Distal hook augmentation is an effective procedure in protecting distal pedicle screws against the pullout when long level thoracolumbar fusion was performed in elderly patients aged 65 years or older.

Key words: osteoporosis, spinal fusion, pedicle screws

서론

척추경 나사못은 척추에서 가장 단단한 부분으로 알려진 척추경

을 통하여 강력한 고정력을 얻을 수 있어 척추 유합술에 도입된 이후로 견고하고 안정적인 척추 기기 고정을 위해 널리 사용되고 있다. 실제로 골 강도가 약화되지 않은 정상 골에서는 척추경 나사못이 추궁판 갈고리(laminar hook)나 추궁판하 철사(sublaminar wiring)에 비해서 더 강력한 강성과 뽐힘에 대한 저항력을 가진다는 것은 여러 역학 연구에서 밝혀진 바 있다.¹⁻⁵⁾ 하지만 골 강도가 약화된 환자에서는 원위부 척추경 나사못의 뽐힘(pullout)이나 후방 이탈은 드물지 않게 볼 수 있는 합병증이다.⁶⁻⁹⁾ 더구나 장분절

Received June 27, 2016 Revised October 5, 2016 Accepted January 31, 2017

^㉔Correspondence to: Sung-Soo Kim, M.D., Ph.D.

Department of Orthopedic Surgery, Inje University Haeundae Paik Hospital, 875 Haeundae-ro, Haeundae-gu, Busan, 48108, Korea

TEL: +82-51-797-0240 FAX: +82-51-797-0249 E-mail: sskim@paik.ac.kr

로 척추경 나사못 고정을 하게 된 경우에는 고정된 분절만큼 응력 중심 거리(lever arm)가 길어지면서 기기 고정된 최하위 추체나 이 추체에 삽입된 척추경 나사못에 더 많은 부하가 작용하게 되며, 또한 흉요추부 수술에서는 강직된 흉추부와 유연한 요추부 사이에 위치하여 기기 고정 후에도 잠재적인 불안정성과 연관될 가능성이 더 높아진다.¹⁰⁾ 이러한 이유로 고령의 환자에서 흉요추부에 척추경 나사못을 이용하여 장분절의 척추 고정술 및 유합술을 시행할 경우 비록 척추경 나사못 삽입 시에 적절한 수술 술기로 나사못이 고정되고 주 추체 병변 부위에 전방 지지가 이루어졌다고 하더라도 추시에서 원위부 나사못의 뽑힘이나 후방 이탈이 일어나 고정의 실패, 후만 증가 및 불유합이 발생하는 것을 드물지 않게 보게 된다. 척추경 나사못의 뽑힘이나 후방 이탈과 이로 인한 고정 실패로 야기되는 여러 문제점을 방지하기 위해 척추 기기의 고정력을 강화시키는 여러 방법들이 제안되었으며, 나사못의 삽입 방법이나 나사못의 개선,¹¹⁻¹³⁾ 변형의 제한적 교정, 추가적인 분절의 나사못 고정, 추가적인 추궁판 갈고리의 사용, 골시멘트를 이용한 나사못 고정의 보강 등과 같은 방법들이 알려져 있다.^{2,3,5,6,8,10,14-16)} 이 중에서 추궁판 갈고리의 효과는 생체 역학 실험을 통해 정상 골과 골다공증성 골에 대해서 연구된 바가 있으나 현재까지 골다공증성 척추에서 척추경 나사못과 함께 추궁판 갈고리를 보강한 경우 이의 효과와 임상적 결과를 보여준 연구나 논문은 저자들이 조사한 바로는 없었다.

이에 본 연구에서는 고령의 환자에서 척추경 나사못 기기 고정에 있어 원위부 추궁판 갈고리를 보강한 경우와 보강하지 않은 경우를 비교하여 그 임상적인 결과를 보고하고자 한다.

대상 및 방법

본 연구에서는 2008년 12월부터 2015년 5월까지 3개의 병원에서 흉요추부 추체 병변이 발생한 65세 이상의 환자에 대해 전방 지지와 함께 척추경 나사못을 이용한 장분절의 후방 유합을 시행하면서 원위부에 추궁판 갈고리를 보강한 환자와 추궁판 갈고리를 보강하지 않고 척추경 나사못만을 사용한 환자를 후향적으로 비교하였다. 척추경 나사못과 함께 원위부에 추궁판 갈고리를 보강한 환자(pedicle screw with hook group, PH군)는 주병변이 제11흉추에서 제2요추까지 있고 이에 대한 수술적 치료로 전방 지지 및 3-6분절의 흉요추부 후방 유합술이 시행된 경우로 하였는데, 주병변 아래로 2개의 척추에 척추경 나사못이 고정된 환자를 대상으로 하였다. 주 병변이 제2요추보다 아래인 경우와 수술 전 골밀도가 시행되지 않은 경우는 제외하였다. 원위부에 추궁판 갈고리를 사용하지 않고 척추경 나사못만을 사용한 환자(pedicle screw alone group, PA군)는 나이, 병변 부위, 유합 분절 수, 주병변 아래로 고정된 척추 수 및 제외 기준은 PH군과 동일한 조건을 적용하여 선별하였다. 그리고 두 군 환자의 연령, 성별, 골밀도, 원인 질환

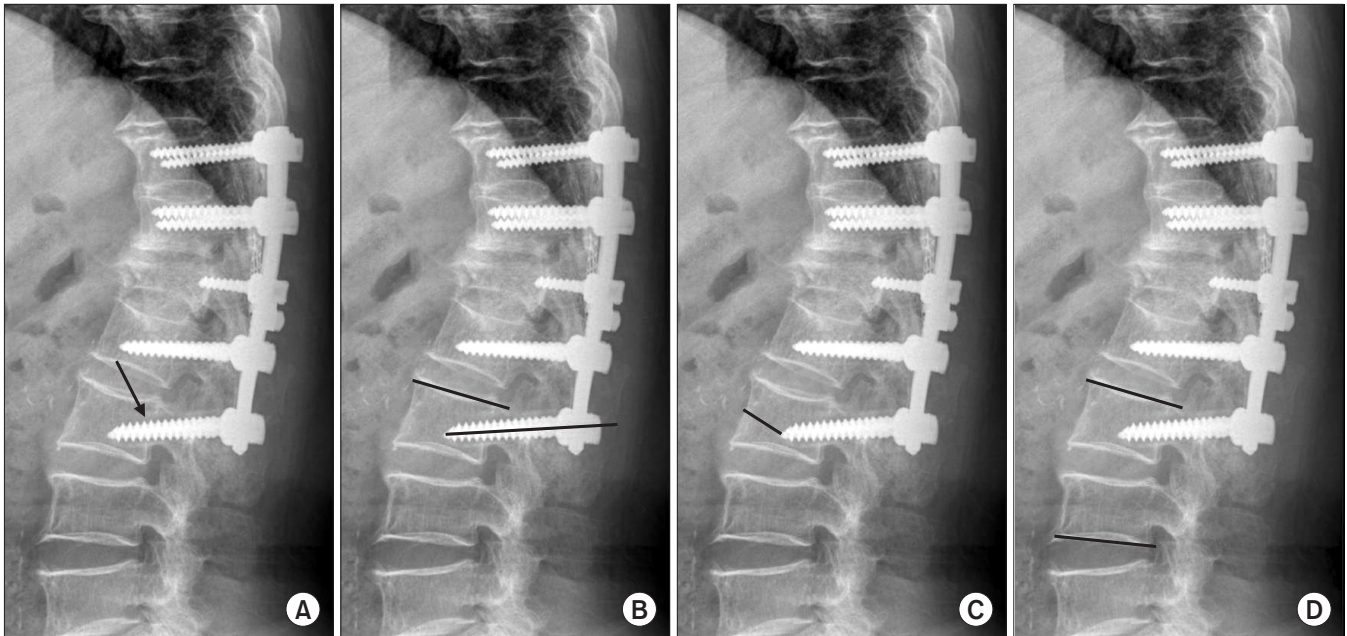


Figure 1. Radiographic parameters. (A) The halo around the distal screw was checked by a radiolucent width from the screw thread end (arrow). (B) The insertion angle of the distal screw was measured by a Cobb angle between the upper endplate of the lowest instrumented vertebrae and its screw. (C) The insertion distance of the distal screw was measured by the distance from the midpoint of anterior cortex of the lowest instrumented vertebrae to its screw tip. (D) Distal junctional lordosis was measured by a Cobb angle between the upper end plate of the lowest instrumented vertebrae and the low end plate of the distal adjacent vertebrae.

환, 유합 분절 수, 전방 지지 재건 방법을 조사하였고, 방사선적 평가를 시행하여 두 군 간의 차이를 분석하였다.

골밀도는 수술 전 1년 이내 시점에서 이중 에너지 방사선 흡수 검사(dual energy X-ray absorptiometry)에서 전후면 사진을 이용하여 측정된 것으로 요추부, 대퇴 경부, 근위 대퇴부 전체의 골량과 T-score를 조사하였으며, 요추부 골밀도는 골절이나 퇴행성 변화 등으로 인해 판정에 적합하지 않은 부위를 제외하고, 2개 이상의 추체를 포함한 것 중에서 가장 낮은 수치를 선택하여 사용하였다.

방사선적 평가는 앙와위(supine position)에서 촬영한 흉요추부 단순 측면 방사선 사진을 이용하여 다음의 지표를 측정하였다(Fig. 1).

- 1) 원위부 나사못 주변 투과음영(halo around distal screw); 기기 고정 최하위 추체의 나사못 전방 1/3에서 나삿니(thread)의 끝 부분 아래나 위로 관찰되는 방사선 투과성 음영(halo) 중 큰 거리
- 2) 원위부 나사못 삽입 각(insertion angle of distal screw); 기기 고정 최하위 추체의 상부 골단판과 해당 추체에 삽입한 나사못의 각도
- 3) 원위부 나사못 삽입 거리(insertion distance of distal screw); 기기 고정 최하위 추체의 전방 피질골 중간 높이에서 해당 추체에 삽입한 나사못의 전방 끝과의 거리
- 4) 원위부 인접 전만각(distal junctional lordosis); 기기 고정 최하위 추체의 상부 골단판과 그 아래 척추체의 하부 골단판의 각도

1)-3)은 수술 후 원위부 나사못의 뽕힘이나 후방 이탈을 평가하기 위해서 측정된 것으로 1)은 수술 후 1년에 촬영한 영상으로 평가하였고, 2)와 3)은 수술 직후 촬영한 영상과 수술 후 1년에 촬영한 영상에서 각각 측정하여 그 차이를 계산하였다. 4)는 수술 후 원위부 인접 분절의 후만 변형(distal junctional kyphosis)을 평가하기 위해 측정하였으며 수술 전과 수술 후 1년에 촬영한 영상에서 각각 측정하여 그 차이를 계산하였다. 그리고 수술 후 1년에 촬영한 영상에서 원위부 인접 분절에 발생한 압박골절도 조사하였다. 원위부 척추경 나사못의 뽕힘 또는 후방 이탈의 기준은 원위부 나사못 주변투과성 음영이 2 mm 이상,¹⁷⁾ 원위부 나사못 뽕힘 각 변화가 5도 이상,¹⁸⁾ 원위부 나사못 뽕힘 거리의 변화가 3 mm 이상¹⁹⁾으로 3가지를 모두 만족하는 경우로 정의하였다. 또한 원위부 인접 전만각이 10도 이상 감소하는 경우에는 원위부 인접 후만 변형이 있는 것으로 판단하였다.¹⁹⁾ 최종적으로 이러한 문제가 발생한 후에 재수술이 필요한 경우와 실제로 재수술이 시행된 경우를 조사하였다.

통계적 처리는 MedCalc ver. 14.4.3 (MedCalc Software, Ostend, Belgium)을 이용하여 Fisher's exact test, Mann-Whitney test를 시행하였으며, p값이 0.05보다 작은 경우에 유의한 것으로 평가하였다.

결 과

전체 대상 환자는 총 20명으로 남자 6명, 여자 14명이었으며 평균 나이는 72.4 ± 4.9 세(65-83세)였다. 원인 질환은 외상 후 후만증이 10명(10/20=50%)으로 가장 많았으며 감염 9명, 종양 1명이 있었다. 평균 유합 분절은 4.6 ± 1.0 분절(3-6분절)이었다. 13명의 환자에서는 전후방 수술이, 7명의 환자에게는 후방 수술로 후방 척추 절제 수술이 시행되었으며 전방 지지 이식물은 8명의 환자에서는 자가 장골이 사용되었고 12명의 환자에게는 금속 mesh 또는 cage가 사용되었다.

척추경 나사못과 함께 원위부 추궁판 갈고리가 보강된 PH군은 10명이었고, 추궁판 갈고리 없이 척추경 나사못만 사용된 PA군은 10명이었다. PH군에서 양측 추궁판에 각각 1개의 갈고리가 넣어져 2개가 사용된 경우는 8명이었고, 한쪽 추궁판에만 갈고리가 삽입 가능하여 1개만 사용된 경우는 2명으로 사용된 추궁판 갈고리 수는 평균 1.8개였다. PH군과 PA군의 세부 자료는 Table 1에서 기술하였다. 두 군 간에 성별, 나이, 원인 질환, 골밀도, 골밀도를 기준으로 평가한 골다공증 유무, 원인 질환, 전방 지지의 종류, 유합 분절 수에는 유의한 차이가 없었다(Table 1).

수술 전과 수술 직후 및 수술 후 1년에 촬영한 흉요추부 단순 방사선 측면 사진에서 측정된 지표의 결과는 Table 1의 아래 부분에서 볼 수 있다. 원위부 나사못의 주변 투과성 음영, 삽입 각 변화 및 삽입 거리 변화는 모두 두 군 간에 유의한 차이가 있어 PA군에서 의미 있게 높은 수치로 측정되었다($p < 0.05$). 2 mm 이상의 투과성 음영, 5도 이상의 원위부 나사못 삽입 각 변화와 3 mm 이상의 원위부 나사못 삽입 거리 변화를 보인 경우는 PH군(Fig. 2)에는 없었으나 PA군(Fig. 3)에서는 6명(6/10=60%)에서 관찰되어 두 군 간에 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 이 6명은 3가지 지표를 모두 가지고 있어 가지고 있어 원위부 나사못의 뽕힘 또는 후방 이탈을 가지고 있는 것으로 평가되었다. 이 중에서 3명(PA군의 30%)은 심한 통증과 원위부 기기의 후방 이탈이 관찰되었고, 2명의 환자는 한 분절 아래로 나사못 및 추궁판 갈고리 보강을 이용한 재수술을 시행하였다. 그러나 나머지 1명은 수술을 원하지 않아 보존적 치료를 시행하였다.

수술 전 원위 인접부 전만각 및 수술 후 원위부 인접 전만각 변화(또는 감소)는 두 군 간에 유의한 차이가 없었으나 원위부 인접 후만 변형은 PH군의 1명(1/10=10%)에서 발견되었고, 이는 원위부 인접 추체의 압박 골절에 인한 것으로 증상이 경미하여 보존적 치료를 시행하였다.

고 찰

척추경 나사못은 일반적으로 추궁판 갈고리나 추궁판하 철사에 비해서 더 강력한 강성과 뽕힘에 대한 저항력을 가진다.¹⁻⁵⁾ 하지만

Table 1. Demographic and Radiographic Data

Variable	PH group (n=10)	PA group (n=10)	p-value
Age (yr)	72.8±5.1	72.0±5.2	≥0.05
Sex (female/male)	8/2	6/4	≥0.05
PTK/non-PTK	4/6	6/4	≥0.05
Lumbar BMD (g/cm ²)	0.748±0.176	0.833±0.238	≥0.05
T-score	-3.65±1.40	-2.53±1.91	
Femur neck BMD (g/cm ²)	0.653±0.112	0.744±0.226	≥0.05
T-score	-2.14±0.85	-1.49±1.67	
Femur total BMD (g/cm ²)	0.713±0.117	0.824±0.244	≥0.05
T-score	-1.86±0.85	-1.04±1.89	
Osteoporosis by BMD criteria			≥0.05
Yes (T-score≤-2.5)	6	5	
No (T-score>-2.5)	4	5	
Approach			≥0.05
Anterior+posterior	7	6	
Posterior using PVCR	3	4	
Anterior support			≥0.05
Autoiliac strut bone	5	3	
Metal mesh or cage	5	7	
The number of fused segment	4.8±0.9	4.3±1.1	≥0.05
Halo around distal screw (mm)	0.64±0.45	4.02±3.67	<0.001
No. of patients with halo ≥2 mm	0	6	0.01
Insertion angle of distal screw			
Change between IMPO and PO 1Y	1.20±0.48	7.97±6.20	0.004
No. of patients with change ≥5°	0	6	0.01
Insertion distance of distal screw (mm)			
Change between IMPO and PO 1Y	0.93±0.68	7.05±7.34	0.002
No. of patients with change ≥3 mm	0	6	0.01
Distal junctional lordosis			
Change between Pre and PO 1Y	5.17±9.15	-0.16±3.08	≥0.05
No. of patients with change ≥10°	1	0	≥0.05

Values are presented as mean±standard deviation or number only. PH group, pedicle screw with hook group; PA group, pedicle screw alone group; PTK, post-traumatic kyphosis; BMD, bone mineral density; PVCR, posterior vertebral column resection; IMPO, immediate postoperative; PO 1Y, postoperative 1 year; Pre, preoperative.

척추체 및 척추경 해면골 내로 삽입되는 척추경 나사못은 고정력에 있어서 일차적으로 해면골에 영향을 받기 때문에²⁰⁾ 해면골의 골 강도가 약한 골다공증성 척추에서는 정상 골에서와는 달리 고정 실패로 인한 원위부 나사못의 뺏힘이나 후방 이탈을 종종 경험하게 된다. 이를 방지하고자 척추경 나사못을 아래로 연장하는 것을 고려해 볼 수 있지만 운동성이 많은 요추부에서 한 분절의 추가 고정은 인접 분절에 부담을 더욱 증가시켜 문제를 야기

할 수 있다.²¹⁾ 또한 골다공증성 척추에서 원위부로 추가적인 척추경 나사못을 연장한다고 하더라도 응력 중심 거리는 더욱 길어져 굴곡력으로 인한 나사못의 뺏힘이나 후방 이탈의 가능성은 증가될 수 있다. 여러 생체 역학 연구에서 골다공증성 척추의 골질은 추궁판이 척추체보다 우수한 것으로 알려져 있으며^{20,22)} 단일 추궁판 같고리 고정이 단일 척추경 나사못 고정보다 굴곡 및 뺏힘에 대한 저항이 더 높은 것으로 보고되었다.^{2,9)} 이러한 연구를 바탕

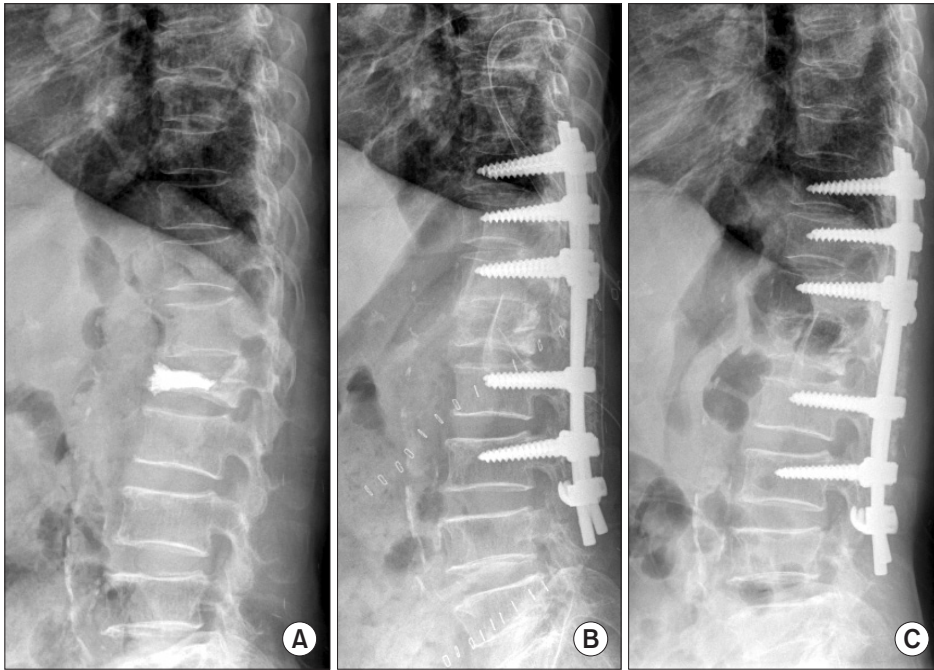


Figure 2. A 77-year-old female patient with distal hook augmentation. She had had back pain and paresthesia on the lower extremities for four months and underwent vertebroplasty for L1 compression fracture at a local clinic two months ago. However, her symptoms were not relieved. She was finally diagnosed with tuberculosis spondylodiscitis. (A) Initial lateral radiography showed bone cement at L1. (B) She was treated by an anterior support using an autoiliac strut bone graft and posterior fusion from T10 to L3 using a pedicle screw with distal laminar hooks. (C) At the 1-year follow-up, there was no pullout of the distal screw.

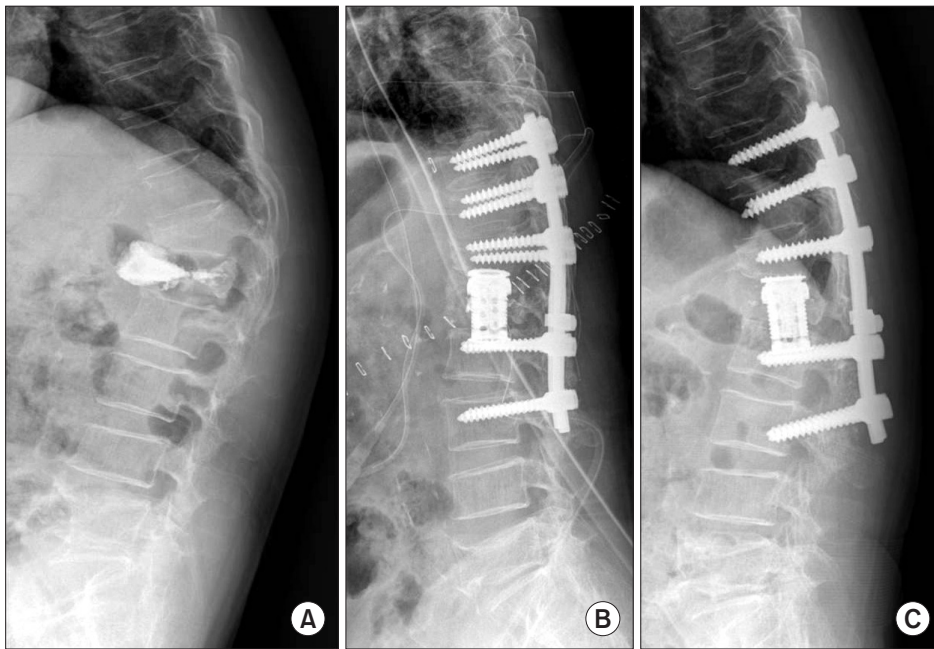


Figure 3. A 70-year-old female patient treated without distal hook augmentation. She had severe back pain and paresthesia on both lower extremities after L1 kyphoplasty at a local clinic six months ago. (A) The cement mass was separated and migrated anteriorly with increasing kyphotic deformity. (B) She was treated by an anterior support using expandable cage and posterior fusion from T10 to L3 using a pedicle screw without distal hook. (C) At the 1-year follow-up, the distal screw was pulled out.

으로 원위부로 추가적인 척추경 나사못을 연장하는 것보다는 최하위 나사못 고정 척추에 추궁판 갈고리를 보강하는 것이 원위부 나사못을 보호하여 뽑힘이나 후방 이탈을 방지하는 데 더 유리할 수 있을 것이다. 저자들은 임상에서 원위부 나사못의 뽑힘을 다수 경험하였고, 원위부 갈고리에 대한 생체 역학 연구 보고를 고찰한 이후에 이를 임상에 적용하여 추궁판 갈고리를 사용하게 되었다.

갈고리 고정은 척추경 나사못에 비해 유연한 고정이며, 척추경 나사못이 고정되어 있는 척추에 시행되는 추가적인 고정으로 다른 하부 척추에 고정이나 유합을 연장시키지 않으므로 하부 추체의 운동성을 허용하여 인접 분절의 문제를 줄여주면서 근위부 나사못에는 안정성을 더해 주는 장점이 있다.^{10,21,23)} 하지만 추궁판 갈고리 고정은 중등도 이상의 척추관 협착증이 있을 경우에 더욱 협착을 야기할 수 있기 때문에 주의하여야 하며 추궁판 절제술이

되어 있는 경우는 사용할 수가 없다는 단점도 있다.¹⁰⁾

저자들의 추궁판 갈고리에 대한 경험이 축적되면서 원위부 척추경 나사못에 추궁판 갈고리를 추가적으로 보강할 경우 유의하여야 할 몇 가지 수술 술기를 지적하고자 한다. 먼저 갈고리는 원위부 나사못이 있는 척추의 추궁판에 고정되므로 하추궁판 갈고리(infralaminar hook)가 사용되게 되고 오프셋 갈고리(offset hook)를 사용하여야 한다. 해부학적으로 척추경이 추궁판의 외측에 존재하므로 척추경 나사못과 추궁판 갈고리를 삽입한 후에는 나사못이 갈고리보다 외측에 존재하게 된다. 더욱이 척추경은 후방에서 전방으로 갈수록 일반적으로 내측을 향하게 되므로 이를 고려하여 삽입된 척추경 나사못의 머리 부분은 척추경보다 더 외측에 있어 내측에서 고정된 골고리를 하나의 강봉으로 연결하기 어렵게 된다. 곧은 갈고리(straight hook)로는 이런 어려움을 극복할 수 없기 때문에 오프셋 갈고리를 사용하여야 하며, 오프셋 갈고리라도 강봉을 연결할 수 없는 경우에는 원위부 나사못을 다축형(polyaxial type)으로 바꾸어 나사못과 강봉의 연결 부위를 내측으로 이동시키거나 강봉을 관상면으로 구부러 연결해 볼 수 있다. 이러한 방법으로도 강봉을 연결할 수 없는 경우에는 오프셋 연결 기기(offset connector)를 활용하여 강봉을 연결해 볼 수 있으나 좁은 부위에 기기가 복잡하게 과밀(crowding)되어 조작이 힘든 문제점이 있다. 저자들은 오프셋 갈고리, 다축형 나사못, 강봉의 관상면 구부림을 사용하여 모든 환자에서 척추경 나사못과 추궁판 갈고리를 하나의 강봉으로 연결할 수 있었다. 다음으로 유의하여야 할 것은 강봉을 연결하여 고정할 때 추궁판 갈고리가 추궁판에 안착되도록 상부로 힘을 가해야 한다는 것이다. 나사못은 척추경에 넣어진 후에 바로 모든 방향으로 안정성이 확보되나 갈고리는 추궁판에 고정된 후에 안정성을 가지고 있지 않으며 하추궁판 갈고리의 경우에는 특히 아래 방향으로 힘이 가해지면 쉽게 추궁판에서 빠져 나오게 된다. 그러므로 추궁판 갈고리에 강봉을 연결한 후 너트를 고정하기 전에 갈고리가 추궁판에 고정되어 있는지를 다시 확인하여 하며, 갈고리에 위로 향하는 힘을 가해면서 너트를 고정하여야 한다.

골다공증 이외에도 나사못의 고정 실패에 영향을 미치는 여러 가지 요소들이 있다. 첫째로 기구와 관련된 많은 인자, 즉 나사못이나 갈고리의 형태나 길이, 고정된 나사못이나 갈고리의 수, 나사못이나 갈고리와 금속 봉이나 금속판 사이의 연결 양상, 금속 봉의 크기, 횡 연결 기구 등이 후방 기기 구조물의 안정성에 영향을 미치게 된다.^{11-13,20,21,24)} 본 연구에서 PH군과 PA군 간에 후방 척추 기기의 구조물 상태가 완벽하게 일치하지 않지만 추궁판 갈고리를 제외하고 기기의 다른 부위는 전반적으로 의미 있는 차이를 보이지 않아 추궁판 갈고리가 원위부 나사못의 뿔힘 또는 후방 이탈의 방지에 결정적 역할을 한 것으로 판단한다. 한편 갈고리를 양쪽 추궁판에 모두 고정한 경우가 한쪽 추궁판에만 고정한 경우보다 원위부 나사못의 뿔힘이나 후방 이탈 방지에 더 도움이

될 것으로 예측하였으나 척추관이 좁아 2개의 갈고리를 고정하지 못하고 1개만 고정된 2명의 환자에서도 원위부 나사못의 뿔힘이나 후방 이탈은 관찰되지 않았다. 1개의 추궁판 갈고리만으로도 충분한가에 대해서는 계속적인 연구와 추시가 필요할 것으로 판단된다. 둘째로 손상된 추체에 척추의 전주를 재건하지 않았을 경우에는 역학적으로 부하가 추체에 전달되지 않고 대부분 후방 고정 기기에 전달되어²⁵⁾ 전주를 통한 부하 부담이 줄어들면서 후방 고정 기기의 실패를 야기할 수 있다. 본 연구에서는 감염, 외상, 종양으로 흉요추부에 전방 지주의 소실이 의미 있게 발생한 환자에게 전방 지주 재건술과 장분절의 후방 기기 유합술이 시행한 경우만을 대상으로 하였다. 하지만 PA군에서 전방 지지 재건을 시행하였음에도 불구하고 원위부 척추경 나사못의 뿔힘이나 후방 이탈이 일어났으므로, 전방 지지 재건이 원위부 나사못에 중요한 역할을 하지 못한 것으로 판단된다. 셋째로 척추에 가해지는 모든 부하를 척추 기기만으로는 장기간 견뎌낼 수 없으며 견고한 골유합이 없이는 결국에는 기기의 파손이 오게 되므로^{26,27)} 장기적으로는 골유합이 중요한 요소가 된다. 본 연구에서는 두 군 간에 동일한 방법으로 골유합술이 시행되었다.

한편 PH군에서 원위부 인접 후만 변형이 1명(10%)에서 관찰되었는데, 이 환자는 원위부 인접 추체에 압박 골절이 발생하여 이로 인해 후만 변형이 증가되었다. 척추경 나사못과 함께 추가적으로 원위부 추궁판 갈고리를 보강할 경우 원위부 나사못의 뿔힘이나 후방 이탈은 방지되었지만 상대적으로 원위부 추체에 부하가 보다 증가되어 이로 인해 압박 골절이 일어난 것으로 여겨지며 이에 대해서는 주지하여야 할 것이다.

본 연구의 제한점으로 시상면 정렬의 상태나 수술 후 유합의 상태를 평가하지 못하였으며 원인 질환이 통일되지 않고 이에 대한 영향을 완전히 배제할 수 없는 문제점이 있다. 하나의 원인 질환으로 통일하게 되면 두 군 간 수술 전 상태가 보다 일치하여 연구의 완성도를 높을 수 있으나 대상 환자가 너무 적어지게 되어 비교 자체가 어려워져 특정 원인 질환을 대상 환자 선정의 요건으로 할 수 없었다. 또한 여러 조건에 의한 대상 환자의 선정으로 PH군과 PA군의 환자 수가 많지 않으며 짝 맞춰진 분석(matched pair analysis)이 완전하게 이루어졌다고는 볼 수 없다. 하지만 고령 환자에서 장분절의 흉요추부 유합이 흔히 시행되지 않는 수술인 점, 윤리적인 문제로 이러한 연구를 전향적으로나 무작위 배정으로 시행하기 어려운 점을 고려한다면 본 연구의 결과가 실제 수술을 시행하는 척추 전문의에게는 임상적으로 큰 의미를 제공하며 골다공증을 가진 고령의 환자에서 원위부 나사못의 뿔힘이나 후방 이탈을 방지하는 주요한 한 방법을 제시하였다고 확신한다.

저자들은 원위부 나사못의 뿔힘이나 후방 이탈을 평가하기 위해 3가지의 기준을 제시하였고, 이 3가지를 모두 가진 경우 원위부 나사못의 뿔힘이나 후방 이탈이 있는 것으로 평가하였다. 현

재까지 원위부 나사못의 뽑힘이나 후방 이탈에 대한 명확한 방사선적 진단 기준은 없는 상태이며 저자들이 제시한 기준도 유용성이 확인(validation)된 것은 아니다. 그러나 나사못의 해리가 2 mm 이상이면 일반적으로 고정력에 문제가 있는 것으로 평가하고 있으며,¹⁷⁾ 나사못의 빠짐은 골유합과 밀접한 연관이 있기에 요추에서의 유합 평가기준을 적용하면 방사선 영상에서 5도 이상이나 3 mm 이상의 전위는 의미 있는 변화가 있는 것으로 판단하기 할 수 있기 때문에,¹⁸⁾ 이 3가지 모두 가지고 있다는 것은 나사못의 고정력에 약하여 후방으로 이동되었다는 것을 암시할 수밖에 없고 따라서 나사못의 뽑힘이나 후방 이탈을 평가할 수 있을 것으로 판단되었다. 이러한 부분에 대해서는 향후 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. 원위부 인접 후만 변형에 대해서는 근위부 인접 후만 변형의 기준을 참조하여 사용하였다.

앞에서 제시한 여러 제한점에도 불구하고 본 연구는 골다공증성 척추를 가진 고령의 환자에서 척추경 나사못을 이용한 장분절 흉요추부 유합술을 시행할 경우에 추가적인 원위부 갈고리 보강 효과를 척추경 나사못만으로 고정한 경우와 비교하여 임상적인 결과를 보고한 것으로 현재까지 보고되지 않은 최초의 연구로 그 가치가 있다고 할 수 있다.

결론

65세 이상의 고령 환자에서 척추경 나사못을 이용하여 흉요추부 장분절 유합을 시행하는 경우에서 원위부에 갈고리를 추가적으로 첨가하면 원위 나사못을 보호하게 되어 원위 나사못의 뽑힘과 관련된 합병증을 막을 수 있어 추천할 만한 술식이다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

REFERENCES

1. Cordista A, Conrad B, Horodyski M, Walters S, Rehtine G. Biomechanical evaluation of pedicle screws versus pedicle and laminar hooks in the thoracic spine. *Spine J*. 2006;6:444-9.
2. Hasegawa K, Takahashi HE, Uchiyama S, et al. An experimental study of a combination method using a pedicle screw and laminar hook for the osteoporotic spine. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1997;22:958-62; discussion 963.
3. Paxinos O, Tsitsopoulos PP, Zindrick MR, et al. Evaluation of pullout strength and failure mechanism of posterior instrumentation in normal and osteopenic thoracic vertebrae. *J Neurosurg Spine*. 2010;13:469-76.
4. Tai CL, Chen LH, Lee DM, Liu MY, Lai PL. Biomechanical comparison of different combinations of hook and screw in one spine motion unit--an experiment in porcine model. *BMC Musculoskelet Disord*. 2014;15:197.
5. Tan JS, Kwon BK, Dvorak ME, Fisher CG, Oxland TR. Pedicle screw motion in the osteoporotic spine after augmentation with laminar hooks, sublaminar wires, or calcium phosphate cement: a comparative analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004;29:1723-30.
6. Glassman SD, Alegre GM. Adult spinal deformity in the osteoporotic spine: options and pitfalls. *Instr Course Lect*. 2003;52:579-88.
7. Fujita T, Kostuik JP, Huckell CB, Sieber AN. Complications of spinal fusion in adult patients more than 60 years of age. *Orthop Clin North Am*. 1998;29:669-78.
8. Burval DJ, McLain RF, Milks R, Inceoglu S. Primary pedicle screw augmentation in osteoporotic lumbar vertebrae: biomechanical analysis of pedicle fixation strength. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32:1077-83.
9. Hilibrand AS, Moore DC, Graziano GP. The role of pediculolaminar fixation in compromised pedicle bone. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1996;21:445-51.
10. Leduc S, Mac-Thiong JM, Maurais G, Jodoin A. Posterior pedicle screw fixation with supplemental laminar hook fixation for the treatment of thoracolumbar burst fractures. *Can J Surg*. 2008;51:35-40.
11. Abshire BB, McLain RF, Valdevit A, Kambic HE. Characteristics of pullout failure in conical and cylindrical pedicle screws after full insertion and back-out. *Spine J*. 2001;1:408-14.
12. Cho W, Cho SK, Wu C. The biomechanics of pedicle screw-based instrumentation. *J Bone Joint Surg Br*. 2010;92:1061-5.
13. Suzuki T, Abe E, Okuyama K, Sato K. Improving the pullout strength of pedicle screws by screw coupling. *J Spinal Disord*. 2001;14:399-403.
14. Karakaşlı A, Sekik E, Karaarslan A, Kızmaoğlu C, Havitçioğlu H. Are pedicular screws and lateral hook screws more resistant against pullout than conventional spinal hooks and screws in terminal vertebral segment fixation? *Eklemler Hastalıkları Cerrahisi*. 2016;27:22-8.
15. Kaymaz B, Demirkiran G, Ayvaz M, Akel I, Acaroğlu E, Alanay A. Treatment of thoracolumbar burst fractures using combined pedicle screw-laminar hook fixation. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2014;48:152-6.

16. Sun E, Alkalay R, Vader D, Snyder BD. Preventing distal pullout of posterior spine instrumentation in thoracic hyperkyphosis: a biomechanical analysis. *J Spinal Disord Tech.* 2009;22:270-7.
17. Sandén B, Olerud C, Petréen-Mallmin M, Johansson C, Larsson S. The significance of radiolucent zones surrounding pedicle screws. Definition of screw loosening in spinal instrumentation. *J Bone Joint Surg Br.* 2004;86:457-61.
18. Gruskay JA, Webb ML, Grauer JN. Methods of evaluating lumbar and cervical fusion. *Spine J.* 2014;14:531-9.
19. Sacramento-Domínguez C, Vayas-Díez R, Coll-Mesa L, et al. Reproducibility measuring the angle of proximal junctional kyphosis using the first or the second vertebra above the upper instrumented vertebrae in patients surgically treated for scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2009;34:2787-91.
20. Hirano T, Hasegawa K, Takahashi HE, et al. Structural characteristics of the pedicle and its role in screw stability. *Spine (Phila Pa 1976).* 1997;22:2504-9; discussion 2510.
21. You JW, Lim TH. Biomechanical evaluation of supplemental hook or screw fixation in short segment spinal instrumentation. *J Korean Soc Spine Surg.* 1998;1:1-8.
22. Hitchon PW, Brenton MD, Black AG, et al. In vitro biomechanical comparison of pedicle screws, sublaminar hooks, and sublaminar cables. *J Neurosurg.* 2003;99:S104-9.
23. Park P, Garton HJ, Gala VC, Hoff JT, McGillicuddy JE. Adjacent segment disease after lumbar or lumbosacral fusion: review of the literature. *Spine (Phila Pa 1976).* 2004;29:1938-44.
24. 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.
25. Ferguson RL, Tencer AF, Woodard P, Allen BL Jr. Biomechanical comparisons of spinal fracture models and the stabilizing effects of posterior instrumentations. *Spine (Phila Pa 1976).* 1988;13:453-60.
26. Ashman RB, Bechtold JE, Edwards WT, Johnston CE 2nd, McAfee PC, Tencer AF. In vitro spinal arthrodesis implant mechanical testing protocols. *J Spinal Disord.* 1989;2:274-81.
27. Ashman RB, Birch JG, Bone LB, et al. Mechanical testing of spinal instrumentation. *Clin Orthop Relat Res.* 1988;227:113-25.

척추경 나사못을 이용한 고령 환자의 흉요추부 유합에서 원위부 갈고리의 효과

이동현¹ · 김성수² · 김정훈^{*} · 임동주[†] · 최병완 · 김진환^{*} · 김진혁[†] · 박병욱

인제대학교 해운대백병원 정형외과, ^{*}인제대학교 일산백병원 정형외과, [†]인제대학교 상계백병원 정형외과

목적: 고령 환자의 흉요추부 유합에서 척추경 나사못과 함께 사용된 원위부 갈고리의 임상적 결과를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 본 연구는 다기관 후향적 연구로, 2008년부터 2015년까지 65세 이상 환자에서 흉요추부 병변으로 전방 지지와 함께 장분절의 후방 유합을 시행한 20명을 대상으로 하였다. 이 중에서 척추경 나사못 및 원위부 갈고리를 이용한 10명을 갈고리 군으로, 원위부 나사못 없이 척추경 나사못만을 이용한 10명을 나사못 군으로 나누어 술 후 1년째 원위부 나사못의 뽑힘 및 후방 이탈의 정도를 비교하였다.

결과: 환자들의 평균 나이는 72.4세(65-83세), 유합 분절은 평균 4.6분절(3-6분절)이었다. 두 군 간의 비교에서 나이, 성별, 원인 질환, 요추 및 근위 대퇴골 골밀도, 골다공증 유무, 유합 분절 수는 두 군 간에 유의한 차이가 없었다($p \geq 0.05$). 술 후 1년 사이에서 발생한 원위부 나사못의 후방 이탈을 평가한 지표는 두 군 간에 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 원위부 나사못의 후방 이탈은 총 6명에서 발견되었으며, 이는 모두 원위부 갈고리를 보강하지 않은 나사못 군에서만(60%, 6/10) 관찰되었고 갈고리 군에서는 없었다.

결론: 고령 환자의 흉요추부 장분절 유합에서 원위부 갈고리의 사용은 나사못의 후방 이탈과 관련된 합병증을 막을 수 있는 유용한 술식이다.

색인단어: 골다공증, 척추 유합, 척추경 나사

접수일 2016년 6월 27일 수정일 2016년 10월 5일 게재확정일 2017년 1월 31일

²책임저자 김성수

48108, 부산시 해운대구 해운대로 875, 인제대학교 해운대백병원 정형외과

TEL 051-797-0240, FAX 051-797-0249, E-mail sskim@paik.ac.kr