

A Comparison of Clinical Stability of Distal Instrument Fused Down to S1 with and without Sub-S1 Alar Screw in the Long Fusion using Segmental Pedicle Screw for Lumbar Degenerative Deformity

Jin-Hyok Kim, M.D., Ph.D., Sung-Soo Kim, M.D., Dong-Joo Lim, M.D., Jung-Il Han, M.D.,
Tae-Young Kim, M.D., Chan-Keun Park, M.D., Se-Il Suk, M.D., Ph.D.

J Korean Soc Spine Surg 2010 Sep;17(3):139-146.

Originally published online September 30, 2010;

doi: 10.4184/jkss.2010.17.3.139

Korean Society of Spine Surgery

Department of Orthopaedic Surgery, Ewha Womans University College of Medicine

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

©Copyright 2010 Korean Society of Spine Surgery

pISSN 2093-4378 eISSN 2093-4386

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

<http://www.krspine.org/DOLx.php?id=10.4184/jkss.2010.17.3.139>

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.

A Comparison of Clinical Stability of Distal Instrument Fused Down to S1 with and without Sub-S1 Alar Screw in the Long Fusion using Segmental Pedicle Screw for Lumbar Degenerative Deformity

Jin-Hyok Kim, M.D., Ph.D., Sung-Soo Kim, M.D., Dong-Joo Lim, M.D., Jung-Il Han, M.D.,
Tae-Young Kim, M.D., Chan-Keun Park, M.D., Se-Il Suk, M.D., Ph.D.

Seoul Spine Institute, Sanggye Paik Hospital, College of Medicine, Inje University

Study Design: This is a retrospective study.

Objectives: We wanted to assess the stability of distal instrumentation using the bilateral S1 and sacral alar screws for the treatment of degenerative lumbar deformity.

Summary of the Literature Review: Various instrumentation methods have been introduced for increasing the strength of lumbosacral fusion. However, there are not many clinical studies that have evaluated the effectiveness of a sub-S1 alar screw for treating degenerative lumbar deformity surgery.

Materials and Methods: A total of 39 patients with degenerative lumbar deformity were treated by long fusion and we retrospectively analyzed these patients after a minimum follow-up of 1 year. All the patients underwent an operation with distal instrumentation using either bilateral S1 screws alone (the S1 group) or additional bilateral sub-S1 sacral alar screws (the SA group). There were 19 patients in the S1 group and 20 patients in the SA group. The stability of the distal instrumentation was assessed by breakage or backout of a rod and/or screws based on simple radiography.

Results: Instability of the distal instrumentation was detected in 6 cases (32%) in the S1 group and in 1 case (5%) in the SA group. The SA group had a more stability of the distal instrumentation than that of the S1 group with a significant difference ($P < 0.05$). Distal instrumentation was unstable in 6 (19%) of the 32 cases with an anterior metal cage through posterior interbody fusion at L5-S1 and in 1 (14%) of 7 cases without it at L5-S1. There was no significant difference in the stability of distal instrumentation in each group according to whether or not their L5-S1 was treated with an interbody cage ($P > 0.05$).

Conclusions: Bilateral sacral alar screws coupled with bilateral S1 screws can provide good distal fixation for stability of the distal instrumentation when performing long fusion for treating degenerative lumbar deformity.

Key Words: Long fusion, Sub-S1 screw, Alar screw, Degenerative lumbar deformity

서론

척추 유합술이 보고¹⁾된 이후 견고한 유합의 실패는 척추 수술에서 해결해야 할 중요한 과제로 여겨지고 있으며, 특히 장분절 유합술을 시행하는 경우와 요천추 부위까지 고정하는 경우 더욱 불유합이 높아진다고 보고되고 있다.²⁻⁶⁾ Kim 등⁷⁾은 성인 척추 변형 환자에게 장분절 고정술 및 유합술을 시행하여 발생한 17%의 불유합 중, 제 5요추까지 유합한 군은 11%, 제 1천추까지 유합한 군은 28%로 요천추부의 높은 불유합을 보고하였다. 이런 요천추 불유합을 해결하고자 다양한 기기 고정술과 수술 기법들이 발전되어 왔으나 천추의 해부학적 특성에 의한 낮은 골밀도와 많은 부하로 인해 천추까지 고정하는 후방 장분절 유

Received: July 6, 2010

Revised: September 9, 2010

Accepted: September 14, 2010

Published Online: September 30, 2010

Corresponding author: Sung-Soo Kim, M.D.

Seoul Spine Institute, Sanggye Paik Hospital, College of Medicine, Inje University, 761-1 Sanggye Dong, Nowon-ku, Seoul, 139-707, Korea

TEL: 82-2-950-1284, **FAX:** 82-2-950-6342

E-mail: sskim@paik.ac.kr

"This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited."

본 논문의 요지는 2009년도 대한정형외과학회 추계학술대회에서 발표되었음.

합술에서는 기기파손, 가관절증, 후광(halo) 현상 등과 같은 많은 문제점들이 여전히 보고되고 있다.^{6,8-13)}

McCord 등¹⁴⁾은 요천추간 추간판, 즉 제 5요추-제 1천추간 추간판 후면이 시상면상 중심축(pivot point)이라는 개념에서 중심축 전방까지 고정하는 장골나사가 요천추 고정에 가장 효과적이었다고 하였으며, 또한 제 1천추 고정 외에 추가적으로 천추부에 고정하는 것은 제 1천추까지만 고정하는 것에 비해 역학적으로 장점을 가지고 있다고 보고하였다. Kuklo 등¹⁵⁾은 장골나사를 이용한 81예 중 77예(95.1%)에서 골유합을 이루었다고 보고하였지만, 30예(47%)는 장골나사로 인한 이물감을 호소하여 이중 1예와 국소 감염을 보인 2예에서 제거하였으며, 또한 젊은 환자 15예에서도 제거하는 수술을 시행하였다고 보고하였다.

저자들의 문헌 조사에 의하면 퇴행성 요추 변형 환자에 대한 수술로 제 1천추까지 유합되는 장분절의 고정술에서 제 1천추하 익상골 나사의 임상적 유용성을 조사하는 보고는 거의 없었다. 이에 저자들은 척추경 나사 고정술로 치료한 퇴행성 요추 변형 환자의 장분절 유합술에서 제 1천추까지 고정한 군과 제 1천추하 익상골 나사를 추가 고정한 군을 대상으로 원위부 기기의 안정성을 비교, 분석해 보고자 하였고, 아울러 제 5요추-제 1천추간에 시행된 후방 추체간 유합술의 유무에 따른 결과를 함께 알아보고자 하였다.

연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

2001년 8월부터 2009년 2월까지 분절간 척추경 나사 고정술로 천추까지 5분절이상 후방 유합술을 시행한 퇴행성 요추 변형 환자 중에서 1년 이상 추시 관찰이 가능하였던 39예를 후향적으로 조사하였다. 절골술을 시행하였거나 수술 후 근위부 문제가 있는 경우는 제외하였으며, 수술 전 진단에 따른 분류를 위하여 요추의 관상면상 Cobb 각도가 15도 이상이면 요추 측만증, 시상면상 제 7경추 중앙에서 내린 수선과 제 1천추체 후상면까지 거리가 50mm이상인 경우를 시상면상 대상 실조라 정의하였다.¹⁶⁾ 방사선학적 계측은 1명의 저자가 2회 측정하였으며 그 평균값을 이용하여 분석하였다. 평균 연령은 64세, 남자가 5명(13%), 여자가 34명(87%), 평균 추시 기간은 24개월, 평균 유합 분절은 7.1 분절이었으며, 진단에 따라 분류하면 퇴행성 요추 측만증은 10예, 시상면상 대상 실조는 18예, 시상면상 대상 실조가 동반된 요추 측만증은 11예였다(Table 1). 제 1천추까지만 고정한 군은 19예로 평균 연령 64.3세, 남자 3명, 여자 16명, 평균 추시 기간은 29.3개월, 평균 유합 분절 7.1분절, 요추 전만 23.3도, 골밀도 평균 0.96g/cm²였다. 이중에서 제 5요추와 제 1천추간에 금속 cage를 이용한 후방 추체간 유합술은 18예에서 시행되었다.

제 1천추 고정과 함께 제 1천추하 익상골 나사로 고정한 군은 20예로 평균 연령 63.7세, 남자 2명, 여자 18명, 평균 추시 기간은 18개월, 평균 유합 분절 7.2분절, 요추 전만 14.1도, 골밀도 평균 1.03g/cm²였으며, 이중에서 제 5요추와 제 1천추간에 금속 cage를 이용한 후방 추체간 유합술은 14예에서 시행되었다.

2. 수술 방법

제 1천추하 익상골 나사 삽입 및 강봉과의 고정은 다음과 같은 순서로 시행되었다. 우선 제 1천추까지 척추경 나사를 삽입하고, 시상면 만곡에 맞도록 미리 굴곡시킨 강봉 원위부에 익상골 나사 결합 고리를 조립한 한 상태에서 강봉을 척추경 나사에 고정시킨다. 그리고 제 1천추 나사 삽입 지점의 1~2cm 원위부에서 나사가 횡단면상 외측 30도, 시상면상 제 1천추 나사 방향보다 약간 상방으로 기울어질 수 있도록 나사 결합 고리를 조절한다. 다음, 결합 고리 중앙에서 송곳으로 피질골에 삽입점을 만들고 수동 천공기(hand drill)를 이용하여 천추 익상골의 전방 피질골까지 전진한 후에 탐침으로 확인하면서 전방 피질골을 뚫는다. 이후 후방 삽입점과 익상골 전방 피질골까지의 거리를 측정하여 이 거리보다 5mm 긴 나사를 삽입하고 결합 고리를 암나사로 고정하며, 결합 고리와 강봉을 연결하는 나사를 조여 고정한다. 이 과정에서 장골 혈관(iliac vessel)이나 요천추 신경체(lumbosacral trunk)의 손상을 피하기 위해 탐침이나 나사가 천추 익상골의 전방 피질골을 넘어 골반 내로 너무 많이 침범하지 않도록 주의한다. 또한 척추 익상골 나사를 시상면상 제 1천추 나사와 평행하지 않고 삼각형을 이루도록 약간 상방으로 삽입하여 가능한 한 긴 나사가 고정되도록 하였다. 사용된 척추 익상골 나사의 지름은 5mm, 길이는 35~50mm이었다.

3. 연구 방법

수술 후 추시 기간 중에 촬영한 단순 방사선 사진에서 요천추 부위 골절, 원위부 기기의 파손 및 이탈 또는 원위 척추경 나사의 후방 전위가 있는 경우 원위부 기기의 불안정성이 있는 것으로 평가하였다.

통계적 처리는 MedCalc version 9.1.0.0 (MedCalc Software, Mariakerke, Belgium)를 사용하여 T-test, Chi-Square test 및 Fisher's exact test를 시행하였으며, P값이 0.05보다 작은 경우에 유의한 것으로 평가하였다.

결과

두 군간의 나이, 성별, 진단에 따른 분류, 골밀도, 유합 분절의 수, 수술 전 요추 전만과 Cobb 각도 및 시상면상 균형의 정도는 통계적으로 유의한 차이는 없었다($P>0.05$). 요추 측만증 환자의 Cobb 각도는 제 1천추 나사까지 고정한 군에서 수술 전 평균 26.9도가 수술 직후 평균 8.4도로 평균 66.9% 호전되었고 최종 추시에서 평균 11.6도로 술 전 대비 평균 54.6% 호전되었다. 제 1천추하 익상골 나사까지 고정한 군에서는 수술 전 27.7도에서 수술 직후 3.6도로 85.2% 호전되었으며 최종 추시에서 6.5도로 74.2% 고정되었다(Table 2). 시상면상 대상 실조환자의 시상면상 균형은 제 1천추 나사까지 고정한 군에서 수술 전 96.4mm가 수술 직후 62.5mm로 35.2% 호전되었고, 최종 추시에서 90.6mm로 술 전 대비 7.1% 호전되었다. 그리고 제 1천추하 익상골 나사까지 고정한 군에서는 수술 전 97.8mm에서 수술 직후 53.6mm로 39%, 최종 추시에서 73.5mm로 20.6% 호전되었다(Table 3).

원위부 척추경 나사의 불안정은 제 1천추 척추경 나사까지 고정한 군은 6예(32%), 제 1천추하 익상골 나사까지 고정한 군은 1예(5%)에서 관찰되어, 제 1천추하 익상골 나사까지 고정한 경우(Fig. 1)가 제 1천추까지만 고정하는 경우에 비하여 원위부 기기가 유의하게 안정화되었다($P<0.05$)(Table 4). 술 전 진단에 따른 원위부 기기의 불안정은 요추 측만증 환자와 시상면상 대상 실조를 동반한 퇴행성 요추 측만증 환자에서는 제 1천추 나사까지 고정한 경우에만 각각 1예씩 관찰할 수 있었으며, 시상면상 대상 실조를 가진 환자에서는 제 1천추 나사까지 고정한 경우는 4예, 제 1천추하 익상골 나사까지 고정한 경우는 1예에서 발견되었다(Table 5). 제 1천추 척추경 나사까지 고정한 군의 6예는 단순 방사선 검사상 모두 양측 원위부 척추경 나사가 후방 전위되는 양상으로 불안정한 상태가 관찰되었으며, 이 환자들은 평균 나이 67세(65~70세), 평균 유합 분절 7.8분절(7~8), 골밀도 0.73g/cm^2 ($0.53\sim 1.03$)이었고, 제 1천추하 익상골 나사까지 고정한 군의 1예는 원위부 척추경 나사의 후방 전위는 없었으나 우측 천추 척추경 나사의 압나사가 풀린 상태에서 강봉의 후방 전

Table 1. Demographics and etiologic diagnosis

	S1 screw alone (n=19)	Sacral alar screw (n=20)
Age (year)	64.3 (46~77)	63.7 (58~72)
Female/Male	16/3	18/2
Follow-up (month)	29.3 (12.1~65.7)	18 (12.0~28.1)
Diagnosis		
Degenerative lumbar scoliosis	4	6
Sagittal imbalance	10	8
DLS with sagittal imbalance	5	6
BMD (g/cm^2)	0.96 (0.52~1.21)	1.03 (0.76~1.28)
Fusion segment	7.1 (5~9)	7.2 (5~9)

Table 2. Coronal curve magnitude in degenerative lumbar scoliosis patients

Coronal Cobb angle	S1 screw alone (n=9)	Sacral alar screw (n=12)
Preoperative ($^\circ$)	26.9 (16.0~48.5)	27.7 (15.5~47.0)
Immediate postoperative ($^\circ$)	8.4 (1.0~21.5)	3.6 (1.5~6.5)
Correction rate (%)	66.9 (22.2~96.9)	85.2 (68.8~96.4)
Final ($^\circ$)	11.6 (4.5~23.0)	6.5 (3.0~10.0)
Correction rate (%)	54.6 (14.8~84.4)	74.2 (56.3~89.3)

Table 3. Sagittal balance magnitude in patients with sagittal imbalance

Sagittal balance	S1 screw alone (n=15)	Sacral alar screw (n=14)
Preoperative (mm)	96.4 (50.5~164.0)	97.8 (56.0~170.5)
Immediate postoperative (mm)	62.5 (42.0~120.0)	53.6 (0.5~115.0)
Correction rate (%)	35.2 (24.0~54.4)	39.0 (19.5~61.3)
Final (mm)	90.6 (43.5~165.5)	73.5 (15.5~145.0)
Correction rate (%)	7.1 (-126.4~54.3)	20.6 (-50.7~80.8)

Table 4. Stability of distal instrumentation between S1 screw alone fixation versus additional sacral alar screw fixation

Distal instrumentation	S1 screw alone (n=19)	Sacral alar screw (n=20)
Stable	13	19
Unstable	6	1

Table 5. Stability of distal instrumentation according to diagnosis

Diganosis	S1 screw alone (n=19)		Sacral alar screw (n=20)	
	Stable	Unstable	Stable	Unstable
Degenerative lumbar scoliosis	3	1	6	0
Sagittal imbalance	6	4	7	1
DLS with sagittal imbalance	4	1	6	0

Table 6. Stability of distal instrumentation according to posterior lumbar interbody fusion with metal cage in L5-S1

Distal instrumentation	S1 screw alone (n=19)		Sacral alar screw (n=20)	
	Cage	No cage	Cage	No cage
Stable	13	0	13	6
Unstable	5	1	1	0

위가 관찰되었다.

수술 후 요추 전만은 두 군간의 유의한 차이는 없었으며, 제 5 요추-제 1천추간에 금속 cage를 이용한 후방 추체간 유합술의 시행 여부에 따른 원위부 기기의 안정성을 평가한 결과, cage 삽입한 32예 중 6예(19%), Cage 삽입하지 않은 7예 중 1예(14%)에서 원위부 기기의 불안정이 관찰되었으나 두 군간의 유의한 차이는 없었다 ($P>0.05$)(Table 6). 이 결과를 세분하여 제 1천추 척추경 나사까지 고정한 군에서는 cage 삽입한 18예 중 5예, cage 삽입하지 않은 1예에서 원위부 기기가 불안정 하였으며 ($P>0.05$), 제 1천추하 익상골 나사로 고정한 군에서는 cage 삽입한 14예 중 1예에서만 원위부 기기 불안정을 관찰할 수 있어 두 군 모두에서 cage 유무에 따른 유의한 차이는 발견할 수 없었다 ($P>0.05$).

제 1천추 척추경 나사까지 고정한 군에서 원위부 기기의 불안정을 보인 6예 중 1예는 장골 나사로, 3예는 제 1천추하 익상골 나사를 이용하여 재수술을 시행하였으며, 나머지 2예와 제 1천추하 익상골 나사로 고정한 군에서 불안정을 보인 1예는 환자에서 재수술을 권유하였으나 거부하여 추시 관찰 중이다.

고찰

요천추부 고정 및 유합은 척추 수술에서 흔히 시행되는 수술이다. 그러나 생역학적으로 천추부는 낮은 골밀도를 가지며 많은 부하가 작용하기 때문에 이 부분에 삽입되는 제 1천추 척추경 나사의 고정력은 요추부에 비하여 상대적으로 약하다. 이런 제 1천추의 척추경 나사를 내측 30도 방향으로 골밀도가 가장

높은 부분인 천골갑(sacral promontory)에 삽입하고 전방 피질 골까지 고정(bicortical fixation)하면 고정력이 증가된다는 것이 보고^{17,18)}된 후로 현재까지 이 방법이 일반적으로 사용되고 있다. 그러나 신경 근육성 측만증, 장분절의 유합이 요구되는 퇴행성 요추 변형, 고도의 척추 전방 전위증, 종양 및 재수술의 경우에는 제 1천추 척추경 나사를 견고하게 삽입한다고 하더라도 나사의 파손이나 후방 돌출이 쉽게 발생할 수 있기 때문에 제 1천추 나사를 보호하고 기기 원위부 고정력을 증가시키는 여러 방법들이 소개되고 시행되었다.

저자들은 장분절의 유합이 요구되는 퇴행성 요추 변형을 비교적 자주 접하게 되어 초기에 제 1천추 나사를 보호하고 기기 원위부 고정력을 증가시키는 방법으로 고려하였던 것은 제 5요추-제 1천추간에 금속 cage를 이용한 후방 추체간 유합술을 시행하여 전방 지지를 확보하는 것이었다. Kostuik 등¹⁹⁾은 요천추부를 포함한 장분절의 고정으로 시행한 역학적 실험에서 제 5요추-제 1천추에 전방 이식술(anterior grafting)과 함께 전방 기기 고정이 시행되면 고정력을 증가시킬 수 있다고 보고한 바 있다. 그리고 퇴행성 요추 변형 환자에서는 대부분이 요천추부에 척추관 협착증이 존재하여 이에 대한 후방 감압술을 시행하게 되므로, 후방 감압술을 시행할 때에 후방 추체간 유합술을 추가하게 되면 전방 수술 없이 후방 수술로 전방의 추체간 유합을 얻을 수 있어 수술 시간을 줄이면서 비교적 간단히 전방 이식술의 장점을 획득할 수 있을 것이라 판단하였다. 그러나 본 연구에서와 같이 제 1천추까지 고정한 군(n=19)에서 1예를 제외한 18예에서 후방 추체간 유합술이 시행되었으나, 이 중 5예(28%)에서 원위 기기의 불안정이 발생하여 후방 추체간 유합술을 통한 전방 지

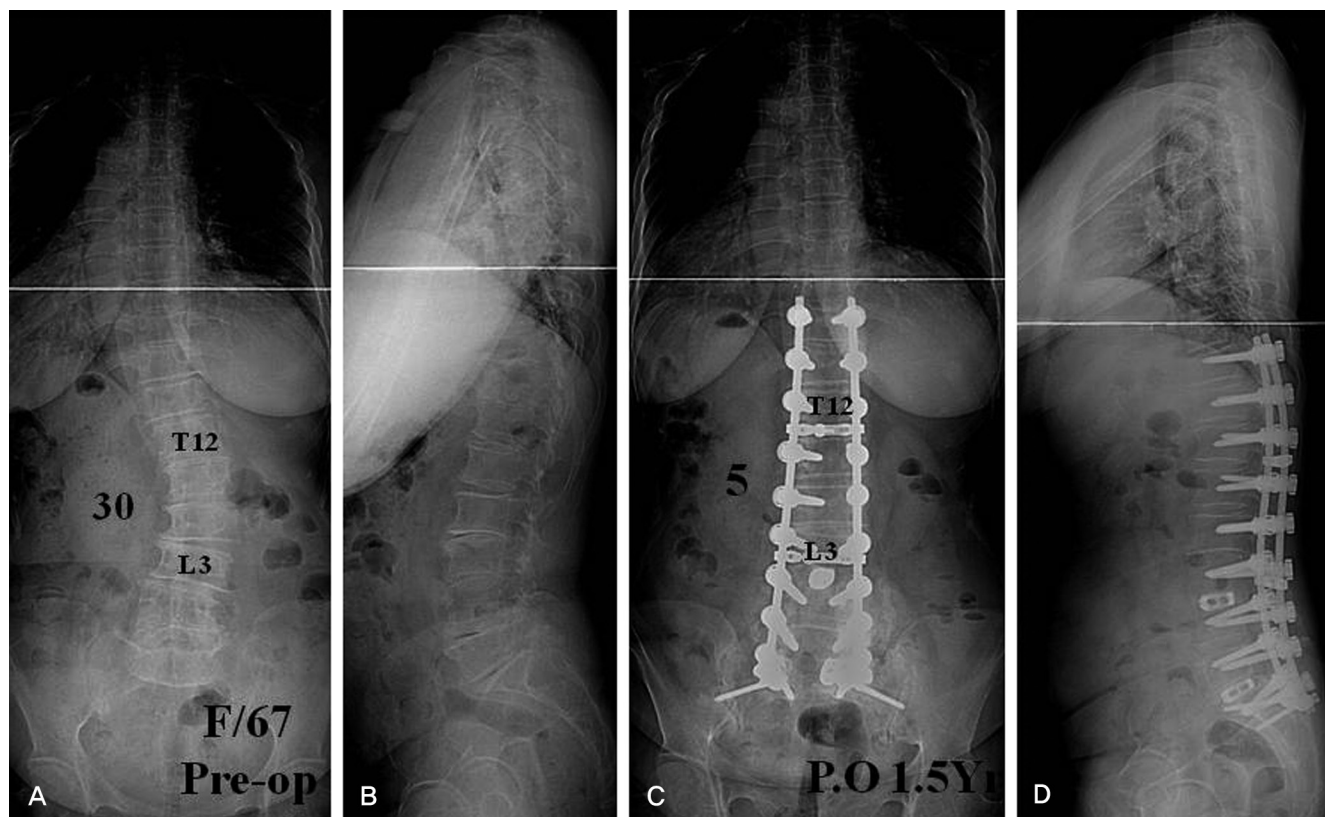


Fig. 1. A 67 year-old female with degenerative lumbar scoliosis had a lumbar coronal deformity of 30°. (A, B) She was treated by pedicle screw fixation from T10 to S1 and sub-S1 alar screw. Posterior interbody fusion using metal cage was performed on L3-4 and L5-S1. Her deformity was corrected to 5° with distal instrumentation stable in the radiographs taken one and a half year after surgery. (C, D)

지로는 원위부 기기에 안정성을 유의하게 증가시키지 못했다.

이로 인해 저자들은 제 1천추 나사 외에 추가적으로 기기를 고정하는 방법을 심각하게 고민하게 되었다. 현재까지 이러한 목적을 위해 알려진 방법으로는 크게 2가지가 있다. 한 방법은 천추부에 추가적인 기기를 고정하는 방법으로 제 1천추하 익상골 나사, 제 2천추 나사, 천추내 강봉을 삽입하는 Jackson 방법 등이 있으며, 다른 방법은 장골까지 기기를 확장하는 방법인 척추-골반 고정으로 장골에 강봉을 삽입하는 Galveston 방법이나 장골 나사를 이용하는 방법이다. 물론 금속판의 일종인 Chopin block를 이용하면 천추부 및 장골 나사 고정이 가능하여 두 가지 방법을 모두 사용하는 것이라고 할 수 있으나 국내에서는 구하기 힘든 것으로 알고 있다.

이 중에서 장골 나사는 척추-골반 고정에서 최근 가장 일반적으로 사용하는 방법으로 천추부 고정보다 역학적으로 강한 고정력을 가진 것으로 알려져 있으나,²⁰⁻²²⁾ 여기에는 몇 가지 문제점이 있다. 먼저 장골 나사를 사용하기 위해서는 노출되는 수술 부위가 넓어지기 때문에 연부 조직 박리가 많아져 수술 후 심부 감염의 가능성을 증가시킬 뿐만 아니라 감염이 발생하는 경우 장골까지 감염이 확장되므로 치료하기가 더욱 힘들게 된다. 그리고 장골 나사로 인한 피부 돌출은 잘 알려져 있는 문제이며, 장

골에서의 골 이식 재취에도 방해가 될 가능성이 있고 천장 관절을 고정하거나 침범하여 이에 따른 이차적인 문제가 발생할 수 있다. 장골 나사의 이런 단점이 임상적으로 큰 의미를 가지지 않는다는 보고^{15,23)}도 있으며 피부 돌출과 강봉과의 결합 문제를 해결하기 위해 삽입점을 제 2천추에서 시작하여 외측 40~50도, 하방 20~30도 방향으로 삽입하여 천장 관절을 관통하여 삽입하는 제 2천추-장골 기법(S2-iliac technique)도 소개되고 있다.^{24,25)} 그러나 이런 보고들만으로 장골 나사와 관련된 문제점이 완전히 해결되는 것은 아니다. 이에 반하여 천추부에 추가적인 나사를 고정하는 방법은 연부 조직 손상이 적어 감염의 위험성을 줄일 수 있고 피부 돌출이 거의 문제되지 않으며, 천장 관절에 손상을 발생시키지 않는 장점이 있다. 이러한 장점을 가진 천추부 나사에 대해서 보편적으로 우려하는 사항은 고정력에 있다. Leong 등²⁶⁾은 사체의 척추 한쪽에는 제 1천추 척추경 나사만 삽입하고, 다른 한쪽에는 천추부 금속판을 통하여 제 1천추 척추경 나사못과 익상골 나사를 사체의 척추에 삽입하고 시행한 역학적 실험에서 2개의 천추부 나사를 삽입한 경우에 고정력은 제 1천추 나사만을 삽입한 경우에 비하여 압박 및 신전 부하에서는 26%, 회전 부하에서는 20%로 유의하게 증가하였다고 보고하였다. 그러나 그들은 금속판을 이용하여 천추부 나사를 삽입하였으므로 금

속판이 나사의 삽입 방향을 결정하게 되었고 결과적으로 제 1천추 나사는 내측 10도로, 외측 나사는 외측 30도로 고정하여 제 1천추 나사의 고정력을 극대화 시키지 못하였다. 만약 제 1천추 나사의 고정력을 증가시켰다면 외측 나사의 추가 삽입에 의한 고정력의 증가율은 향상되었을 것으로 판단된다. 본 연구에서 사용된 결합 고리 나사는 강봉에 넣어진 후 자유롭게 회전되므로 제 1천추 척추경 나사의 삽입 방향에 영향을 주지 않으며 외측 나사의 삽입 각도도 쉽게 조절할 수 있는 장점이 있다.

Lebwohl 등²¹⁾은 다양한 요천추부 고정 방법을 소의 척추 모델을 이용하여 역학적으로 비교하였다. 그들이 비교한 고정 방법에는 제 1천추 척추경 나사못만을 사용한 경우, 제 1천추 나사와 함께 제 2천추 나사를 근위부로 고정한 경우, 원위부로 고정한 경우, 천추내에 강봉을 삽입하여 고정한 경우 그리고 장골 나사를 삽입한 경우를 비교하였는데 제 1천추 외의 추가적인 고정을 시행한 4가지 경우 모두 굴곡-신전 부하에서 제 1천추 나사의 부하를 유의하게 감소시켰으나 기기 파손(construct failure)을 일으키는 최대 부하 검사에서는 장골 나사만이 유의하게 높게 나타났다. 그러나 이 논문에서는 제 2천추 나사를 어떠한 방향으로 삽입하였는가에 대한 구체적인 언급은 없으며 이중으로 끼인 연결기(dual-angled slotted connector)를 사용한 것으로 기술 되어 있다. 최근 김 등²⁷⁾이 사체의 척추를 이용하여 제 2천추 나사와 장골 나사를 역학적으로 비교한 보고에서는 비록 나사 풀림 검사(screw loosening test)에서 장골 나사가 유의하게 큰 부하에서 나사 풀림을 보였으나 압박, 굴곡, 신전, 외측 굴곡 및 회전 부하에 대한 고정력은 두 고정간의 유의한 차이는 없어 제 2천추 나사가 역학적으로 장골 나사를 대체할 만하다고 하였다. 그들은 제 2천추 나사의 고정력을 최대로 증가 시키고 기기의 안정된 구조를 만들기 위해 외측에서 두꺼운 피질골을 형성하는 장치골선(iliopectineal line)을 방향으로 전방 피질골을 통과(bicortical fixation)하면서 제 2천추 나사를 제 1천추 나사와 비교하여 횡단면 및 시상면 모두에서 삼각형(bitriangulated)을 형성하도록 외측 30~35도, 상부 15~20도 방향으로 삽입하였다. 이처럼 천추부의 추가적인 나사 고정은 제 1천추 나사에 가해지는 압력(strain)을 감소시키며 원위부 기기의 안정성을 줄 뿐만 아니라 정확한 위치에 삽입되면 장골 나사에 필적할 만한 고정력을 가질 수 있다.

본 연구에서 사용한 제 1천추하 외측 나사는 제 1천추 척추경 나사의 1~2cm 하방에서부터 삽입되므로 제 1천추 추간공의 상방에서 삽입점이 만들어지나, 제 2천추 나사의 경우에는 삽입점이 제 1천추와 제 2천추의 중간 부분에서 만들어진다. 저자들도 가능한 한 나사의 길이를 늘리고 상대적으로 단단한 부분에 나사가 고정되도록 하기 위해 외측 나사를 상부로 삽입하도록 노력하였다. 그러나 저자들이 김 등²⁷⁾이 제안한 제 2천추 나

를 사용하지 않고 제 1천추하 외측 나사를 사용한 것은 나사와 강봉간의 고정 문제 때문이었다. 그들은 역학적 실험에서 단지 제 1천추 나사와 제 2천추 나사만을 삽입하였기 때문에 쉽게 하나의 강봉을 2개의 나사에 연결하여 고정할 수 있었으나, 본 연구의 대상인 퇴행성 요추 변형 환자의 장 분절 기기 고정 수술에서는 요추부 나사들과 내측 방향으로 삽입된 제 1천추 나사와 외측 방향 2천추 나사를 하나의 강봉으로 연결시키는 것은 쉽지 않아 각종 연결기를 사용하여야 하기 때문에 시간이 소요되는 문제점이 있다. 그리하여 저자들은 결합 고리 나사로 간단히 강봉과 쉽게 고정할 수 있고 동시에 하부로의 박리를 줄여 수술 시간이 단축되는 제 1천추하 외측 나사를 사용하게 되었고 이것으로 하부 기기의 안정성을 유의하게 증가시킬 수 있었다.

본 연구의 결과를 신경 근육성 척추 측만증, 고도의 척추 전방 전위증, 중앙에 단편적으로 적용할 수는 없을 것으로 생각된다. 이런 환자에서는 천추의 골밀도가 더욱 낮고, 요천추부에 더 많은 부하가 작용하며, 때로는 골반 경사(pelvic obliquity)를 치료해야 하므로 이 경우에는 장골 나사를 사용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

Ebraheim 등²⁸⁾은 사체를 이용한 실험에서 외측으로 외측 나사를 삽입하면서 전방 피질골까지 고정한 후에 조사한 결과, 일부에서 장골 혈관(iliac vessel)이나 요천추 신경체(lumbosacral trunk)의 손상을 발견하였다. 그러므로 탐침이나 나사를 고정함에 있어 전방 피질골을 넘어 골반 내로 너무 많이 침범하지 않도록 세심하게 주의하여야 하겠다.

본 논문에서 원위부 기기의 불안정을 보인 증례가 총 7례로 적어 원위부 기기의 안정을 보이는 군과 불안정을 보이는 군의 임상적 및 방사선학적 특성을 비교하여 이와 관련된 원위부 기기 불안정성의 위험 인자를 찾기 못한 제한점이 있다. 그리고 퇴행성 요추 측만증 환자와 시상면 대상 실조 환자를 각각 구분하여 통계적 처리를 시행하기에는 연구 대상이 되는 환자 군이 적어 두 질환 환자를 한 군에 합쳐서 분석한 문제점도 있다. 또한 추시 기간이 짧으며 수술 후 Ferguson 전후면 방사선 사진이나 컴퓨터 단층 촬영(CT)을 함께 촬영되지 않아 요천추부 유합 및 외측 나사 위치에 대해 정확하게 평가되지 못한 단점이 있다. 이에 대해서는 향후 지속적인 추시 및 연구가 필요할 것이다.

결론

천추까지 척추경 나사 고정술로 치료하는 퇴행성 요추 환자의 장분절 유합술시 제 1천추 척추경 나사와 함께 제 1천추하 외측 나사의 추가적 고정이 원위부 기기의 안정성을 확보하는 유용한 방법이라 사료된다.

REFERENCES

- Hibbs RA. An operation for progressive spinal deformities: a preliminary report of three cases from the service of the orthopaedic hospital. 1911. *Clin Orthop Relat Res*. 2007;460:17–20.
- Camp JF, Caudle R, Ashmun RD, Roach J. Immediate complications of Cotrel–Dubousset instrumentation to the sacro–pelvis. A clinical and biomechanical study. *Spine*. 1990;15:932–41.
- DePalma AF, Rothman RH. The nature of pseudarthrosis. *Clin Orthop Relat Res*. 1968;59:113–8.
- Cleveland M, Bosworth DM, Thompson FR. Pseudarthrosis in the lumbosacral spine. *J Bone Joint Surg Am*. 1948;30:302–12.
- Devlin VJ, Boachie–Adjei O, Bradford DS, Ogilvie JW, Transfeldt EE. Treatment of adult spinal deformity with fusion to the sacrum using CD instrumentation. *J Spinal Disord*. 1991;4:1–14.
- Kornblatt MD, Casey MP, Jacobs RR. Internal fixation in lumbosacral spine fusion. A biomechanical and clinical study. *Clin Orthop Relat Res*. 1986;203:141–50.
- Kim YJ, Bridwell KH, Lenke LG, Cho KJ, Edwards CC 2nd, Rinella AS. Pseudarthrosis in adult spinal deformity following multisegmental instrumentation and arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am*. 2006;88:721–8.
- Kim EH, Kim HJ. Long Segment Fusion to L5 Vertebra and Sacral Vertebra in Degenerative Lumbar Spine. *J Korean Soc Spine Surg*. 2002;9:216–22.
- Shin BJ, Kim KJ, Cho YB, Kim YI. Radiologic Results of Posterior Lumbosacral Fixation according to Sacral Fixation Methods: Single Screw vs Double Screws. *J Korean Soc Spine Surg*. 2000;7:15–21.
- Kostuik JP, Errico TJ, Gleason TF. Techniques of internal fixation for degenerative conditions of the lumbar spine. *Clin Orthop Relat Res*. 1986;203:219–31.
- La Grone MO. Loss of lumbar lordosis. A complication of spinal fusion for scoliosis. *Orthop Clin North Am*. 1988;19:383–93.
- Lagrone MO, Bradford DS, Moe JH, Lonstein JE, Winter RB, Ogilvie JW. Treatment of symptomatic flatback after spinal fusion. *J Bone Joint Surg Am*. 1988;70:569–80.
- Kim EH, Cho DY, Kim JH. A Clinical Analysis of Long Segment Fusion with Pedicle Screw in Degenerative Lumbar Spine. *J Korean Soc Spine Surg*. 1999;6:388–96.
- McCord DH, Cunningham BW, Shono Y, Myers JJ, McAfee PC. Biomechanical analysis of lumbosacral fixation. *Spine*. 1992;17:S235–43.
- Kuklo TR, Bridwell KH, Lewis SJ, et al. Minimum 2–year analysis of sacropelvic fixation and L5–S1 fusion using S1 and iliac screws. *Spine*. 2001;26:1976–83.
- Lowe T, Berven SH, Schwab FJ, Bridwell KH. The SRS classification for adult spinal deformity: building on the King/Moe and Lenke classification systems. *Spine*. 2006;31:S119–25.
- Carlson GD, Abitbol JJ, Anderson DR, et al. Screw fixation in the human sacrum. An in vitro study of the biomechanics of fixation. *Spine*. 1992;17:S196–203.
- Smith SA, Abitbol JJ, Carlson GD, Anderson DR, Taggart KW, Garfin SR. The effects of depth of penetration, screw orientation, and bone density on sacral screw fixation. *Spine*. 1993;18:1006–10.
- Kostuik JP, Valdevit A, Chang HG, Kanzaki K. Biomechanical testing of the lumbosacral spine. *Spine*. 1998;23:1721–8.
- Early S, Mahar A, Oka R, Newton P. Biomechanical comparison of lumbosacral fixation using Luque–Galveston and Colorado II sacropelvic fixation: advantage of using locked proximal fixation. *Spine*. 2005;30:1396–401.
- Lebwohl NH, Cunningham BW, Dmitriev A, et al. Biomechanical comparison of lumbosacral fixation techniques in a calf spine model. *Spine*. 2002;27:2312–20.
- Tis JE, Helgeson M, Lehman RA, Dmitriev AE. A biomechanical comparison of different types of lumbopelvic fixation. *Spine*. 2009;34:E866–72.
- Tsuchiya K, Bridwell KH, Kuklo TR, Lenke LG, Baldus C. Minimum 5–year analysis of L5–S1 fusion using sacropelvic fixation (bilateral S1 and iliac screws) for spinal deformity. *Spine*. 2006;31:303–8.
- Chang TL, Sponseller PD, Kebaish KM, Fishman EK. Low profile pelvic fixation: anatomic parameters for sacral alar–iliac fixation versus traditional iliac fixation. *Spine*. 2009;34:436–40.
- O’Brien JR, Yu WD, Bhatnagar R, Sponseller P, Kebaish KM. An anatomic study of the S2 iliac technique for lumbopelvic screw placement. *Spine*. 2009;34:E439–42.
- Leong JC, Lu WW, Zheng Y, Zhu Q, Zhong S. Comparison of the strengths of lumbosacral fixation achieved with techniques using one and two triangulated sacral screws. *Spine*. 1998;23:2289–94.

27. Kim JH, Horton W, Hamasaki T, Freedman B, Whitesides TE, Hutton WC. Spinal Instrumentation for Sacral-pelvic Fixation: A Biomechanical Comparison Between Constructs Ending With Either S2 Bicortical, Bitriangulated Screws or Iliac Screws. J Spinal Disord Tech. 2010.
28. Ebraheim NA, Lu J, Yang H, Heck BE, Yeasting RA. Anatomic considerations of the second sacral vertebra and dorsal screw placement. Surg Radiol Anat. 1997;19:353-7.

척추경 나사를 이용한 퇴행성 요추 변형 환자의 장분절 유합술에서 제 1천추하 익상골 나사 고정 유무에 따른 원위부 기기의 안정성 비교

김진혁 • 김성수 • 임동주 • 한정일 • 김태형 • 박찬근 • 석세일
인제대학교 의과대학 상계백병원 서울척추센터

연구 계획: 후향적 연구

목적: 척추경 나사 고정술로 치료한 퇴행성 요추 변형 환자의 장분절 후방 유합술에서 제 1천추하 익상골 나사 고정 유무에 따른 원위부 기기의 안정성을 비교, 분석해 보고자 한다.

선행 문헌의 요약: 요천추부 고정과 유합에 대한 다양한 방법이 소개되어 왔으나 퇴행성 요추 변형 환자에 대한 수술에서 제 1천추하 나사 고정에 대한 임상적 보고는 거의 없다.

대상 및 방법: 분절간 척추경 나사 고정술로 천추까지 5분절 이상 후방 유합술을 시행한 퇴행성 요추 변형환자 중에서 1년 이상 추시 관찰이 가능하였던 39예를 후향적으로 조사하였다. 절골술을 시행하였거나 수술 후 근위부 문제가 있는 경우는 제외하였다. 제 1천추 나사로만 고정한 19예와 제 1천추 나사와 함께 제 1천추하 익상골 나사로 고정한 20예를 비교하였다. 수술 후 추시 기간 중 촬영한 단순 방사선 사진에서 원위부 기기의 파손 및 이탈 또는 원위 척추경 나사의 후방 전위가 있는 경우 불안정성이 있는 것으로 판단하였다.

결과: 두 군간의 나이, 성별, 진단에 따른 분류, 골밀도, 유합 분절의 수, 수술 전 요추 전만과 Cobb 각도 및 시상면상 균형의 정도는 통계적으로 유의한 차이는 없었다($P>0.05$). 원위부 척추경 나사의 불안정은 제 1천추 척추경 나사못까지 고정한 군은 6예(32%), 제 1천추하 익상골 나사까지 고정한 군은 1예(5%)에서 관찰되어, 제 1천추하 익상골 나사까지 고정한 경우가 제 1천추까지만 고정하는 경우에 비하여 원위부 기기가 유의하게 안정되었다($P<0.05$). 그리고 제 5요추-제 1천추간 추간판에 후방 추체간 유합술로 금속 cage를 삽입한 32예 중 6예(19%)에서, cage를 삽입하지 않은 7예 중 1예(14%)에서 원위부 기기의 불안정성이 관찰되었으며, 두 군 모두 cage 삽입 여부에 따른 통계적 차이는 없었다($P>0.05$).

결론: 천추까지 척추경 나사 고정술로 치료하는 퇴행성 요추 변형 환자의 장분절 유합술에서 제 1천추 척추경 나사와 함께 제 1천추하 익상골 나사의 추가적 고정이 원위부 기기의 안정성을 증가시키는 유용한 방법이라 사료된다.

색인 단어: 장분절 유합, 제 1천추하 나사, 익상골 나사, 퇴행성 요추 변형

약칭 제목: 제 1천추하 익상골 나사 고정