

Can Unilateral Minimally Invasive Transforaminal Lumbar Interbody Fusion (MIS TLIF) Result in Sufficient Reduction in Spondylolisthesis?: A Comparison with Open TLIF and Bilateral MIS TLIF

Ki-Hyoung Koo, M.D., Ph.D., Jangyun Lee, M.D., Jae-Hyun Kim, M.D.

J Korean Soc Spine Surg 2017 Jun;24(2):95-102.

Originally published online June 30, 2017;

<https://doi.org/10.4184/jkss.2017.24.2.95>

Korean Society of Spine Surgery

Asan Medical Center, 88 Olympic-ro 43 Gil, Songpa-gu, Seoul, 05505, Korea

Tel: +82-2-483-3413 Fax: +82-2-483-3414

©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.2017.24.2.95>

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.

Can Unilateral Minimally Invasive Transforaminal Lumbar Interbody Fusion (MIS TLIF) Result in Sufficient Reduction in Spondylolisthesis?: A Comparison with Open TLIF and Bilateral MIS TLIF

Ki-Hyoung Koo, M.D., Ph.D., Jangyun Lee, M.D., Jae-Hyun Kim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Dongguk University Ilsan Hospital, Dongguk University College of Medicine, Goyang, Korea

Study Design: Retrospective study.

Objectives: To compare the radiologic results of unilateral or bilateral minimal invasive transforaminal lumbar interbody fusion (MIS TLIF) and conventional open lumbar interbody fusion.

Summary of Literature Review: Only a few studies have compared the slip reduction and fusion rate between unilateral or bilateral MIS TLIF and conventional open TLIF.

Materials and Methods: Between March 2007 and May 2015, 80 patients with single-level low-grade spondylolisthesis underwent unilateral MIS TLIF (26 patients), bilateral MIS TLIF (10 patients), or open TLIF (44 patients) by a single surgeon. Radiologic studies were performed preoperatively, 2 weeks postoperatively, and 12 months postoperatively. Slip reduction, the lumbar lordotic angle, and the fusion rate were analyzed.

Results: The 3 groups exhibited significantly improved slip after operation. Significant differences were found among the 3 groups ($p=0.015$) and between the MIS TLIF group ($31.76\% \pm 14.42\%$) and the open TLIF group ($41.66\% \pm 15.98\%$) ($p=0.01$) in the slip reduction rate at 2 weeks after the operation. However, no significant difference was found between unilateral MIS TLIF and bilateral MIS TLIF ($37.61\% \pm 15.0\%$ vs. $29.5\% \pm 13.82\%$, $p=0.148$). In the lumbar lordotic angle, no significant difference was found among the 3 groups. There were no significant differences among the 3 groups in slip reduction or the fusion rate at 12 months after the operation.

Conclusions: Our study suggests that unilateral MIS TLIF showed a similar slip reduction and fusion rate to bilateral MIS TLIF, but that conventional open TLIF showed better slip reduction than MIS TLIF, although it had a similar fusion rate.

Key words: Lumbar spine, Spondylolisthesis, Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion, Slip reduction, Fusion rate

척추 전방 전위증은 보존적 치료에 실패하거나 신경학적 증상이 진행되는 경우 수술적 치료를 고려하게 되며 다양한 수술 방법이 소개되어 왔다.^{1,2)} 불안정성이 심한 경우는 통상 유합술을 고려하게 되는데 요추 분절의 안정화, 신경의 압박 및 척추 정렬의 회복을 위하여 다양한 방법들이 시도되고 있다.^{1,2)} 추체간 유합술은 척추의 전방 지지가 가능하고 시상면상의 요추 전만을 회복하기에 유리하며 추간판 간격도 높일 수 있고 유합율이 우수한 장점을 가지고 있다.^{1,2)} 후방 추체간 유합술 중 최소 침습 경추간공 요추 유합술(Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion, 이하 MIS TLIF)은 고식적 요추 유합술 중에 발생하는 광범위한 연부 조직의 박리 및 견인으로 인한 연부 조직의 손상을 줄이기 위하여 개발되어 왔으며 여러 저자들에 의하여 이미 그 임상적 결과가 보고되어 왔다.³⁻⁶⁾ 지금

까지 알려진 MIS TLIF의 장점으로는 연부 조직의 손상이 적고, 수술 중 실혈량이 적으며 수술 후 통증이 적고 이로 인한 재원 일수의 감소 및 수술 후 회복 기간의 단축 등을 들 수 있다.³⁻⁶⁾

MIS TLIF의 경우는 일측성 접근 혹은 양측성 접근에 의하여

Received: April 7, 2017

Revised: April 10, 2017

Accepted: June 1, 2017

Published Online: June 30, 2017

Corresponding author: Ki-Hyoung Koo, M.D., Ph.D.

ORCID ID: 0000-0003-3185-3818

Department of Orthopedic Surgery, Dongguk University Ilsan Hospital, 27 Dongguk-ro, Ilsandong-gu, Goyang-city, Gyeonggi, 10326, Korea

TEL: +82-31-961-7294, **FAX:** +82-31-961-7290

E-mail: drkookh@gmail.com

일측 혹은 양측에서 케이지를 삽입하게 되는데 각 방법에 따른 척추 정렬의 회복 정도에 대한 연구는 많지 않고 아직도 각 연구들간에 이견이 있다.⁷⁻¹⁰⁾ 이에 본 연구에서는 고식적 수술군 뿐만 아니라 일측성 MIS TLIF 군 및 양측성 MIS TLIF 군을 비교하여 척추 정렬의 회복을 포함한 방사선학적 결과에 대해 분석해 보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상 및 방법

2007년 3월부터 2015년 5월까지 단분절의 저도 전위 척추 전방 전위증으로 진단받고 보존적 치료에 반응이 없어서 단분절 요추 후방 추체간 유합술을 시행 받고 1년 이상 추시가 가능하였던 80명을 대상으로 후향적으로 연구하였다. 술자의 숙련도에 따른 오류를 배제하고자 술자가 MIS TLIF 수술을 시작한 후 초기 5예의 환자는 제외하고 대상 환자를 선정하였으며, 환자의 평균 연령은 66 ± 9.4 세(38~88세)이었고 남자가 17명, 여자가 63명이었다(Table 1). 고식적 유합술을 시행 받은 환자가 44명, MIS TLIF을 시행 받았던 환자가 36명이었다. 모든 수술은 동일 술자(제 1저자)에 의하여 시행되었다. MIS TLIF을 시행 받았던 환자 중 양측성 접근 MIS TLIF을 시행 받았던 환자가 10명, 일측성 접근 MIS TLIF을 시행 받았던 환자가 26명이었다. 각 군으로의 배정은 무작위로 이루어지지 않았으며 수술 당시 사용이 가능했던 기구 및 방법을 이용하여 수술이 진행되었다. 고식적 수술군은 정중앙을 피부 절개를 통한 접근법을 사용한 수술이며, 최소 침습군은 원통형 견인기(Tubular retractor, METRx system, Medtronic)를 사용한 수술을 말한다. 일측성 접근 MIS TLIF 군(이하 일측성 MIS TLIF 군)은 증상이 심한 쪽에서만 원통형 견인기를 사용한 일측성 접근법을 통

하여 수술을 시행한 군이며, 양측성 접근 MIS TLIF 군(이하 양측성 MIS TLIF 군)은 양측에서 각각 원통형 견인기를 사용한 양측성 접근법을 사용한 군을 의미한다. 모든 환자를 대상으로 수술 전, 수술 후 2주 및 1년에 기립 단순 방사선 영상 및 굴곡 신연 영상을 시행하였다.

2. 방사선학적 분석 및 평가

수술 전, 수술 후 2주 및 1년에 각각 시행한 단순 방사선 영상 및 굴곡 신연 영상을 얻어서 정형외과 전공의 1인 및 전문의 1인이 각각 측정된 값의 평균값을 측정치로 하여 분석하였다.

수술 전 영상에서 전위의 정도를 측정하였고, 수술 후 2주 영상에서 수술 후 정복의 정도를 측정하였으며, 수술 후 1년 영상에서 정복의 유지 정도 및 유합 여부를 판단하였다. 또한 전체적인 요추 전만을 확인하기 위하여 요추부 전만각을 측정하였고 분절 전만각도 측정하였다.

전위의 정도는 전위된 추체의 후연에서 하부 추체 상위 골단 판에 그은 수선이 만나는 점과 하부 추체의 후연까지의 길이를 전위된 추체 하부 추체의 전후 직경으로 나눈 비(%)를 측정하였다. 정복의 정도는 수술 후 전위의 정도를 수술 전 전위의 정도로 나눈 비(%)로 측정하였다(Fig. 1). 정복의 유지는 수술 후 1년에 시행한 영상에서 측정된 정복의 정도를 통하여 수술 후 2주 영상에서의 정복 정도와 비교한 정복의 소실율을 계산하였다. 아울러 수술 후 1년에 시행한 영상에서 요추부 전만각의 정도를 측정하였으며, 요추 1번과 천추 1번의 상위 골단판이 이루는 각도를 측정하였다. 수술 분절의 유합은 수술 후 1년에 시행한 굴곡 신연 영상에서 오차 범위를 고려하여 3도 이하의 각 움직임(angular motion), 3 mm 이하의 전위가 없는 경우, 골교(bony bridge)가 형성된 경우를 유합으로 판정하였고 의심되는 경우에는 CT를 시행하여 골교의 형성이 확인된 경우 유합으로 판정하였다.^{6,11)}

Table 1. Demographic data

	Open TLIF	Unilateral MIS TLIF	Bilateral MIS TLIF	Total
No.	44	26	10	
Age, years	65.61 ± 8.46	65.54 ± 11.89	68.9 ± 5.43	66 ± 9.40
Sex (M/F)	10 / 34	5 / 21	2 / 8	17 / 63
Degenerative	35	22	10	67
Isthmic	9	4	0	13
L3-4	4	4	0	8
L4-5	31	18	9	58
L5-S1	9	4	1	14

Abbreviations: TLIF, transforaminal lumbar interbody fusion; MIS TLIF, minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion.

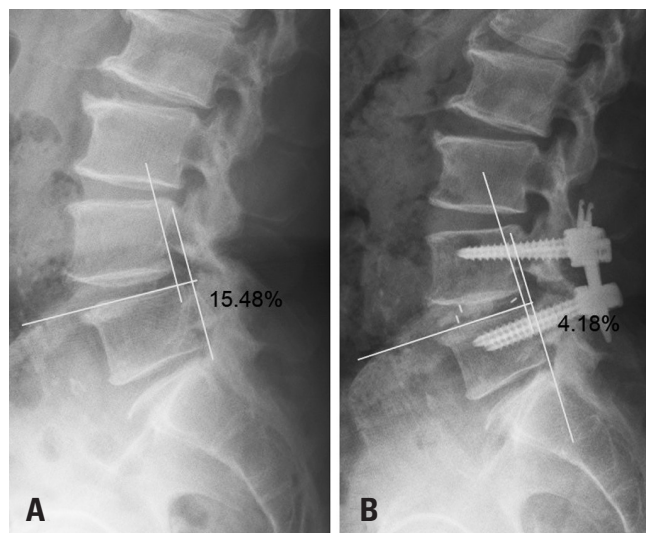


Fig. 1. Slip measurement.

Slip percentage is expressed as the percentage of the anterior-posterior diameter of the top of the lower vertebra. On a lateral radiograph, a line is drawn along the posterior border of the lower vertebral body and another line perpendicular to this is drawn at the superior part of the lower vertebra. A third line is drawn along the posterior border of the upper vertebral body. The anterior translation or displacement of the upper vertebral body as a proportion of the width of the lower vertebral body is expressed as a percentage. **(A)** Preoperative lateral standing X-ray and **(B)** postoperative lateral standing X-ray.

3. 수술 방법

고식적 유합술의 경우 통상적인 정중앙 피부 절개를 가하고 극돌기의 양측으로 각각 박리하여 추궁판과 후관절을 노출시켰다. 이후 양측에서 각각 추궁판을 부분 절제하여 하부 관절 돌기를 제거하였고 상부 관절 돌기도 절제하여 신경근을 감압하였으며 극돌기는 보존하였다. 황색 인대를 제거하고 경막 및 신경근을 노출시켰으며 신경근을 견인 및 보호한 후 추간판을 제거하였고 유합할 상하 요추 종판을 적절하게 준비한 후 자가 국소골과 동종골을 추간판 공간에 채우고 국소골로 채운 케이지를 양쪽 혹은 한쪽에서 삽입하였다. 한쪽에서 케이지를 삽입한 경우는 증상이 심한 쪽에서 삽입하였다. 이후 척추경 나사못을 삽입하였으며 체위 정복 및 강봉을 삽입하면서 추가로 정복을 얻었다. 정복 나사못은 사용하지 않았다.

최소 침습 유합술 중 일측성 MIS TLIF 군의 경우는 중앙에서 약 3 cm 정도 외측에 약 3 cm 정도의 피부 절개를 가한 후 순차적으로 확공하여 원통 모양의 척추 견인기(tubular retractor)를 삽입하여 고정한 후 추궁판에 도달하였다. 미세 현미경 하에서 고속 드릴(Primado®)을 사용하여 추궁판을 절제하여 하부 관절 돌기를 제거하였다. 상부 관절 돌기도 부분 절제하였으며 황

색 인대를 제거하여 경막 및 신경근을 노출시켰다. 신경근을 보호한 후 추간판을 제거하였으며 유합할 상하 요추 종판을 적절하게 준비한 후 자가 국소골과 동종골을 추간판 공간에 채우고 국소골로 채운 케이지를 한쪽에 사선으로 삽입하였다. 반대쪽 감압이 필요한 경우 일측에서 환자를 술자의 반대쪽으로 기울인 후 극돌기 하방을 고속 드릴로 연마한 후 반대쪽 경막의 공간으로 접근하여 반대쪽 신경근을 감압하였다.

양측성 MIS TLIF 군의 경우는 양측에서 각각 원통형 견인기를 각각 삽입한 후 양측 모두에서 후궁판 절제 및 후관절 절제를 시행하여 각각 신경의 감압을 시행하였다. 이후 일측에서 일측성 MIS TLIF 군과 마찬가지로 증상이 심한 쪽에서만 일측성으로 케이지를 삽입하였다. MIS TLIF 군의 경우 케이지를 삽입한 후 경피적 척추경 나사못을 삽입하여 고정하였다.

4. 통계 분석

정복의 정도, 정복 소실율, 요추 전만각의 비교는 Mann-Whitney test와 Kruskal-Wallis test를 이용하였으며, 유합율의 분석에는 Fisher's exact test를 이용하였다. 모든 검정은 SPSS version 12를 사용하여 분석하였다.

결과

수술 후 2주에 시행한 단순 방사선 영상에서 세 군 간의 전위 정복의 정도는 유의한 차이를 보였다($p=0.015$) (Table 2). 전위의 정복 정도를 고식적 유합술군과 MIS TLIF 군의 두 군으로 나누어서 분석한 결과에서 고식적 유합술군($41.66 \pm 15.98\%$)이 양측성군과 일측성군을 포함한 MIS TLIF 군($31.76 \pm 14.42\%$)보다 우수하였다($p=0.01$). MIS TLIF 군 내에서 양측성군과 일측성군을 비교한 결과에서는 양측성 MIS TLIF군과 일측성 MIS TLIF 군 사이의 유의한 차이는 없었다($37.61 \pm 15.0\%$, $29.5 \pm 13.82\%$, $p=0.148$). 고식적 유합술군과 양측성 MIS TLIF 군과의 비교에서도 유의한 차이는 없었다($41.66 \pm 15.98\%$, $37.61 \pm 15.00\%$, $p=0.490$). 고식적 유합술군과 MIS TLIF 군을 모두 합하여 일측성군과 양측성군의 두 군으로 나누어 분석한 결과에서는 양측성군이 우수한 정복을 보였다($29.50 \pm 13.83\%$, $40.91 \pm 15.74\%$, $p=0.005$). 본 연구에서는 제 3-4요추간이 8예, 제 4-5요추간이 58예, 제 5요추-제 1천추간이 14예이었으며, 분절에 따른 전위 정복 정도의 차이도 분석하였으나 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.583$).

수술 후 1년에 측정된 정복의 유지 정도(정복 소실율)는 세 군 간에 유의한 차이가 없었다($p=0.117$) (Table 2). 고식적 유합술군과 MIS TLIF 군간의 차이도 없었다($25.21 \pm 20.86\%$, $29.43 \pm 17.34\%$, $p=0.335$). 고식적 유합술군과 MIS TLIF 군을 모두

Table 2. Preoperative and postoperative radiological results (slip reduction)

	Open TLIF*	Unilateral MIS TLIF [†]	Bilateral MIS TLIF	P-value
Preoperative slip	18.45±6.22	17.71±4.14	15.95±4.86	p=0.209
Postoperative slip	10.78±4.67	12.40±3.33	9.71±3.05	
Reduction rate	41.66±15.98	29.51±13.82	37.61±15.01	p=0.015
Reduction rate (1 y)	31.83±17.38	20.82±11.68	29.32±13.28	p=0.022
Reduction loss (1 y)	25.21±20.86	31.27±16.17	24.69±20.22	p=0.117

Abbreviations: *TLIF, transforaminal lumbar interbody fusion; [†]MIS TLIF, minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion.

Table 3. Preoperative and postoperative radiological results (lumbar lordosis and fusion rate)

	Open TLIF*	Unilateral MIS TLIF [†]	Bilateral MIS TLIF	P-value
Lumbar lordosis (pre)	45.1±11.25	45.96±11.38	39.31±9.23	p=0.623
Lumbar lordosis (2 weeks)	47.95±11.20	48.06±11.94	43.55±9.09	
Lumbar lordosis (1 y)	49.14±11.45	47.81±12.72	43.9±11.62	p=0.412
Fusion rate (%)	86.36	69.23	80	p=0.087

Abbreviations: *TLIF, transforaminal lumbar interbody fusion; [†]MIS TLIF, minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion.

포함하여 케이지를 한 개만 삽입한 경우와 두 개를 삽입한 군으로 나누어 분석한 결과에서도 정복의 유지 정도에 유의한 차이가 없었다(28.27±16.34%, 26.01±21.99%, p=0.283).

수술 후 1년에 시행한 굴곡 신연 영상에서 판단한 세 군간의 유합을 분석에서는 고식적 유합술군이 우수한 경향을 보였으나 통계학적인 유의성은 없었다(p=0.087) (Table 3). 고식적 유합술군과 MIS TLIF군으로 나누어 분석한 결과에서도 유사하게 고식적 유합술군이 MIS TLIF 군보다 다소 우수한 경향을 보였으나 역시 통계학적인 유의성은 없었다(p=0.118). MIS TLIF 군 안에서 일측성 MIS TLIF 군과 양측성 MIS TLIF 군간의 유합을 비교에서도 비록 통계학적인 유의성은 없었으나(p=0.524) 양측성 MIS TLIF 군이 약간 우수한 경향을 보였다.

수술 후 1년에 측정된 요추 전만각도 세 군간에 유의한 차이는 없었다(p=0.412) (Table 3).

고찰

본 연구에서는 척추 전방 전위증에서 고식적 요추 추체간 유합술은 최소 침습 경추간공 요추 추체간 유합술(MIS TLIF)보다 전위 정복의 정도에서 우수하였다는 결론을 얻을 수 있었다. 하지만 MIS TLIF 군 내에서는 양측성군과 일측성군 사이의 전방 전위의 정복 정도는 유의한 차이가 없었다. 척추 전방 전위증에 대한 MIS TLIF의 임상적 및 방사선학적 결과에 대한 연구는 이미 많이 있었다. Park 등²⁾은 40명에 대한 MIS TLIF의 결과

를 발표하였는데 76%의 정복을 얻었다고 보고하였다. Pan 등¹²⁾도 전위가 술 전 24.2%에서 술 후 10.5%로 약 56.6% 정도 정복을 얻었다고 보고하였다. Tsahtsarlis 등¹³⁾의 연구에서는 69.6%의 환자에서 완전한 정복을 얻었다고 하였다. 본 연구에서는 고식적 유합술군의 경우 약 41.7%의 정복율을 보였고, MIS TLIF 군의 경우 약 31.8%의 정복율을 보여 기존 연구들보다 정복율이 다소 낮았는데 이는 수술 중 전위 정복의 방법에서 오는 차이로 생각된다. 본 연구는 저도 전위의 척추 전방 전위증 환자만을 대상으로 하였고, 연구에 포함된 모든 환자의 경우 고식적 유합술군과 MIS TLIF 군 모두에서 체위 정복과 추체간 유합술 시행 중 추간판 신연에 의한 정복만을 사용하였고 정복 나사못을 사용한 추가적인 정복을 시도하지 않았기 때문에 추정할 수 있다. 이론적으로는 전위의 정복은 바람직하며 추간공의 간접 압박이나 시상면 정렬의 회복에 도움을 줄 수 있다.^{12,14)} Wegmann 등¹⁵⁾은 전위의 정복 정도와 임상적 결과가 양의 상관 관계가 있었다고 하였으나, Benli 등¹⁶⁾은 전위의 정복을 통한 추가적인 임상적 결과의 향상은 없었다고 하였다. Tay 등¹⁴⁾도 수술 중 전위의 정복이 임상적 결과를 향상 시키지 못했음을 보고하여 전위의 정복이 반드시 필요하지 않음을 주장하였다. 본 연구에서는 체위 정복과 추체간 케이지 삽입에 의한 전위의 정복만을 시행하였고 정복 나사못을 사용한 추가적인 정복은 시도하지 않았는데 이러한 연구들과 대체로 일치한다고 할 수 있겠다. 본 연구에서는 협부형 전방 전위증 환자가 각 군별로 포함되어 있으나 이를 고려한 다변량 분석에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 또한 본

연구는 다분절 유합술을 제외하고 오직 단분절 유합술만을 대상으로 하여 연구하였는데 분절에 따른 전위 정복 정도는 통계학적인 차이를 보이지 않았다($p=0.583$).

Barbagallo 등^{7,8)}은 전위의 정복 정도와 술자의 수술 숙련도가 관계있다고 하면서 수술 숙련도가 증가하면 전위의 정복 정도도 증가하였다고 보고하였고 전위의 정복을 시도하기 전에 양측성 접근에 의한 횡단(traversing) 및 탈출(exiting) 신경근의 직접 압박이 안전한 방법이라고 하였다. 본 연구에서는 술자의 숙련도에 따른 오류를 배제하고자 처음 연구를 계획할 때부터 술자가 최소 침습 유합술을 시작한 후 초기 5예의 환자는 제외하고 대상 환자를 선정하였으며 이를 바탕으로 분석하였다. 또한 숙련도가 전위 정복의 정도에 미치는 결과를 추가로 분석하고자 술자가 최소 침습 유합술을 시작한 초기 1년 환자를 추가로 제외하고 75예를 대상으로 한 분석을 추가로 시행하였는데 정복의 정도에서 처음 연구의 결과와 유사하게 정복의 정도에 있어서 유의한 차이를 보여서($p=0.011$), 술자의 숙련도가 정복의 정도에 큰 영향을 주지는 않은 것으로 생각할 수 있었다. 본 연구에 포함된 환자 중 일측성 MIS TLIF 군에 포함된 환자에서 수술 후 증상이 없었던 반대편 하지로의 방사통이 새롭게 발생된 환자가 한 명 있었으며 신경 차단술 및 약물 치료로 증상의 호전을 보였다. 이에 저자들은 척추전방 전위증에서 일측성 MIS TLIF 만으로 반대편 추간공에 대한 압박이 충분하지 않을 수도 있음을 경험하였고, 수술 전MRI에서 반대편 추간공의 협착을 보이는 일부의 환자들에게 양측성 접근법에 의한 반대편의 직접 압박을 시도하게 되었다. 이에 저자들은 두 방법 간에 전위 정복의 정도에 차이가 있는지에 대하여 연구하게 되었다.

Oh 등⁹⁾은 일측성 MIS TLIF과 일측성 고식적 요추 추체간 유합술의 방사선학적 결과를 분석한 연구에서 전위 정복의 정도를 비교하였는데 유의한 차이를 보이지 않았다고 보고하였다. 하지만 고식적 유합술군에서 45.4%의 전위 정복율을 보였고 MIS TLIF 군에서 32.9%의 정복율을 보였다고 보고하면서 연구에 포함된 환자의 수가 적어 비록 통계학적인 유의성을 찾지는 못했으나($p=0.318$) 고식적 유합술군에서 정복의 정도가 우수한 경향을 보였다고 하였다. 본 연구에서는 척추 전방 전위증에서 고식적 유합술군은 MIS TLIF 군보다 정복의 정도에서 통계학적으로 우수하였는데 이는 연구에 포함된 환자의 수가 좀 더 많아서 통계학적인 유의성을 보인 것으로 생각된다. 고식적 유합술군의 경우는 양측성으로 광범위한 연부 조직의 박리와 후관절의 절제를 포함한 골조직의 충분한 압박을 통하여 분절 간의 움직임을 수술 중에 좀더 얻을 수 있어서 MIS TLIF 군에 비하여 전위의 정복이 우수하였다고 생각할 수 있다.

본 연구에서는 고식적 유합술군과 MIS TLIF 군 모드를 포함하여 케이스를 일측성에 삽입한 군과 양측성으로 삽입한 군으

로 나누어 분석도 시행했으나 전위 정복의 정도와 수술 후 1년에 측정된 정복의 유지 정도에 있어서 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.283$). 이는 정복의 유지를 위한 목적이라면 양측에 케이스를 삽입하는 것이 의미가 없을 수도 있음을 의미하나 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구에서는 고식적 유합술군과 MIS TLIF 군과의 유합율의 분석에서는 비록 통계학적으로 유의하지 않았으나($p=0.118$), 고식적 수술군에서 86.4%, 최소침습 수술군에서 72.2%로 고식적 수술군에서 다소 우수한 경향을 보였다. 하지만 본 연구에서의 유합율은 다른 연구와 비교하여 다소 낮은 수준이다. Park 등²⁾은 척추전방 전위증 40명에 대한 MIS TLIF의 결과에서 100%의 유합율을 보였다고 하였고, Scheufler 등¹⁷⁾도 94%의 유합율을 보였다고 보고하였다. Wang 등¹⁸⁾은 MIS TLIF과 고식적 유합술과의 비교에서 유합율에 차이가 없었다고 보고하였다. 하지만 유합율의 판정에 있어서는 유합에 대한 정의가 각 연구 별로 다를 수 있으므로 해석에 유의해야 하고 단순 비교하기는 어려울 수 있다.¹⁹⁾ 본 연구에서는 수술 후 1년에 시행한 굴곡 신연 영상에서 오차 범위를 고려하여 3도 이하의 각 움직임(angular motion), 3 mm 이하의 전위가 없는 경우, 골교(bony bridge)가 형성된 경우를 유합으로 판정하였고 의심되는 경우에는 CT를 시행하여 골교의 형성이 확인된 경우를 유합으로 판정하였는데¹¹⁾ 이는 타 연구에 비하여 비교적 엄격한 기준이며 따라서 기존 연구와 비교하여 상대적으로 유합율이 낮게 나온 것으로 생각할 수 있다. 또한 본 연구에 포함된 환자들은 국소골과 동종골만을 사용하였는데 기존 타 연구들에서는 골형성단백(Bone morphogenetic protein, BMP)을 사용한 환자들이 포함되어 있으므로 이로 인하여 본 연구의 유합율이 다소 낮게 나온 것으로 해석할 수도 있겠다.¹⁹⁾ MIS TLIF 군 안에서 일측성 MIS TLIF 군과 양측성 MIS TLIF 군 간의 비교에서도 유합율은 69.2%와 80%로 비록 통계학적인 유의성은 없었으나($p=0.524$), 양측성군이 약간 우수한 경향을 보였다. 이는 양측성 접근에 의하여 반대편에 대한 골성 구조물을 제거한 후 여기에서 나오는 자가 국소골의 양에 차이가 있어서 발생한 것으로 생각해 볼 수 있겠으나 양측성 MIS TLIF 군의 숫자가 적어서 해석에 유의해야 할 것으로 생각된다. 고식적 유합술군과 양측성 MIS TLIF 군을 모두 포함하여 양측성군과 일측성 MIS TLIF 군을 비교한 결과에서는 각각 85.2%와 69.2%로 역시 통계학적인 의미는 없었으나($p=0.097$), 양측성 접근군이 일측성 MIS TLIF 군보다 우수한 경향을 보여 자가 국소골의 채취량이 어느 정도 유합율에 영향을 주었을 가능성을 배제할 수 없다고 생각된다.

본 연구의 제한점으로는 후향적 연구라는 점을 우선 들 수 있으며 이로 인한 선택적 오류의 가능성이 있다. 환자가 무작위

배정되지 않았다는 점과 수술 후 1년까지 추시되었던 환자만을 대상으로 했고 수술 후 1년 미만에 합병증으로 재수술을 받은 환자는 모두 제외하였으므로 이로 인한 선택적 오류의 가능성을 고려해야 할 것이다. 또 다른 제한점은 임상적 결과가 아닌 방사선학적인 결과만을 분석했다는 점이다. 실제로 전위 정복의 정도가 임상적 결과와 일치하지 않을 수 있으며 이로 인하여 결과의 해석에 유의해야 할 것이다.

그러나 몇 가지 제한점에도 불구하고 본 연구에서는 고식적 요추 추체간 유합술이 최소 침습 요추 추체간 유합술보다 우수한 전위의 정복을 보였으며 MIS TLIF 군 내에서는 양측성 MIS TLIF 군과 일측성 MIS TLIF 군 사이의 전위의 정복 정도는 차이가 없었다. 유합술의 분석에서는 비록 통계학적으로 유의하지 않았으나 고식적 유합술군에서 MIS TLIF 군보다 유합율이 다소 우수한 경향을 보였다. 향후 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결론

척추 전방 전위증에서 전방 전위 정복의 정도는 고식적 요추 유합술이 최소 침습 유합술 보다 우수하였으나, 그 정복의 소실율은 두 군간에 차이가 없었다. 최소 침습군 내에서 양측성군과 일측성군 사이에 전방 전위의 정복 정도는 차이가 없었다. 고식적 유합술군을 포함하여 전체적으로 분석했을 경우에는 일측성 접근법보다 양측성 접근법에 의한 정복의 정도가 우수하였다. 통계학적으로 유의하지는 않았으나 고식적 유합술군에서 최소 침습 유합술군보다 유합율이 다소 우수한 경향을 보였다.

REFERENCES

1. Yan DL, Pei FX, Li J, et al. Comparative study of PILF and TLIF treatment in adult degenerative spondylolisthesis. *Eur Spine J*. 2008;17:1311-6.
2. Park P, Foley KT. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion with reduction of spondylolisthesis: technique and outcomes after a minimum of 2 years' follow-up. *Neurosurg Focus*. 2008;25:E16.
3. Schwender JD, Holly LT, Rouben DP, et al. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF): technical feasibility and initial results. *J Spinal Disord Tech*. 2005;18(Suppl):1-6.
4. Holly LT, Schwender JD, Rouben DP, et al. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion: indications, technique, and complications. *Neurosurg Focus*. 2006;20: E6.
5. Park Y, Ha JW, Lee YT, et al. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion for spondylolisthesis and degenerative spondylosis: 5-year results. *Clin Orthop Relat Res*. 2014;472:1813-23.
6. Park Y, Ha JW, Lee YT, et al. Surgical outcomes of minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion for the treatment of spondylolisthesis and degenerative segmental instability. *Asian Spine J*. 2011;5:228-36.
7. Barbagallo GM, Piccini M, Alobaid A, et al. Bilateral tubular minimally invasive surgery for low-dysplastic lumbosacral lytic spondylolisthesis (LDLLS): analysis of a series focusing on postoperative sagittal balance and review of the literature. *Eur Spine J*. 2014;23(Suppl):705-13.
8. Barbagallo GM, Certo F, Sciacca G, Albanese V. Bilateral tubular minimally invasive approach for decompression, reduction and fixation in lumbosacral lytic spondylolisthesis. *Neurosurg Focus*. 2013;35(Suppl):Video 9.
9. Oh CH, Ji GY, Jeon JK, et al. Slip reduction rate between minimal invasive and conventional unilateral transforaminal interbody fusion in patients with low-grade isthmic spondylolisthesis. *Korean J Spine*. 2013;10:232-6.
10. Min SH, Lee DH. Minimally Invasive transforaminal lumbar interbody fusion in patients with low grade spondylolisthesis: Comparison of the unilateral and bilateral approaches. *J Korean Orthop Assoc*. 2009;44:429-35.
11. Burkus JK, Foley K, Haid RW, et al. Surgical interbody research group-radiographic assessment of interbody fusion devices: fusion criteria for anterior lumbar interbody surgery. *Neurosurg Focus*. 2001;10:E11.
12. Pan J, Li L, Qian L, et al. Spontaneous slip reduction of low-grade isthmic spondylolisthesis following circumferential release via bilateral minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion: technical note and short-term outcome. *Spine (Phila Pa 1972)*. 2011;36:283-9.
13. Tsahtsarlis A, Wood M. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion and spondylolisthesis. *J Clin Neurosci*. 2012;19:858-61.
14. Tay KS, Bassi A, Yeo W, et al. Intraoperative reduction does not result in better outcomes in low-grade lumbar spondylolisthesis with neurogenic symptoms after minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion-a 5-year follow-up study. *Spine J*. 2016;16:182-90.

15. Wegmann K, Gundermann S, Siewe J, et al. Correlation of reduction and clinical outcome in patients with degenerative spondylolisthesis. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2013;133:1639–44.
16. Benli IT, Çiçek H, Kaya A. Comparison of sagittal plane realignment and reduction with posterior instrumentation in developmental low or high dysplastic spondylolisthesis. *Kobe J Med Sci.* 2006;52:151–69.
17. Scheufler KM, Dohmen H, Vougioukas VI. Percutaneous transforaminal lumbar interbody fusion for the treatment of degenerative lumbar instability. *Neurosurgery.* 2007;60(Suppl):203–12.
18. Wang J, Zhou Y, Zhang ZF, et al. Comparison of one-level minimally invasive and open transforaminal lumbar interbody fusion in degenerative and isthmic spondylolisthesis grades 1 and 2. *Eur Spine J.* 2010;19:1780–4.
19. Wu RH, Fraser JF, Härtl R. Minimal access versus open transforaminal lumbar interbody fusion: meta-analysis of fusion rates. *Spine (Phila Pa 1972).* 2010;35:2273–81.

척추 전방 전위증에서 일측성 접근을 통한 최소 침습 경추간공 요추 추체간 유합술로 충분한 정복 및 유합을 얻을 수 있는가?: 고식적 요추 추체간 유합술 및 양측성 최소 침습 요추 추체간 유합술과의 방사선학적 결과 비교

구기형 • 이장연 • 김재현

동국대학교 의과대학 정형외과학교실

연구 계획: 후향적 연구

목적: 일측성 최소 침습 경추간공 요추 추체간 유합술(MIS TLIF), 양측성 MIS TLIF과 고식적 접근법을 통한 경추간공 요추 유합술의 방사선학적 결과를 분석하고자 하였다.

선행 문헌의 요약: 일측성 최소 침습 경추간공 요추 추체간 유합술(MIS TLIF), 양측성 MIS TLIF과 고식적 접근법을 통한 경추간공 요추 유합술의 전위 정복 정도와 유합율을 분석한 연구는 많지 않다.

대상 및 방법: 2007년 3월부터 2015년 5월까지 단분절 척추 전방 전위증으로 요추 추체간 유합술을 받고 1년 이상 추시가 가능하였던 80명을 대상으로 하였다. 고식적 유합술을 시행받은 환자가 44명, 양측성 최소 침습 유합술을 시행받았던 환자가 10명, 일측성 최소 침습 유합술을 시행받았던 환자가 26명이었었다. 수술 전, 수술 후 2 주 및 12개월에 단순 방사선 영상을 시행하였다. 정복의 정도, 요추 전만각, 수술 분절의 유합을 분석하였다.

결과: 세 군 모두에서 수술 후 유의한 전위 정복을 얻을 수 있었다. 수술 후 2주에 시행한 단순 방사선 영상에서 척추 전방 전위의 정복 정도에서 유의한 차이를 관찰할 수 있었고 ($p=0.015$), 고식적 유합술군($41.66 \pm 15.98\%$)이 양측성군과 일측성군을 포함한 MIS TLIF 군($31.76 \pm 14.42\%$) 보다 우수하였다 ($p=0.01$). MIS TLIF 군 내에서 양측성군과 일측성군 사이의 유의한 차이는 없었다 ($37.61 \pm 15.0\%$, $29.5 \pm 13.82\%$, $p=0.148$). 세 군간에 요추 전만각의 유의한 차이는 없었다. 수술 후 1년에 측정한 정복의 유지 정도 및 수술 분절의 유합율은 세 군간에 유의한 차이가 없었다.

결론: 저도 척추 전방 전위증에서 고식적 요추 유합술은 최소 침습 유합술 보다 정복의 정도에서 우수하였으나, 유합율의 차이는 유의하지 않았고, 최소 침습군 내에서 양측성군과 일측성군 사이의 전방 전위의 정복 정도나 정복의 유지 정도에 있어서 유의한 차이는 없었다.

색인 단어: 요추, 척추 전방 전위증, 최소 침습 경추간공 요추 추체간 유합술, 전위 정복, 유합율

약칭 제목: 척추 전방 전위증에서의 MIS TLIF

접수일: 2017년 4월 7일

수정일: 2017년 4월 10일

게재확정일: 2017년 6월 1일

교신저자: 구기형

경기도 고양시 일산동구 동국로 27 동국대학교 일산병원 정형외과학교실

TEL: 031-961-7294

FAX: 031-961-7290

E-mail: drkookh@gmail.com