

Minimal Invasive Surgery for Lumbar Spine Problems

최소 침습적 외측 요추간 유합술: 적응증, 결과, 합병증

소재완 • 이재철^{*✉}

순천향대학교 부속 천안병원 정형외과, *순천향대학교 부속 서울병원 정형외과, 척추센터

Minimally Invasive Lateral Lumbar Interbody Fusion: Indications, Outcomes and Complications

Jaewan Soh, M.D. and Jae Chul Lee, M.D.^{*✉}

Department of Orthopedic Surgery, Soonchunhyang University Cheonan Hospital, Cheonan,

*Department of Orthopedic Surgery and Spine Center, Soonchunhyang University Seoul Hospital, Seoul, Korea

The aim of this review was to evaluate minimally invasive lateral lumbar interbody fusion on the latest update. Lumbar interbody fusion was introduced recently. This study performed, a literature review of the indications, clinical outcomes, fusion rate, and complications regarding recently highlighted minimally invasive lateral lumbar interbody fusion. The indications of lateral lumbar interbody fusion are similar to the conventional anterior and posterior interbody fusion in degenerative lumbar diseases. In particular, lateral lumbar interbody fusion is an effective minimally invasive surgery in spinal stenosis, degenerative spondylolisthesis, degenerative adult deformity, degenerative disc disease and adjacent segment disease. In addition, the clinical outcomes and fusion rates of lateral lumbar interbody fusion are similar compared to conventional lumbar fusion. On the other hand, non-specific complications including hip flexor weakness, nerve injury, vascular injury, visceral injury, cage subsidence and pseudohernia have been reported. Lateral lumbar interbody fusion is a very useful minimally invasive surgery because it has advantages over conventional anterior and posterior interbody fusion without many of the disadvantages. Nevertheless, nonspecific complications during lateral lumbar interbody fusion procedure remain a challenge to be improved.

Key words: lumbar, degenerative lumbar disease, lateral lumbar interbody fusion

서론

퇴행성 요추부 질환의 수술적 치료에 추체간 유합술은 유용한 수술법이다. 추체간 유합술의 방법 중 외측 요추체간 유합술(lateral lumbar interbody fusion)은 옆구리를 통해 복막 뒤쪽으로 접근하고 요근을 통과하여 추체의 외측으로 전방 추체간 유합술을 할 수 있는 최소 침습적 수술법이다. 개발한 기구 회사의 상품명

에 따라 극외측 추체간 유합술(eXtreme Lateral Interbody Fusion [XLIF]; NuVasive Inc., San Diego, CA, USA) 또는 직접 외측 추체간 유합술(direct lateral interbody fusion [DLIF]; Medtronic, Memphis, TN, USA)로도 불린다. 이는 2003년 Bertagnoli와 Vazquez¹⁾가 전외측 경요근 접근법(anterolateral transpsoas approach)이라는 신 기술을 발표한 이후 지속적으로 발전하여 2006년 Ozgur 등²⁾이 요추 전방 유합술의 새로운 수술 방법으로 극외측 추체간 유합술을 발표하면서 최소 침습적 외측 요추체간 유합술이 주목을 받기 시작했다. 현재 외측 요추체간 유합술을 위한 최소 침습적 수술 기구들이 다양하게 개발되었으나 국내에는 의료 보험의 저수가로 인해 DLIF 체계(DLIF system; Medtronic)만 도입되어 있다.

외측 요추체간 유합술은 최소 침습적 수술이기 때문에 연부조직 손상이 적고, 수술 중 출혈량이 적으며, 회복이 빨라 재원 기

Received August 29, 2018 Revised October 4, 2018

Accepted October 15, 2018

✉Correspondence to: Jae Chul Lee, M.D.

Department of Orthopedic Surgery and Spine Center, Soonchunhyang University Seoul Hospital, 59 Daesagwan-ro, Yongsan-gu, Seoul 04401, Korea

TEL: +82-2-709-9250 FAX: +82-2-794-9414 E-mail: jlee@schmc.ac.kr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8272-6723>

간의 단축 및 재활 기간이 짧은 장점이 있다. 또한 후관절, 척추 주위 근육 등 해부학적으로 중요한 후방 구조물을 보존할 수 있다.^{2,3)} 그리고 고식적 전방 추체간 유합술 시 발생할 수 있는 합병증의 가능성이 적으며, 후방 추체간 유합술에 비해 외측 요추간 유합술에 사용하는 케이지(cage)가 더 커서 추간판 높이를 효과적으로 복원하여 신경관을 간접적으로 감압시킬 수 있고, 접촉하는 면적이 넓어서 유합도 효과적이다.³⁾ 또한 요추부 퇴행성 변형에서 시상면과 관상면의 균형을 효과적으로 교정할 수 있다.⁴⁾

초기에 외측 요추체간 유합술의 적응증은 퇴행성 추간판 질환 정도로 제한적이었으나 현재는 발전을 거듭하여 그 적응증이 확대되었고, 그 임상 결과에 대해서도 고식적 수술 방법과 비교하여 많은 결과가 소개되고 있다. 하지만 이 수술법에 대한 합병증들도 보고되고 있어 외측 요추체간 유합술에 대한 평가는 진행되고 있는 중이다.

적응증 및 금기증

외측 요추체간 유합술은 기본적으로 기존의 추체간 유합술과 그 적응증이 동일하나 그 범위는 제1 요추부터 제5 요추까지로 제한되어 있다. 수술할 부위가 제2-3 요추부보다 상위일 경우 늑골이, 제4-5 요추부보다 하위일 경우 장골능이 접근에 방해가 되기 때문이다.

외측 요추체간 유합술의 적응증으로는 척추관 협착증, 척추 전방 전위증, 팽윤형 추간판 탈출증, 퇴행성 척추 측만증, 척추 후만증, 퇴행성 추간판 질환, 인접 분절 퇴행성 질환, 불유합으로 인한 가관절증 등이 있다.⁴⁾

그러나 골절이나 악성 종양 등 종반의 손상이 있어 케이지나 이식골을 위한 적절한 지지대 역할을 하지 못하는 경우, 심한 골다공증 환자, 감염, 계실염(diverticulitis) 등 후복막 염증 또는 질환이 있는 경우, 이전에 후복막 수술을 했던 경우는 적응이 되지 않는다.⁵⁾ 또한 외측 접근법으로 신경관에 대한 직접 감압이나 탈출된 추간판 조각의 제거를 할 수 없기 때문에 탈출형 혹은 유리형(sequestered) 추간판 탈출증에서도 적응이 되지 않는다(Table 1).

1. 척추관 협착증

중심성 및 추간공 척추관 협착증에서 외측 요추체간 유합술을 시행하면 추간판 높이를 상승시키면서 추간공(neural foramen)을 증가시키고 황색 인대를 신장시켜 중심 신경관(central canal)이 상대적으로 넓어지면서 신경을 간접적으로 감압하는 효과가 있다(Fig. 1).²⁾ Oliveira 등³⁾은 외측 요추간 유합술을 시행하면 추간판 높이가 42%, 추간공 높이가 14%, 추간공 면적이 25%, 척추관 직경이 33% 증가한다고 하였다.

하지만 Yang 등⁶⁾은 척추관 협착증 환자에서 외측 요추간 유합술을 시행한 후 수술 과정에서 척추 조영술을 시행하여 그 결과

를 평가하였는데 대다수는 외측 요추간 유합술을 시행하고 만족스러운 간접 감압(indirect decompression)을 얻었으나 일부는 만족스러운 간접 감압을 얻지 못하여 후방에서 감압술을 시행하였다고 하였다. 이는 황색 인대가 과도하게 비후되어 있었거나 삽입된 케이지의 크기가 작아서 추간판 높이 회복이 만족스럽지 못한 경우였다고 분석하였다.

2. 퇴행성 척추 전방 전위증

척추 전방 전위증 중에서 퇴행성 척추 전방 전위증은 추간판 또는 후관절의 퇴행성 변화로 인하여 불안정성이 초래되면서 발생한다. 추체가 전방으로 전위되면서 추간판 높이는 감소하고 척추관 및 추간공이 좁아지며 후관절이 신경을 압박하는 것이 병리이다. 따라서 수술의 목적은 압박된 신경을 감압해주고 감소된 추간판 높이를 회복해주며 해당 분절을 정렬하여 안정적으로 유지해 주는 것이다. 고식적으로는 후방에서 감압술을 시행하고 추체간 유합술을 시행했다. Pawar 등⁷⁾은 고식적인 후방 추체간 유합술과 최소 침습적 외측 요추체간 유합술을 임상적, 방사선적으로 비교하였는데 추간판 높이 회복은 최소 침습적 외측 요추체간 유합술이 고식적인 후방 추체간 유합술보다 더 결과가 좋았고 시상 정렬 및 최종 임상 결과는 두 군 간에 큰 차이는 없었다고 하였다. 또한 Goyal 등⁸⁾은 퇴행성 척추 전방 전위증을 외측 요추체간 유합술로 치료한 결과에 대해서 메타 분석을 시행하였는데 방사선적 결과, 유합률, 임상 결과 모두 유용하다고 하였다.

3. 퇴행성 척추 변형

퇴행성 척추 변형의 수술적 치료에 있어서 신경관 감압과 변형 교정을 위해 장분절 교정을 시행해야 하는데 대부분이 고령이고 수술 범위가 크다 보니 장시간 마취로 인한 대량 출혈 및 내과적

Table 1. Indications and Contra-Indications for Lateral Lumbar Interbody Fusion

Indications
Spinal stenosis – central, foraminal
Degenerative spondylolisthesis
Degenerative adult deformity
Degenerative disc disease
Adjacent segment disease
Contraindications
Endplate fracture
Severe osteoporosis
Active infection
Past history of retroperitoneal infection or surgery
Sequestered herniated intervertebral disc



Figure 1. (A) Preoperative T2-weighted magnetic resonance (MR) sagittal image shows spinal foraminal stenosis due to a narrowing of the disc height on L3–4 (arrow). (B) Preoperative T2-weighted MR sagittal image shows spinal central stenosis due to hypertrophy of ligament flavum on L3–4 (arrow). (C) After lateral lumbar interbody fusion and posterior percutaneous screw fixation, the T2-weighted MR sagittal image shows widening of foramen due to restoration of disc height on L3–4 (arrow). This shows indirect foraminal decompression. (D) After lateral lumbar interbody fusion and posterior percutaneous screw fixation, the T2-weighted MR sagittal image shows widening of the neural canal due to distraction of ligament flavum on L3–4 (arrow). This shows indirect central decompression.

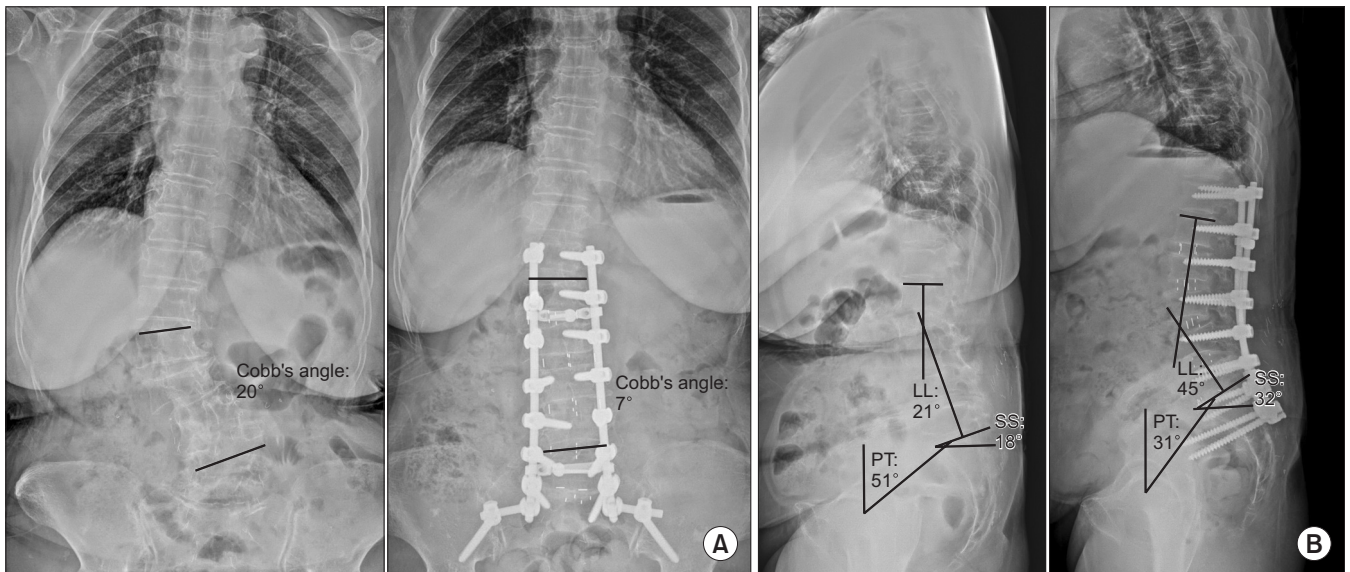


Figure 2. (A) Preoperative and postoperative whole spine anterolateral standing plain X-rays show degenerative scoliosis on lumbar spine was corrected. (B) Preoperative and postoperative whole spine lateral standing plain X-rays show that the degenerative kyphosis on lumbar spine had been corrected. LL, lumbar lordosis; SS, sacral slope; PT, pelvic tilt.

합병증 등으로 수술적 치료가 위험한 경우가 많다.

이러한 위험성에, 외측 요추체간 유합술은 최소 침습적 수술로서 척추 변형을 교정할 수 있다(Fig. 2). Dakwar 등⁹⁾은 퇴행성 척추 측만증의 치료로 외측 요추체간 유합술을 시행하여 방사선적, 임상적으로 만족할 만한 결과를 얻었다고 하였다. Acosta 등¹⁰⁾도 직접 측방 경요근 접근법(direct lateral transposas approach)으로 수술한 퇴행성 측만증 환자들을 대상으로 관상면과 시상면 재정렬에 대한 분석을 하였는데, 관상면 교정은 통계적 의의가 있었으

나 시상면 회복은 통계적 유의성이 없다고 하였다. 하지만 Pawar 등⁴⁾은 관상면 변형 교정뿐만 아니라 시상면 변형 교정에도 좋은 결과를 얻었다고 하였고, Park 등¹¹⁾도 퇴행성 척추 변형 환자에서 고식적인 후방 수술과 외측 요추체간 유합술 시행 후 후방 고정을 시행한 군과의 비교하였고 시상면 교정 및 임상 결과가 큰 차이가 없어 외측 요추체간 유합술이 시상면 교정에 효과적이라고 하였다.

그러나 최소 침습적 수술 방법으로 이러한 관상면과 시상면을

모두 만족스럽게 교정하는 것에는 한계가 있다. 이에 Mummaneni 등¹²⁾은 퇴행성 척추 변형의 최소 침습적 치료를 적용할 수 있는 지침을 만들고자 환자의 변형 정도에 따라 수술적 치료 방법 접근의 순서도(algorithm)를 제시하였다. 방사선적으로 환자의 시상축(sagittal vertical axis)이 6 cm 이내, 골반 경사(pelvic tilt) 25도 이내, 골반 부각과 요추 전만각 차이(pelvic incidence-lumbar lordosis mismatch)가 30도 이내이고, 또는 흉추부 후만각이 60도 이내 일 때 최소 침습적 수술로 시상면 교정을 해도 효과적이라고 하였다.

4. 퇴행성 추간판 질환

요추부 퇴행성 추간판 질환은 요추부의 병적 운동성, 부정렬, 진행되는 변형, 그리고 척추관 협착증 등과 관련된 만성 요통의 흔한 원인이다. 또한 심한 추간판 퇴행성 변화는 분절 운동의 악화와 관련이 있다. 치료는 보존적 또는 수술적 치료를 시행하는데, 치료의 목적은 비정상적인 분절 불안정성과 통증을 경감시키는 데 있다. 보존적 치료로 통증이 호전되지 않는 심한 퇴행성 추간판 질환에서는 요추부 유합술을 시행하는데, 특히 추체간 유합술은 후외측 유합술보다 병인을 제거하는 효과가 있고 유합률이 높아서 수술적 치료 방법으로 적합하다. 추체간 유합술 중에서 전방 추체간 유합술은 접근 과정에서 혈관 손상, 장기 손상, 교감 신경절의 손상 등의 합병증이 발생할 수 있고 수술 후 장 폐색이 잘 발생한다는 단점이 있다. 또한 후방 추체간 유합술은 접근 과정에서 위험 구조는 없지만 척추 주위 근육을 박리하면서 근육 및 근육으로 가는 신경이 손상될 수 있고 신경 압박 및 기구 삽입 과정에서 경막 파열 또는 신경근 손상이 발생할 수 있다는 단점이 있다. 외측 요추체간 유합술은 이러한 단점들을 보완한 최소 침습적 수술법으로서 추체간 유합술을 시행할 수 있다.

5. 인접 분절 퇴행성 질환

요추부 퇴행성 질환의 수술적 치료로 요추부 유합술이 많이 시행되고 있다. 요추부 유합술로 견고한 유합술이 이루어진 후에는 가동 분절 수의 감소로 인해 인접 분절의 과도한 운동 부하와 응력의 집중이 초래되고 유합 인접 분절의 퇴행성 변화가 가속화되어 결국 인접 분절 퇴행성 질환이 초래된다.

이러한 인접 분절 퇴행성 질환이 발생하면 수술적 치료로서 일반적으로 후방에서 압박술을 시행하고 기존의 기기에 연장을 해서 기기 고정을 시행한다. 하지만 수술 과정에서 최초 수술로 인한 반흔 조직 때문에 수술 부위의 접근이 어렵고, 출혈량이 증가하며 경막 손상, 수술 부위 감염, 그리고 척추 주위 근육의 위축 및 기능 부전까지 초래하게 된다. 이에 Louie 등¹³⁾은 인접 분절 퇴행성 질환이 발생한 환자에서 최소 침습 수술로서 외측 요추체간 유합술을 시행하여 케이지 단독 삽입만으로도 만족스러운 결과를 얻었다고 하였다. 또한 Metzger 등¹⁴⁾은 사체를 이용한 생역학

적 실험에서 외측 요추체간 유합술을 시행하여 케이지 단독 고정만으로도 충분한 안정성과 고정력이 있다고 하였는데 그 이유는 외측 요추체간 유합술에 이용하는 케이지가 접촉면이 넓고 요추부의 전, 후방 인대를 모두 보존할 수 있기 때문이라고 하였다.

결 과

1. 임상 결과

외측 요추체간 유합술의 수술적 목적은 추간판 높이를 회복시켜서 추간공을 확장시키고 구부러진 황색 인대를 펴서 신경관의 간접적인 압박을 얻는 것에 있다.

Rodgers 등¹⁵⁾은 퇴행성 요추부 질환 환자 600명을 대상으로 외측 요추체간 유합술을 시행하였는데 임상적으로 visual analogue scale (VAS) 점수는 수술 직후 65%에서 호전되었고 1년 이상 추시상 86.7%에서 호전되었다고 하였다. 또한 Kotwal 등¹⁶⁾도 퇴행성 요추부 질환으로 외측 요추체간 유합술을 시행 받은 118명의 환자를 대상으로 수술 전과 비교하여 수술 직후 VAS는 53%, Oswestry Disability Index (ODI)는 43%, 12-Item Short Form Survey (SF-12)는 41% 호전되었다고 하였다.

Malham 등¹⁷⁾은 퇴행성 요추부 질환에서 전방 요추체간 유합술과 외측 요추체간 유합술을 시행한 환자의 임상 결과를 후향적으로 비교 분석하였다. 전방 요추체 유합술을 시행한 군에서는 수술 전에 비해 수술 직후 요통과 하지 방사통의 VAS 점수는 각각 64%, 65% 향상되었고, ODI는 60% 향상되었으며, SF-36은 신체적 부분이 44%, 정신적 부분이 26% 향상되었다. 외측 요추체간 유합술을 시행한 군에서는 요통과 하지 방사통에 대한 VAS 점수는 각각 56%, 57% 향상되었고, ODI는 52% 향상되었으며, SF-36은 신체적 부분이 48%, 정신적 부분이 12% 향상되었다고 하였다. 두 군은 모두 임상 결과는 유의하게 향상되었으나, 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이는 없다고 하였다.

Keorochana 등¹⁸⁾은 퇴행성 요추부 질환에서 최소 침습적 경추간공 요추체간 유합술과 외측 요추체간 유합술을 시행한 환자들의 임상 결과를 메타 분석하였는데, 경추간공 요추체간 유합술이 외측 요추체간 유합술보다 요통과 하지 방사통에 대한 VAS 점수와 ODI에서 보다 향상된 결과를 보였으나 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다고 하였다.

2. 유합률

요추 유합술을 시행하면, 불유합이 발생할 수 있다. Bono와 Lee¹⁹⁾는 전방 유합술, 후외측 유합술, 후방 추체간 유합술 등의 수술 방식에 따라, 그리고 자가골, 동종골, 골대체제 등 이식물에 따라 그 유합률을 분석하였는데 최저 85%에서 최고 91%라고 하였다.

외측 요추체간 유합술의 유합률에 대하여, Berjano 등²⁰⁾은 퇴행성 요추부 질환에서 자가골, 골대체제 등을 사용하여 수술하였던

78 분절에 대해 추시 1년째에 68 분절(87.1%)에서 완전 유합을 보였다고 하였으며, Marchi 등²¹⁾은 케이지 단독 삽입만 시행하였어도 추시 1년째에 유합률은 91%라고 하였다.

그리고 외측 요추체간 유합술에 케이지 삽입 후 부가적인 기기 고정 의 필요성에 대해서 Cappuccino 등²²⁾은 사체를 이용한 생역학적 실험을 시행하였다. 케이지 단독 삽입했을 경우 가동 범위가 31.6%였는데 척추경 나사못 고정을 부가적으로 시행하니 가동 범위가 13.0%로 줄어서 부가적인 고정을 하는 것이 안정적인 것이라고 하였다. 또한 Pawar 등⁴⁾도 견고한 요추 유합을 위해서는 부가적인 고정술을 하는 것이 좋다고 하였다.

Malham 등¹⁷⁾은 전방 요추체간 유합술과 외측 요추체간 유합술 간 유합률을 비교하였는데 전방 요추체간 유합술은 수술 후 6개월에 66%, 12개월에 96%, 24개월에 100%의 유합률을 보였고 외측 요추체간 유합술은 수술 후 6개월에 45%, 12개월에 85%, 24개월에 95%의 유합률을 보였으나 두 군 간 통계적 차이는 없다고 하였다.

Keorochana 등¹⁸⁾은 최소 침습적 추간공간 유합술과 외측 요추체간 유합술 간 유합률을 비교하였는데 두 수술 간 유합률에 차이는 없다고 하였다.

합병증

외측 요추체간 유합술도 고식적인 요추부 유합 수술로 발생할 수 있는 수술 전, 수술 중, 수술 후 합병증이 모두 발생할 수 있다. 하지만 수술 방법의 차이 때문에 외측 요추체간 유합술만의 수술 후 발생할 수 있는 합병증은 다음과 같다.

1. 고관절 굴곡근 약화(hip flexor weakness)

외측 요추체간 유합술 시행 후 많이 발생하는 합병증으로 일시적 고관절 굴곡근 약화가 있다. 이는 직접 신경 손상 때문이 아니라 수술 과정에서 요근의 박리로 인한 손상 때문에 발생하는 일시적 약화이다. Tohmeh 등²³⁾은 제3-4 요추부와 제4-5 요추부에 외측 요추체간 유합술을 시행하면서 실시간 근전도 감시를 하였는데 27.5%에서 수술 직후 근력 등급 4등급의 고관절 굴곡근 약화가 왔지만 대부분 2주 이내에 회복되었다고 하였다. 또한 Lee 등²⁴⁾도 동력계(dynamometer)를 이용하여 고관절 굴곡 근력을 측정하였는데 수술 직후에는 고관절 굴곡 근력이 약화되어 있었지만 수술 후 2주째에 수술 전 기저 수준(baseline)으로 회복되었고 3개월째에는 완전히 회복되었다고 하였다.

2. 신경학적 손상(neurologic injury)

외측 요추체간 유합술 시행 후 가장 흔하게 발생하는 합병증으로 서혜부 및 대퇴부 전방 통증 또는 감각 저하와 고관절 굴곡근 약화 등의 신경 손상이 있다. 이는 수술 중 신경 감시를 시행하

더라도 발생할 수 있는데 그 이유는 수술 과정에서 전인기가 요근을 박리하면서 요천추 신경 열기(lumbosacral plexus)가 전인되고 이로 인해 생기는 압력에 의해 허혈성 신경 차단(neurapraxia)이 발생하기 때문이다. 하지만 신경 손상으로 인한 근력 약화인지 수술 과정에서 요근 박리로 인한 손상 때문에 발생하는 일시적 약화인지 구분을 하기가 어려운데 Lykissas 등²⁵⁾은 수술 직후 근력 등급 3등급 이하이거나 4등급의 근력 약화가 6개월 이상 회복이 되지 않는다면 신경 손상이라고 언급을 하였다. Hiji 등²⁶⁾은 외측 요추체간 유합술 후 발생하는 합병증에 대해서 계통적 고찰을 하였는데 가장 많이 발생하는 합병증으로 일시적 신경 손상이 36.07%에서 발생하였다고 하였고, 이 중 지속적 신경 손상은 3.98%에서 발생하였다고 하였다. 또한 Lykissas 등²⁵⁾도 외측 요추체간 유합술 직후 서혜부 및 대퇴부 전방 통증이 38.5%, 감각 저하가 38.0%, 근력 저하가 23.9%에서 발생하였다고 했으나 최소 18개월까지 추시 관찰한 결과 감각 저하는 9.6%에서, 근력 저하는 2.3%에서 남아있었다고 하였다.

3. 혈관 손상(vascular injury)

외측 요추체간 유합술의 장점 중 하나는 전방 요추체간 유합술의 장점을 유지하면서 접근 과정에서 발생할 수 있는 혈관 손상, 장기 손상 등의 합병증을 방지할 수 있다는 점이다. 외측 요추체간 유합술은 접근 과정에서 대혈관을 전인하지만 않는다면 수술 도달 과정에서 손상을 초래하지는 않는다.

비록 발생 가능성이 드물긴 하지만 기기가 파손되면서 또는 케이지 삽입을 잘못하면서 대혈관이 손상되기도 한다. Kueper 등²⁷⁾은 외측 요추체간 유합술 시행 시 혈관 손상 발생 가능성을 환자당 0.056%, 분절당 0.029%의 확률이 있다고 하였다.

4. 장기 손상(visceral injury)

외측 요추체간 유합술의 시행에서 장기 손상은 매우 드물지만 발생하면 생명에 위협을 주는 합병증이다. 이러한 손상을 방지하기 위해서는 접근 과정에서 후복막 공간을 안전하게 확보하고 수술을 진행해야 한다. 이런 장기 손상과는 별개로 수술 후 장폐색(ileus)은 상대적으로 잘 발생한다. Al Maaieh 등²⁸⁾은 외측 요추체간 유합술 후 발생하는 장폐색의 위험 인자에 대해서 분석하였는데 수술 후 장폐색의 발생률은 약 7.0%였으며, 위-식도 역류성 질환이 있는 경우, 후방 기기 고정술을 시행한 경우, 제1-2 요추체간 수술을 시행한 경우 장폐색이 잘 발생한다고 하였다.

5. 케이지 침강(cage subsidence)

케이지 침강은 추체간 유합술을 시행한 후 나타나는 현상으로 그 원인은 명확하지 않으나 생리학적 부하 때문에 발생한다고 추측되고 있다. 케이지 침강이 심하면 전방 주 보강이 소실되면서 불유합, 회복되었던 추간판 높이 소실, 시상면 불균형 등이 초래된다.

Le 등²⁹⁾은 외측 요추체간 유합술을 시행하였던 140명의 환자, 238 분절을 대상으로 폭이 18 mm, 22 mm로 다른 두 개의 케이지에 대하여 1년간 임상적, 방사선적 추시를 하여 비교하였는데 전체 케이지 침강률은 14.3%였다. 3 분절 이상의 장분절 유합일 경우 케이지 침강률이 유의하게 높았고, 18 mm 폭의 케이지는 14.1%의 침강률을 보였으나 22 mm 폭의 케이지는 1.9%의 침강률을 보여 폭이 넓은 케이지의 침강률이 유의하게 낮았다고 하였다. 그리고 유합 분절 및 부가적인 고정 여부에 따른 침강률 차이는 없다고 하였다. 하지만 전체 14.3%의 침강된 환자 중에서 임상적으로 증상이 발생한 경우는 2.1%였고, 전체 케이지 침강 중 70%가 위측 종판으로 침강되었다.

수술 과정에서 추간판 및 종판의 연골을 조심스럽게 제거하여 종판을 손상하지 않는 것이 중요하며 골다공증이 있는 환자에서는 후방 고정을 부가적으로 시행하는 것이 케이지 침강을 줄일 수 있다.

6. 위탈장(pseudohernia)

외측 요추체간 유합술 접근 과정에서 전 복벽의 근육을 지배하는 늑골하 신경(subcostal nerve), 장골 하복 신경(iliohypogastric nerve), 장골 서혜 신경(ilioinguinal nerve) 등의 손상으로 인하여 복직근(rectus abdominis muscle), 외복사근(external oblique muscle), 내복사근(internal oblique muscle), 횡근근막(transverse abdominis fascia) 등이 불완전 마비가 되면서 근육이 돌출되어 나온 모습이 탈장처럼 보인다고 해서 이를 ‘위탈장’이라고 한다.

Dakwar 등³⁰⁾은 외측 요추체간 유합술 후 발생한 복벽의 불완전 마비에 대하여 발표하였는데 그 발생률은 약 1.8%였다. 대부분 수술 후 2-6주 사이에 발견되고 복부 컴퓨터 단층촬영(computed tomography)상에서 탈장이 없음을 확인하여 진단된다고 하였으며 장기 추시에서 후유증은 없다고 하였다.

결 론

외측 요추체간 유합술은 고식적 전방 요추체간 유합술과 후방 요추체간 유합술의 장점을 취합하고 단점을 보완한 최소 침습 수술 방법이다. 또한 추간판 높이 회복으로 추간공과 신경관의 간접 압박을 효과적으로 할 수 있으며 척추 변형의 교정에도 효과적이다. 이러한 장점들 때문에 최근 적응증도 확대되어 퇴행성 요추부 질환에 많이 사용되고 있고 임상 결과나 유합률도 만족스러운 결과들이 보고되고 있다.

하지만 접근 과정에서 발생하는 신경 손상은 비록 요천추 신경 열기의 해부학적 구조를 이해하고 신경 감시를 시행하더라도 아직 중요하게 고려할 점으로 남아 있다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

REFERENCES

1. Bertagnoli R, Vazquez RJ. The Anterolateral TransPsoatic Approach (ALPA): a new technique for implanting prosthetic disc-nucleus devices. *J Spinal Disord Tech.* 2003;16:398-404.
2. Ozgur BM, Aryan HE, Pimenta L, Taylor WR. Extreme Lateral Interbody Fusion (XLIF): a novel surgical technique for anterior lumbar interbody fusion. *Spine J.* 2006;6:435-43.
3. Oliveira L, Marchi L, Coutinho E, Pimenta L. A radiographic assessment of the ability of the extreme lateral interbody fusion procedure to indirectly decompress the neural elements. *Spine (Phila Pa 1976).* 2010;35:S331-7.
4. Pawar A, Hughes A, Girardi F, Sama A, Lebl D, Cammisa F. Lateral lumbar interbody fusion. *Asian Spine J.* 2015;9:978-83.
5. Salzmänn SN, Shue J, Hughes AP. Lateral lumbar interbody fusion-outcomes and complications. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2017;10:539-46.
6. Yang Y, Zhang L, Dong J, et al. Intraoperative myelography in transpsoas lateral lumbar interbody fusion for degenerative lumbar spinal stenosis: a preliminary prospective study. *Biomed Res Int.* 2017;2017:3742182.
7. Pawar AY, Hughes AP, Sama AA, Girardi FP, Lebl DR, Cammisa FP. A comparative study of lateral lumbar interbody fusion and posterior lumbar interbody fusion in degenerative lumbar spondylolisthesis. *Asian Spine J.* 2015;9:668-74.
8. Goyal A, Kerezoudis P, Alvi MA, Goncalves S, Bydon M. Outcomes following minimally invasive lateral transpsoas interbody fusion for degenerative low grade lumbar spondylolisthesis: a systematic review. *Clin Neurol Neurosurg.* 2018;167:122-8.
9. Dakwar E, Cardona RF, Smith DA, Uribe JS. Early outcomes and safety of the minimally invasive, lateral retroperitoneal transpsoas approach for adult degenerative scoliosis. *Neurosurg Focus.* 2010;28:E8.
10. Acosta FL, Liu J, Slimack N, Moller D, Fessler R, Koski T. Changes in coronal and sagittal plane alignment following minimally invasive direct lateral interbody fusion for the treatment of degenerative lumbar disease in adults: a radiographic study. *J Neurosurg Spine.* 2011;15:92-6.

11. Park HY, Ha KY, Kim YH, et al. Minimally invasive lateral lumbar interbody fusion for adult spinal deformity: clinical and radiological efficacy with minimum two years follow-up. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2018;43:E813-21.
12. Mummaneni PV, Shaffrey CI, Lenke LG, et al. The minimally invasive spinal deformity surgery algorithm: a reproducible rational framework for decision making in minimally invasive spinal deformity surgery. *Neurosurg Focus*. 2014;36:E6.
13. Louie PK, Varthi AG, Narain AS, et al. Stand-alone lateral lumbar interbody fusion for the treatment of symptomatic adjacent segment degeneration following previous lumbar fusion. *Spine J*. 2018;18:2025-32.
14. Metzger MF, Robinson ST, Maldonado RC, Rawlinson J, Liu J, Acosta FL. Biomechanical analysis of lateral interbody fusion strategies for adjacent segment degeneration in the lumbar spine. *Spine J*. 2017;17:1004-11.
15. Rodgers WB, Gerber EJ, Patterson J. Intraoperative and early postoperative complications in extreme lateral interbody fusion: an analysis of 600 cases. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011;36:26-32.
16. Kotwal S, Kawaguchi S, Lebl D, et al. Minimally invasive lateral lumbar interbody fusion: clinical and radiographic outcome at a minimum 2-year follow-up. *J Spinal Disord Tech*. 2015;28:119-25.
17. Malham GM, Parker RM, Blecher CM, Chow FY, Seex KA. Choice of approach does not affect clinical and radiologic outcomes: a comparative cohort of patients having anterior lumbar interbody fusion and patients having lateral lumbar interbody fusion at 24 months. *Global Spine J*. 2016;6:472-81.
18. Keorochana G, Setrkraising K, Woratanarat P, Arirachakaran A, Kongtharvonskul J. Clinical outcomes after minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion and lateral lumbar interbody fusion for treatment of degenerative lumbar disease: a systematic review and meta-analysis. *Neurosurg Rev*. 2018;41:755-70.
19. Bono CM, Lee CK. Critical analysis of trends in fusion for degenerative disc disease over the past 20 years: influence of technique on fusion rate and clinical outcome. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004;29:455-63.
20. Berjano P, Langella F, Damilano M, et al. Fusion rate following extreme lateral lumbar interbody fusion. *Eur Spine J*. 2015;24 Suppl 3:369-71.
21. Marchi L, Abdala N, Oliveira L, Amaral R, Coutinho E, Pimenta L. Radiographic and clinical evaluation of cage subsidence after stand-alone lateral interbody fusion. *J Neurosurg Spine*. 2013;19:110-8.
22. Cappuccino A, Cornwall GB, Turner AW, et al. Biomechanical analysis and review of lateral lumbar fusion constructs. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35:S361-7.
23. Tohmeh AG, Rodgers WB, Peterson MD. Dynamically evoked, discrete-threshold electromyography in the extreme lateral interbody fusion approach. *J Neurosurg Spine*. 2011;14:31-7.
24. Lee YP, Regev GJ, Chan J, et al. Evaluation of hip flexion strength following lateral lumbar interbody fusion. *Spine J*. 2013;13:1259-62.
25. Lykissas MG, Aichmair A, Hughes AP, et al. Nerve injury after lateral lumbar interbody fusion: a review of 919 treated levels with identification of risk factors. *Spine J*. 2014;14:749-58.
26. Hijji FY, Narain AS, Bohl DD, et al. Lateral lumbar interbody fusion: a systematic review of complication rates. *Spine J*. 2017;17:1412-9.
27. Kueper J, Fantini GA, Walker BR, Aichmair A, Hughes AP. Incidence of vascular complications during lateral lumbar interbody fusion: an examination of the mini-open access technique. *Eur Spine J*. 2015;24:800-9.
28. Al Maaieh MA, Du JY, Aichmair A, et al. Multivariate analysis on risk factors for postoperative ileus after lateral lumbar interbody fusion. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2014;39:688-94.
29. Le TV, Baaj AA, Dakwar E, et al. Subsidence of polyetheretherketone intervertebral cages in minimally invasive lateral retroperitoneal transpsoas lumbar interbody fusion. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2012;37:1268-73.
30. Dakwar E, Le TV, Baaj AA, et al. Abdominal wall paresis as a complication of minimally invasive lateral transpsoas interbody fusion. *Neurosurg Focus*. 2011;31:E18.

최소 침습적 요추수술

최소 침습적 외측 요추간 유합술: 적응증, 결과, 합병증

소재완 • 이재철^{*✉}

순천향대학교 부속 천안병원 정형외과, *순천향대학교 부속 서울병원 정형외과, 척추센터

최소 침습적 외측 요추체간 유합술의 최신 지견에 대하여 알아보려고 하였다. 아직 도입된 지 얼마 되지 않았으나 근래에 각광받고 있는 최소 침습적 외측 요추체간 유합술에 대한 적응증 및 임상 결과와 유합률, 그리고 합병증에 대하여 문헌 고찰을 하였다. 외측 요추간 유합술의 적응증은 퇴행성 요추부 질환에서 고식적인 전방, 후방 추체간 유합술의 적응증과 거의 유사하다. 특히 척추관 협착증 및 퇴행성 척추 전방 전위증, 퇴행성 척추 변형, 퇴행성 추간판 질환, 인접 분절 퇴행성 질환에서 최소 침습적 수술로서 효과적이다. 또한 고식적 요추부 유합술과 비교하여 임상적 결과 및 유합률이 대등한 것으로 보고되고 있다. 하지만 수술 접근 및 과정에서 발생하는 수술 후 고관절 굴곡근 약화 및 신경 손상, 혈관 손상, 장기 손상, 케이지 침강, 위탈장 등의 비특이적 합병증들이 보고되고 있다. 외측 추체간 유합술은 고식적인 전방 또는 후방 추체간 유합술의 장점을 취합하고 단점을 보완한 수술이며 그 임상 결과나 유합률에도 큰 차이가 없어 퇴행성 요추부 질환의 치료에 최소 침습 수술로서 유용한 치료법이다. 하지만 수술 과정에서 발생하는 비특이적 합병증들을 개선해야 하는 것이 향후 과제이다.

색인단어: 요추부, 퇴행성 요추부 질환, 외측 요추체간 유합술

접수일 2018년 8월 29일 수정일 2018년 10월 4일 게재확정일 2018년 10월 15일

[✉]책임저자 이재철

04401, 서울시 용산구 대사관로 59, 순천향대학교 부속 서울병원 정형외과, 척추센터

TEL 02-709-9250, FAX 02-794-9414, E-mail jlee@schmc.ac.kr, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8272-6723>