

## · 临床研究 ·

# 极外侧椎间融合联合经皮螺钉固定术治疗腰椎退变性疾病的早期疗效及安全性

胡旭栋, 马维虎, 蒋伟宇, 阮超越, 陈云琳  
(宁波市第六医院脊柱外科, 浙江 宁波 315040)

**【摘要】** 目的: 分析极外侧椎间融合(extreme lateral interbody fusion, XLIF)联合经皮椎弓根螺钉固定术治疗腰椎退变性疾病的早期疗效及安全性。方法: 2013 年 1 月至 2014 年 6 月采用极外侧椎间融合术联合经皮椎弓根螺钉固定术治疗腰椎退变性疾病 13 例, 其中腰椎不稳症 8 例, 轻中度腰椎滑脱症 5 例; 男 5 例, 女 8 例; 年龄 56~73 岁, 平均 62.1 岁; 均为单节段融合。记录手术时间、术中出血量和围手术期并发症; 术前及末次随访时采用疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)和功能障碍指数(Oswestry Disability Index, ODI)进行疗效评价; 通过腰椎 X 线片及 CT 扫描评价椎间融合情况及手术前后椎间孔面积变化。结果: 13 例患者平均手术时间(62.8±5.2) min, 平均失血量(82.5±22.6) ml。术后 1 例大腿内侧麻木, 1 例屈髋肌力下降, 均在 2 周内恢复正常。所有患者获得随访, 时间 12~19 个月, 平均 15.6 个月。末次随访时腰痛 VAS 评分由术前的(7.31±0.75)分降低至(2.31±0.75)分( $P<0.05$ ), ODI 由术前的(42.58±1.55)%降低至(12.55±0.84)%( $P<0.05$ ); 影像学证实末次随访时 8 例患者完全融合, 5 例患者部分融合; 椎间孔面积由术前的(94.86±2.44) mm<sup>2</sup>提高至术后的(150.70±7.02) mm<sup>2</sup>( $P<0.05$ )。结论: 极外侧椎体间融合联合经皮椎弓根螺钉固定术治疗腰椎退变性疾病早期疗效好, 是理想的治疗方法。

**【关键词】** 极外侧椎间融合; 腰椎退行性病变; 经皮固定; 治疗结果; 安全性

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2017.02.011

**The short-term clinical outcomes and safety of extreme lateral interbody fusion combined with percutaneous pedicle screw fixation for the treatment of degenerative lumbar disease** HU Xu-dong, MA Wei-hu, JIANG Wei-yu, RUAN Chao-yue, and CHEN Yun-lin. Department of Spinal Surgery, Zhejiang Ningbo No.6 Hospital, Ningbo 315040, Zhejiang, China

**ABSTRACT Objective:** To evaluate the early efficacy and safety of extreme lateral interbody fusion (XLIF) combined with percutaneous pedicle screw fixation for lumbar degenerative disease. **Methods:** From January 2013 to June 2014, 13 patients with degenerative lumbar disease were treated with XLIF combined with percutaneous pedicle screw fixation, including 8 cases of lumbar instability, 5 cases of mild to moderate lumbar spondylolisthesis; there were 5 males and 8 females, aged from 56 to 73 years with an average of 62.1 years. All patients were single segment fusion. Operation time, perioperative bleeding and perioperative complications were recorded. Visual analogue scale (VAS) and Oswestry Disability Index (ODI) were used to evaluate the clinical efficacy. Interbody fusion rate was observed and the intervertebral foramen area changes were compared preoperation and postoperation by X-rays and CT scanning. **Results:** The mean operation time and perioperative bleeding in the patients respectively was (62.8±5.2) min and (82.5±22.6) ml. One case occurred in the numbness of femoribus internus and 1 case occurred in the muscle weakness of hip flexion after operation, both of them recovered within 2 weeks. All the patients were followed up from 12 to 19 months with an average of 15.6 months. VAS was decreased from preoperative 7.31±0.75 to 2.31±0.75 at final follow-up ( $P<0.05$ ); ODI was decreased from preoperative (42.58±1.55)% to (12.55±0.84)% at final follow-up ( $P<0.05$ ). At final follow-up, CT scanning confirmed 8 cases completely fused and 5 cases partly fused; the intervertebral foramen area was increased from preoperative (94.86±2.44) mm<sup>2</sup> to (150.70±7.02) mm<sup>2</sup> ( $P<0.05$ ). **Conclusion:** Extreme lateral interbody fusion combined with percutaneous pedicle screw fixation is an ideal method and can obtain early good clinical effects in treating lumbar degenerative disease.

**KEYWORDS** Extreme lateral interbody fusion; Degenerative lumbar disease; Percutaneous fixation; Treatment outcome; Safety

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2017, 30(2): 147-151 www.zgsgsz.com

通讯作者: 马维虎 E-mail: weihu\_ma@163.com  
Corresponding author: MA Wei-hu E-mail: weihu\_ma@163.com

腰椎椎间融合术能够稳定脊柱前中柱, 与单纯后外侧融合相比具有明显的生物力学优势, 可分为前路和后路腰椎间融合术<sup>[1]</sup>。传统的前路腰椎间融

合术创伤大,具有内脏和大血管损伤的风险;后路手术一方面需进行肌肉和韧带的广泛剥离,导致椎间关节与后方韧带结构的破坏,术后出现椎旁肌肉缺血和挛缩,影响腰背肌功能;另一方面可能会对硬膜囊与神经根造成一定刺激、硬膜外粘连,最终造成腰椎手术失败综合征<sup>[2]</sup>。极外侧椎间融合术(extreme lateral interbody fusion, XLIF)是一种全新的微创腰椎间融合术式,其特点是经腹膜后与腰大肌肌纤维侧方进入,经扩张管道直视下暴露手术目标节段,该入路可避免传统前路和后路腰椎间融合术的缺点,近年来逐渐成为治疗腰椎不稳症、腰椎滑脱、退变性脊柱侧凸、椎间盘变性等退变性腰椎疾病的重要选择<sup>[3]</sup>。Ozgur 等<sup>[4]</sup>2006 年最先报道了 XLIF 手术方式的技术操作要点,并取得了满意的临床疗效。国内对于使用 XLIF 治疗腰椎疾患的相关报道较少,笔者自 2013 年 1 月至 2014 年 6 月采用 XLIF 联合后路经皮椎弓根螺钉固定治疗腰椎退变性疾病 13 例,现对其临床及影像学资料进行回顾性分析,目的在于:(1)评价该术式治疗腰椎退变性疾病的早期疗效和安全性;(2)总结进行该手术时的注意事项。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入标准

(1)腰椎不稳症:动力性侧位 X 线片示相邻椎体移位 $>3\text{ mm}$ 或相邻椎间隙成角 $>15^\circ$ ;(2)轻中度腰椎滑脱症;(3)重度腰椎终板炎。

### 1.2 排除标准

(1) $L_{4,5}$ 节段合并高髂嵴;(2) $L_5S_1$ 节段;(3)严重腰椎管狭窄症;(4)重度腰椎滑脱症;(5)既往行腹部手术可能存在后腹膜粘连的患者。

### 1.3 临床资料

根据以上纳入及排除标准共有 13 例患者纳入本研究,并均接受 XLIF 联合经皮椎弓根螺钉固定术,其中男 5 例,女 8 例;年龄 56~73 岁,平均 62.1 岁;8 例腰椎不稳症,5 例退变性轻中度腰椎滑脱症;术前均表现为严重的下腰痛,经严格保守治疗无效后接受手术治疗;均为单节段融合,其中  $L_{2,3}$ 不稳伴退变性侧弯 3 例, $L_{3,4}$ 节段 4 例, $L_{4,5}$ 节段 6 例。

### 1.4 手术方法

13 例患者均采用全身麻醉,取侧卧位,身体侧面与手术台垂直并定于此体位,将卧侧垫高以增加肋弓与髂嵴之间的距离,屈髋屈膝以减少腰大肌的张力。C 形臂 X 线透视定位目标节段并标记后常规消毒铺巾。在标记位置做长约 3.0 cm 的切口,逐层切开皮肤、皮下组织,经肌纤维方向分开腹外斜肌、腹内斜肌及腹横筋膜,到达腹膜后间隙,通过手指钝性分离,将腹腔脏器推向前方后显露腰大肌。在腰大

肌上方再做 1 个微小的切口,插入无创扩张器和撑开器,利用撑开器沿腰大肌向下插入并连续分离腰大肌。分离腰大肌时从中间或前 1/3 分离,使腰椎血管神经丛位于手术区域撑开器后侧,放置撑开器后再次 C 形臂 X 线透视确认目标节段。将椎间盘髓核及软骨终板切除,用椎间融合器试模确定合适型号椎间融合器(Medtronic Sofamor Danek, TN, USA)。取髂骨并置于融合器内后将融合器置入椎间隙。调整患者为俯卧位,行后路经皮椎弓根螺钉固定(上海三友公司)。

### 1.5 观察项目与方法

**1.5.1 一般情况观察** 记录手术时间、术中出血量和围手术期并发症。

**1.5.2 疗效评定** (1)采用疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)对术前和末次随访时患者疼痛程度进行评价:0 分代表无痛;3 分以下指有轻微的疼痛,能忍受;4~6 分指疼痛并影响睡眠,尚能忍受;7~10 分指患者疼痛难忍,影响食欲和睡眠。(2)采用 Oswestry 功能障碍指数(Oswestry Disability Index, ODI)对术前和末次随访时患者日常活动功能状况进行评价,并进行统计学分析。Oswestry 功能障碍指数由 10 个问题组成,包括疼痛的强度、生活自理、提物、步行、坐位、站立、干扰睡眠、性生活、社会生活、旅游等 10 个方面的情况,每个问题 6 个选项,每个问题的最高得分为 5 分,选择第 1 个选项得分为 0 分,依次选择最后 1 个选项得分为 5 分,假如有 10 个问题都做了问答,记分方法是:[实际得分/50(最高可能得分)] $\times 100\%$ ,假如有 1 个问题没有回答,则记分方法是:[实际得分/45(最高可能得分)] $\times 100\%$ ,如越高表明功能障碍越严重。

**1.5.3 影像学评价** 手术前后进行腰椎 CT 扫描及三维重建,应用改良 Bridwell 评分(0~4 分)标准评价椎间融合情况<sup>[5]</sup>;测量手术前后椎间孔面积变化。

### 1.6 统计学分析

采用 SPSS 17.0 统计软件进行分析,符合正态分布的定量资料以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x}\pm s$ )表示,术前及末次随访时 VAS 评分、ODI、椎间孔面积比较采用配对  $t$  检验,检验水准  $\alpha$  值取双侧 0.05。

## 2 结果

### 2.1 围手术期一般情况及并发症

13 例患者均顺利完成手术,没有患者因任何原因更改手术方式。XLIF 前路融合术平均手术时间( $62.8\pm 5.2$ ) min;前路 XLIF 平均失血量为( $82.5\pm 22.6$ ) ml。均在术后 2 d 内通过支具辅助下地活动,平均住院时间 9.2 d。术后 1 例大腿内侧感觉减退,1 例屈髋肌力下降,均在术后 2 周内恢复正常;未发

生大血管、腹腔脏器损伤及切口感染、深静脉血栓等并发症。13 例患者均获随访,时间 12~19 个月,平均 15.6 个月。

### 2.2 疗效评定结果

末次随访时腰痛 VAS 由术前的 (7.31±0.75)分降至 (2.31±0.75)分,差异有统计学意义 ( $t=25.495, P<0.05$ );ODI 较术前明显改善 (见表 1), 由术前的 (42.58±1.55) % 降至 (12.55±0.84) % ( $t=73.965, P<0.05$ )。

### 2.3 影像学评价

经 CT 证实术后 12 个月随访时 2 例患者的 Bridwell 评分 ≥3 分,11 例 Bridwell 评分 2 分; 末次随访时 8 例 Bridwell 评分 ≥3 分,5 例 Bridwell 评分 ≥2 分; 术后即刻椎间孔面积由术前的 (94.86±2.44) mm<sup>2</sup> 提高至 (150.70±7.02) mm<sup>2</sup>, 差异有统计学意义 ( $t=31.257, P<0.05$ )。典型病例手术前后影像学资料见图 1。

表 1 腰椎退变性疾病 13 例患者手术前后的 ODI 结果 ( $\bar{x}\pm s$ )

Tab.1 ODI results of 13 patients with degenerative lumbar disease before and after operation ( $\bar{x}\pm s$ )

项目	术前	末次随访时
疼痛程度(分)	2.46±0.52	0.63±0.50
日常生活自理能力(分)	2.38±0.51	0.71±0.47
提物(分)	1.77±0.44	0.07±0.27
行走(分)	2.54±0.66	0.79±0.43
坐(分)	1.61±0.51	0.14±0.36
站立(分)	2.46±0.52	0.63±0.50
睡眠(分)	0.77±0.44	0.14±0.36
社会活动(分)	2.62±0.51	1.07±0.27
旅行(分)	2.54±0.52	1.07±0.27
总评(%)	42.58±1.55	12.55±0.84*

注:与术前比较,\* $t=73.956, P<0.05$

Note: Compared with preoperative data, \* $t=73.956, P<0.05$

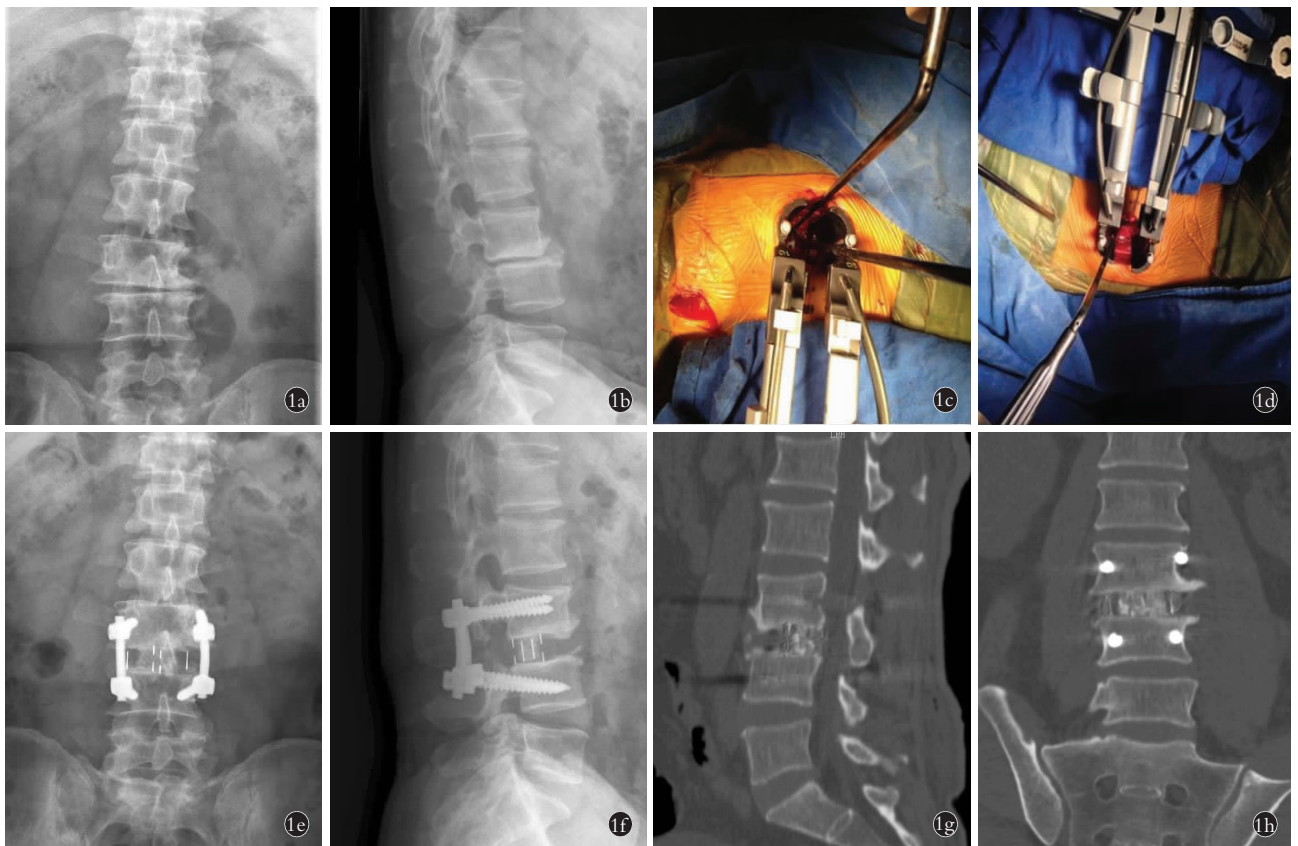


图 1 女性患者,57 岁,因“腰背部疼痛 3 年,加重 1 个月”入院,术前诊断为 L<sub>3,4</sub> 滑脱症 1a,1b. 术前正侧位 X 线片示腰椎退行性改变,L<sub>3,4</sub> 滑脱,椎间隙变窄 1c,1d. 术中放置 XLIF 操作通道 1e,1f. 术后正侧位 X 线片示 L<sub>3,4</sub> 滑脱复位,椎间隙高度恢复,椎间融合器及内固定位置良好 1g,1h. 术后 15 个月 CT 示椎间骨性融合,融合器位置良好

Fig.1 A 57-year-old female patient with the low back pain for 3 years, aggravated for 1 year before admission to hospital, and preoperative diagnosis was spondylolisthesis of L<sub>3,4</sub> 1a,1b. Preoperative AP and lateral X-rays showed lumbar degenerative change, spondylolisthesis of L<sub>3,4</sub> complicated with the intervertebral space narrowing 1c,1d. The procedure pathway of XLIF was placed during operation 1e,1f. Postoperative AP and lateral X-rays showed the spondylolisthesis of L<sub>3,4</sub> was reduced and the height of intervertebral space was restored, the positions of intervertebral fusion cage and the internal fixation were well 1g,1h. Postoperative CT at 15 months showed intervertebral bony fusion and the position of fusion cage was well

### 3 讨论

#### 3.1 XLIF 联合经皮椎弓根螺钉固定术优点及疗效

和传统的椎间融合技术相比, XLIF 联合经皮椎弓根螺钉固定术具有明显的优势。XLIF 所使用的椎间融合器更大, 能够获得更好的稳定性, Pimenta 等<sup>[6]</sup>通过生物力学研究证实融合器面积加大后其生物力学稳定性更佳。和传统前路手术相比, 由于 XLIF 通过腹膜后小切口进入手术操作部位, 可以避免腹腔脏器、大血管及交感神经链的损伤, 同时术中出血量也较少, 本组病例中 XLIF 手术的平均出血量仅为 82.5 ml, 而传统前路手术的平均出血量在 200 ml 左右。和传统后路 PLIF、TLIF 手术相比, XLIF 联合经皮椎弓根螺钉固定术在避免破坏后方结构的同时可以避免硬膜撕裂的风险, 有效避免腰椎术后失败综合征, 提高临床疗效。本组病例中患者腰痛 VAS 评分较术前平均降低 5.0 分, ODI 较术前下降 30.0%, Lee 等<sup>[7]</sup>研究也证实了以上结果, 发现患者术后 VAS 评分可降低 66.7%, 而 ODI 能够从 39.9% 下降至 11.1%。何磊等<sup>[8]</sup>发现术后 6 个月患者腰痛、腿痛 VAS 评分较术前平均降低 4.6 分和 3.1 分, 而 ODI 可较术前平均改善 50%。Ozgru 等<sup>[9]</sup>通过长达 2 年的随访发现, 末次随访时疼痛 VAS 评分较术前可降低 37%, ODI 较术前改善 39%。以上结果均证实, XLIF 治疗腰椎退变性疾病疗效较好, 能够显著减轻患者症状, 提高患者生活质量。

融合器下沉、移位是椎间融合术严重的并发症, XLIF 也不能完全避免以上并发症。Kim 等<sup>[10]</sup>报道的 8 例患者中, 2 例发生了融合器下沉, 1 例出现了融合器移位; 而 Marchi 等<sup>[11]</sup>报道的病例中其发生率更是高达 17.3%, 以上报道的病例均为单纯使用 XLIF 技术, 而未联合使用后路固定。虽然目前对于采用 XLIF 治疗腰椎退变性疾病时是否需要附加额外的内固定尚无定论, 但后路椎弓根螺钉固定增加了早期的稳定性, 在患者早期活动、功能锻炼中可能起到一定作用。本组患者均未发生以上并发症, 这可能和本组病例均采用 XLIF 联合后路经皮椎弓根螺钉固定技术存在一定关系。Rodgers 等<sup>[12]</sup>研究也证实了以上结论, 他们采用 XLIF 联合后路椎弓根螺钉技术治疗 II 度滑脱的病例均未发生以上并发症, 同时矢状位、冠状位的畸形能够得到有效矫正。Phillips 等<sup>[13]</sup>也指出, 后路椎弓根螺钉的联合应用在预防融合器沉降及远期脊柱矫形丢失方面更有优势。因此笔者认为 XLIF 技术结合椎弓根螺钉固定技术治疗腰椎退变性疾病相对单纯 XLIF 更加安全有效。

#### 3.2 XLIF 间接减压的效果

XLIF 联合经皮椎弓根螺钉固定治疗腰椎退变

性疾病时无法进行直接减压, 但由于 XLIF 所采用的椎间融合器型号较大, 能够恢复椎间隙高度, 对椎间孔进行间接减压。本组病例中患者椎间孔面积从  $(94.9 \pm 2.44) \text{ mm}^2$  提高至  $(150.7 \pm 7.02) \text{ mm}^2$ , Lee 等<sup>[7]</sup>的研究也证实了以上结果, 而何磊等<sup>[8]</sup>报道使用该技术治疗腰椎管狭窄症时患者间歇性跛行也能够得到缓解, 证实了 XLIF 间接减压的效果, 他们认为对大多数中央管和侧隐窝狭窄的腰椎退行性疾病均有效, 尤其适用于软组织源性狭窄和腰椎轴线异常导致中央管或椎间孔狭窄的病例, 但是对于严重腰椎滑脱及伴有骨性中央管狭窄的腰椎管狭窄症, 使用 XLIF 时仍需谨慎。

#### 3.2 XLIF 的注意事项及并发症

目前临床报道 XLIF 最多的并发症为术后一过性大腿前方麻木或疼痛、术后屈髋肌力下降, 主要原因在于腰骶神经丛及其分支的牵拉损伤及建立工作通道时对腰大肌的牵拉, 但是各研究报道的发生比例存在较大差异。Pumberger 等<sup>[14]</sup>报道的 235 例患者中屈髋肌力下降和感觉减退的发生率均为 1.6%, 而 Isaacs 等<sup>[15]</sup>研究则发现 33.6% 的患者可出现术后屈髋无力的症状, 而绝大部分患者均为一过性的屈髋无力, 只有 2% 的患者出现了肌力下降 2 级及以上的表现。Phillips 等<sup>[13]</sup>认为一过性屈髋无力是由于腰大肌受牵拉所致, 而非神经功能受损, 术后短期内能够得到恢复, 因此他们建议围手术期需要和患者进行充分的沟通。本组病例中 1 例患者术后出现屈髋肌力减退, 术后 2 周恢复正常, 也证实了该观点。为避免导针穿刺及扩张管扩张时神经的损伤, 多位学者报道了该 XLIF 手术入路的解剖学及影像学研究。Uribe 等<sup>[16]</sup>研究发现, 椎体前后缘由前到后可分为 4 区, 腰骶丛由  $L_{1,2}$  到  $L_{4,5}$  平面逐渐向腹侧走行, 除生殖股神经以外的其余腰丛神经在  $L_1$  至  $L_4$  平面均位于 IV 区与椎体后方, 而  $L_{4,5}$  平面则位于 III 区和 IV 区之间, 因此 XLIF 的手术安全区在  $L_1$  至  $L_4$  平面为 III 区(椎体中点后 1/4 区域), 随着手术节段下移, 手术安全通道区域也相应前移。Benglis 等<sup>[17]</sup>研究也证实了以上结果, 他们认为生殖股神经在放置扩张工作通道时最易受损且难以进行神经监测, 术后大腿前方和腹股沟区疼痛麻木症状与该神经损伤有关。术中使用神经电生理监测被认为是减少神经功能损害的重要方法, 国内谭海涛等<sup>[18]</sup>研究发现, 在 XLIF 手术过程中使用该技术能实时监测工作通道与神经的距离, 从而达到控制手术风险的目的, 该研究发现其灵敏度和特异性可分别达到 82.35% 和 93.10%, 但由于目前神经功能监测只能检测运动功能, 而对感觉功能不起作用, 另一方面神经电生理的监测需

要由专人负责,也为其推广增加了一定难度。本组病例术中均未采用电生理监测,而术后仅 1 例患者发生一过性感觉减退,因此笔者认为神经功能监测并不起决定性的作用,术中精确定位、精细操作将更有利于减少神经功能损害的并发症。

本研究的不足在于研究病例较少,且为回顾性研究,缺乏对照组,同时本组患者均为单节段减压、融合,而部分腰椎退变性疾患需多节段减压融合,因此对此类患者的疗效缺乏说服力;另一方面本组病例随访时间相对较短,其中长期疗效需进一步随访。

#### 参考文献

- [1] 阮狄克. 脊柱融合术在腰椎疾患中的应用与争议[J]. 中国骨伤, 2015, 28(4): 291-294.  
RUAN DK. Surgical applications and some controversy of spinal fusion in treating lumbar disease[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2015, 28(4): 291-293. Chinese.
- [2] 潘兵,符楚迪,葛云林,等. 椎弓根固定结合经椎间孔椎间融合治疗复发性[J]. 中国骨伤, 2014, 27(9): 712-716.  
PAN B, FU CD, GE YL, et al. Unilateral pedicle screw fixation and transforaminal lumbar interbody fusion through paraspinous muscle approach for recurrent lumbar disc herniation combined with lumbar instability[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2014, 27(9): 712-716. Chinese with abstract in English.
- [3] 曹立颖,赖瑞敏,王建民. 极外侧椎间融合术的研究进展[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2012, 22(11): 1043-1045.  
CAO LY, LAI RM, WANG JM. Progress on extreme lateral interbody fusion[J]. Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi, 2012, 22(11): 1043-1045. Chinese.
- [4] Ozgur BM, Aryan HE, Pimenta L, et al. Extreme lateral interbody fusion XLIF a novel surgical technique for anterior lumbar interbody fusion[J]. Spine J, 2006, 6(4): 435-443.
- [5] Bridwell KH, Lenke LG, McEnery KW, et al. Anterior fresh frozen structural allografts in the thoracic and lumbar spine. Do they work if combined with posterior fusion and instrumentation in adult patients with kyphosis or anterior column defects[J]. Spine(Phila Pa 1976), 1995, 20(12): 1410-1418.
- [6] Pimenta L, Fortti F, Oliveira L, et al. Anterior column realignment following lateral interbody fusion for sagittal deformity correction[J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2015, 25(Suppl 1): S29-33.
- [7] Lee YS, Park SW, Kim YB. Direct lateral lumbar interbody fusion: clinical and radiological outcomes[J]. J Korean Neurosurg Soc, 2014, 55(5): 248-254.
- [8] 何磊,戎利民,董健文,等. 极外侧椎间融合术治疗腰椎退行性疾病的近期疗效及安全性评价[J]. 中华骨科杂志, 2014, 34(1): 48-55.  
HE L, RONG LM, DONG JW, et al. The short-term clinical outcomes and safety evaluation of extreme lateral interbody fusion for degenerative lumbar disease[J]. Zhonghua Gu Ke Za Zhi, 2014, 34(1): 48-55. Chinese.
- [9] Ozgru BM, Agarwal V, Nail E, et al. Two-year clinical and radiographic success of minimally invasive lateral transposas approach for the treatment of degenerative lumbar conditions[J]. SAS J, 2010, 4(2): 41-46.
- [10] Kim JS, Lee HS, Shin DA, et al. Correction of coronal imbalance in degenerative lumbar spine disease following direct lateral interbody fusion (DLIF)[J]. Korean J Spine, 2012, 9(3): 176-180.
- [11] Marchi L, Abdala N, Oliveira L, et al. Radiographic and clinical evaluation of cage subsidence after stand-alone lateral interbody fusion[J]. J Neurosurg Spine, 2013, 19(1): 110-118.
- [12] Rodgers WB, Cox CS, Gerber EJ. Early complications of extreme lateral interbody fusion in the obese[J]. J Spinal Disord Tech, 2010, 23(6): 393-397.
- [13] Phillips FM, Isaacs RE, Rodgers WB, et al. Adult degenerative scoliosis treated with XLIF: clinical and radiographical results of a prospective multicenter study with 24-month follow-up[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2013, 38(21): 1853-1861.
- [14] Pumberger M, Hughes AP, Huang RR, et al. Neurologic deficit following lateral lumbar interbody fusion[J]. Eur Spine J, 2012, 21(6): 1192-1199.
- [15] Isaacs RE, Hyde J, Goodrich JA, et al. A prospective, nonrandomized, multicenter evaluation of extreme lateral interbody fusion for the treatment of adult degenerative scoliosis: perioperative outcomes and complications[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2010, 35(26 Suppl): S322-330.
- [16] Uribe JS, Vale FL, Dakwar E. Electromyographic monitoring and its anatomical implications in minimally invasive spine surgery[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2010, 35(26 Suppl): S368-374.
- [17] Benglis DM, Elhamdy MS, Levi AD, et al. Minimally invasive anterolateral approaches for the treatment of back pain and adult degenerative deformity[J]. Neurosurgery, 2008, 63(3 Suppl): 191-196.
- [18] 谭海涛,江建中,谢兆林,等. 肌电图监测在极外侧入路椎间融合术联合经皮椎弓根螺钉内固定术中的应用[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2015, 25(7): 618-624.  
TAN HT, JIANG JZ, XIE ZL, et al. Application of electromyography monitoring in extreme lateral interbody fusion combined with percutaneous pedicle screw osteosynthesis[J]. Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi, 2015, 25(7): 618-624. Chinese.

(收稿日期: 2016-06-02 本文编辑: 王宏)