

· 临床研究 ·

前外侧入路腰椎融合术一期联合前外侧钉棒系统内固定治疗腰椎退变性疾病

白 亮 陈 勇 李 伟 张 雷 赵耀伟 曾庆亮 庄全魁*

(阜阳市第二人民医院骨科, 阜阳 236000)

【摘要】 目的 探讨经前外侧入路腰椎融合术 (oblique lumbar interbody fusion, OLIF) 一期联合前外侧钉棒系统内固定治疗腰椎退变性疾病的治疗效果。**方法** 2018 年 2 月 ~ 2020 年 3 月我科采用 OLIF 一期联合前外侧钉棒系统内固定治疗 76 例腰椎退变性疾病, 从前外侧入路钝性分离三层腹肌, 并在腰大肌前间隙显露椎间隙, 一期植入融合器及单侧螺钉及复位棒。比较术前与术后 1 周椎间隙高度、双侧椎间孔高度、椎管横截面积, 术前与术后 1 周、末次随访腰、腿痛视觉模拟评分 (Visual Analogue Scale, VAS) 及 Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry Disability Index, ODI)。**结果** 并发症发生率 26.3% (20/76); 术中 4 例节段动脉损伤出血, 经过压迫止血及使用止血材料后出血停止; 术后 4 例大腿前方疼痛, 4 例交感神经链损伤, 对症及营养神经等治疗症状 1 ~ 3 个月后均缓解; 8 例融合器下沉, 延长卧床休息时间等治疗, 术后复查亦稳定融合。术后 1 周椎间隙高度 (1.1 ± 0.2) cm, 明显高于术前 (0.7 ± 0.2) cm ($t = -11.654, P = 0.000$); 术后 1 周椎间孔高度左侧 (2.1 ± 0.2) cm, 右侧 (2.0 ± 0.3) cm, 均明显高于术前左侧 (1.7 ± 0.2) cm 和右侧 (1.6 ± 0.3) cm ($t = -13.748, P = 0.000; t = -9.688, P = 0.000$); 术后 1 周椎管横截面积 (1.4 ± 0.2) cm², 明显大于术前 (0.9 ± 0.3) cm² ($t = -16.317, P = 0.000$)。术后 1 周和末次随访腰、腿疼痛 VAS 评分和 ODI 较术前明显降低 (均 $P = 0.000$)。**结论** OLIF 一期联合前外侧钉棒系统内固定治疗腰椎退变性疾病, 置钉固定安全高效, 骨融合率高, 为腰椎退变的微创治疗提供一种新的选择。

【关键词】 前外侧入路腰椎融合术; 腰椎退变性疾病; 钉棒系统

文献标识:A 文章编号:1009-6604(2023)02-0118-06

doi:10.3969/j.issn.1009-6604.2023.02.008

One-stage Oblique Lumbar Interbody Fusion Combined With Anterolateral Screw-rod System Internal Fixation in the Treatment of Lumbar Degenerative Diseases Bai Liang, Chen Yong, Li Wei, et al. Department of Orthopedics, Fuyang Second People's Hospital, Fuyang 236000, China

Corresponding author: Zhuang Quankui, E-mail: zqk2015@sina.com

【Abstract】 Objective To investigate the clinical efficacy of one-stage oblique lumbar interbody fusion (OLIF) combined with anterolateral screw-rod system internal fixation in the treatment of lumbar degenerative diseases. **Methods** The related data of 76 patients with lumbar degenerative diseases treated by one-stage OLIF combined with anterolateral screw-rod internal fixation in our department from February 2018 to March 2020 were analyzed retrospectively. The anterior lateral approach was used to bluntly separate the three-layer abdominal muscles, expose the intervertebral space in the anterior space of the psoas major muscle, and implant the fusion cage, unilateral screw, and reduction rod in one session. The height of intervertebral space, bilateral intervertebral foramen, cross-sectional area of spinal canal, Visual Analogue Scale (VAS), and Oswestry Dysfunction Index (ODI) were compared before and 1 week after operation. **Results** The one-stage OLIF combined with anterolateral screw-rod internal fixation was smoothly accomplished in all the 76 cases. The operation time was (75.0 ± 33.4) min, and the intraoperative blood loss was (49.6 ± 20.8) ml. The incidence of complications was 26.3% (20/76). There were 4 cases of segmenting artery injury and bleeding during

* 通讯作者, E-mail: zqk2015@sina.com

operation, and the bleeding was stopped after compression hemostasis by using hemostatic materials. There were 4 cases of anterior thigh pain and 4 cases of sympathetic nerve chain injury after operation. Their symptoms were relieved after 1 – 3 months of symptomatic and nutritional nerve treatment. There were 8 cases of fusion cage sinking, who were given prolonged bed rest and other treatment until stable fusion confirmed by postoperative re-examinations. The disc height at 1 week after surgery was (1.1 ± 0.2) cm, which was significantly higher than that before surgery $[(0.7 \pm 0.2)$ cm, $t = -11.654$, $P = 0.000$]. At one week after surgery, the foraminal heights of left side $[(2.1 \pm 0.2)$ cm] and right side $[(2.0 \pm 0.3)$ cm] were significantly higher than those of preoperation [left: (1.7 ± 0.2) cm, $t = -13.748$, $P = 0.000$; right: (1.6 ± 0.3) cm, $t = -9.688$, $P = 0.000$]. The cross-sectional area of the spinal canal at 1 week after surgery was (1.4 ± 0.2) cm², which was significantly larger than that before surgery $[(0.9 \pm 0.3)$ cm², $t = -16.317$, $P = 0.000$]. The VAS score of lumbar and leg pain and ODI at 1 week after operation and the last follow-up significantly decreased as compared to the preoperative results (all $P = 0.000$). **Conclusions** The one-stage OLIF combined with anterolateral screw-rod internal fixation in the treatment of lumbar degenerative diseases is safe and efficient, with a high bone fusion rate. It can provide a new choice for minimally invasive treatment of lumbar degenerative diseases.

[Key Words] Oblique lumbar interbody fusion; Degenerative disease of lumbar spine; Screw-rod system

近年来,腰椎椎间融合技术持续发展,传统腰椎后路手术可直接进行椎管减压,并取得良好的融合和临床效果。然而,后路椎间融合术 (posterior lumbar interbody fusion, PLIF)、经椎间孔椎体间融合术 (transforaminal lumbar interbody fusion, TLIF) 对腰椎后部结构具有破坏性,可能导致神经及脊柱后柱结构损伤,造成硬膜外血肿、深部切口感染等。1997 年 Mayer 等^[1]报道前外侧入路腰椎融合术 (oblique lumbar interbody fusion, OLIF) 治疗 25 例腰椎退变性疾病,手术微创,并发症少,恢复迅速,且椎间植骨生长良好。胸腰椎前外侧融合术联合前路固定已广泛应用于治疗胸腰椎外伤、结核、椎间隙感染等,术后减压融合效果极佳。OLIF 主要用于联合后路经椎弓根螺钉固定治疗腰椎疾病,目前国内外对 OLIF 联合前外侧螺钉固定 (oblique lumbar interbody fusion combined with anterolateral screw fixation, OLIF-AF) 治疗腰椎退变性疾病的研究较少。我科 2018 年 2 月 ~ 2020 年 3 月采用 OLIF 一期联合前外侧钉棒系统内固定治疗腰椎退变性疾病 76 例,现报道如下。

1 临床资料与方法

1.1 一般资料

本研究经阜阳市第二人民医院伦理委员会审批 (批文号: 20200407001)。本组 76 例,男 24 例,女 52 例。年龄 43 ~ 74 岁, (62.0 ± 7.1) 岁。主要临床症状为单侧下肢放射痛 23 例,双下肢放射痛 15 例,间歇性跛行 12 例,下肢麻木 26 例,均经 6 个月以上

正规保守治疗无效。X 线示椎管狭窄 48 例,脊柱侧弯 10 例,腰椎滑脱 (I 或 II 度) 18 例。CT 平扫示椎体滑脱导致椎体后缘呈“双边”征 10 例,椎间盘膨出或突出 27 例,椎管前后径明显变窄 34 例,椎间小关节脱位 5 例。MRI 示椎间盘退变、膨出、椎管狭窄 24 例,退变性腰椎滑脱 17 例,纤维环后缘高信号表现 21 例,终板炎性改变 14 例。腰椎病变: L_{2/3} 8 例, L_{3/4} 20 例, L_{4/5} 36 例, L_{2/3}、L_{3/4} 4 例, L_{3/4}、L_{4/5} 8 例。美国麻醉医师协会 (ASA) 分级 I ~ III 级。合并原发性高血压 6 例,糖尿病 5 例。术前均积极控制血压及血糖。

病例选择标准: ①有腰腿疼痛症状,查体腰部局部压痛及伸屈活动受限; ②有退变性腰椎不稳、腰椎 I 或 II 度滑脱、腰椎侧后凸畸形; ③腰背部疼痛和下肢疼痛经正规保守治疗 6 个月以上效果不明显,症状逐渐加重且生活不能够自理。排除标准: ①多节段腰椎不稳 (> 2 节); ② II 度以上腰椎滑脱; ③严重骨质疏松,腰椎局部有肿瘤、结核等病理性改变; ④手术节段腹主动脉与腰大肌无间隙及体态超力型者。

1.2 方法

1.2.1 术前准备 术前均常规拍腰椎 DR 片 (腰椎正侧位片、过伸过屈侧位片、Bending 位片及脊柱全长位片)、腰椎 64 排 CT 三维重建及 1.5T 腰椎 MR 检查,骨密度测量 (T 值 < -2.5),通过腰椎 CT 或 MR 横断面影像可以判断出腹部血管鞘及腰大肌之间存在解剖间隙。通过影像归档和通信系统 (picture archiving and communication system, PACS)

测量椎体三维重建椎间隙高度、双侧椎间孔高度及磁共振水平面椎管面积。

1.2.2 手术方法 全麻后取右侧卧位。术前拍片标记椎体间隙及髂嵴的位置,在目标椎间盘中点前方 5 cm 为中心做一斜切口(如手术为 2 节段以中间椎体正中为中心),根据手术节段及患者体型等具体情况考虑切口大小,一般 1 节 5 cm,2 节 7 cm。钝性分离三层腹肌,将脂肪外膜推开,找到腰大肌前间隙(用手指由后向前划过纵行的肌纤维),并用“花生米”将腰大肌推向后方,显露椎间隙及上下部分椎体,此时要注意保护输尿管、节段动脉及交感神经链,插入定位针。术中 X 线机透视确定目标椎间盘,安装套管,使用稳定针固定合适的撑开挡板,连接自由臂固定,后逐渐撑开暴露手术区域,安装冷光源。电凝止血暴露手术区域,清除髓核组织,对侧纤维环切断,安装融合器试模,确定使用融合器大小并使椎体间复位,此时一定要避免损伤软骨终板,后安装填有人工骨的融合器,注意在试模及融合器安装过程中需要先斜行后直立进入椎间隙,X 线机透视安装融合器位置良好(图 1),以融合器为参照在其相邻终板附近置入钉棒定位针,拍片判断方向,位置正确后取出撑开器装置,助手拉钩暴露,安装前路单侧螺钉及已经预弯的复位棒。检查切口内有无出血,冲洗切口,在钉棒系统周围填明胶海绵,缝合切口。

1.2.3 术后处理 术后第 1 天佩戴腰围增加腹压,下床及起床时采用腰部侧向弯曲的方法。

1.3 观察指标

手术时间、术中出血量;术后 1 周内腰椎正侧位片观察融合器及钉棒位置,腰椎 CT 三维重建测量椎间隙高度、双侧椎间孔高度,腰椎 MRI 测量椎管横截面面积;术前、术后及末次随访腰、腿痛视觉模拟评分(Visual Analogue Scale, VAS)和 Oswestry 功能障碍指数(Oswestry Disability Index, ODI);椎间融合情况;通过 PACS 测量椎间隙高度(disc height, DH)、左侧椎间孔高度(left foraminal height, LFH)、右侧椎间孔高度(right foraminal height, RFH)、椎管横截面面积(cross-sectional area, CSA)。DH 为椎体 CT 三维重建正中矢状位上位椎体的前后缘下位终板垂直到下位椎体上终板距离的平均值,LFH、RFH 为左侧及右侧椎间孔上缘到下缘连线的长

度,CSA 是通过测量椎间盘中央层面即横截面 MR T2WI 图像,先勾画出中央椎管的周缘,后可以自动获得(图 1)。

1.4 统计学处理

采用 SPSS26.0 统计软件进行数据分析。正态分布的计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示。2 个时点比较采用配对 t 检验,3 个时点比较采用重复测量方差分析。 $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

2 结果

76 例 OLIF 一期联合前外侧单边钉棒系统内固定术顺利完成。手术时间(75.0 ± 33.4) min,术中出血量(49.6 ± 20.8) ml。并发症发生率 26.3%(20/76):术中 4 例节段动脉损伤出血,压迫止血及使用止血材料后停止出血;术后 4 例大腿前方疼痛,4 例交感神经链损伤,对症及营养神经等治疗症状 1~3 个月后均缓解;8 例融合器下沉,延长卧床休息时间等治疗,术后复查亦稳定融合。76 例随访 12~16 个月,平均 13 个月,椎间植骨均生长良好。手术前后腰、腿痛 VAS 评分、ODI 差异有显著性(均 $P = 0.000$),见表 1。术后 DH、双侧椎间孔高度及 CSA 较术前明显增加(均 $P = 0.000$),见表 2。影像学资料见图 2、3。

表 1 76 例术前后腰、腿痛 VAS 和 ODI 比较($n = 76, \bar{x} \pm s$)

时间	腰痛 VAS(分)	ODI(%)	腿痛 VAS(分)
术前①	6.7 ± 1.6	51.9 ± 7.4	7.2 ± 1.4
术后 1 周②	2.1 ± 1.1	12.1 ± 2.1	1.9 ± 0.9
末次随访③	1.3 ± 0.6	10.7 ± 2.4	1.5 ± 0.9
F, P 值	456.557, 0.000	1324.647, 0.000	442.269, 0.000
P_{1-2} 值	0.000	0.000	0.000
P_{1-3} 值	0.000	0.000	0.001
P_{1-4} 值	0.000	0.000	0.000

VAS:视觉模拟评分,ODI:Oswestry 功能障碍指数

表 2 76 例术前后影像学指标比较($n = 76, \bar{x} \pm s$)

时间	CSA (cm ²)	DH (cm)	LFH (cm)	RFH (cm)
术前	0.9 ± 0.3	0.7 ± 0.2	1.7 ± 0.2	1.6 ± 0.3
术后 1 周	1.4 ± 0.2	1.1 ± 0.2	2.1 ± 0.2	2.0 ± 0.3
t 值	-16.317	-11.654	-13.748	-9.688
P 值	0.000	0.000	0.000	0.000

CSA:椎管横截面面积;DH:椎间隙高度;LFH:左侧椎间孔高度;RFH:右侧椎间孔高度

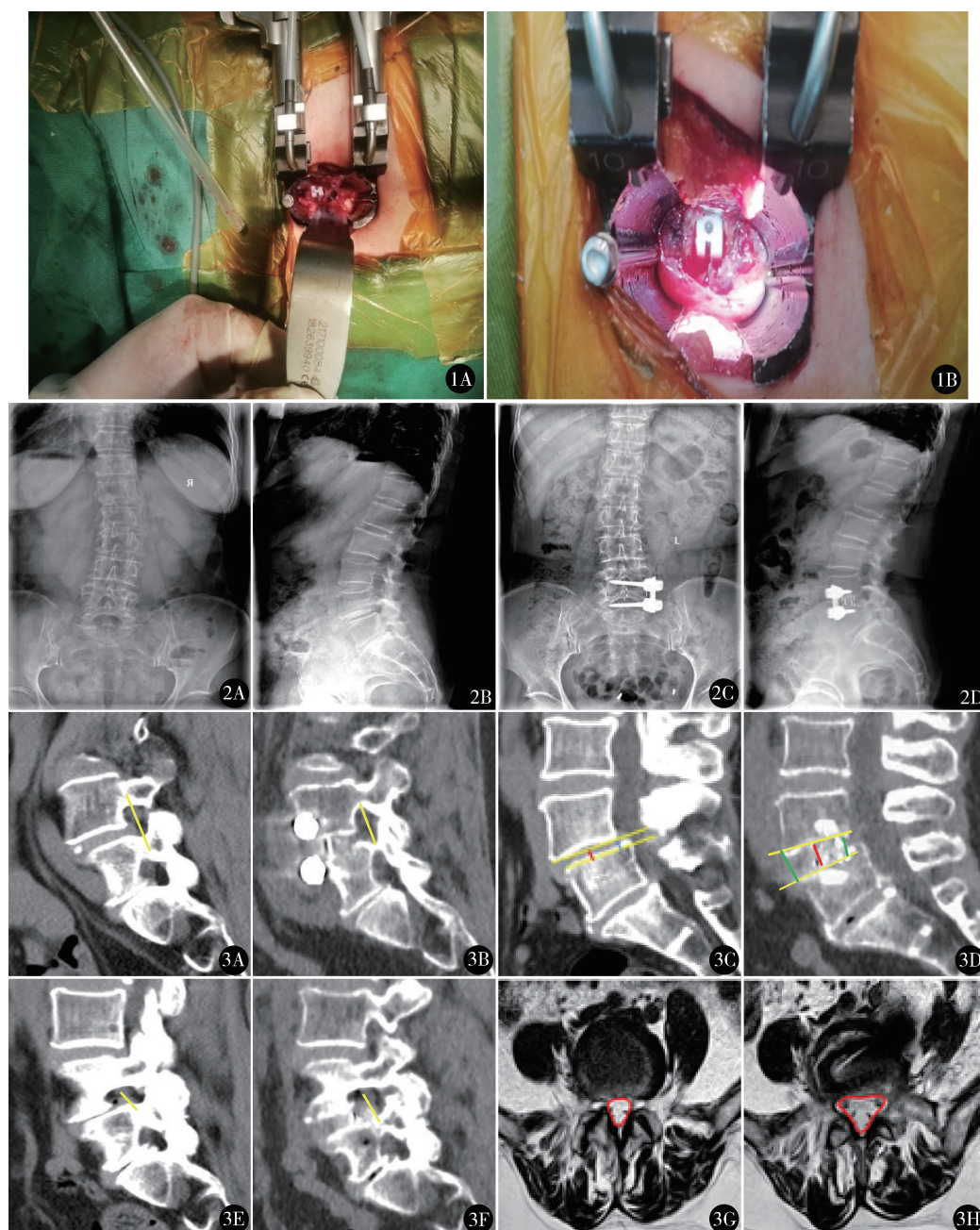


图1 A. OLIF 逐级递增套入扩张, 建立并固定合适尺寸的手术通道; B. 手术节段上下椎体侧方置入椎体螺钉, 撑开并显露椎体、椎间盘 图2 A, B. 手术前腰椎正侧位片示 $L_{4/5}$ 椎间隙狭窄, 双侧椎间孔高度降低; C, D. 术后末次随访腰椎 X 线片示内固定在位良好, 术后 DH 及双侧椎间孔高度较术前明显增加 图3 通过 PACS 系统测量 LFH、DH、RFH 及 CSA。选择 CT 矢状位椎间孔平面, 选定左侧及右侧椎间孔上下缘连线的长度分别为 LFH 和 RFH; 近端椎体正中平面下终板前缘及后缘至下位椎体上终板前缘和后缘距离和的均值为 DH; 选择水平面 MR T2 信号, 选择通过椎间盘中央的一个层面, 人工画出椎管的范围 (包含硬膜外脂肪), 可自动获得 CSA。A, B. 通过 CT 测量术前 (A)、术后末次随访时 (B) LFH; C, D. 通过 CT 测量术前 (C)、术后末次随访 (D) 近端椎体前缘及后缘至下终板的距离 (蓝色垂直线), DH (红线垂直线) 为其均值; E, F. 通过 CT 测量术前 (E)、术后末次随访 (F) RFH; G, H. 通过 MRI 测量术前 (G)、末次随访 (H) CSA (红线区域内面积)

3 讨论

3.1 OLIF 一期联合前外侧钉棒系统内固定治疗腰椎退变性疾病的应用价值

前外侧螺钉内固定可以在 OLIF 减压后提供充分的稳定性,促进椎间融合,防止融合器下沉,具有手术时间短及出血少等特点^[2]。OLIF 融合器的设计充分利用生物力学优势。Kim 等^[3]报道单纯外侧腰椎椎间融合术(lateral lumbar interbody fusion, LLIF)和前腰椎椎间融合不能够提供足够的稳定,但如果结合多轴螺钉固定,多轴螺钉固定可以作为稳定脊柱的一种方法。Lowe 等^[4]将前外侧钉棒系统用于固定脊柱,对于非超力型患者充分的椎间支撑和单侧钉棒系统的结合可以保持脊柱稳定性。Xie 等^[5]认为 OLIF 联合前外侧多轴钉手术治疗 L₂₋₅退变性疾病安全有效。本研究 76 例 OLIF 一期联合前外侧单边钉棒系统内固定术后患者腰腿疼痛缓解,椎间植骨均完全融合,所有 X 线测量指标均有显著的改善,表明该手术方式除在治疗腰椎退变性疾病对椎管进行间接减压方面具有重要价值外,对稳定脊柱方面有重要的价值。

该术式相对于其他手术入路优势:①相对于前路腰椎椎间融合术(anterior lumbar interbody fusion, ALIF)和前路内固定手术,OLIF 避免前方血管的牵拉,大血管损伤的风险概率较小,且保留椎体前方前纵韧带等张力带稳定结构^[6]。OLIF 的融合器可以横跨至椎体骨性隆突上,加大融合器的支撑强度,利于椎间隙的最大限度的撑开。与传统后路手术比较,该术式术中视野更加开阔(图 1),手术时间缩短。②相对于直接外侧椎体间融合术(direct lateral interbody fusion, DLIF)、LLIF 侧方融合技术及内固定者,其从腰大肌内通过,有损伤腰丛等的风险,需要对节段血管的处理防止出血等,术中损伤周围解剖的可能性变大。相反,前外侧多轴螺钉放置操作相当简单,不需要更多的暴露和干预节段血管等。Lykissas 等^[7]对 919 例 DLIF 进行研究,运动功能障碍发生率 23.9%,感觉功能障碍发生率 38%。然而,Kepler 等^[8]报道外侧椎间融合与单侧钉棒系统内固定 23%(3/13)的患者短暂术后髋部屈膝无力,7%(1/13)的患者出现一过性大腿前方麻木,但症状很快恢复。本研究中单侧钉棒系统被放置在腰大

肌前,对腰丛没有过多的损伤,虽然 4 例术后经历短暂左大腿疼痛,4 例出现交感神经链损伤(发生率 10.5%),但在后期随访中,患者症状明显好转或消失。③相对于后路的融合内固定技术,OLIF 保留脊柱后柱的所有原始结构,对椎管内神经纤维无任何干预,无椎管内神经并发症,手术时间及术中出血均优于 PLIF 和 TLIF^[9],与本研究结果一致,患者术后均无明显腰部疼痛并发症,提高患者对手术治疗的满意度。④相对于前后联合切口完成腰椎退变性疾病者,即 DLIF、LLIF 或 OLIF 联合后路肌间隙入路或微创钉棒内固定术,本研究选择从左侧入路,因为左侧是腹主动脉,容易辨别而且血管壁很厚,不容易损伤;右侧是下腔静脉,术中不容易确认位置。利用腹膜后腹主动脉和腰大肌前缘之间的自然间隙进行操作,能减少手术创伤、提高手术安全性,降低术后并发症。同时,OLIF 术式体位相对固定,明显减少手术时间及术中出血量,本组 OLIF 联合前外侧钉棒系统内固定患者手术时间及术中出血量分别为(75.0 ± 33.4) min、(49.6 ± 20.8) ml。吴锐辉等^[10]报道 26 例腰椎退变性疾病行 OLIF 联合后路钉棒系统内固定术治疗,手术时间、术中出血分别为(110.7 ± 10.5) min、(120.3 ± 30.4) ml,手术时间及出血量明显增多。双侧椎弓根钉棒固定技术治疗腰椎间退变性疾病可以缩短手术时间^[11],对于不熟悉这项技术的骨科医生来说,手术不能轻易完成且容易发生椎弓根螺钉置入失败等并发症。

3.2 OLIF 联合前外侧钉棒系统内固定适应证及术中术后并发症

OLIF 适应证目前尚未全部确定,但是目前公认的包括腰椎不稳、腰椎 I 度及 II 度滑脱症、腰椎退行性变伴有椎管轻中度狭窄、腰椎侧后凸畸形以及邻椎病等。对于椎管重度狭窄、后方椎间小关节已经融合以及椎间盘脱出患者等需要列为手术的禁忌。

本组 76 例为 L₂₋₅退变性疾病,术前均存在椎间不稳,术中行前外侧钉棒系统内固定。术中通过腹部前外侧同一切口完成手术的间接减压、融合及内固定,没有额外的医源性损伤添加到脊柱后结构中,术中未发生重大血管损伤或神经根损伤,与手术过程在完全可视下进行及术中将主动脉和腰大肌之间的“滑动窗口”扩张到多个层次有关。术中 4 例节段动脉损伤出血、4 例交感神经链损伤,与 OLIF 手

术初期不熟悉腹部血管神经的解剖有关。节段动脉损伤出血后术中给予仔细止血;交感神经链损伤者术后给予营养神经等治疗,均无后遗症;4 例出现大腿前方疼痛,考虑与腰大肌牵拉损伤腰丛有关,经休息后患者症状缓解。由于终板损伤、融合器大小选择不当引起的融合器下沉会影响间接神经减压和体内融合的实现,OLIF 采用垂直操作技术能保障椎间融合器顺利置入,融合率明显提高,并且腰大肌前入路有效减少腰丛神经损伤以及腰大肌损伤的风险,避免对脊柱后柱和韧带复合体的破坏。融合器沉降发生率为 10.0% ~ 13.6%,融合率为 87.5% ~ 96.3%^[12],本组融合器下沉发生率与文献报道的结果相近,为 10.5%。8 例融合器下沉与开展此手术前期术中损伤终板有关,与 OLIF 开展早期不熟悉腹腔脏器与血管神经的解剖^[13]、操作动作不规范、过分的追求撑开椎间隙损伤终板及融合器型号选择偏大有关,但通过增加卧床时间椎间均融合。

3.3 本研究的局限性

本研究结果表明 OLIF 一期联合前外侧钉棒系统内固定治疗腰椎退变性疾病早期临床效果好,更符合目前的脊柱手术的发展方向,为腰椎退变的微创治疗提供一种新的选择,但是本研究也存在一定的不足:病例数、手术节段数较少;未进行与其他腰椎椎间融合技术的对照研究;需要进一步的临床研究来评估侧前方多轴螺钉的生物力学。故临床需要进一步的多中心研究,更大的样本和长期随访,进一步观察、总结。

参考文献

- 1 Mayer HM. A new microsurgical technique for minimally invasive anterior lumbar interbody fusion. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1997, 22(6):691-700.
- 2 Liu JP, Feng HL. Oblique lateral interbody fusion (OLIF) with supplemental anterolateral screw and rod instrumentation: A preliminary clinical study. *World Neurosurg*, 2020, 134: e944-e950.

- 3 Kim SM, Lim TJ, Paterno J, et al. Biomechanical comparison: stability of lateral-approach anterior lumbar interbody fusion and lateral fixation compared with anterior-approach anterior lumbar interbody fusion and posterior fixation in the lower lumbar spine. *J Neurosurg Spine*, 2005, 2(1):62-68.
- 4 Lowe TG, Enguidanos ST, Smith DA, et al. Single-rod versus dual-rod anterior instrumentation for idiopathic scoliosis: a biomechanical study. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2005, 30(3):311-317.
- 5 Xie TH, Wang CY, Yang ZQ, et al. Minimally invasive oblique lateral lumbar interbody fusion combined with anterolateral screw fixation for lumbar degenerative disc disease. *World Neurosurg*, 2020, 135: e671-e678.
- 6 张盼可,朱广铎,任志楠,等.斜外侧与后路腰椎间融合治疗腰椎融合术后邻近节段退变性疾病比较. *中国微创外科杂志*, 2022, 22(1):7-13.
- 7 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, 24(5):749-758.
- 8 Kepler CK, Sharma AK, Huang RC. Lateral transpsoas interbody fusion (LTIF) with plate fixation and unilateral pedicle screws: a preliminary report. *J Spinal Disord Tech*, 2011, 24(6):363-367.
- 9 高松森,曹云,陶晖,等.经椎间孔椎体间融合术与经后路椎体间融合术治疗轻、中度退变性腰椎滑脱症临床疗效及安全性的 Meta 分析. *中国脊柱脊髓杂志*, 2018, 28(1):16-24.
- 10 吴锐辉,邓东海,黄星球,等.OLIF 与 TLIF 手术治疗腰椎滑脱症的近期疗效比较. *中国骨与关节损伤杂志*, 2019, 34(11):1140-1144.
- 11 Blizzard DJ, Thomas JA. MIS Single-position lateral and oblique lateral lumbar interbody fusion and bilateral pedicle screw fixation: Feasibility and perioperative results. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2018, 43(6):440-446.
- 12 Sato J, Ohtori S, Orita S, et al. Radiographic evaluation of indirect decompression of mini-open anterior retroperitoneal lumbar interbody fusion: oblique lateral interbody fusion for degenerated lumbar spondylolisthesis. *Eur Spine J*, 2017, 26(3):671-678.
- 13 王朝杨,曾建成,杨志强.影像学评估在斜外侧腰椎椎间融合术中的指导作用. *中国修复重建外科杂志*, 2019, 33(12):1572-1577.

(收稿日期:2021-11-08)

(修回日期:2022-12-12)

(责任编辑:李贺琼)