

## · 技术创新 ·

## 无体位改变的导航辅助侧方腰椎间融合术

文浩辉, 刘 赫, 王 敏, 杨大志, 易伟宏\*

(华中科技大学协和深圳医院脊柱外科, 广东深圳 518052)

**摘要:** [目的] 介绍无体位改变导航辅助侧方腰椎间融合术的手术技术和初步临床效果。[方法] 2017年10月—2019年5月, 采用无体位改变导航辅助侧方腰椎间融合术治疗退变性腰椎滑脱症患者27例。取右侧卧位, 首先完成侧方入路椎间盘切除及融合器置入。然后, 不改变体位, 将导航参考架固定于左侧髂嵴, O臂X线机扫描获取手术节段三维图像并传输至导航主机, 在导航实时引导下完成经皮椎弓根钉-棒固定。[结果] 所有患者均顺利完成手术, 无严重并发症。27例患者共置入椎弓根螺钉122枚, 平均置钉时间(9.22±3.84) min/枚; 按照Gertzbein-Robbins分级标准, 置钉准确率为93.44%。所有患者均获随访3~24个月, 末次随访时腰痛、腿痛VAS评分和ODI评分、术后滑脱率、椎间隙高度和硬膜囊面积均较术前显著改善( $P<0.05$ )。按改良MacNab标准临床效果优良率100%。[结论] 无体位改变导航辅助侧方腰椎间融合术是一种安全高效的手术方法。

**关键词:** 腰椎侧方融合, 导航, 同一位, 经皮椎弓根钉-棒固定

**中图分类号:** R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2022) 12-1115-04

**Navigation assisted lateral lumbar interbody fusion in the unchanged lateral position** // WEN Hao-hui, LIU He, WANG Min, YANG Da-zhi, YI Wei-hong. Department of Spine Surgery, Union Shenzhen Hospital, Huazhong University of Science and Technology, Shenzhen 518052, China

**Abstract:** [Objective] To introduce the surgical technique and primary clinical outcomes of navigation assisted lateral lumbar interbody fusion in the unchanged lateral position. [Methods] From October 2017 to May 2019, 27 patients underwent abovementioned surgical procedures for degenerative lumbar spondylolisthesis. As the patients were placed in right lateral position, discectomy and cage implantation of the involved disc were firstly conducted through a small incision on the left side. Subsequently, maintaining the position unchanged, the navigation reference fixed on the left iliac crest and the segmental three-dimensions images were obtained by O-arm fluoroscopy and transferred to navigator. Finally, percutaneous pedicle screw-rod placement was performed under real-time navigation guidance. [Results] All the 27 patients had operation performed smoothly without serious complications. A total 122 pedicle screws were placed in the 27 patients with an average screw placement time of (9.22±3.84) min/screw and accuracy of pedicle screw placement of 93.4% based on Gertzbein-Robbins criteria. At the latest follow-up ranged from 3 to 24 months, the ODI and VAS scores for low back pain and leg pain, as well as the slippage rate, intervertebral space height and cross-sectional of the dural sac measured on radiographs significantly improved compared with those preoperatively ( $P<0.05$ ). According to MacNab's criteria, the excellent and good rate of clinical outcome was 100%. [Conclusion] This navigation assisted lateral lumbar interbody fusion in the unchanged lateral position is a safe and high-efficient surgical technique.

**Key words:** lateral lumbar interbody fusion, navigation, single position, percutaneous pedicle screw placement

退变性腰椎滑脱症是指因长时间腰部负重致关节突磨损、后纵韧带松弛、椎间盘退变等所致上位椎体相对于下位椎体向前滑移, 容易继发椎管狭窄, 临床表现为腰痛及间歇性跛行, 常见于中老年人, 保守治疗效果差, 往往需要手术治疗<sup>[1]</sup>。传统后路全椎板、半椎板开窗减压和经椎间孔减压联合内固定的术式疗

效肯定, 但是需要破坏脊柱后方韧带复合体结构, 创伤大。随着微创技术的发展, 侧方腰椎间融合术(lateral lumbar interbody and fusion, LLIF)使用专用管状通道、光源系统辅助暴露目标节段, 置入宽而大的融合器, 可以恢复椎间隙的高度, 复位滑脱椎体, 同时矫正冠状面畸形, 恢复腰椎节段生理前凸, 具有创

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.12.12

作者简介: 文浩辉, 住院医师, 硕士研究生, 研究方向: 脊柱外科, (电话)13631688378, (电子信箱)419965787@qq.com

\* 通信作者: 易伟宏, (电话)13828858728, (电子信箱)szyiwh@163.com

伤小、术后恢复快等优点,目前已广泛应用于退变性腰椎滑脱症的手术治疗<sup>[2-6]</sup>。LLIF手术固定方式有后路经皮或开放椎弓根螺钉固定、侧方钉棒或钉板固定、单枚融合器固定等,而后路椎弓根螺钉固定是力学性能最好的固定方式<sup>[7, 8]</sup>。然而LLIF通过侧卧位完成椎间隙减压后,需要改为俯卧位置入椎弓根螺钉,变换体位过程容易导致融合器移位、后腹膜损伤、麻醉意外等风险,延长手术时间<sup>[9, 10]</sup>。本研究采用无体位改变的导航辅助侧方腰椎间融合术治疗退变性腰椎滑脱症患者26例,现报告如下。

## 1 手术技术

### 1.1 术前准备

选择 I~II 度退变性腰椎滑脱症患者行手术治疗;滑脱 Meyerding 分度>II 度、合并严重中央椎管狭窄、严重骨质疏松、既往腰椎手术史、严重心肺疾病者为手术禁忌证。患者入院后均完善血常规、肝肾功、电解质等实验室检查,完善腰椎 X 线片(包括正侧位和动力位片)、CT、MRI 以及腰椎和髋部骨密度等影像学检查。合并其他内科疾病者,请相关科室以及麻醉科协助围手术期准备。

### 1.2 麻醉与体位

采用气管插管全身静脉麻醉,患者取右侧卧位(图 1a)。

### 1.3 手术操作

C 形臂 X 线机透视下定位标记目标节段,左侧腰部做约 4 cm 的斜行切口,逐层切开皮肤、皮下组织,血管钳钝性分离腹外斜肌、腹内斜肌、腹横筋膜进入腹膜后间隙,将腹膜往腹侧推移,手指触及腰大肌与腹部血管之间的自然间隙,将克氏针插入椎间盘,透视确认位置后,插入逐级扩张套筒并安装工作通道,再次透视确认通道位置(图 1b)。连接光源系统,使用长尖刀切开纤维环,利用各种型号的绞刀和刮匙处理椎间隙及上下软骨终板,并突破对侧纤维环,髓核钳完整摘除髓核、软骨终板等内容物。使用不同型号的试模撑开椎间隙,随即打入植有同种异体骨的融合器(图 1c)。透视确认融合器位置良好,逐层缝合切口。随后不改变体位,参考架安装于髂嵴(图 1d)。导航器械安装反射球后进行注册,O 形臂 X 线机扫描目标节段建立三维图像并将数据传输至导航系统。使用导航球探体表确认进钉体表位置后,切开长约 1.2 cm 皮肤,导航引导下使用 PAK 针在骨面进行穿刺开路(图 1e)。随后拔出 PAK 针插入导

丝,所有螺钉依照此法放置导丝后,沿着导丝放置逐级扩张套筒,沿着导丝进行攻丝(图 1f)。退出攻丝,安装导航示踪器于上钉器,导航引导下拧入螺钉(图 1g)。所有螺钉置入完成后,置入合适长度连接棒,拧紧尾帽,体外加压固定(图 1h)。生理盐水反复冲洗,确认无出血后,缝合切口。

### 1.4 术后处理

术前 30 min 和术后 24 h 应用抗生素预防感染,若手术时间超 3 h 追加抗生素。术后 1 d 绝对卧床休息,术后 2 d 在床上行功能康复锻炼,包括双下肢直腿抬高、踝泵运动、蹬自行车、翻身活动等,术后 3 d 可佩戴腰围下地走路。术中未放腰部引流管,无需拔管。术后 2 周行腰背肌功能锻炼,包括三点/五点支撑、飞燕动作等。3 个月内避免弯腰负重,术后康复训练应适可而止、循序渐进。

## 2 临床资料

### 2.1 一般资料

2017 年 10 月—2019 年 5 月本院采用此技术治疗退变性腰椎滑脱症患者 27 例,男 15 例,女 12 例;年龄 45~82 岁,平均(65.26±11.09)岁;L<sub>3/4</sub> 5 例、L<sub>4/5</sub> 15 例、L<sub>3/4, 4/5</sub> 7 例。按照滑脱 Meyerding 分度,统计所有椎体(均为向前 I~II 度滑脱)个数与滑脱度数,其中 L<sub>3</sub>: I 度 10 个,II 度 2 个;L<sub>4</sub>: I 度 17 个,II 度 5 个;L<sub>5</sub> 未见滑脱。本研究经医院伦理委员会审批备案,所有患者均知情同意。

### 2.2 初步结果

所有患者均顺利完成手术,手术时间 101~220 min,平均(128.89±24.18)min;术中失血量 54~158 ml,平均(106.33±29.39)ml。总置钉时间 25~62 min,平均(9.22±3.84)min/枚,27 例患者共置入椎弓根螺钉 122 枚;按照 Gertzbein-Robbins 分级标准<sup>[11]</sup>,0 级 114 枚,1 级 6 枚,2 级 2 枚,3 级 0 枚,置钉准确率 93.44%。术后无神经、血管损伤等严重并发症。

所有患者均获随访 3~24 个月,平均(16.92±3.56)个月。随访资料见表 1。随时间推移,患者腰痛 VAS 评分、腿痛 VAS 评分和 ODI 评分均显著下降( $P<0.05$ )。末次随访时,根据改良 MacNab 评定标准,优 24 例,良 3 例,优良率为 100%(27/27)。

影像测量结果见表 2,术后 24 个月时腰椎 X 线片示滑脱椎体均已复位,术后滑脱率、椎间隙高度和硬膜囊面积均较术前显著改善( $P<0.05$ )。末次随访

时, 所有患者内固定物在位, 无断裂、松动, 均达到 椎间融合。

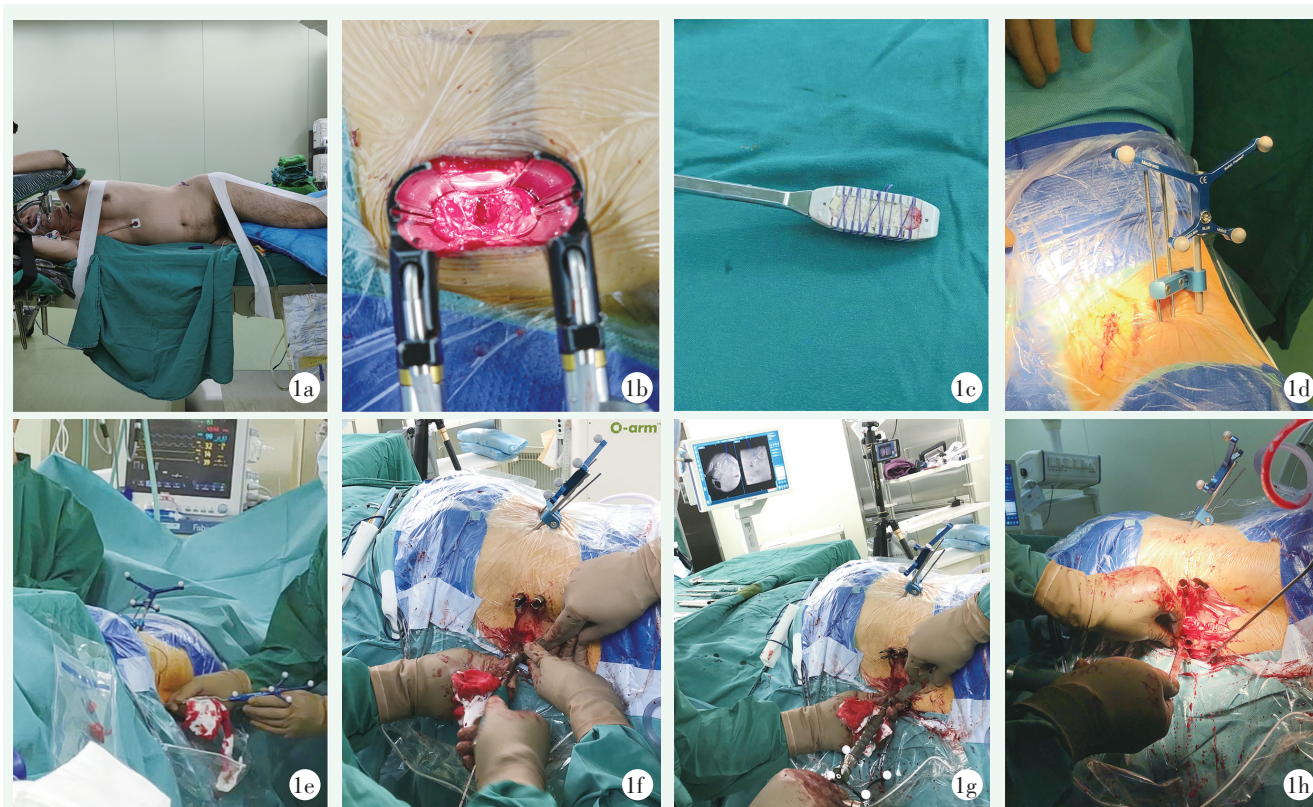


图 1 无体位改变的导航辅助侧方腰椎间融合术 1a: 右侧卧位, 腋窝下软垫保护 1b: 透视确认目标节段, 左侧腰部 4 cm 斜切口, 逐级扩张, 置通道, 切除椎间盘 1c: 挑选合适型号融合器, 充满同种异体松质骨, 可吸收薇乔线捆扎, 置入椎间隙 1d: 行椎弓钉固定, 将参考架安装于髂棘, 面板朝向背侧和脚侧 1e: 导航器械注册, O 形臂 X 线机扫描图像传输至导航后, 使用导航球探体表确认进钉点后, 行 1.5 cm 切口, 导航引导下使用 PAK 针穿刺开路 1f: 开路完成后沿着 PAK 针插入导丝, 拔出 PAK 针, 沿着导丝攻丝 1g: 安装追踪器于上钉器, 导航引导下置入椎弓根螺钉 1h: 安装连接棒及尾帽, 椎间体外加压固定, 冲洗伤口, 缝合切口

时间点	腰痛 VAS 评分 (分)	腿痛 VAS 评分 (分)	ODI 指数 (%)
术前	6.32±1.46	6.15±1.43	62.37±13.84
术后 3 个月	2.93±1.18	2.85±0.93	39.48±13.48
术后 6 个月	2.19±0.70	2.15±0.85	30.07±12.54
末次随访	1.93±0.72	1.93±0.81	25.56±12.82
P 值	<0.001	<0.001	<0.001

时间点	滑脱率 (%)	椎间隙高度 (mm)	硬膜囊面积 (mm <sup>2</sup> )
术前	19.33±9.27	8.49±1.19	124.21±24.01
术后 3 个月	1.89±1.24	11.52±0.67	197.87±17.64
术后 6 个月	2.19±1.25	11.31±0.82	192.99±16.86
末次随访	2.52±1.39	11.08±1.04	188.37±16.14
P 值	<0.001	<0.001	<0.001

### 3 讨论

无体位改变的导航辅助侧方腰椎间融合术与传统术式相比具有优势<sup>[10, 12, 19, 20]</sup>, 首先, 手术采用同一侧卧位完成减压和置钉, 规避来回变动体位带来的手术风险, 无须重新消毒铺巾, 节省医疗用物; 其次, 导航辅助技术有助于术者完成置钉。手术的关键在于如何安全高效完成侧路经皮置钉。随着数字智能医学的发展, 导航引导系统已经成功应用于脊柱手术<sup>[13, 14]</sup>。手术使用的美敦力导航系统集合术中三维成像、红外线实时追踪、可视化图像显示三大功能, 术者可以精确跟踪手术器械位置, 实时反馈螺钉与手术节段解剖结构毗邻关系, 从而实现精准置钉<sup>[15-18]</sup>。本研究中置钉准确率为 93.44%, 术后未出现钉道偏移相关并发症。Blizzard 等<sup>[19]</sup>报道了该技术

平均置钉时间为 5.9 min/枚, 置钉准确率为 94.9%。Ouchida 等<sup>[20]</sup>报道了该技术置钉准确率为 98.2%。因此, 导航辅助侧路置钉安全高效。

本研究采用该手术治疗 27 例退变滑脱患者, 取得满意疗效, 经验如下: (1) 术前体位摆放非常重要, 背部尽量靠近手术床边缘方便侧卧位经皮置钉操作, 宽胶布牢靠固定可以避免体位晃动导致导航漂移; (2) 椎间隙减压须突破对侧纤维环, 处理软骨终板慎用铰刀, 椎间盘完整摘除后须垂直打入融合器, 多次透视确认位置深浅和方向, 避免损伤对侧神经根及腔静脉; (3) 参考架放置尽量靠近术野, 避免距离过远导致红外信号丢失影响置钉; (4) 骨质条件好的患者开路时可用骨锤敲击 PAK 针尾端以达到理想的穿刺深度, 对于骨质条件差的患者, 开路时骨面容易打滑, 此时应重新调整进钉点徒手谨慎拧入 PAK 针。开路过程导航下反复验证穿刺位置, 切忌使用暴力穿刺导致骨道松动; (5) 置入导丝后建议透视或者 O 形臂 X 线机再次确认导丝位置, 如果导丝位置偏移, 可沿着导丝将攻丝拧入 3 mm 的深度后, 退出原导丝然后改道重新攻丝, 攻丝结束后重新放置导丝并完成置钉。

综上所述, 无体位改变的导航辅助侧方腰椎间融合术可以有效治疗退变性腰椎滑脱症, 是安全高效的手术方式。

### 参考文献

- [1] Guigui P, Ferrero E. Surgical treatment of degenerative spondylolisthesis [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2017, 103 (1): S11-S20.
- [2] 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.
- [3] Taba HA, Williams SK. Lateral lumbar interbody fusion [J]. *Neurosurg Clin N Am*, 2020, 31 (1): 33-42.
- [4] Zhu HF, Fang XQ, Fan SW, et al. Comparison of oblique lateral interbody fusion (OLIF) and minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (MI-TLIF) for treatment of lumbar degeneration disease: a prospective cohort study [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2022, 47 (6): 233-242.
- [5] 易红蕾, 刘东宁, 吴增晖, 等. 微创侧路胸腰椎融合术治疗特发性脊柱侧弯 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28 (13): 1235-1238.
- [6] 董振宇, 安春青, 楚戈, 等. 侧路融合术治疗退变性腰椎侧凸的临床疗效分析 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2016, 24 (3): 274-277.
- [7] Cappuccino A, Cornwall GB, Turner AW, et al. Biomechanical analysis and review of lateral lumbar fusion constructs [J]. *Spine*, 2010, 35 (26 Suppl): S361-S367.
- [8] Nayak AN, Gutierrez S, Billys JB, et al. Biomechanics of lateral plate and pedicle screw constructs in lumbar spines instrumented at two levels with laterally placed interbody cages [J]. *Spine J*, 2013, 13 (10): 1331-1338.
- [9] Kwon B, Kim DH. Lateral lumbar interbody fusion: indications, outcomes, and complications [J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2016, 24 (2): 96-105.
- [10] 高放, 方忠, 李锋, 等. 同一位体 OLIF 联合后路导航辅助下经椎弓根螺钉固定治疗腰椎退行性疾病的初步应用 [J]. *生物骨科材料与临床研究*, 2020, 17 (3): 21-25.
- [11] Gertzbein SD, Robbins SE. Accuracy of pedicular screw placement in vivo [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1990, 15 (1): 11-14.
- [12] Oda Y, Yamauchi T, Tanaka M. Lateral lumbar interbody fusion with percutaneous pedicle screw in combination with microendoscopic laminectomy in the lateral position for lumbar canal stenosis [J]. *Acta Med Okayama*, 2019, 73 (4): 373-377.
- [13] Houten JK, Nasser R, Baxi N. Clinical assessment of percutaneous lumbar pedicle screw placement using the O-arm multidimensional surgical imaging system. [J]. *Neurosurgery*, 2012, 70 (4): 990-995.
- [14] 曲哲, 钱邦平, 邱勇, 等. O 型臂 3D 导航与徒手置钉在上颈椎椎弓根螺钉置入中的精确性比较 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2015, 25 (12): 1063-1068.
- [15] 刘亚明, 雷涛, 申勇, 等. O 型臂导航系统在青少年特发性脊柱侧凸手术治疗中的初步应用 [J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2016, 9 (4): 296-302.
- [16] Chen K, Chen H, Zhang K, et al. O-arm navigation combined with microscope-assisted MIS-TLIF in the treatment of lumbar degenerative disease [J]. *Clin Spine Surg*, 2019, 32 (5): 235-240.
- [17] Kleck CJ, Johnson C, Akiyama M, et al. One-step minimally invasive pedicle screw instrumentation using O-arm and stealth navigation [J]. *Clin Spine Surg*, 2018, 31 (5): 197-202.
- [18] Habib N, Filardo G, Distefano D, et al. Use of intraoperative CT improves accuracy of spinal navigation during screw fixation in cervico-thoracic region [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2021, 46 (8): 530-537.
- [19] Blizzard DJ, Thomas JA. MIS single-position lateral and oblique lateral lumbar interbody fusion and bilateral pedicle screw fixation: feasibility and perioperative results [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2018, 43 (6): 440-446.
- [20] Ouchida J, Kanemura T, Satake K, et al. Simultaneous single-position lateral interbody fusion and percutaneous pedicle screw fixation using O-arm-based navigation reduces the occupancy time of the operating room [J]. *Eur Spine J*, 2020, 29 (6): 1277-1286.

(收稿:2021-07-01 修回:2021-12-10)

(同行评议专家: 张喜善)

(本文编辑: 闫承杰)