

· 临床论著 ·

高位退变性腰椎滑脱斜外侧腰椎间融合椎弓钉固定

铁伟宾¹, 牛辉¹, 刘宏建^{2*}

(1. 河南省洛阳正骨医院/河南省骨科医院 骨科, 河南郑州 450016; 2. 郑州大学第一附属医院 骨科, 河南郑州 450052)

摘要: [目的] 评价斜外侧腰椎间融合术 (oblique lumbar interbody fusion, OLIF) 联合 Wiltse 入路椎弓根钉固定治疗高位退变性腰椎滑脱症的临床疗效。[方法] 回顾性分析 2018 年 3 月—2019 年 6 月本院手术治疗的高位退变性腰椎滑脱症 43 例患者的临床资料。根据医患沟通结果, 20 例采用 OLIF 联合 Wiltse 入路椎弓根钉固定治疗 (OLIF 组), 23 例采用经椎间孔腰椎间融合术 (transforaminal lumbar interbody fusion, TLIF) (TLIF 组) 治疗。比较两组围手术期、随访及影像资料。[结果] 所有患者均顺利完成手术, OLIF 组在手术时间、切口长度、术中失血量、术后引流流量、下地行走时间和术后住院时间上均显著优于 TLIF 组 ($P<0.05$)。所有患者均获随访 12 个月以上, 平均随访 (22.70±6.51) 个月。OLIF 组完全负重活动时间显著早于 TLIF 组 ($P<0.05$)。随时间推移, 两组 VAS、ODI 评分均显著减少 ($P<0.05$), 而 JOA 评分显著增加 ($P<0.05$)。相应时间点, 两组间 VAS、ODI 及 JOA 评分的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。影像方面, 与术前相比, 末次随访时两组患者椎间隙高度、椎间孔高度、腰椎前凸角均显著增加 ($P<0.05$); 而椎体滑脱率均明显减少 ($P<0.05$)。术后 3、6 个月和末次随访时, OLIF 组 Lenke 椎间融合评级均显著优于 TLIF 组 ($P<0.05$)。[结论] 相较于 TLIF 术, OLIF 联合 Wiltse 入路椎弓根钉固定治疗高位退变性腰椎滑脱症具有医源性创伤小、恢复快、术后并发症少等优点。

关键词: 腰椎滑脱, 斜外侧腰椎间融合术, Wiltse 入路, 椎弓根钉, 经椎间孔腰椎间融合术

中图分类号: R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2022) 13-1174-06

Oblique lumbar interbody fusion combined with pedicle screw fixation for upper degenerative lumbar spondylolisthesis // TIE Wei-bin¹, NIU Hui¹, LIU Hong-jian². 1. Department of Orthopaedics, Luoyang Orthopaedic Hospital, Luoyang 450016, China; 2. Department of Orthopaedics, The First Affiliated Hospital, Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China

Abstract: [Objective] To evaluate the clinical outcomes of oblique lumbar interbody fusion (OLIF) combined with pedicle screw fixation through Wiltse approach for upper degenerative lumbar spondylolisthesis. [Methods] A retrospective study was done on 43 patients who received surgical treatment for upper degenerative lumbar spondylolisthesis in our hospital from March 2018 to June 2019. Based on preoperative doctor-patient communication, 20 patients were treated with OLIF combined with pedicle screw fixation through Wiltse approach (the OLIF group), while the other 23 patients underwent transforaminal lumbar interbody fusion (the TLIF group). The perioperative, follow-up and imaging data of the two groups were compared. [Results] All patients had operation finished successfully, with the OLIF group significantly superior to the TLIF group in terms of operation time, incision length, intraoperative blood loss, postoperative drainage, postoperative walking time and hospital stay ($P<0.05$). All patients were followed up for more than 12 months, with a mean of (22.70±6.51) months. The OLIF group resumed full weight-bearing activity significantly earlier than the TLIF group ($P<0.05$). The VAS and ODI scores decreased significantly ($P<0.05$), while JOA score increased significantly in both groups over time ($P<0.05$). At any corresponding time points, no significant differences in VAS, ODI and JOA scores were noticed between the two groups ($P<0.05$). Radiographically, intervertebral space height, intervertebral foraminal height, and lumbar lordosis angle significantly increased ($P<0.05$), whereas the slippage degree of vertebral body decreased significantly in both groups at the latest follow-up compared with those preoperatively ($P<0.05$). The OLIF group proved significantly superior to the TLIF group in term of Lenke interbody fusion scale at 3 months, 6 months and the latest follow-up ($P<0.05$). [Conclusion] OLIF combined with pedicle screw fixation through Wiltse approach has advantages of minimizing iatrogenic trauma, enhancing recovery and reducing postoperative complications over the TLIF for treatment of upper degenerative spondylolisthesis.

Key words: lumbar spondylolisthesis, oblique lumbar interbody fusion, Wiltse approach, pedicle screw, transforaminal lumbar interbody fusion

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.13.05

作者简介: 铁伟宾, 主治医师, 研究方向: 脊柱外科, (电话)18337161917, (电子信箱)tieweibin01@163.com

* 通信作者: 刘宏建, (电子信箱)hongjianmd@126.com

腰椎滑脱的定义是一个椎体相对于另一个椎体的向前或向后的滑移。成人腰椎滑脱常见的原因有骨结构缺陷、创伤和退变等。其中退变性腰椎滑脱是最常见的类型，好发于50岁以上的中老年女性，滑脱程度常较轻，多数为I度^[1]。退变性腰椎滑脱的畸形并不表现为单纯的滑移，多伴有椎体旋转畸形，这可能导致硬脊膜及其内的神经结构发生扭曲，加重椎管狭窄的程度，导致患者出现腰痛、下肢神经痛和跛行等症状的发生。经椎间孔腰椎间融合术(transforaminal lumbar interbody fusion, TLIF)是目前用于治疗退变性腰椎滑脱症最常用的融合术式，但该术式损伤较大，其破坏后方肌肉韧带复合体结构，需对椎旁肌作较广泛剥离，部分患者术后会出现慢性腰痛等并发症。近年来斜外侧椎间融合术(oblique lumbar interbody fusion, OLIF)作为脊柱外科一项新兴的微创融合技术被广泛应用于临床，并取得了较好的临床效果。OLIF通过腰大肌前缘和腹部大血管鞘之间的生理间隙直视下完成手术，避免了对硬脊膜、脊神经根等组织的干扰，减少了对腰椎后方结构的损伤，最大限度的保留了正常的组织结构。本研究回顾性分析2018年3月—2019年6月本院收治的43例高位退变性腰椎滑脱症患者的临床资料，其分别采用OLIF和TLIF方式治疗，比较两种术式的临床疗效，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准：(1)经X线片、CT、MRI检查确诊为腰椎滑脱，滑脱节段为L_{1/2}~L_{3/4}；(2)根据Meyerding分型，滑脱程度分级为I度~II度；(3)伴有腰部疼痛和下肢放射性疼痛，经正规保守治疗3个月无效且严重影响工作和日常生活。

排除标准：(1)重度腰椎管狭窄；(2)双侧侧隐窝狭窄；(3)关节突关节增生肥大；(4)黄韧带骨化；(5)重度肥胖(BMI>35 kg/m²)；(6)腹部手术史；(7)II度以上的腰椎滑脱；(8)合并严重全身疾病或无法耐受手术者。

1.2 一般资料

回顾性分析本院2018年3月—2019年6月收治的高位退变性腰椎滑脱症患者的临床资料，43例患者符合纳入标准，纳入本研究。依据术前医患沟通结果，将患者分为两组，20例采用OLIF联合Wiltse入路椎弓根钉固定治疗(OLIF组)，23例采用TLIF术治疗(TLIF组)。两组患者年龄、性别、BMI、BMD、病程、滑脱

节段的差异均无统计学意义(P>0.05)(表1)。本研究经过医院伦理委员会批准，所有患者均签署知情同意书。

表1 两组患者一般资料与比较

指标	OLIF组 (n=20)	TLIF组 (n=23)	P值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	59.75±9.25	58.78±8.06	0.715
性别(例, 男/女)	6/14	8/15	0.739
BMI(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	25.23±2.22	24.54±3.25	0.432
BMD(g/cm ³ , $\bar{x} \pm s$)	0.87±0.21	0.84±0.22	0.725
病程(月, $\bar{x} \pm s$)	49.70±26.06	50.35±25.25	0.935
病变节段(例, L _{1/2} /L _{2/3} /L _{3/4})	0/3/17	0/2/21	0.431

1.3 手术方法

OLIF组：取右侧卧位，C形臂透视确定责任节段并体表标记。从目标椎间盘中点向前3cm处作3~5cm切口，沿腹肌纤维方向钝性分离，进入腹膜后间隙，沿腰大肌前缘用食指分离腹膜组织，显露侧前方责任椎间盘，将探针插入椎间隙，逐级置入扩张器套件序贯撑开腹肌纤维，显露责任椎间隙，取出椎间盘髓核组织，刮除软骨终板，将填充了植骨材料的侧位椎间融合器置入目标椎间隙，透视确认融合器位置良好，滑脱复位，予以逐层缝合，不放引流。改为俯卧位，取后正中小切口，浅筋膜下游离至多裂肌和最长肌间隙，切开胸腰筋膜，沿肌间隙钝性分离，显露上关节突外侧，依“人”字嵴定位法，依次拧入椎弓根螺钉后进行后路内固定，不放引流。

TLIF组：取俯卧位，做后正中切口，长约5~7cm，依次切开、逐层分离并显露，按照“人”字嵴定位法确定进钉点，依次置入椎弓根螺钉，用骨刀和椎板咬骨钳行椎管减压并充分减压椎间孔。用神经拉钩将硬膜囊及行走根向内侧牵开，显露并切除病变椎间盘。将咬除的骨质做成颗粒状填入椎间隙及融合器，压紧骨松质，置入椎间融合器，后方用椎弓根钉棒系统内固定，放置引流管。

1.4 评价指标

记录两组患者围手术期资料。采用完全负重活动时间、疼痛视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)、Oswestry功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)、日本骨科学协会评分(Japanese Orthopaedic Association, JOA)评价临床疗效^[2]。行影像学检查，测量椎间隙高度、椎间孔高度、腰椎前凸角、椎体滑脱率。行CT检查^[3]，采用改良的Lenke评级^[4]评价椎间融合情况。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示，资料呈正态分布时，两组间比较采用独立样本 *t* 检验，组内时间点间比较采用配对 *T* 检验或单因素方差分析；资料呈非正态分布时，采用秩和检验。计数资料采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。等级资料两组比较采用 Mann-whitney *U* 检验，组内比较采用多个相关资料的 Friedman 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期情况

所有患者均顺利完成手术，TLIF 组有 2 例出脑脊液漏，经保守治疗痊愈；2 例出现下肢神经症状，给予口服营养神经药物于术后 3 个月恢复。两组患者围手术期资料见表 2。OLIF 组手术时间、切口长度、术中失血量、术后引流量、术后下地行走时间和术后住院时间均显著优于 TLIF 组 ($P < 0.05$)，但 OLIF 组术中透视次数显著多于 TLIF 组 ($P < 0.05$)。OLIF 组 1 例术后切口出现脂肪液化，经换药后痊愈，切口为乙级愈合；TLIF 组切口乙级愈合 3 例。两组切口愈合等级的差异无统计学意义

($P > 0.05$)。围手术期所有患者均未出现严重不良事件。

指标	OLIF 组 (n=20)	TLIF 组 (n=23)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	93.25±9.50	107.20±11.03	<0.001
切口长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	3.75±0.85	6.39±1.20	<0.001
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	81.75±12.28	205.40±18.95	<0.001
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	23.65±3.28	12.52±3.84	<0.001
术后引流量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	0	208.40±19.39	<0.001
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	1.25±0.44	3.61±0.72	<0.001
切口愈合等级 (例, 甲/乙/丙)	19/1/0	20/3/0	0.610
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	6.15±1.14	10.30±1.15	<0.001

2.2 随访结果

两组患者均获随访 12~36 个月，平均 (22.70±6.51) 个月。随访过程中，两组患者均无神经症状加重，无再次手术翻修等不良事件。两组患者随访结果见表 3。OLIF 组完全负重活动时间显著早于 TLIF 组 ($P < 0.05$)。随时间推移，两组 VAS、ODI 评分均显著减少 ($P < 0.05$)，而 JOA 评分显著增加 ($P < 0.05$)。相应时间点两组间 VAS、ODI、JOA 评分的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。

指标	时间点	OLIF 组 (n=20)	TLIF 组 (n=23)	P 值
完全负重活动时间 (d)		3.26±1.19	5.64±1.13	<0.001
VAS 评分 (分)	术前	6.25±1.16	6.83±1.07	0.099
	术后 6 个月	2.60±0.68	2.83±0.65	0.264
	末次随访	2.20±0.52	2.30±0.64	0.581
	P 值	<0.001	<0.001	
ODI 评分 (%)	术前	52.78±10.07	54.30±10.09	0.625
	术后 6 个月	26.56±2.85	27.46±2.45	0.272
	末次随访	21.66±3.46	22.33±3.44	0.529
	P 值	<0.001	<0.001	
JOA 评分 (分)	术前	8.20±1.61	7.50±1.57	0.157
	术后 6 个月	18.10±1.92	17.26±1.71	0.137
	末次随访	22.95±1.43	22.17±1.50	0.090
	P 值	<0.001	<0.001	

2.3 影像评估

两组患者影像评估结果见表 4。术后随时间推移，两组患者椎间隙高度、椎间孔高度、腰椎前凸角均显著增加 ($P < 0.05$)；而椎体滑脱率均显著减少 ($P < 0.05$)。相应时间点，两组间上述指标的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。随术后时间推移，两组患

者 Lenke 椎间融合评级均显著改善 ($P < 0.05$)，术后 3、6 个月和末次随访时，OLIF 组 Lenke 椎间融合评级均显著优于 TLIF 组 ($P < 0.05$)。至末次随访时，两组患者均无椎弓钉-棒松动、移位和断裂。OLIF 组典型病例影像见图 1。

表 4 两组患者影像评估结果与比较

指标	时间点	OLIF 组 (n=20)	TLIF 组 (n=23)	P 值
椎间隙高度 (mm, $\bar{x} \pm s$)	术前	7.23±1.17	7.28±1.04	0.877
	术后 6 个月	11.37±0.94	11.05±0.87	0.267
	末次随访	11.09±0.91	10.93±0.85	0.532
	P 值	<0.001	<0.001	
椎间孔高度 (mm, $\bar{x} \pm s$)	术前	15.38±0.71	15.36±0.61	0.910
	术后 6 个月	18.55±0.46	18.36±0.56	0.237
	末次随访	18.31±0.45	18.13±0.53	0.233
	P 值	<0.001	<0.001	
腰椎前凸角 (°, $\bar{x} \pm s$)	术前	39.11±5.73	39.21±5.11	0.953
	术后 6 个月	45.89±6.01	44.93±5.28	0.576
	末次随访	45.41±6.06	44.60±5.26	0.643
	P 值	0.002	<0.001	
滑脱率 (% , $\bar{x} \pm s$)	术前	11.56±1.62	11.73±1.70	0.744
	术后 6 个月	8.48±1.29	8.29±1.33	0.639
	末次随访	8.50±1.30	8.31±1.34	0.651
	P 值	<0.001	<0.001	
Lenke 评级 (例, I/II/III/IV)	术后 3 个月	13/5/1/1	11/6/5/1	0.028
	术后 6 个月	15/4/1/0	13/5/4/1	<0.001
	末次随访	17/3/0/0	16/4/3/0	<0.001
	P 值	<0.001	0.009	

3 讨论

本研究表明与 TLIF 相比, OLIF 联合 Wiltse 入路椎弓根钉固定具有创伤小、恢复快、术后并发症少等优点, 治疗高位退变性腰椎滑脱症疗效满意。腰椎融合术是治疗退行性脊柱疾病的有效手术方法^[5, 6]。Mayer^[7]于 1997 年最先描述了一种经腹膜后入路的椎间融合技术, 所行手术的 25 例患者均获得了坚实的前路融合, 而且术中出血量很少。Silvestre 等^[8]随后于 2012 年采用类似于 Mayer 的方法分期行后路内固定和前外侧入路椎间融合术, 并将此项技术称为斜外侧腰椎间融合术。该术式经前外侧置入宽大的、具有一定前凸角度的椎间融合器, 从而达到椎管、椎间孔的间接减压和椎体间融合的作用。OLIF 具有天然的解剖学优势, 它是通过生理间隙显露的一项微创融合技术, 在通道下完成椎间盘的摘除及 Cage 的置入^[9]。与 ALIF 相比, OLIF 不会对腹膜造成干扰, 腹部血管损伤风险也大大降低, 还能保持前纵韧带的完整性^[10, 11]。与传统的 PLIF/TLIF 相比, OLIF 术中不

暴露椎管, 一定程度上减少神经根损伤、脑脊液漏等并发症的发生, 而且其不破坏后方肌肉韧带及骨性结构, 保留了后柱的稳定性。

张建锋等^[12]报告单节段 OLIF 术中出血量平均为 63 ml。本研究 OLIF 组术中出血也仅为 81 ml, 而且术后无需引流。根据脊柱三柱理论, 脊柱主要承载区域位于前中柱, 与传统 TLIF 后方小椎间融合器相比, 侧方大面积椎间融合器可分散上下终板的载荷应力, 提供了有效的前中柱支撑, 其力学稳定性更佳^[13, 14]。Yuan 等^[15]通过生物力学研究也得到了同样的结论。Woods 等^[16]通过对 137 例接受 OLIF 手术患者的并发症和融合率的回顾性队列研究报道, 术后最常见的并发症为融合器塌陷 (4%)、肠梗阻 (2.9%) 和血管损伤 (2.9%)。葛鑫等^[17]报道单独应用 OLIF 技术最常见的并发症为融合器嵌插、下沉以及移位。本研究中 OLIF 联合 Wiltse 入路椎弓根钉固定有效防止了融合器下沉或切割, 且 OLIF 组患者未出现大血管损伤、神经根损伤及逆行性射精等并发症。

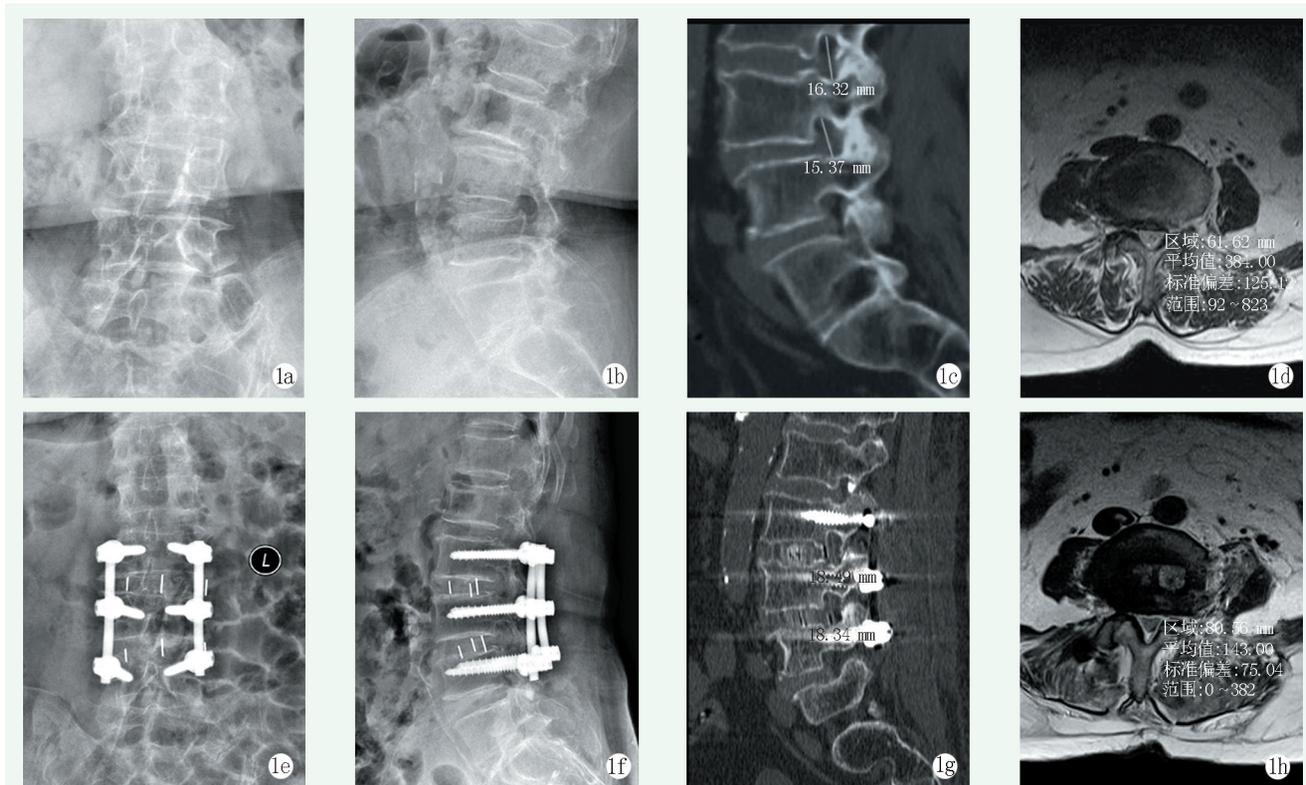


图1 患者,女,79岁,腰背部疼痛伴左下肢根性痛 1a:术前正位X线片示退变性腰椎滑脱合并退变性腰椎侧凸 1b:术前侧位X线片示L₃椎体向前I度滑脱 1c:术前矢状位CT示椎间孔高度 1d:术前横断面MRI示椎管面积 1e, 1f:术后6个月正侧位X线示内固定位置良好,滑脱复位及侧凸矫正,无内固定松动或断裂 1g:术后6个月矢状位CT示椎间孔高度较术前增加,椎间融合 1h:末次随访横断面MRI示椎管面积较术前明显增加

Sato 等^[18]报告 OLIF 组术后椎间高度平均增加 61%, 椎管面积增加 19%, 腰痛、腿痛和下肢麻木症状较术前明显减轻, 这些都表明 OLIF 具有良好的间接减压作用。Limthongkul 等^[19]的一项回顾性研究结果显示, OLIF 术后患者的黄韧带面积减少了 14.2%。方忠等^[20]报告, OLIF 术后硬膜囊面积和硬膜囊矢状径较术前明显增加。本研究 OLIF 组术后 6 个月椎管面积较术前平均增加了约 29.63%。Manwaring 等^[21]研究认为腰椎前凸对维持矢状位平衡有重要意义, 腰椎前凸的丢失会导致矢状位失衡, 重心前移, 进而引起相关肌肉过度疲劳和腰椎应力增加。Fujibayashi 等^[22]通过对 28 例 52 个节段行 OLIF 术患者的影像学资料测量发现, 责任节段的椎间隙前凸角平均增加了 4.5°, 有效地恢复了腰椎前凸。Shimizu 等^[23]研究表明, OLIF 组术后 1 年的椎间融合率为 87.2%, 明显优于 TLIF 组的 57.4%。本研究 OLIF 组术后相应时间点融合率显著优于 TLIF 组。保证植骨融合的关键是植骨床的准备及充足的植骨量, OLIF 所采用更为宽大的融合器能更好地提供足够的融合面积和植骨量, 所以融合率更高。

综上所述, OLIF 联合 Wiltse 入路椎弓根钉固定

治疗高位退变性腰椎滑脱症具有创伤小、恢复快、住院时间短、患者接受度高的优势, 并能够更好更快的恢复腰椎生理功能。各种手术方式都有其各自的优缺点, 因此根据每个患者自身的病情特点, 严格掌握手术适应证和禁忌证, 选择合适的手术方式, 才能整体提高手术疗效。

参考文献

- [1] 陈仲强, 刘忠军, 党耕町. 脊柱外科学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2013: 372-383.
- [2] 蒋协远, 王大伟. 骨科临床疗效评价标准 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005: 119-121.
- [3] 高志强, 李洋, 罗飞. 对脊柱椎间融合的影像学评价策略 [J]. 中国组织工程研究, 2015, 19 (48): 7825-7830.
- [4] Rodgers WB, Gerber EJ, Rodgers JA. Clinical and radiographic outcomes of extreme lateral approach to interbody fusion with β -tricalcium phosphate and hydroxyapatite composite for lumbar degenerative conditions [J]. Int J Spine Surg, 2012, 6 (1): 24-28.
- [5] 朱磊, 冯新民, 张亮, 等. 斜外侧椎间融合技术的研究进展 [J]. 中华损伤与修复杂志, 2019, 14 (5): 380-383.
- [6] Hlavaty A, Smoczyński A. Surgical treatment of degenerative spondylolisthesis [J]. Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol, 1984, 49 (4): 363-370.

- [7] Mayer HM. A new microsurgical technique for minimally invasive anterior lumbar interbody fusion [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1997, 22 (6): 691-699.
- [8] Silvestre C, Mac-Thiong JM, Hilmi R, et al. Complications and morbidities of mini-open anterior retroperitoneal lumbar interbody fusion: oblique lumbar interbody fusion in 179 patients [J]. *Asian Spine J*, 2012, 6 (2): 89-97.
- [9] 叶有晨, 郑杰, 杨永宏, 等. 微创侧(前)方入路腰椎椎间融合术(XLIF&OLIF)治疗退变性脊柱侧凸[J]. *颈腰痛杂志*, 2017, 38 (5): 401-405.
- [10] 张顺聪, 郭惠智, 莫凌, 等. 斜外侧椎间融合术联合后路固定治疗腰椎退变性疾病的初步评价[J]. *中国矫形外科杂志*, 2018, 26 (3): 203-208.
- [11] 许朝君, 镐英杰, 于磊, 等. 斜外侧椎间融合术治疗退变性腰椎侧凸[J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28 (13): 1185-1190.
- [12] 张建锋, 范顺武, 方向前, 等. 斜外侧椎间融合术在单节段腰椎间盘退行性疾病中的应用[J]. *中华骨科杂志*, 2017, 37 (2): 80-88.
- [13] Cappuccino A, Cornwall GB, Turner AW, et al. Biomechanical analysis and review of lateral lumbar fusion constructs [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2010, 35 (26 Suppl): S361-367.
- [14] 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[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2019, 34 (11): 1140-1144.
- [15] Yuan W, Kaliya-Perumal AK, Chou SM, et al. Does lumbar interbody cage size influence subsidence? A biomechanical study [J]. *Spine*, 2020, 45 (2): 88-95.
- [16] Woods KR, Billys JB, Hynes RA. Technical description of oblique lateral interbody fusion at L₁-L₅ (OLIF25) and at L₅-S₁ (OLIF51) and evaluation of complication and fusion rates [J]. *Spine J*, 2017, 17 (4): 545-553.
- [17] 葛鑫, 徐宏光, 刘晨, 等. 腰椎退行性病单独腰椎斜外侧椎体间融合术的并发症[J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28 (3): 193-198.
- [18] 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 [J]. *Eur Spine J*, 2017, 26 (3): 671-678.
- [19] Limthongkul W, Tanasansomboon T, Yingsakmongkol W, et al. Indirect decompression effect to central canal and ligamentum flavum after extreme lateral lumbar interbody fusion and oblique lumbar interbody fusion [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2020, 45 (17): E1077-E1084.
- [20] 方忠, 高放, 李锋, 等. 斜外侧腰椎椎间融合术联合后路导航经皮置钉固定治疗腰椎滑脱症的早期疗效[J]. *中华骨科杂志*, 2017, 37 (16): 980-988.
- [21] Manwaring JC, Bach K, Ahmadian AA, et al. Management of sagittal balance in adult spinal deformity with minimally invasive anterolateral lumbar interbody fusion: a preliminary radiographic study [J]. *J Neurosurg Spine*, 2014, 20 (5): 515-522.
- [22] Fujibayashi S, Hynes RA, Otsuki B, et al. Effect of indirect neural decompression through oblique lateral interbody fusion for degenerative lumbar disease [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2015, 40 (3): E175-182.
- [23] Shimizu T, Fujibayashi S, Otsuki B, et al. Indirect decompression via oblique lateral interbody fusion for severe degenerative lumbar spinal stenosis: a comparative study with direct decompression transforaminal/posterior lumbar interbody fusion [J]. *Spine J*, 2021, 21 (6): 963-971.

(收稿:2021-10-01 修回:2022-03-28)

(同行评议专家:黄勇肖鹏)

(本文编辑:郭秀婷)