

斜外侧入路和后路融合治疗 I ~ II 度 腰椎滑脱症的对比研究

曾忠友¹ 张建乔¹ 宋永兴¹ 俞伟¹ 范顺武² 方向前² 裴斐¹ 宋国浩¹ 范时洋¹

【摘要】目的 比较斜外侧椎间融合联合后方肌间隙入路通道下椎弓根螺钉固定和后方肌间隙入路通道下椎弓根螺钉复位固定并椎间融合治疗 I ~ II 度腰椎滑脱症的优、缺点。**方法** 前瞻性收集 2016 年 6 月至 2018 年 6 月收治且符合纳入和排除标准的 I ~ II 度腰椎滑脱症 115 例患者, 其中男 33 例, 女 82 例; 年龄 41 ~ 72 岁, 平均 (57.3 ± 7.1) 岁。采用后方肌间隙入路通道下椎弓根螺钉复位固定并椎间融合器植骨治疗 56 例 (后路融合组), 斜外侧椎间融合联合后方肌间隙入路通道下椎弓根螺钉固定治疗 59 例 (斜外侧融合组)。记录并对比两组病例的手术时间、术中出血量、影像结果、临床结果和并发症情况。**结果** 两组病例均获得 12 ~ 48 个月, 平均 (27.0 ± 3.4) 个月的随访。与后路融合组对比, 斜外侧融合组操作时间短, 出血少, 且差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。两组病例术中、术后均未出现神经损伤或原有神经症状加重现象; 术后切口皮肤无坏死, 切口无感染。72 h 腰部切口 VAS 评分斜外侧融合组 [(1.10 ± 0.08) 分] 低于后路复位融合组 [(1.51 ± 0.15) 分, $P < 0.05$]。经重复测量设计的方差分析, 后路融合组和斜外侧融合组术后和末次随访时的腰椎前凸角 [术后 (49 ± 8)°, (53 ± 6)°; 末次随访 (47 ± 8)°, (51 ± 9)°]、滑脱率 [术后 (10.8 ± 3.4)%, (3.6 ± 1.3)%; 末次随访 (11.2 ± 3.5)%, (3.9 ± 1.4)%] 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 两组间滑脱角 [术后 (8 ± 2)°, (9 ± 2)°; 末次随访时 (8 ± 2)°, (8 ± 1)°]、骶倾角 [(术后 (43 ± 7)°、(42 ± 6)°; 末次随访时 (42 ± 6)°, (40 ± 5)°] 和椎间隙高度 [术后 (12.1 ± 1.8) mm、(12.2 ± 1.6) mm; 末次随访时 (11.6 ± 1.5) mm、(11.0 ± 1.3) mm] 相比, 差异均无统计学意义。ODI 指数方面, 后路融合组由术前 (32.9 ± 7.1)% 恢复至末次随访时的 (7.0 ± 2.6)%; 斜外侧融合组由术前 (32.7 ± 7.7)% 恢复至末次随访时的 (6.5 ± 2.3)%, 与术前相比差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。并发症发生率后路融合组 (14.29%) 高于斜外侧融合组 (11.86%) ($P < 0.05$)。后路融合组融合率 96.4% 高于斜外侧融合组 (94.9%) ($P < 0.05$)。随访过程中未发现内固定松动、断裂或椎间融合器移位现象, 固定融合部位邻近节段无明显退变。**结论** 斜外侧椎间融合联合后方肌间隙入路通道下椎弓根螺钉固定和后方肌间隙入路通道下椎弓根螺钉复位固定并椎间融合两种方法用于 I ~ II 度腰椎滑脱的治疗均获得良好的临床效果, 但前者固定融合方式临床优势更加明显, 操作时间短、创伤小、出血少、对椎管和椎管内神经基本无干扰、椎体复位效果好、安全性高、恢复快等。只要严格掌握适应证, 斜外侧椎间融合联合后方肌间隙入路通道下椎弓根螺钉固定可作为 I ~ II 度腰椎滑脱症较好的手术治疗选择。

【关键词】 腰椎; 脊椎滑脱; 内固定; 脊柱融合术

Comparative study of oblique lateral approach and posterior fusion in the treatment of grade I - II lumbar spondylolisthesis Zeng Zhongyou¹, Zhang Jianqiao¹, Song Yongxing¹, Yu Wei¹, Fan Shunwu², Fang Xiangqian², Pei Fei¹, Song Guohao¹, Fan Shiyang¹. ¹The Second Deptment of Orthopaedics, Hospital of Coast Guard General Corps of Armed Police Forces, Jiaxing 314000, China; ²Department of Orthopaedics, Sir Run Run Shaw Hospital of Medical College of Zhejiang University, Hangzhou 310016, China
Corresponding author: Zeng Zhongyou, Email: zjzengzy@126.com

【Abstract】 Objective To compare the advantages and disadvantages of posterior interbody fusion by intermuscular approach and oblique lateral interbody fusion combined with posterior pedicle screw fixa-

tion for treating lumbar spondylolisthesis (degree I - II). **Methods** A prospective study was conducted on 115 patients who underwent surgical treatment for lumbar spondylolisthesis from June 2016 to June 2018. These patients include 33 males and 82 females, ranging in age from 41 to 72 years, with a mean of (57 ± 7) years. 56 cases (posterior interbody fusion group) were treated by intermuscular approach and 59 cases (oblique lateral interbody fusion group) were treated by oblique lateral approach and posterior pedicle screw fixation. The operative time, intraoperative blood loss, imaging results, clinical results and complications were compared between the two groups. **Results** All patients were followed up with an average of (27 ± 3) months (range from 12 to 48 months). The operative time and intraoperative blood loss of oblique lateral interbody fusion group were significantly less than posterior interbody fusion group ($P < 0.05$). There was no incision infection and nerve injury were observed in two groups. Besides, the VAS score at 72 h after surgery of oblique lateral interbody fusion group (1.10 ± 0.08) were significantly less than posterior interbody fusion group (1.51 ± 0.15). According to the analysis of variance with repeated measures design, the difference between the posterior group and the oblique lateral fusion group was statistically significant in terms of lumbar lordosis angle and spondylolisthesis rate at postoperation and the last follow-up ($P < 0.05$). There was no statistically significant difference between different groups in spondylolisthesis angle, sacral inclination angle and intervertebral space height. Both the two groups showed significant improvement in ODI during the final follow-up ($P < 0.05$), but the difference between the two groups was not statistically significant. The incidence of complications in the posterior fusion group was significantly higher than in the oblique lateral fusion group ($P < 0.05$). The fusion rate of posterior interbody fusion group was 96.4% and 94.9% in oblique lateral interbody fusion group, while the difference was not statistically significant ($P > 0.05$). During the follow-up, loosening, displacement, breakage of pedicle screw, displacement of intervertebral cages or obvious degeneration of adjacent segments were not observed. **Conclusions** The posterior interbody fusion by intermuscular approach and the oblique lateral interbody fusion combined with posterior pedicle screw fixation take well clinical results for treating lumbar spondylolisthesis (degree I - II). Oblique lateral interbody fusion combined with posterior pedicle screw fixation through intermuscular approach takes advantages of quick operation, less trauma, less bleeding, high safety, quick recovery and no interference to spinal canal, which can be a good choice for treatment of lumbar spondylolisthesis (degree I - II).

【Key words】 Lumbar; Spondylolisthesis; Internal fixation; Interbody fusion

I ~ II 度腰椎滑脱症是临床常见疾病,对于存在顽固性腰痛或伴神经症状者,多建议手术治疗。由于后路双侧椎弓根螺钉复位固定并椎间融合 (posterior lumbar interbody fusion, PLIF; transforaminal lumbar interbody fusion, TLIF) 减压直接、松解充分、提拉力强、复位良好、固定牢固、融合率高、效果确切而成为标准的手术方法^[1-5]。在后路复位、固定、融合手术中,传统的正中切口入路上手快、显露充分、视野大、操作方便。但随着临床应用的增多,以及研究的深入,正中切口入路椎弓根螺钉复位固定并椎间融合治疗腰椎滑脱症所存在的问题日益显现,主要包括正中切口骶棘肌剥离显露造成的肌肉损害^[6-9],以及由此导致的对腰椎稳定和平衡的影响,部分病例甚至出现腰椎手术失败综合征^[10-11]。而且后路椎管减压、椎间松解、椎间隙床制作和融合器植入,无论采用 PLIF 术式或 TLIF 术式均存在椎管干扰,具有脊膜和神经损伤的风险^[12-13]。自 2003 年

Foley 等^[14]将通道显露方法引入后路腰椎固定融合手术以来,出现了较多肌间隙入路通道下椎弓根螺钉复位固定并椎间融合治疗腰椎滑脱症的报道^[15-21]。虽然肌间隙入路通道显露下的操作,明显缩小了切口,减少了创伤,加速了康复,但肌间隙入路并没有改变椎管减压方式和融合器植入路径。有文献报道,肌间隙入路通道下操作存在较长的学习曲线和较高的并发症,包括脊膜和神经的损伤,特别在开展的早期^[22-26]。

如何在减少软组织损伤的同时,提高 I ~ II 度腰椎滑脱症固定融合治疗的安全性。2012 年,斜外侧椎间融合技术 (oblique lateral interbody fusion, OLIF) 的正式命名^[27]。由于 OLIF 技术具有较好的椎体复位和椎管间接减压效果,而被应用于腰椎滑脱症的固定融合治疗^[28-32]。本研究前瞻性对比斜外侧入路椎间融合并后方肌间隙入路通道下椎弓根螺钉复位固定和后方肌间隙入路通道下椎弓根螺钉复

位固定并椎间融合治疗 I ~ II 度腰椎滑脱症,目的在于:(1)比较斜外侧椎间融合并后方肌间隙入路通道下椎弓根螺钉固定和后方肌间隙入路通道下椎弓根螺钉复位固定并椎间融合治疗 I ~ II 度腰椎滑脱症的优、缺点;(2)探讨上述两种固定融合方式治疗腰椎滑脱症的适应证与注意事项。

资料与方法

一、纳入与排除标准

纳入标准:(1) I ~ II 度腰椎滑脱症,包括退行性或峡部裂型;(2)单节段病变;(3)病变部位为 L_{3/4} 或 L_{4/5} 节段;(4)如存在椎管狭窄,根据 Schizas 等^[33]提出的腰椎管狭窄程度分级,为 A ~ C 级患者;(5)资料完整且随访超过 1 年。

排除标准:(1)患者骨性中央管或侧隐窝狭窄,或伴有非包容性椎间盘突出,需要直接椎管减压者;(2)局部存在严重三维畸形;(3)合并骨质疏松;(4)严重肥胖, BMI > 35 kg/m²;(5)病变节段腰椎关节突自发性融合;(6)既往有腹膜外手术史,或腰椎后路手术史,或髂血管鞘与腰大肌间隙消失者;(7)合并严重基础疾病无法耐受手术者。

二、一般资料

前瞻性收集武警部队骨科中心 2016 年 6 月至 2018 年 6 月符合上述纳入和排除标准的 I ~ II 度腰椎滑脱症患者 115 例。采用单盲法,统计分析结束,报告完成,并作临床总结时进行揭盲,对于术后失访或随访时间不满 1 年者,认为患者脱落,脱落患者数据不纳入本研究。根据入院先后按 1、2、3、4... 编号,其中编号为 1、3、5... 的患者选择后方肌间隙入路通道下椎弓根螺钉复位固定并椎间融合器植骨治疗(简称后路融合组),编号为 2、4、6... 的患者选择斜外侧入路椎间融合并后方肌间隙入路通道下椎弓根螺钉固定治疗(简称斜外侧融合组)。本研究获医院伦理委员会讨论通过(编号 20160168),并与患

者签订知情同意书。根据以上病例纳入和排除标准,最后入选后路融合组 56 例,斜外侧融合组 59 例。

后路融合组 56 例,男 17 例,女 39 例;年龄 47 ~ 71 岁,平均 (58 ± 6) 岁; BMI (18 ~ 29) kg/m², 平均 (25.6 ± 2.2) kg/m²; 病史时间 15 ~ 60 个月,平均 (32.6 ± 12) 个月;病变部位: L_{3/4} 2 例、L_{4/5} 54 例;退行性滑脱 15 例,双侧椎弓峡部裂型滑脱 41 例;滑脱程度 (Meyerding 分°法) I ° 8 例, II ° 48 例。

斜外侧融合组 59 例,男 16 例,女 43 例;年龄 41 ~ 72 岁,平均 (56 ± 8) 岁; BMI (20 ~ 30) kg/m², 平均 (25.9 ± 2.1) kg/m²; 病史时间 14 ~ 54 个月,平均 (32 ± 11) 个月;病变部位: L_{3/4} 3 例, L_{4/5} 56 例;退行性滑脱 21 例,双侧椎弓峡部裂型滑脱 38 例;滑脱程度 (Meyerding 分度法) I 度 10 例, II 度 49 例。

两组病例均有慢性腰痛,表现为站立或行走时腰部下沉感,不耐久站、久走。其中伴双下肢神经症状 15 例,伴一侧下肢神经症状 61 例;入院后常规行腰椎 X 线正侧位、过屈过伸位和双斜位、CT 扫描及 MRI 检查。

两组病例一般资料比较,差异无统计学意义(见表 1),说明两组病例基本情况具有可比性。

三、手术方法

均采用全麻。

后路融合组具体操作步骤:患者取俯卧位,保持腹部悬空,以病变节段为中心,旁开棘突 2 ~ 3 cm,于棘突两旁做纵行切口,切开腰背筋膜,经多裂肌纤维间作钝性分离达椎板和关节突表面,插入扩张套管,逐级扩张,两侧同时或先后置入带光源的通道并纵向撑开,将通道保持外倾并头倾方向,即平行椎间隙方向固定,同时使通道底部呈喇叭状张口。清除椎板和关节突表面残余软组织,充分显露病变节段椎板间隙及关节突关节。于病变节段两侧经椎弓根置入定位针后,采用标准经椎间孔入路 (TLIF 方式) 行椎间盘髓核摘除、椎间隙松解并椎体的撬拨复位、终板软骨清理、椎间隙深部植骨、融合器植入。

表 1 两组腰椎滑脱症病例术前一般资料比较

组别	例数	年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	性别(例)		病史时间(月, $\bar{x} \pm s$)	病变部位(例)		BMI(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)
			男	女		L _{3/4}	L _{4/5}	
后路融合组	56	58 ± 6	17	39	33 ± 12	2	54	25.6 ± 2.2
斜外侧融合组	59	57 ± 8	16	43	32 ± 11	3	56	25.9 ± 2.1
统计值		$t=1.118$	$\chi^2=0.692$		$t=1.005$	$\chi^2=1.447$		$t=0.991$
P 值		0.752	0.516		0.925	0.175		1.131

其中经单侧椎间孔入路25例,两侧经椎间孔入路31例。取出椎弓根定位针,经椎弓根拧入4枚螺钉,于两侧装棒,进一步行滑脱椎体提拉复位,然后适当椎间压缩后紧固螺栓。切口大量生理盐水冲洗,并探查切口内有无活动性出血,逐层缝合切口,单侧减压者于减压侧放置一根引流管、两侧减压者各放置一根引流管接负压引流。典型病例见图1~13。

斜外侧融合组具体操作步骤:患者采用标准右侧卧位,保持屈髋,腋下及髋部用宽布胶固定。C型臂X线机定位并规划切口,切口规划如下:于病变椎间隙体表投影的椎体前缘向前延伸2 cm,向后1 cm,切口长度约3~4 cm。沿肌纤维方向逐层钝性分离腹外斜肌和腹内斜肌,切开腹横肌,将腹膜外脂肪和

腹内脏器推向腹侧,暴露腰大肌,将腰大肌轻轻向背侧推开,并用牵开器牵向背侧,同时将腹内脏器连同腹膜外脂肪牵向腹侧,显露病变节段椎间隙。于椎间隙前中1/3斜向插入导针,C型臂X线机透视确定病变节段无误后,逐级插入扩张套管,以及带光源的通道。移除套管,固定通道(保持通道斜向固定),切开椎间盘,顺椎间隙方向垂直插入钝性绞刀,C型臂X线机检查确定椎间隙位置和终板方向。采用钝性撑开器,予椎间隙逐级撑开,进一步清除残余髓核和终板软骨,制作融合器床。逐级插入融合器试模,再次透视确定拟使用融合器大小,包括融合器长度和高度。将填入骨块的融合器(注:对填入骨块的融合器使用可吸收缝线进行跳跃性捆绑,目的是防止融



图1~13 患者女性,52岁,反复腰痛4年,加重伴双下肢放射3个月,诊断:L₄退行性滑脱。图1~2 术前腰椎X线正侧位示:L₄双侧椎弓峡部完整,椎体向前滑移Ⅱ度;图3~4 术前腰椎过伸过屈X线侧位示:L₄下终板与L₅上终板角度变化较大;图5~6 经肌间入路双侧通道下椎弓根螺钉复位固定并椎间融合器植骨术,术后腰椎X线正侧位示:L₄、L₅内固定在位良好,L₄椎体基本复位,椎间隙高度恢复良好;图7~8 术后1年腰椎X线正侧位示:L₄、L₅内固定在位良好,椎间隙高度获得很好的维持,L₄椎体无滑移;图9~10 术后1年腰椎过屈过伸X线侧位示:L₄、L₅椎体无相对位移,终板角度无变化;图11~12 术后1年腰椎CT冠状面和矢状面重建示:L_{4/5}椎间融合良好;图13 棘突旁两侧纵切口,一侧切口长度为4.3 cm

合器在植入椎间隙过程骨块掉落)垂直植入椎间隙,影像透视确定融合器位置良好后,冲洗切口,探查切口内有无活动性出血,撤除通道。再次探查并确认切口内无活动性出血后予逐层缝合切口。将患者改为俯卧位,使腹部悬空,以病变节段为中心,旁开棘突约2~3 cm,做棘突两侧纵行切口,锐性切开腰背筋膜,作标准的肌间隙入路,即经多裂肌和最长肌间隙进入,显露椎板和关节突。插入扩张套管,逐级扩张,于两侧同时或先后置入带光源的通道,将通道纵向撑开,保持底部呈喇叭状张口,并外倾、头倾方向固定。清除椎板表面残余软组织,显露病变节段关节突关节。在C型臂X线机引导下完成病变节段的椎弓根置钉,共置入4枚螺钉。两侧装棒,如椎体仍有残留滑脱,予进一步提拉复位,适当椎间压缩后紧固螺栓。大量生理盐水冲洗切口,探查切口内无活动性出血后,逐层缝合切口,三个切口内均未放置引流管。典型病例见图14~30。

两组病例由同一组医生操作,后路所用通道为山东威高医疗器械有限公司提供的Mispine系统,后路融合器的使用:北京富乐医疗器械有限公司生产的poster融合器(解剖型peek材料)39例70枚,美国枢法模公司提供的Crescent融合器(香蕉型,peek材料)17例17枚。椎间隙深部植骨使用自体骨37例、同种异体骨和自体骨混合19例,融合器内植骨均为自体骨。斜外侧融合所用通道和融合器均由美国枢法模公司提供,融合器为Clydesdale系统(Peek材料),融合器内植骨均采用同种异体骨,同种异体骨由北京鑫康辰医学科技发展有限公司提供。所用椎弓根螺钉系统:山东威高医疗器械有限公司提供的UPASS II型钛合金系统72例、台湾国扬医疗器械有限公司Stone系统19例、北京富乐医疗器械有限公司提供的US钛合金系统24例。

四、术后处理

术后常规预防感染并脱水、小剂量激素等治疗。麻醉苏醒后嘱患者主动进行双侧踝关节背伸运动、被动进行双下肢直腿抬高运动,以促进血液循环,预防深静脉血栓。根据引流量,于术后48~72 h拔除切口引流管,术后3~5 d配带腰围下床活动,6 w后开始腰背肌、腹肌锻炼。

五、指标评价与随访

分别记录两组病例手术时间、术中出血量。

(一)临床疗效评价

采用视觉模拟评分法(visual analogue scale,

VAS)于术后72 h评估并对比腰部切口疼痛情况。采用Oswestry功能障碍评分指数(Oswestry Disability Index, ODI)评价两组病例术前、最后随访时腰椎功能的变化。

(二)影像学评价

于术后3~5 d、3个月、6个月、12个月,随后每隔12个月行腰椎X线正、侧位检查,术后12个月行腰椎X线过屈、过伸位检查;术后3~5 d行腰椎CT平扫,术后12个月行腰椎CT平扫并矢状面、冠状面重建。根据腰椎X线侧位片测量并对比术前和术后腰椎前凸角、滑脱角、滑脱率、骶倾角、病变节段椎间隙高度。影像数据的测量利用我院医疗工作站所安装的宁波明天医学影像系统直接进行,具体测量方法见既往文章报道^[3,21]。

观察椎间融合情况、椎弓根螺钉有无松动或断裂,以及椎间融合器有无前后向或横向移位。椎间融合评价标准:(1)椎间融合器无移位,融合器内无透亮线;(2)椎间融合器前方有骨小梁通过,或腰椎侧方骨桥连通;(3)融合器与椎体终板间无透亮线并有骨小梁通过;(4)过屈、过伸位X线片提示融合节段椎体无相对移位及终板角度变化小于5°,其中符合1、2、4或者1、3、4项认为椎间融合良好。

(三)并发症情况

观察并对比两组病例术中和术后并发症,包括:术中硬脊膜损伤、血管损伤、椎弓根骨折、终板损伤;术中术后脑脊液漏、神经损伤;术后腹痛、下肢麻木或疼痛情况。

(四)随访

分别于术后1个半月、3个月、6个月、12个月、24个月进行门诊随访,以后每年至少1次门诊检查。所有患者均拍摄腰椎正侧位X线片,术后第12个月行腰椎CT平扫并二维重建。术后首次复诊时指导患者进行腰背肌锻炼,第二次复诊时进一步加强腰背肌并腹肌锻炼并进行腰椎正、侧位X线检查。

六、统计学处理

应用SPSS 20.0(IBM,美国)统计软件包进行数据处理,两组患者的性别、病变部位、病变程度(滑脱度数)、并发症等计数资料的对比采用卡方检验;两组病例的年龄、病史时间、BMI、手术时间、术中出血量、VAS评分和ODI指数的对比采用独立样本 t 检验,ODI指数组内术前、末次随访时比较采用配对样本 t 检验。腰椎前凸角、滑脱角、滑脱率、骶倾角、椎间隙高度采用重复测量设计的方差分析,存在交互作

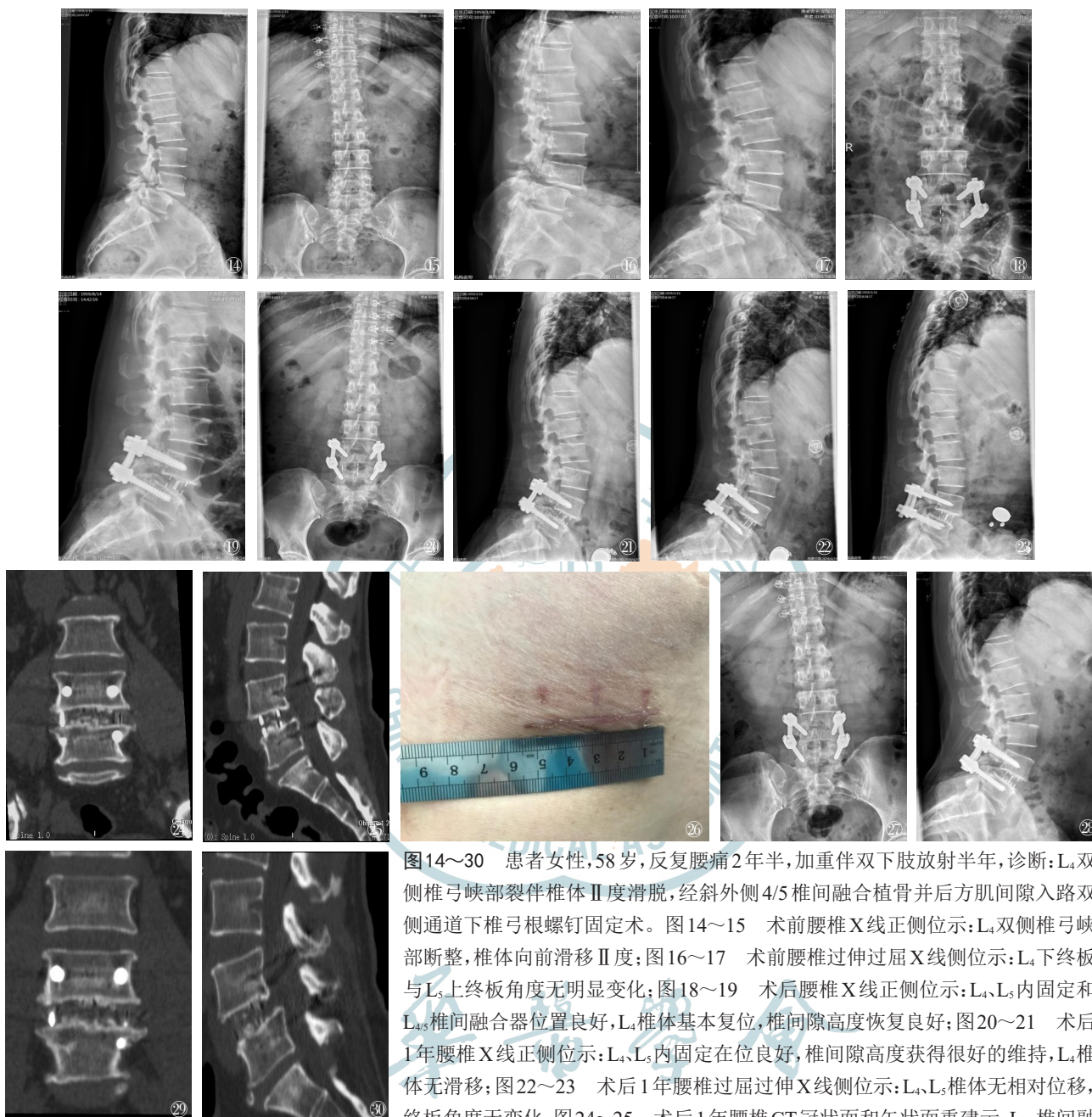


图14~30 患者女性,58岁,反复腰痛2年半,加重伴双下肢放射半年,诊断:L₄双侧椎弓峡部裂伴椎体Ⅱ度滑脱,经斜外侧4/5椎间融合植骨并后方肌间隙入路双侧通道下椎弓根螺钉固定术。图14~15 术前腰椎X线正侧位示:L₄双侧椎弓峡部断裂,椎体向前滑移Ⅱ度;图16~17 术前腰椎过伸过屈X线侧位示:L₄下终板与L₅上终板角度无明显变化;图18~19 术后腰椎X线正侧位示:L₄、L₅内固定和L_{4/5}椎间融合器位置良好,L₄椎体基本复位,椎间隙高度恢复良好;图20~21 术后1年腰椎X线正侧位示:L₄、L₅内固定位在良好,椎间隙高度获得很好的维持,L₄椎体无滑移;图22~23 术后1年腰椎过屈过伸X线侧位示:L₄、L₅椎体无相对位移,终板角度无变化;图24~25 术后1年腰椎CT冠状面和矢状面重建示:L_{4/5}椎间融合器在位良好,融合器与终板间贴合紧密,无透亮线,但融合器内骨质稀疏;图26 左腹前外侧切口,长度为5.4 cm;图27~28 术后2年腰椎X线正侧位示:L₄、L₅内固定在位良好,椎间隙高度获维持良好,L₄椎体无滑移;图29~30 术后2年腰椎CT冠状面和矢状面重建示:L_{4/5}椎间融合器在位良好,椎间融合,但融合器内骨质仍较稀疏

用后,进一步分析单独效应,多重比较采用 Bonferroni 矫正,检验水准 α 值取双侧0.05。

结 果

一、临床结果

两组病例均顺利完成手术,两组病例手术时间、术中出血量、术后72 h切口疼痛评分,以及术前、末次随访时的ODI指数见表2。斜外侧融合组操作时

间短、出血少,与后路融合组对比差异均有统计学意义;术后72 h切口疼痛VAS评分斜外侧融合组疼痛轻于后路融合组,差异有统计学意义($t=2.971$, $P=0.045$)。两组病例均获得12~48个月,平均(27 ± 3)个月的随访,随访率100%。末次随访时两组ODI评分亦获得明显改善,对比术前差异均有统计学意义,而组间对比差异无统计学意义。

二、影像结果

两组病例术前、术后和最后随访时的腰椎前凸

角、滑脱角、滑脱率、骶倾角和椎间隙高度测量和对比结果见表3。

腰椎前凸角:经重复测量设计的方差分析,不同组别间差异有统计学意义($F=5.173, P=0.036$),不同时间点间差异有统计学意义($F=129.268, P=0.000$),组别与时间点间存在交互作用($F=6.924, P=0.010$),进一步分析单独效应,除第一时间点两组差异无统计学意义($P>0.05$),其余各时间点两组差异均有统计学意义($P<0.05$),后路融合组和斜外侧融合组各时间点间差异均无统计学意义($P>0.05$),随着时间的延长腰椎前凸角无明显改变。

滑脱角:经重复测量设计的方差分析,不同组别间差异无统计学意义($F=3.468, P=0.147$),不同时间点间差异有统计学意义($F=136.328, P=0.000$),组别与时间点间无交互作用($F=2.285, P=0.153$),说明不同时间点滑脱角明显增大。

滑脱率:经重复测量设计的方差分析,不同组别间差异有统计学意义($F=8.253, P=0.000$),不同时间点间差异有统计学意义($F=143.639, P=0.000$),组别与时间点间存在交互作用($F=7.781, P=0.000$),进一步分析单独效应,除第一时间点两组差异无统计学意义($P>0.05$),其余各时间点两组差异均有统计学意义($P<0.05$),后路融合组和斜外侧融合组组内除末次随访时与术后时间点差异无统计学意义($P<0.05$),术后及末次随访与术前均有统计学意义($P<0.05$),且随着时间的延长滑脱率无明显丢失。

骶倾角:经重复测量设计的方差分析,不同组别间差异无统计学意义($F=2.429, P=0.119$),不同时间点间差异有统计学意义($F=103.25, P=0.038$),组别与时间点间无交互作用($F=3.174, P=0.104$),说明骶倾角随着时间的延长逐渐增大。

椎间隙高度:经重复测量设计的方差分析,不同组别间差异无统计学意义($F=1.983, P=0.278$),不同时间点间差异有统计学意义($F=149.561, P=0.000$),

组别与时间点间无交互作用($F=2.164, P=0.182$),说明不同时间点的椎间隙高度不同,随着时间的延长,椎间隙高度有轻度丢失。

根据评价标准,除了5例(斜外侧融合组3例,后路融合组2例)不能明确(椎间融合器内骨质稀疏,并可见透亮线)外,其余均获得椎间融合,融合率:后路融合组96.4%,斜外侧融合组94.9%,两组比较差异无统计学意义($P>0.05$)。随访过程中出现融合器轻度沉降10例,其中斜外侧融合组6例,后路融合组4例,未发现椎弓根螺钉松动、移位、断裂或椎间融合器移位现象。未观察到固定部位邻近节段的明显退变(包括椎间盘突出、椎间隙高度明显下降、明显的骨质增生和局部畸形)。

三、并发症

后路融合组和斜外侧融合组术中、术后并发症发生情况见表4。术中出现硬脊膜撕裂伴脑脊液漏2例、椎弓根入点骨折5例、终板损伤4例,术后一过性腰大肌无力2例、一过性股四头肌无力2例,上述并发症均未进行特殊处理,予随访观察,术后未出现切口脑脊液漏、内固定松动、融合器移位、椎间不融合等现象,其中一过性腰大肌无力和股四头肌无力均于术后一周内恢复。两组病例均未出现神经损伤或原有神经症状加重现象;切口皮肤无坏死,切口无感染。并发症情况:后路融合组共8例,发生率14.29%;斜外侧融合组共7例,发生率11.86%;后路融合组并发症高于斜外侧融合组,对比差异有统计学意义($F=7.023, P=0.042$)。

讨 论

一、两种固定融合方式临床结果和并发症的比较

与后方肌间隙入路通道下椎弓根螺钉复位固定并椎间融合治疗腰椎Ⅰ~Ⅱ度滑脱症相比,斜外侧椎间融合联合后方肌间隙入路通道下椎弓根螺钉固

表2 两组腰椎滑脱症病例术中及术后情况($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	手术时间(min)	术中出血量(ml)	术后72 h VAS评分 (分)	ODI 功能障碍指数(%)	
					术前	末次随访时
后路融合组	56	127±9	273±45	1.5±0.2	32.9±7.1	7.0±2.6
斜外侧融合组	59	99±9	82±27	1.1±0.1	32.7±7.7	6.5±2.3
<i>t</i> 值		2.583	7.236	2.971	0.839	2.694
<i>P</i> 值		0.041	0.002	0.045	0.737	0.052

注:ODI为功能障碍指数,后路融合组,末次随访时与术前比较, $t=8.792, P=0.000$;斜外侧融合组末次随访时与术前比较, $t=8.936, P=0.000$

表3 两组腰椎滑脱症病例手术前、后影像学指标结果($\bar{x} \pm s$)

组别	腰椎前凸角($^{\circ}$)			F值	P值
	术前	术后	最后随访时		
后路融合组	50 \pm 7	49 \pm 8 [▲]	47 \pm 8 ^{▲△}	1.741	0.523
斜外侧融合组	51 \pm 4	53 \pm 6 [▲]	51 \pm 9 ^{▲△}	1.937	0.472
F值	1.905	5.719	4.158		
P值	0.982	0.043	0.047		
组别	滑脱角($^{\circ}$)			F值	P值
	术前	术后	最后随访时		
后路融合组	1 \pm 3	8 \pm 2 [▲]	8 \pm 2 ^{▲△}	4.281	0.016
斜外侧融合组	1 \pm 2	9 \pm 2 [▲]	8 \pm 1 ^{▲△}	4.875	0.011
F值	1.379	1.594	1.239		
P值	0.851	0.682	0.876		
组别	滑脱率(%)			F值	P值
	术前	术后	最后随访时		
后路融合组	38.1 \pm 8.5	10.8 \pm 3.4 [▲]	11.2 \pm 3.5 ^{▲△}	7.416	0.008
斜外侧融合组	37.6 \pm 8.4	3.6 \pm 1.3 [▲]	3.9 \pm 1.4 ^{▲△}	9.952	0.000
F值	1.713	6.387	6.793		
P值	0.791	0.000	0.000		
组别	骶倾角($^{\circ}$)			F值	P值
	术前	术后	最后随访时		
后路融合组	37 \pm 5	43 \pm 7 [▲]	42 \pm 6 ^{▲△}	3.975	0.033
斜外侧融合组	36 \pm 4	42 \pm 6 [▲]	40 \pm 5 ^{▲△}	3.628	0.028
F值	1.493	1.826	1.268		
P值	0.725	0.639	0.325		
组别	椎间隙高度(mm)			F值	P值
	术前	术后	最后随访时		
后路融合组	4.3 \pm 2.1	12.1 \pm 1.8 [▲]	11.6 \pm 1.5 ^{▲△}	7.462	0.021
斜外侧融合组	4.5 \pm 2.3	12.2 \pm 1.6 [▲]	11.0 \pm 1.3 ^{▲△}	7.056	0.027
F值	1.115	0.947	1.218		
P值	0.839	0.925	0.746		

注：“▲”表示与术前比较 $P < 0.05$ ；“△”表示与术后比较 $P > 0.05$

表4 两组腰椎滑脱症病例并发症发生情况(例)

组别	硬脊膜撕裂并脑脊液漏	椎弓根入点骨折	终板损伤	术后一过性腰大肌无力	一过性股四头肌无力	总计
后路融合组	2	5	1	0	0	8
斜外侧融合组	0	0	3	2	2	7
χ^2 值			7.023			
P值			0.042			

定不仅是椎间融合的入路不同,而且是两种手术入路的联合。虽然后者为三个切口内的操作,但由于斜外侧融合采用腹壁前外侧肌间隙钝性分离,再经

腹膜后血管鞘与腰大肌之间自然间隙进入,显露快速,且不进行椎管的直接减压,明显节省了手术时间。而后路复位融合是两个切口内的操作,但经椎

间孔进入椎管和椎间隙窗口狭小,操作步骤多,且椎管内易出血,椎管内包含神经根、硬脊膜和马尾神经等重要结构,操作需十分小心。另外,后路融合组56例中有31例采用了双侧TLIF椎管减压、两侧融合器植入方式。因而,后路融合组操作时间高于斜外侧融合组,对比有统计学差异。在术中出血量方面,由于腰椎斜外侧椎间融合利用自然间隙,且不进入、不经椎管操作,加之手术时间短,出血量大大少于后路融合组。术后72 h切口疼痛VAS评分,斜外侧融合组亦优于后路融合组,间接反映斜外侧融合组创伤小。最后随访时,ODI功能障碍指数两组均获得明显改善,对比术前均有统计学差异,表明两组病例腰椎功能恢复良好。并发症方面,两组病例均未出现切口感染,以及随访过程中的内固定松动、断裂或融合器移位现象。虽然两种固定融合方式均存在学习曲线^[22-26, 34-35],但后路融合组采用TLIF术式,需要行关节突部分切除,术中易出现下位椎体椎弓根的入点骨折,且进入椎管并经椎管的椎间隙处理,存在脊膜、马尾神经和神经根损伤的风险。两组病例均未出现严重的并发症,但并发症发生率后路融合组高于斜外侧融合组,对比有统计学差异,说明斜外侧融合具有更好的安全性。

二、两种固定融合方式影像结果的对比

斜外侧融合通过椎间的彻底清理、纤维环的充分松解、椎间逐级撑开,最大程度地恢复了纤维环和前后纵韧带的张力,通过纤维环和韧带的纵向牵引作用使滑脱椎体获得较好的初步复位,再经后路椎弓根螺钉的进一步提拉,加之入选病例滑脱程度并不严重,为Ⅰ~Ⅱ度。因此,斜外侧融合组滑脱椎体均获得近于解剖的复位。后路融合组通过逐级松解,包括关节突的切除、椎间清理和撑开,以及椎弓根螺钉的直接提拉复位,滑脱椎体亦获得较好的复位,但复位效果不如斜外侧融合组,对比有统计学差异。Ko等^[36]分别采用后路正中切口椎弓根螺钉复位固定并TLIF方式融合和侧方椎间融合并后路经皮椎弓根螺钉固定治疗退行性腰椎滑脱,对比发现:后者对于滑脱椎体的复位效果更好。虽然斜外侧融合与侧方融合相比,进入椎间的入路稍有不同,但椎间处理和所用融合器的外形基本一致,理论上讲,斜外侧融合应该具有与侧方融合相同的复位效果,而实际临床结果亦如此。分析两组滑脱椎体复位效果存在差异的原因,可能是肌间隙入路通道下复位操作空间较小、松解范围小,而斜外侧融合椎间清理范

围大、髓核清除和纤维环松解彻底、椎间撑开幅度大,加之较大面积融合器的应用,很好地恢复了纤维环和前后纵韧带的张力,从而发挥了良好的间接复位效果,再通过后路椎弓根螺钉的提拉进行二次复位。后路复位固定融合组的融合器一般放置于椎间隙的Ⅲ~Ⅳ区,即椎体的中柱,而斜外侧融合组融合器多放置于腰椎的Ⅱ~Ⅲ区,即椎体前中柱。因而,在恢复椎间隙高度方面后路融合组可能更具优势。但由于斜外侧椎间融合入路的原因,可以获得较彻底的松解,且可以使用面积更大、高度更高的融合器,因而两组病例的腰椎前凸角和椎间隙高度均获得很好的恢复。斜外侧融合组并不弱于后路融合组,两者对比无统计学差异。随访过程中两组病例椎间隙高度有部分丢失,且斜外侧融合组6例,后路融合组4例出现融合器的轻度沉降,但最后随访时的椎间隙高度与术后对比差异均无统计学意义。术后椎间隙高度丢失和融合器沉降是椎间融合较为常见的现象^[37-43],特别是斜外侧椎间融合术^[39-41]。而本研究中两组病例椎间隙高度丢失较少,且融合器沉降发生较少、较轻,可能与两组病例年龄不大、骨质条件好有关。另外,腰椎滑脱病例往往病史较长,加之局部异常的生物力学传导环境,病变部位终板多有程度不等的硬化,以及后路融合组多使用两枚融合器或香蕉型融合器有关。后路融合组融合率为96.4%,斜外侧融合组融合率为94.9%,虽然两组对比差异无统计学意义,但由于后路融合组进行了两个空间的植骨:椎间隙深部和融合器内,且融合器内植骨均为自体骨。另外,融合器位置更接近于下腰椎的运动中心,而斜外侧融合组使用的融合器面积和容积虽然较大,植骨量多,但由于其大多放置于椎间隙的Ⅱ~Ⅲ区,且植骨材料为同种异体骨,因而无论是融合速度或融合质量,均不如后路融合组。

三、两种固定融合方式治疗腰椎滑脱症的适应证与注意事项

后方肌间隙入路复位固定融合可以进行一侧或两侧的直视下椎管减压和椎体提拉复位,适合于需要直接进行椎管减压或神经松解的病例,包括伴有骨性侧隐窝狭窄、游离型椎间盘突出、硬脊膜或神经根粘连者,而且可用于较为严重的Ⅲ~Ⅳ度滑脱,但不适用于需要全椎板切除椎管减压者。斜外侧融合通过间接方式达到椎管减压的目的,不适用于需要直接进行椎管减压的滑脱病例。另外,对于Ⅲ度或以上的滑脱是否适用有待进一步临床实践和观察。

当然,斜外侧融合联合后路通道下椎弓根螺钉固定可以采用分期的方法进行,如患者腰部皮肤不好,或是否需要直接椎管减压术前无法确定时,可以先行斜外侧椎间融合,观察间接减压效果,以决定二期后路固定时是否进行直接椎管减压。需要指出的是:(1)两种固定融合方式均存在学习曲线,在严格掌握手术适应证的前提下,在具体病例选择方面仍应遵循从简单到复杂的原则,循序渐进;(2)目前,临床上对于术前合并下肢神经症状的滑脱病例如何精准选择减压方式(直接或间接椎管减压)尚无明确的指导方案,需要在临床工作中逐步积累总结。本团队前期研究的经验是:即使术前影像检查提示存在骨性侧隐窝狭窄或旁侧型椎间盘突出,且临床上伴有下肢神经症状和体征,只要卧床休息下下肢无神经症状和体征,即可选择斜外侧融合方式,反之选用后路复位融合方法^[44];(3)通过斜外侧间接椎体复位并经后路椎弓根螺钉进一步提拉复位是否会出现或加重神经根压迫的风险亦有待观察;(4)虽然斜外侧融合组所用时间短于后路融合组,但前者毕竟是两个手术入路的联合,且术中患者需要改变体位,术野重新消毒铺巾,不仅增加了切口和创伤,且延长了麻醉时间,是否可以实现一个体位下的操作^[45-46],或者一个切口内完成融合固定,有待改进或探索。

四、本研究不足之处

两种固定融合方式在本院开展的时间先后不一致、随访时间亦不够长,而且两组病例所用融合器形态和大小不一、所放置的椎间位置不同、使用的植骨材料亦不完全相同,以上均可能影响两组病例结果的可比性,尚须加强随访,进一步观察。

总之,对于腰椎 I ~ II 度滑脱症的手术治疗,两种固定融合方式均获得了良好的临床效果,但由于后路固定融合操作空间较小、操作时间长、出血量较多,同时存在脊膜、马尾神经和神经根损害的风险。而斜外侧椎间融合联合后方肌间隙入路通道下椎弓根螺钉固定不仅操作快捷、创伤小、出血少,而且椎体复位更好,恢复更快,因而在严格掌握适应证的前提下,可作为 I ~ II 度腰椎滑脱症手术治疗的较好选择。

参 考 文 献

- 1 Bridwell KH. Surgical treatment of high-grade spondylolisthesis [J]. *Neurosurg Clin N Am*, 2006, 17(3): 331-338, vii.
- 2 Acosta FJ, Ames CP, Chou D. Operative management of adult high-grade lumbosacral spondylolisthesis [J]. *Neurosurg Clin N Am*,

2007, 18(2): 249-254.

- 3 王玉, 岳斌, 张国庆, 等. 退行性腰椎滑脱稳定性与手术复位率的相关性分析 [J]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2016, 2(4): 198-204.
- 4 Bourassa-Moreau É, Mac-Thiong JM, Joncas J, et al. Quality of Life of patients with high-grade spondylolisthesis: minimum 2-year follow-up after surgical and nonsurgical treatments [J]. *Spine J*, 2013, 13(7): 770-774.
- 5 Hart RA, Domes CM, Goodwin B, et al. High-grade spondylolisthesis treated using a modified Bohlman technique: results among multiple surgeons [J]. *J Neurosurg Spine*, 2014, 20(5): 523-530.
- 6 Danneels LA, Vanderstraeten GG, Cambier DC, et al. CT imaging of trunk muscles in chronic low back pain patients and healthy control subjects [J]. *Eur Spine J*, 2000, 9(4): 266-272.
- 7 Stevens KJ, Spenciner DB, Griffiths KL, et al. Comparison of minimally invasive and conventional open posterolateral lumbar fusion using magnetic resonance imaging and retraction pressure studies [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2006, 19(2): 77-86.
- 8 Fan S, Hu Z, Zhao F, et al. Multifidus muscle changes and clinical effects of one-level posterior lumbar interbody fusion: minimally invasive procedure versus conventional open approach [J]. *Eur Spine J*, 2010, 19(2): 316-324.
- 9 王延国, 刘新宇, 吴晓娟, 等. 腰椎后路不同显露方式对多裂肌影响的实验研究 [J]. *中华骨科杂志*, 2010, 30(2): 203-208.
- 10 Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement [J]. *J Spinal Disord*, 1992, 5(4): 383-389; discussion 397.
- 11 Ward SR, Kim CW, Eng CM, et al. Architectural analysis and intra-operative measurements demonstrate the unique design of the multifidus muscle for lumbar spine stability [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2009, 91(1): 176-185.
- 12 Hackenberg L, Halm H, Bullmann V, et al. Transforaminal lumbar interbody fusion: a safe technique with satisfactory three to five year results [J]. *Eur Spine J*, 2005, 14(6): 551-558.
- 13 李华, 杨维杰, 田建平, 等. 单侧与双侧椎弓根螺钉固定结合 TLIF 治疗老年退行性腰椎疾患的临床研究 [J]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2016, 2(4): 205-210.
- 14 Foley KT, Holly LT, Schwender JD. Minimally invasive lumbar fusion [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2003, 28(15 Suppl): S26-S35.
- 15 付松, 邵诗泽, 王龙强, 等. Quadrant 系统下椎间融合辅助机器人治疗老年单节段腰椎退变的临床研究 [J]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2017, 3(2): 70-76.
- 16 Seng C, Siddiqui MA, Wong KP, et al. Five-year outcomes of minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion: a matched-pair comparison study [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2013, 38(23): 2049-2055.
- 17 Awad B, Lubelski D, Shin JH, et al. Bilateral pedicle screw fixation versus unilateral pedicle and contralateral facet screws for minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion: clinical outcomes and cost analysis [J]. *Global Spine J*, 2013, 3(4): 225-230.
- 18 Goldstein CL, Macwan K, Sundararajan KA. Comparative outcomes of minimally invasive surgery for posterior lumbar fusion: a systematic review [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2014, 472(6): 1727-1737.
- 19 曾忠友, 宋永兴, 吴鹏, 等. 通道下肌间隙入路椎间融合术治疗腰椎病变的近期疗效 [J]. *中华骨科杂志*, 2015, 35(12): 1191-1199.
- 20 Jeong SH, Kim HS, Kim SW. Mini-open PLIF for Moderate to High Grade Spondylolisthesis: Technique to Achieve Spontaneous Reduction [J]. *Korean J Spine*, 2015, 12(4): 251-255.

- 21 曾忠友, 张建乔, 严卫锋, 等. 双侧肌间隙入路通道下椎弓根钉-棒复位融合固定治疗腰椎Ⅱ或Ⅲ°滑脱症 [J]. 中华骨科杂志, 2018, 38(20): 1220-1229.
- 22 Villavicencio AT, Burneikiene S, Roeca CM, et al. Minimally invasive versus open transforaminal lumbar interbody fusion [J]. Surg Neurol Int, 2010, 1: 12.
- 23 Lee JC, Jang HD, Shin BJ. Learning curve and clinical outcomes of minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion: our experience in 86 consecutive cases [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2012, 37(18): 1548-1557.
- 24 Silva PS, Pereira P, Monteiro P, et al. Learning curve and complications of minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion [J]. Neurosurg Focus, 2013, 35(2): E7.
- 25 Sclafani JA, Kim CW. Complications associated with the initial learning curve of minimally invasive spine surgery: a systematic review [J]. Clin Orthop Relat Res, 2014, 472(6): 1711-1717.
- 26 Lee KH, Yeo W, Soeharno H, et al. Learning curve of a complex surgical technique: minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (MIS TLIF) [J]. J Spinal Disord Tech, 2014, 27(7): E234-E240.
- 27 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.
- 28 Fujibayashi S, Richard AH, 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-E182.
- 29 Ohtori S, Orita S, Yamauchi K, et al. Mini-Open anterior retroperitoneal lumbar interbody fusion: oblique lateral interbody fusion for lumbar spinal degeneration disease [J]. Yonsei Med J, 2015, 56(4): 1051-1059.
- 30 Molloy S, Butler JS, Benton A, et al. A new extensile anterolateral retroperitoneal approach for lumbar interbody fusion from L1 to S1: a prospective series with clinical outcomes [J]. Spine J, 2016, 16(6): 786-791.
- 31 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(1): 80-88.
- 32 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.
- 33 Schizas C, Theumann N, Burn A, et al. Qualitative grading of severity of lumbar spinal stenosis based on the morphology of the dural sac on magnetic resonance images [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2010, 35(21): 1919-1924.
- 34 Woods K, Fonseca A, Miller LE. Two-year Outcomes from a Single Surgeon's Learning Curve Experience of Oblique Lateral Interbody Fusion without Intraoperative Neuromonitoring [J]. Cureus, 2017, 9(12): e1980.
- 35 Liu C, Wang J. Learning curve of minimally invasive surgery oblique lumbar interbody fusion for degenerative lumbar diseases [J]. World Neurosurg, 2018, 120: e88-e93.
- 36 Ko MJ, Park SW, Kim YB. Correction of spondylolisthesis by lateral lumbar interbody fusion compared with transforaminal lumbar interbody fusion at L4-5 [J]. J Korean Neurosurg Soc, 2019, 62(4): 422-431.
- 37 Chrastil J, Patel AA. Complications associated with posterior and transforaminal lumbar interbody fusion [J]. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2012, 20(5): 283-291.
- 38 Kim MC, Chung HT, Cho JL, et al. Subsidence of polyetheretherketone cage after minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion [J]. J Spinal Disord Tech, 2013, 26(2): 87-92.
- 39 Oh KW, Lee JH, Lee Jhfa - Lee J, et al. The correlation between cage subsidence, bone mineral density, and clinical results in posterior lumbar interbody fusion [J]. Clin Spine Surg, 2017, 30(6): E683-E689.
- 40 Li H, Wang H, Zhu Y, et al. Incidence and risk factors of posterior cage migration following decompression and instrumented fusion for degenerative lumbar disorders [J]. Medicine (Baltimore), 2017, 96(33): e7804.
- 41 Zeng ZY, Xu ZW, He DW, et al. Complications and prevention strategies of oblique lateral interbody fusion technique [J]. Orthop Surg, 2018, 10(2): 98-106.
- 42 Lin GX, Kotheeranurak V, Zeng TH, et al. A longitudinal investigation of the endplate cystic lesion effect on oblique lumbar interbody fusion [J]. Clin Neurol Neurosurg, 2019, 184: 105407.
- 43 Kim WJ, Lee JW, Kim SM, et al. Precautions for combined anterior and posterior Long-Level fusion for adult spinal deformity: perioperative surgical complications related to the anterior procedure (oblique lumbar interbody fusion) [J]. Asian Spine J, 2019, 13(5): 823-831.
- 44 曾忠友, 张建乔, 宋永兴, 等. 对比斜外侧椎间融合与后路融合治疗腰椎管狭窄症 [J]. 中华骨科杂志, 2020, 40(11): 707-718.
- 45 Sellin JN, Mayer RR, Hoffman M, et al. Simultaneous lateral interbody fusion and pedicle screws (SLIPS) with CT-guided navigation [J]. Clin Neurol Neurosurg, 2018, 175: 91-97.
- 46 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.

(收稿日期: 2020-06-22)

(本文编辑: 吕红芝)

曾忠友, 张建乔, 宋永兴, 等. 斜外侧入路和后路融合治疗 I ~ II°腰椎滑脱症的对比研究 [J/CD]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2022, 8(2): 80-90.