

· 临床论著 ·

内镜与通道经椎板切除青年巨大 L₅S₁ 椎间盘突出

徐世民^a, 李志卫^a, 于明东^a, 孙良智^a, 刘伟强^a, 李曰众^a, 张峻山^a, 高加智^{b*}

(潍坊市人民医院 a. 脊柱外科; b. 创伤骨科, 山东潍坊 261041)

摘要: [目的] 比较 Delta 内镜与 Quadrant 通道经椎板间入路椎间盘切除治疗青年巨大 L₅S₁ 腰椎间盘突出症的临床效果。[方法] 回顾性分析 2018 年 1 月—2020 年 12 月在本科微创手术治疗 62 例巨大 L₅S₁ 腰椎间盘突出症的青年患者的临床资料。依据术前医患沟通结果, 27 例采用内镜椎间盘切除术, 35 例采用经通道椎间盘切除术。比较两组患者围手术期、随访和影像资料。[结果] 两组患者均顺利完成手术, 均无严重并发症。虽然内镜组手术时间显著长于通道组 [(123.1±13.7)min vs (112.1±13.3), P=0.002], 但是, 内镜组术中失血量 [(15.6±3.1)ml vs (38.1±6.2)ml, P<0.001]、切口总长度 [(1.1±0.3)cm vs (2.3±0.4)cm, P<0.001]、下地行走时间 [(1.5±0.9)d vs (2.5±1.4)d, P<0.001]、住院时间 [(6.1±1.4)d vs (8.4±1.7)d, P<0.001] 均显著优于通道组。所有患者均获随访 12~36 个月, 平均 (24.1±5.2) 个月, 内镜组恢复完全负重时间显著早于通道组 [(88.2±1.2)d vs (90.2±1.4)d, P<0.001]。随时间推移, 两组腰痛和腿痛 VAS 以及 ODI 评分均显著降低 (P<0.05); 术前两组间 VAS 和 ODI 评分的差异无统计学意义 (P>0.05), 出院时内镜组的腰痛 VAS 评分 [(3.0±0.9) vs (3.3±1.0), P=0.028]、腿痛 VAS 评分 [(3.0±0.8) vs (3.5±0.9), P=0.032] 和 ODI 评分 [(20.7±4.0) vs (23.0±3.5), P=0.019] 均显著优于通道组, 但是末次随访时两组间上述评分的差异已无统计学意义 (P>0.05)。影像方面, 随时间推移, 两组椎间隙高度和腰椎前凸角 (L₅S₁ Cobb 角) 均无明显改变 (P>0.05); 但两组术后椎管面积较术前显著扩大 (P<0.05)。相应时间点, 两组间椎间隙高度、椎管面积和腰椎前凸角的差异均无统计学意义 (P>0.05) [结论] 对于治疗青年巨大腰椎间盘突出症, Delta 内镜椎间盘切除术相较于 Quadrant 通道术式创伤更小, 更有利于早期恢复。

关键词: 青年人, 巨大 L₅S₁ 椎间盘突出症, Delta 内镜, Quadrant 通道, 椎间盘切除术

中图分类号: R681.57 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2023) 10-0870-06

Endoscopic translaminar discectomy versus channel counterpart for large L₅S₁ disc herniation in young adults // XU Shi-min^a, LI Zhi-wei^a, YU Ming-dong^a, SUN Liang-zhi^a, LIU Wei-qiang^a, LI Yue-zhong^a, ZHANG Jun-shan^a, GAO Jia-zhi^b. a. Department of Spinal Surgery, b. Department of Traumatic Orthopedics, People's Hospital of Weifang City, Weifang 261041, China

Abstract: [Objective] To compare the clinical outcomes of percutaneous endoscopic interlaminar discectomy (PEID) with the Delta endoscopy versus the counterpart through the Quadrant channel for large L₅S₁ disc herniation in young adults. **[Methods]** A retrospective study was performed on 62 young patients who underwent minimally invasive surgery for the giant L₅S₁ disc herniation in our department from January 2018 to December 2020. According to the results of preoperative doctor-patient communication, 27 patients received the endoscopic discectomy (ED), while the other 35 patients underwent the channel discectomy (CD). The perioperative period, follow-up and imaging data of the two groups were compared. **[Results]** All the patients in both groups had operation performed successfully without serious complications. Although the ED group consumed significantly longer operative time than the CD group [(123.1±13.7)min vs (112.1±13.3), P=0.002], the former proved significantly superior to the latter in terms of intraoperative blood loss [(15.6±3.1)ml vs (38.1±6.2)ml, P<0.001], total incision length [(1.1±0.3)cm vs (2.3±0.4)cm, P<0.001], postoperative walking time [(1.5±0.9)days vs (2.5±1.4)days, P<0.001] and hospital stay [(6.1±1.4)days vs (8.4±1.7)days, P<0.001]. All of them were followed up for 12 to 36 months, with a mean of (24.08±5.17) months, the patients in the ED group resumed full weight-bearing activity significantly earlier than those in the CD group [(88.2±1.2)days vs (90.2±1.4)days, P<0.001]. The VAS scores for lumbago and leg pain, as well as ODI scores significantly decreased over time in both groups (P<0.05). The VAS and ODI scores were not statistically significant between the two groups preoperatively (P>0.05). The ED group was significantly superior to the CD group in terms of VAS score for low back pain [(3.0±0.9) vs (3.3±1.0), P=0.028], VAS score for leg pain [(3.0±0.8) vs (3.5±0.9), P=0.032] and ODI score [(20.7±4.0) vs (23.0±3.5), P=0.019] at discharge from hospital, whereas which became not statistically significant between the two groups at the last follow-up (P>0.05). Imaging, intervertebral height and lumbar lordosis angle (L₅S₁ Cobb angle) were not sig-

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.10.02

作者简介: 徐世民, 医学博士, 副主任医师, 研究方向: 脊柱退变性疾病预防与治疗, (电话) 15966182235, (电子信箱) xsm315317@163.com

* **通信作者:** 高加智, (电话) 15169450993, (电子信箱) 15169450993@163.com

nificantly changed over time ($P>0.05$), however, the spinal canal area was significantly enlarged in both groups postoperatively compared with those preoperatively ($P<0.05$). There were no statistically significant differences in intervertebral height, spinal canal area and lumbar lordosis angle between the two groups at any time points accordingly ($P>0.05$). [Conclusion] Compared with the Quadrant channel counterpart, Delta endoscopic discectomy is less invasive and more beneficial to early recovery for giant L₅S₁ disc herniation in young adult.

Key words: youth, giant L₅S₁ disc herniation, Delta endoscopy, Quadrant channel, discectomy

人们的传统观念认为, 腰椎间盘突出多发生于中老年群体, 而随着工农业生产的快速发展, 近年来罹患腰椎间盘突出的青少年群体比例明显上升^[1-3]。巨大腰椎间盘突出症 (giant lumbar disc herniation, GLDH) 近年来在临床上也并不少见, 指在影像学检查 (CT 或 MRI 平扫) 上髓核突出大于椎管面积的一半以上^[4]。巨大椎间盘突出处理相对棘手, 髓核摘除不彻底、二次复发、神经硬膜损伤等并发症屡见报道。Quadrant 可扩张管通道系统治疗巨大腰间盘突出有较多成功的经验^[5-9], 已经被证实是一种有效的办法, 近年来, 微创技术不断进步, 椎间孔镜技术方兴未艾, 大量研究证实侧路或者后路孔镜治疗各种类型的腰椎间盘突出具有特殊的优势。但对于青年巨大椎间盘突出这种特殊人群特殊病种的治疗报道较少^[10]。本文回顾性分析本科采用 Quadrant 可扩张管通道系统和 Delta 内镜椎板间入路髓核摘除术治疗 62 例巨大 L₅S₁ 腰椎间盘突出的临床资料, 评价对比两种微创手术方法的临床疗效。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 患者症状、体征典型, 经 CT、MRI 检查确诊有 L₅S₁ 巨大腰椎间盘突出 (图 1a, 1b); (2) 突出类型为侧方型或中央型突出; (3) 年龄 18~35 岁; (4) 经过口服药物、卧床、理疗等保守治疗 3 周无效。

排除标准: (1) 多节段突出, 或合并腰椎滑脱、节段性不稳、峡部断裂者, 或极外侧型突出; (2) 腰椎感染、外伤、结核、肿瘤者; (3) 合并马尾综合征, 严重钙化, 合并椎体后缘离断征者; (4) 临床资料不全者及术后失访患者。

1.2 一般资料

回顾性分析 2018 年 1 月—2020 年 12 月本院诊治的巨大 L₅S₁ 椎间盘突出症患者的临床资料, 共 62 例患者符合上述标准, 纳入本研究。依据术前医患沟通结果, 27 例采用内镜椎间盘切除术, 35 例采用经通道椎间盘切除术。两组患者一般资料见表 1, 两组

年龄、性别、BMI 和神经症状严重程度方面的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。本研究经潍坊市人民医院伦理委员会批准开展此项研究, 所有患者均签署知情同意书。

表 1 两组患者术前一般资料与比较

指标	内镜组 (n=27)	通道组 (n=35)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	26.3±3.1	25.7±3.5	0.485
性别 (例, 男/女)	15/12	16/19	0.609
BMI (kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	27.2±2.4	28.3±2.3	0.065
病程 (月, $\bar{x} \pm s$)	5.9±1.1	6.0±1.0	0.258
神经症状 (例, 轻/中/重)	3/22/2	5/24/6	0.617

1.3 手术方法

内镜组: 采用 Delta 内镜 (Joimax 公司, 德国), 经皮内镜椎板间椎间盘切除 (percutaneous endoscopic interlaminar discectomy, PEID)。气管插管全麻成功后取俯卧位, 透视定位 L₅S₁ 手术节段, 棘突旁开 1 cm 左右标记为穿刺点。常规消毒铺巾, 15 G 穿刺针透视至间隙, 再次透视正侧位位置满意后, 以穿刺点为中心横行切开皮肤约 1.2 cm, 依次插入各级扩张套管、Delta 工作通道, 透视位置满意后撤出套管放置内镜, 连接冲洗管路, 使用射频清除视野内软组织, 咬除部分黄韧带, 用镜下高速磨钻磨除或用镜下环钻清除部分骨质 (图 1c), 扩大镜下操作空间, 充分显露硬膜囊及神经根, 清理椎管内软组织, 保护硬膜囊及神经根并推向外侧, 显露突出髓核组织并小心取出 (图 1d), 神经根充分松解 (1e), 再次检查确认无任何残留后, 热凝止血成形, 撤离内镜, 切口缝合 1 针。

通道组: 采用经通道 (Sofamor 公司, 美国) 椎板间椎间盘切除术。气管插管全麻, 取俯卧“折刀”位, 硅胶垫保护。透视确定病变间隙, 以病变间隙为中心在棘突旁开 1 cm 做 2.5 cm 纵切口, 扩张切口, 置入通道套管, 连接冷光源。显露术野, 咬除上位椎板下缘、下位椎板上缘、关节突内侧部分骨质以及黄韧带, 充分显露硬膜囊、神经根。先在侧方切开纤维环, 摘除部分髓核, 使巨大间盘前方减压、神经松弛

后使用神经根专用拉钩将其牵向内侧，然后扩大切口，完整切除松动、变性突出的髓核组织，切口彻底冲洗，置入 16 号硅胶引流管，可吸收线逐层缝合。

1.4 评价指标

记录围手术期资料，如手术时间、切口总长度、术中失血量、术中透视次数、下地行走时间、切口愈合情况、住院时间。采用疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS)、Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI) 和日本骨科协会腰评分评价临床疗效。行影像检查，测量椎间隙高度、椎管面

积和腰椎前凸角。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 23.0 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，组内时间点比较采用单因素方差分析；资料不符合正态分布时，采用秩和检验。计数资料采用 χ^2 检验或校正 χ^2 检验，等级资料两组比较采用 Mann-Whitney *U* 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

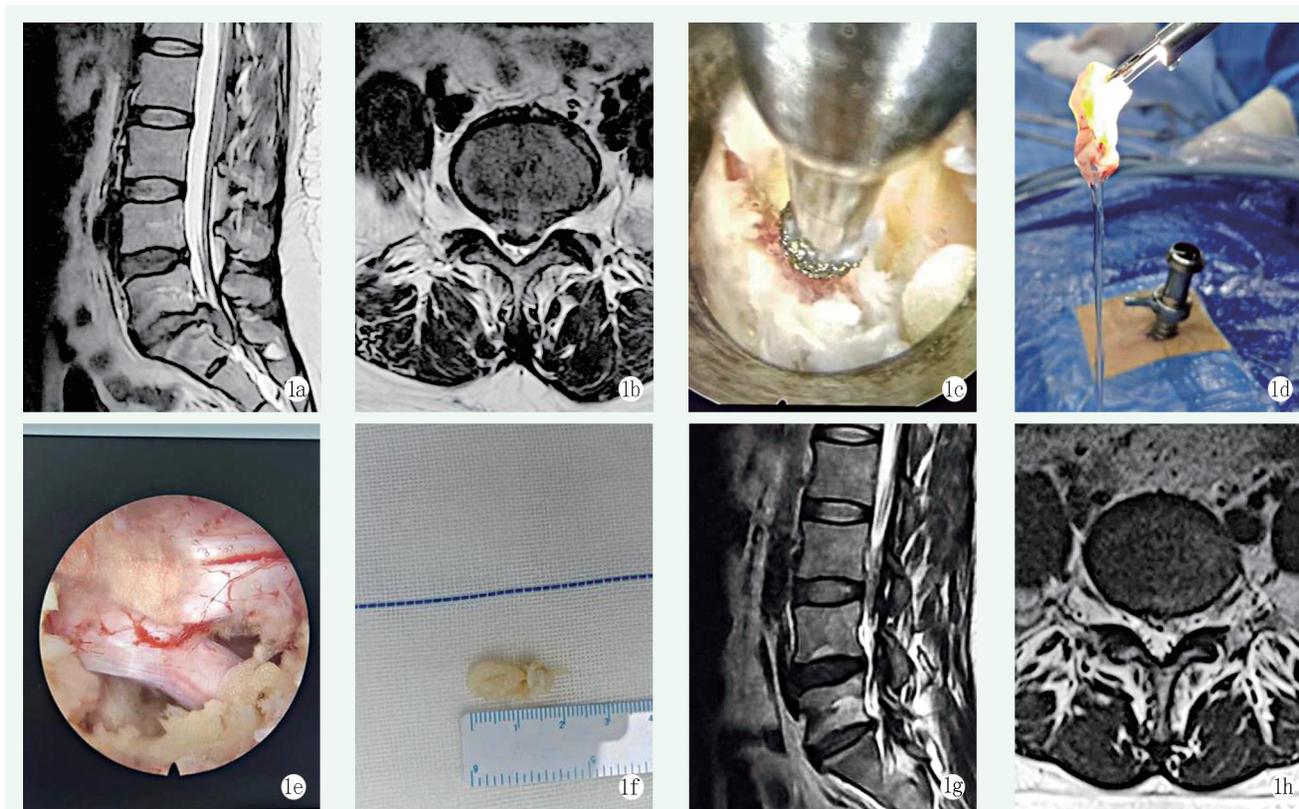


图 1 患者，女，29 岁，Delta 内镜下行椎间盘切除术 1a: 术前腰椎矢状位 MRI 示 L₅S₁ 椎间盘突出 1b: 术前腰椎水平位 MRI 髓核突出 12 mm 1c: 内镜下可视磨钻进行椎板成形 1d: 术中取出巨大髓核 1e: 神经根充分松解 1f: 测量髓核 1g: 术后 12 个月腰椎矢状位 MRI 扫描示椎间隙终板改变，椎间盘无复发 1h: 术后 12 个月腰椎水平位 MRI 扫描示髓核纤维环愈合良好，椎管面积显著增加

2 结果

2.1 围手术期资料

两组患者均顺利完成手术，无重要内脏、血管和神经损伤。内镜组出现术中硬膜囊撕裂 1 例，经保守治疗痊愈；通道组发生脑脊液漏 1 例，引流管口缝合加压包扎痊愈。围手术期数据见表 2，内镜组术中失血量、切口总长度、下地行走时间、住院时间均显著优于通道组 ($P < 0.05$)；但是内镜组手术时间显著长于通道组 ($P < 0.05$)。两组术中透视次数和切口愈合等级的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。两组患者均未

发生深部感染、症状性血栓等并发症。

表 2 两组患者围手术期资料与比较

指标	内镜组 (n=27)	通道组 (n=35)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	123.1±13.7	112.1±13.3	0.002
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	1.1±0.3	2.3±0.4	<0.001
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	15.6±3.1	38.1±6.2	<0.001
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	2.2±1.0	2.0±1.1	0.413
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	1.5±0.9	2.5±1.4	<0.001
切口愈合等级 (例, 甲/乙/丙)	27/0/0	34/1/0	0.381
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	6.1±1.4	8.4±1.7	<0.001

2.2 随访结果

所有患者均获随访，随访时间 12~36 个月，平均 (24.1±5.2) 个月。随访过程中，两组患者均无症状加重，无翻修手术。两组随访资料见表 3。内镜组恢复完全负重时间早于通道组 ($P<0.05$)。随时间推

移，两组腰痛和腿痛 VAS 以及 ODI 评分均显著降低 ($P<0.05$)；术前两组间 VAS 和 ODI 评分差异无统计学意义 ($P>0.05$)，出院时内镜组上述评分均优于通道组 ($P<0.05$)，但是末次随访时两组 VAS 和 ODI 评分差异无统计学意义 ($P>0.05$)。

表 3 两组患者随访结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	时间点	内镜组 (n=27)	通道组 (n=35)	P 值
完全负重活动时间 (d)		88.2±1.2	90.2±1.4	<0.001
腰痛 VAS 评分 (分)	术前	6.2±0.6	6.3±1.0	0.591
	出院时	3.0±0.9	3.3±1.0	0.028
	术后 3 个月	1.2±0.6	1.3±0.8	0.426
	末次随访	1.2±0.5	1.2±0.6	0.790
	P 值	<0.001	<0.001	
腿痛 VAS (分)	术前	6.9±0.5	7.0±0.1	0.665
	出院时	3.0±0.8	3.5±0.9	0.032
	术后 3 个月	1.3±1.0	1.3±0.3	0.730
	末次随访	1.2±0.2	1.1±0.4	0.247
	P 值	<0.001	<0.001	
ODI 评分 (%)	术前	41.8±3.1	42.3±2.8	0.509
	出院时	20.7±4.0	23.0±3.5	0.019
	术后 3 个月	13.5±2.2	14.3±2.6	0.205
	末次随访	12.8±2.1	13.2±2.3	0.484
	P 值	<0.001	<0.001	

2.3 影像评估

两组影像评估结果见表 4，随时间推移，两组椎间隙高度和腰椎前凸角 (L_5/S_1 Cobb 角) 均无明显改变 ($P>0.05$)；但两组术后椎管面积较术前显著扩大

($P<0.05$)。相应时间点，两组间椎间隙高度、椎管面积和腰椎前凸角的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。术后典型影像见图 1g, 1h。

表 2 两组患者影像测量结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	时间点	内镜组 (n=27)	通道组 (n=35)	P 值
椎间隙高度 (mm)	术前	10.8±0.2	10.8±0.1	0.772
	术后即刻	10.8±0.1	10.8±0.1	0.524
	末次随访	10.8±0.2	10.7±0.1	0.133
	P 值	0.358	0.427	
椎管面积 (cm ²)	术前	0.6±0.1	0.6±0.1	0.095
	术后即刻	1.8±0.1	1.8±0.2	0.778
	末次随访	1.8±0.2	1.9±0.2	0.423
	P 值	<0.001	<0.001	
腰椎前凸角 Cobb 角 (°)	术前	17.6±2.4	17.4±3.2	0.807
	术后即刻	17.5±1.8	17.5±1.5	0.869
	末次随访	16.9±1.3	16.9±1.3	0.903
	P 值	0.256	0.311	

3 讨论

既往文献中对青年群体罹患椎间盘突出报道并不多见,近年来发病比例有逐年上升的趋势,除去遗传、基因等因素,现代青少年从事社会活动的增多和高强度劳动、运动等因素也得到了广泛重视,这些因素必然导致椎间盘承受压应力和旋转应力的概率增加^[11]。巨大椎间盘突出是指髓核突出在 CT 或 MR 影像上至少超过 50%,或髓核向后突出最大矢状径超过 8 mm,作为特殊类型的椎间盘突出症,除具有一般椎间盘突出的共性外,还具有一些自身的特点:(1)突出类型中侧方型比例较高,本研究 62 例患者中有 50 例为侧方型椎间盘突出,12 例为中央型突出,对于中央型突出的患者,术中可通过调整工作通道方向进行充分减压,也可进行对侧的减压。本研究未将极外侧突出患者纳入研究范围;(2)巨大的髓核对神经根和硬膜囊、马尾神经的压迫一般比较严重,因此症状和体征都比较明显,多数合并肢体的感觉和运动障碍,更有甚者会出现马尾综合征的表现。该研究未将合并马尾综合征患者纳入研究范围;(3)患者就诊往往延迟,加上突出髓核巨大,将神经根及硬膜推挤移位严重,因此术中探查常发现手术区域存在程度不一的粘连,分离困难,增加了手术难度和术中硬膜损伤的可能性,本研究中有 2 例出现硬膜轻度撕裂,均为粘连所致;(4)年轻患者腰椎使用强度大,出现邻椎退变或失稳、内固定失败的概率也会增加,如果过早选择融合手术,可能面临再次或多次翻修手术的可能,所以不应将椎间融合作为首选^[12-14]。

大约一半左右的椎间盘突出症发生在 L₅S₁ 节段,以往 TLIF、PLIF 等是 L₅S₁ 椎间盘巨大突出的主要治疗手段^[15],但这也可能同时带来脊柱不稳定、邻椎退变加速和神经周围瘢痕形成等并发症^[16, 17]。Quadrant 可扩展通道在近几年的临床中得到了广泛的应用,它可以通过可撑开的管道系统进行手术,避免了椎旁肌的广泛剥离,在冷光源系统的帮助下,手术操作视野可以清晰地显示出来,同时还可以完成减压、植骨、置钉和融合器等操作^[18]。随着脊柱内窥镜技术的发展,目前椎间孔镜技术已经成为主流的选择^[19]。因为这种技术可以在完全松解神经根的过程中最大限度地减少对周围软组织结构的损伤。L₅S₁ 节段具有椎间孔小、髂嵴高和横突肥大的解剖学特征,因此,行 L₅S₁ 侧路孔镜(percutaneous endoscopic transforaminal discectomy, PETD)手术显露困难,患

者局麻手术痛苦大,所以目前 PEID 成为椎间盘突出症的主要治疗选择。PEID 患者可以全麻手术,最大程度地避免了局部麻醉手术给患者带来的手术恐惧感和不适感。与 PETD 不同,PEID 采用后入路,这是脊柱外科医师更加熟悉的解剖路径,通过间隙较宽的椎板间隙到达椎间盘,有效降低了学习曲线^[20]。

无论是应用 Quadrant 通道还是其他器械结合 PETD、PEID 治疗 L₅S₁ 椎间盘突出已取得良好的疗效^[21, 22]。随着材料科学、光学技术等工业技术的进步,Delta 内镜近年逐渐普及应用^[23, 24],相较于传统的 7.4 mm 孔镜通道,Delta 内镜工作通道直径达到 10 mm,更大的直径意味着更广阔的视野和操作空间,借助镜下高速磨钻、镜下可视环锯等器械,工作效率大大提高,同时还可以使用更大型号的枪钳等常规器械,还可以处理包括肥厚的黄韧带、椎板和增生的骨性组织,以及置钉、对侧椎管减压等操作。相比较于 Quadrant 可扩张通道 2.0 cm 以上的直径,Delta 内镜以更小的创伤最大限度避免了腰背部肌肉及韧带的破坏,最大限度降低了术后出现腰背部顽固性疼痛的概率^[25]。同时,Delta 内镜在水介质的不断灌冲下,能有效冲走破碎的髓核组织和炎性因子,在保证手术视野清晰的同时,降低了手术感染和复发的机会。同时,Delta 内镜设计有螺纹,能有效起到临时固定和撑开止血的作用,防止工作通道移位和拔出,有效避免因工作通道误入椎管而损伤神经根和硬膜的风险。

总之,在治疗青年巨大 L₅S₁ 椎间盘突出方面,Delta 内镜下行 PEID 较 Quadrant 通道技术更加微创化,这顺应了目前脊柱外科技术微创化的大趋势,更小的创伤和术中的出血量、术后疼痛轻、更有利于腰椎及肢体神经功能的恢复。

参考文献

- [1] Phan K, Huo YR, Hogan JA, et al. Minimally invasive surgery in adult degenerative scoliosis: a systematic review and meta-analysis of decompression, anterior/lateral and posterior lumbar approaches [J]. *J Spine Surg*, 2016, 2 (2): 89-104.
- [2] Mao L, Zhu B, Wu XT. One-stage percutaneous endoscopic lumbar discectomy for symptomatic double-level contiguous adolescent lumbar disc herniation [J]. *Orthop Surg*, 2021, 13 (5): 1532-1539.
- [3] Mao L, Wang K, Huang Y, et al. Transforaminal endoscopic lumbar discectomy for lumbosacral junction adolescent lumbar disc herniation with high iliac crests [J]. *Orthop Surg*, 2022, 14 (8): 1715-1722.

- [4] 张兴, 李永超, 柯荣军, 等. 经推板间入路与推间孔入路推间孔镜手术治疗巨大型腰椎间盘突出症的比较 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2019, 34 (1): 74-76.
- [5] 张威, 杨克新, 朱立国, 等. Quadrant 通道下 MISS-TLIF 与开放 PLIF 治疗腰椎退变性疾病比较 [J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 16 (11): 1770-1774.
- [6] Li K, Zhang T, Gao K, et al. The utility of diagnostic transforaminal epidural injection in selective percutaneous endoscopic lumbar discectomy for multilevel disc herniation with monoradicular symptom: a prospective randomized control study [J]. World Neurosurg, 2019, 126: e619-e624.
- [7] Zhou Z, Ni HJ, Zhao W, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy via transforaminal approach combined with interlaminar approach for L_{4/5} and L_{5/S1}, two level disc herniation [J]. Orthop Surg, 2021, 13 (3): 979-988.
- [8] He S, Sun Z, Wang Y, et al. Combining YESS and TESSYS techniques during percutaneous transforaminal endoscopic discectomy for multilevel lumbar disc herniation [J]. Medicine (Baltimore), 2018, 97 (28): e11240.
- [9] Wu X, Ma Y, Ding R, et al. Should adjacent asymptomatic lumbar disc herniation be simultaneously rectified? A retrospective cohort study of 371 cases that received an open fusion or endoscopic discectomy only on symptomatic segments [J]. Spine J, 2021, 21 (3): 411-417.
- [10] 秦泗河. 微创骨科的发展方向 [J]. 中国矫形外科杂志, 2014, 22 (1): 92-93.
- [11] 何海潮, 张永进, 杜英勋, 等. 经皮椎间孔镜下髓核摘除术治疗青年巨大型腰椎间盘突出症 [J]. 临床骨科杂志, 2017, 20 (1): 17-19.
- [12] 李杰, 马超, 李益明, 等. 椎间孔镜术与椎板开窗术治疗青少年腰椎间盘突出症的对照观察 [J]. 中华医学杂志, 2015, 95 (47): 3852-3855.
- [13] Kim CW. Scientific basis of minimally invasive spine surgery: prevention of multifidus muscle injury during posterior lumbar surgery [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2010, 35 (26 Suppl): S281-286.
- [14] Price JP, Dawson JM, Schwender JD, et al. Clinical and radiologic comparison of minimally invasive surgery with traditional open transforaminal lumbar interbody fusion: a review of 452 patients from a single center [J]. Clin Spine Surg, 2018, 31 (2): E121-E126.
- [15] 钱济先. 正确把握 MIS-TLIF 技术 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2014, 24 (5): 393-394.
- [16] Choi KC, Shim HK, Hwang JS, et al. Comparison of surgical invasiveness between microdiscectomy and 3 different endoscopic discectomy techniques for lumbar disc herniation [J]. World Neurosurg, 2018, 116: e750-e758.
- [17] Fenton-White HA. Trailblazing: the historical development of the posterior lumbar interbody fusion (PLIF) [J]. Spine J, 2021, 21 (9): 1528-1541.
- [18] 沈宁江, 陈建, 林明侠, 等. 三种不同术式治疗腰椎管狭窄症的临床观察 [J]. 中国矫形外科杂志, 2011, 19 (1): 63-67.
- [19] 段丽群, 张文志, 贺瑞, 等. 经皮推间孔镜下髓核摘除术治疗脱垂移位型腰椎间盘突出症的临床疗效 [J]. 中国矫形外科杂志, 2016, 24 (15): 1368-1374.
- [20] Lee KH, Yeo W, Soehano H, et al. Learning curve of a complex surgical technique: minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion [J]. J Spinal Disord Tech, 2014, 27 (7): E234-E240.
- [21] Ruetten S, Komp M, Godolias G. An extreme lateral access for the surgery of lumbar disc herniations inside the spinal canal using the full-endoscopic uniportal transforaminal approach—technique and prospective results of 463 patients [J]. Spine, 2005, 30 (22): 2570-2578.
- [22] Yang Y, Liu ZY, Zhang LM, et al. Risk factor of contralateral radiculopathy following microendoscopy-assisted minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion [J]. Eur Spine J, 2018, 27 (8): 1925-1932.
- [23] 杨贺军, 王必胜, 贺毅, 等. Delta 内镜技术治疗腰椎管狭窄症疗效观察 [J]. 新乡医学院学报, 2018, 35 (9): 807-809.
- [24] 孙凤龙, 梁庆晨, 王宏庆, 等. 脊柱内镜下经椎间孔腰椎椎间融合术治疗腰椎间盘突出症伴腰椎不稳的早期临床研究 [J]. 中华骨与关节外科杂志, 2019, 12 (10): 754-760.
- [25] 王红建, 吴志朋. 脊柱单通道 Delta 内镜与单侧双通道内镜技术治疗老年性腰椎椎管狭窄症的比较 [J]. 西安交通大学学报 (医学版), 2021, 42 (6): 797-801.

(收稿:2023-01-13 修回:2023-02-17)

(同行评议专家: 邱玉金 田云虎 王进强)

(本文编辑: 闫承杰)