

临床论著

可视化椎间孔镜技术与纤维内窥镜下椎间盘切除术
治疗腰椎侧隐窝狭窄症的近期疗效比较徐 峰¹, 李 涛²

(1 解放军武汉总医院 430000 武汉市; 2 湖北中医药大学研究生院 430070 武汉市)

【摘要】 目的: 比较可视化椎间孔镜技术(可视化经皮经椎间孔内窥镜下椎间盘切除术, visualization of percutaneous transforaminal endoscopic discectomy, VPTED)与显微内窥镜下椎间盘切除术(microendoscopic discectomy, MED)治疗腰椎侧隐窝狭窄症的近期临床疗效。**方法:** 选取我院 2016 年 3 月~2017 年 3 月收治的 49 例单节段腰椎侧隐窝狭窄合并腰椎间盘突出症患者, 其中 21 例接受 VPTED 治疗, 28 例接受 MED 治疗, 记录两组患者的手术切口长度、术中透视次数、手术时间、住院天数、住院费用; 采用视觉模拟评分法(visual analogue scale/score, VAS)评估手术疗效, 应用 Oswestry 功能指数(Oswestry disability index, ODI)评价临床疗效, 末次随访行改良 MacNab 标准评估患者的疗效。**结果:** 两组患者年龄、男女比例、随访时间、腰痛症状、肌力减退、感觉障碍及腱反射、突出节段(L3/4、L4/5、L5/S1)等一般情况无统计学差异($P>0.05$)。两组组内术后与术前 VAS、ODI 评分相比有统计学差异($P<0.05$), 同时间点组间比较 VAS、ODI 评分无统计学差异($P>0.05$)。VPTED 组手术切口长度($0.78\pm0.06\text{cm}$)较 MED 组($1.95\pm0.12\text{cm}$)小, 手术时间($87.51\pm30.46\text{min}$)较 MED 组($47.53\pm13.61\text{min}$)长, 透视次数(15.86 ± 2.66)较 MED 组(2.18 ± 0.38)多, 差异有统计学意义($P<0.05$); 两组住院时间及住院费用无明显差异($P>0.05$); 末次随访改良 MacNab 标准评估疗效, VPTED 组优 17 例, 良 3 例, 可 1 例, 优良率为 95.24%; MED 组优 22 例, 良 4 例, 可 2 例, 优良率为 92.86%, 两组优良率比较差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论:** 可视化椎间孔镜技术与显微内窥镜下椎间盘切除术治疗腰椎侧隐窝狭窄症近期疗效良好, 是一种安全、有效的微创手术方式。

【关键词】 腰椎管狭窄症; 腰椎间盘突出症; 椎间孔镜; 椎间盘镜; 微创技术

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2018.04.08

中图分类号: R681.5 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2018)-04-0330-06

Comparison of the short-term curative effect of visualization of percutaneous transforaminal endoscopic discectomy and microendoscopic discectomy in the treatment of lumbar spinal stenosis/XU Feng, LI Tao//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2018, 28(4): 330-335

【Abstract】 Objectives: To compare the early curative effect of visualization of percutaneous transforaminal endoscopic discectomy(VPTED) and microendoscopic discectomy (MED) in the treatment of lumbar spinal stenosis. **Methods:** 49 patients with single segmental lumbar spinal stenosis combined with lumbar disc herniation(LDH) were treated in our hospital from March 2016 to March 2017. Among them, 21 cases accepted VPTED, and 28 cases underwent MED. The length of incision, amount of bleeding during operation, operation time, length of hospital stay and the cost of hospitalization were recorded in the both groups. Visual analogue scale(VAS) was used to evaluate the effect of surgery, Oswestry disability index(ODI) was used to evaluate the clinical efficacy. The modified MacNab criteria were used to evaluate the efficacy of the patients at final follow-up. **Results:** There were no statistical differences among the age, the ratio of male to female, follow-up time, low back pain, weakness, sensory disturbance, general reflexes and prominent segments($P>0.05$). There were statistically significant differences between the two groups in preoperative and postoperative VAS and ODI scores($P<0.05$). There was no significant difference in VAS or ODI score between groups at the same time

基金项目: 国家自然科学基金(81401802)、湖北省自然科学基金(2014CFB473)

第一作者简介: 男(1969-), 主任医师, 研究方向: 脊柱微创外科

电话: (027)50772523 E-mail: gkxf79390@sohu.com

通讯作者: 李涛 E-mail: 767098776@qq.com

($P>0.05$). The length of incision($0.78\pm 0.06\text{cm}$ vs $1.95\pm 0.12\text{cm}$), the amount of intraoperative perspective(15.86 ± 2.66 vs 2.18 ± 0.38) and the operation time($87.51\pm 30.46\text{min}$ vs $47.53\pm 13.61\text{min}$) had significant difference between VPTED and MED group($P<0.05$). There was no significant difference in hospitalization time or hospitalization expenses between the two groups($P>0.05$). At final follow-up, based on the MacNab standard, it was excellent in 17 cases, good in 3 cases, fair in 1 case in VPTED group; it was excellent in 22 cases, good in 4 cases, fair in 2 cases in MED group. Excellent rate of the VPTED group was 95.24%, and that was 92.86% in the MED group, there was no significant difference between the two groups($P>0.05$). **Conclusions:** Visualization of percutaneous transforaminal endoscopic discectomy (VPTED) and microendoscopic discectomy (MED) in the treatment of lumbar spinal stenosis have good short-term curative effect, it iproves that VPTED is a safe and effective minimally invasive surgery.

【Key words】 Lumbar spinal stenosis; Lumbar disc herniation; Percutaneous endoscopic lumbar discectomy (PELD); Microendoscopic discectomy(MED); Minimally invasive technique

【Author's address】 Orthopedic Department of Wuhan General Hospital of PLA, Wuhan, 430070, China

腰椎间盘突出症 (lumbar disc herniation, LDH) 是引起腰痛和坐骨神经痛的最常见病因。腰椎管狭窄症 (lumbar spinal stenosis, LSS) 是由于黄韧带肥厚、关节突关节增生、内聚等因素导致椎管容积变小而以间歇性跛行为主要临床表现的疾病,严重影响患者的生活质量。当合并 LSS 和 LDH 时,患者既有神经根性疼痛又有间歇性跛行,保守治疗效果不佳,常需要手术干预,既往的开放手术方式包括半椎板切除髓核摘除术、后路椎体间融合术、经椎间孔椎体融合术等,均对正常的肌肉、骨性结构造成较大损伤;而显微内窥镜下腰椎间盘切除术 (microendoscopic discectomy, MED) 治疗 LSS 合并 LDH 具有一定的优势,已经为脊柱外科医生和患者所广泛接受;经皮内窥镜下腰椎间盘切除术 (percutaneous endoscopic lumbar discectomy, PELD) 治疗 LDH 疗效显著且具有一定的优势,该技术可以通过椎间孔扩大成形处理椎间孔狭窄,但由于骨性结构阻挡,通道难以到达硬膜囊背侧,故难以治疗腰椎侧隐窝狭窄症;针对此弊端,一种新型可视化椎间孔镜技术——可视化经皮经椎间孔内窥镜下椎间盘切除术 (visualization of percutaneous transforaminal endoscopic discectomy, VPTED) (Joimax 公司) 应运而生,其通过对关节突关节腹侧骨性结构的细微处理,达到减压侧隐窝狭窄的同时,对突出的髓核组织进行精准切除。本研究回顾性分析 49 例接受 VPTED 与 MED 手术的单节段 LSS 合并 LDH 患者,均取得良好的临床疗效,报道如下。

1 资料和方法

1.1 患者选择标准

纳入标准:①主诉有间歇性跛行,同时有神经根性表现,如下肢肌力减退、感觉障碍、腱反射异常、直腿抬高试验阳性等体征;②CT、MRI 显示腰椎管狭窄合并腰椎间盘突出,腰椎管狭窄症主要以侧隐窝狭窄为主;③经正规保守治疗 4 个月后症状无缓解;④同节段既往无手术史。

排除标准:①腰椎合并失稳;②合并马尾神经综合征者;③同时存在多个节段症状;④腰椎合并骨折、肿瘤或手术区活动性感染者;⑤合并其他全身系统性不能耐受手术的疾病。

1.2 一般资料

49 例患者,21 例接受 VPTED 治疗,其中男 13 例,女 8 例;患者平均年龄 55.48 ± 9.21 岁 (38~62 岁),获得随访时间为 14.25 ± 3.34 个月 (9~16 个月),症状持续时间为 11.1 ± 5.3 个月 (4~18 个月),腰痛患者 19 例,肌力减退 12 例,感觉障碍 15 例,腱反射减退或消失 6 例;病变节段 L3/4 1 例, L4/5 10 例, L5/S1 10 例。28 例患者接受 MED 治疗,其中男 17 例,女 11 例;患者平均年龄 56.71 ± 11.34 岁 (35~67 岁);获得随访时间为 13.15 ± 4.31 个月 (9~18 个月);症状持续时间为 12.5 ± 6.4 个月 (5~20 个月),腰痛患者 25 例,肌力减退 23 例,感觉障碍 16 例,腱反射减退或消失 7 例;病变节段 L3/4 2 例, L4/5 15 例, L5/S1 10 例。两组患者均有间歇性跛行、直腿抬高试验阳性、下肢痛等典型表现。

1.3 手术方法

1.3.1 VPTED 手术过程 患者采用俯卧位,体表标记棘突正中线、髂骨轮廓线,在 C 型臂 X 线机下透视确定手术穿刺椎间盘平行线、沿脊柱后正中线 8~14cm 在术侧标记平行线,正位透视下沿

椎间隙水平线向头侧倾斜, 确定 1 条经椎间孔的斜线, 该线与椎间隙平行线的交点即为穿刺进针点。常规消毒铺巾, 以 1% 的利多卡因对穿刺点皮肤及浅筋膜行局部浸润麻醉后, 在透视引导下, 将穿刺针逐层穿刺至下位椎体的上关节突肩部时, 再对关节突关节行局部浸润麻醉, 退出针芯, 插入导丝退出穿刺针, 切开皮肤约 8mm, 沿导丝逐级插入扩张套筒和镜下环锯, 在内窥镜直视下, 髓核钳抓取关节突表面软组织, 显露骨质, 镜下用环锯旋转切割关节突骨质, 将锯下的骨质随环锯一起完整取出, 经锯出的空间置入工作套管, 镜下抓取神经根及硬膜囊背侧的黄韧带, 行背侧减压, 减压完成后, 移动工作套管至神经根外侧及腹侧, 再次透视正位像显示工作套管尖不超过棘突连线, 侧位不超过椎体后缘连线, 进行椎间盘造影, 在内窥镜下行蓝染突出髓核摘除, 显露神经根及硬膜囊, 对有骨化者, 可用磨钻、反向刮匙处理, 全程松解神经根入口至出口, 直至镜下可见硬膜囊随患者呼吸搏动(图 1), 神经根完全松弛无压迫, 双极射频消融仔细止血, 缝合皮肤。

1.3.2 MED 手术过程 患者全身麻醉满意后, 采用俯卧位, 腹部悬空减少术中出血, 体表标记棘突正中中线, 在 C 臂 X 线机下透视确定手术节段椎间盘平行线, 常规消毒铺巾后, 导针探触上位椎体的椎板后, 距棘突正中中线 1~1.5cm 左右取长约 16~20mm 纵向切口, 切开皮肤及筋膜, 逐级放置皮肤撑开器, 固定工作套筒, 安置光源, 髓核钳抓取椎板表面软组织, 咬骨钳小心咬除椎板骨质, 充分暴露黄韧带, 神经剥离子仔细分离硬膜囊和神经根, 咬除黄韧带, 髓核钳摘除突出椎间盘, 直至神经根充分松解, 冲洗术野, 反复确认神经无压迫后, 仔细止血, 放置引流条, 缝合伤口。

1.4 术后处理

术后酌情予抗感染、脱水消肿等对症治疗, 卧床 3h 后, VPTED 组可在腰围保护下下地适度活动; MED 组术后第二天拔除引流条后, 腰围保护下限制活动; 两组均卧床休息为主, 卧床行直腿抬高、“五点式”、“飞燕式”锻炼, 主动完成弯腰后仰、下蹲等动作, 逐步加强腰背肌功能, 原则是“量力而行、适可而止、循序渐进”。术后 3 个月内, 避免腰部过度负重及剧烈活动。术后定期复查 MRI 或 CT 检查。

1.5 疗效和其他指标对比

所有患者均获随访。分别于术前、出院时及术后 1 个月、末次随访对患者进行腰腿痛 VAS 评分、ODI 评分及末次随访改良 MacNab 标准^[9]评估患者的疗效^[9]。同时比较两组切口长度、术中透视次数、手术时间、住院时间、住院费用(诊断、手术、用药及耗材)等指标。

1.6 统计学处理

数据分析采用 SPSS 22.0 统计学软件进行处理, 计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示。术前与术后 1 个月、术后 3 个月、末次随访 VAS、ODI 等数据比较采用配对 *t* 检验, 计量资料采用卡方检验, 以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 一般结果

VPTED 组 21 例患者在局麻下均顺利完成手术, MED 组 28 例患者在全麻下接受减压、髓核切除术, 术中均无更换术式; 两组患者术后 CT、MRI 示突出髓核已被摘除, 椎管减压充分, 硬膜囊无压迫(图 2)。VPTED 组 1 例患者在镜下环锯操作过程中引起硬膜囊撕裂、脑脊液漏, 术后行引流及对症治疗, 恢复可; 余两组均无神经根损伤、马尾综合征、椎间盘炎、血肿、伤口感染等严重并发症发生。VPTED 组 1 例患者术后 3 周腿痛症状复发, 行 MED 手术治疗, 随访疗效可。两组患者年龄($t=0.41, P>0.05$)、男女比例($\chi^2=0.00, P>0.05$)、随访时间($t=0.97, P>0.05$)、腰痛症状($\chi^2=0.12, P>0.05$)、肌力减退($\chi^2=3.68, P>0.05$)、感觉障碍($\chi^2=1.05, P>0.05$)及腱反射($\chi^2=0.08, P>0.05$)、突出节段 L3/4、L4/5、L5/S1 ($\chi^2=0.07, 0.17, 0.34, P>0.05$)等一般情况无统计学差异。

2.2 手术前后 VAS、ODI 评分比较

组内术后与术前 VAS、ODI 评分相比有统计学差异($P < 0.05$), 同时间段组间比较 VAS、ODI 评分无统计学差异($P > 0.05$)(表 1)。

2.3 两组患者其他指标对比

VPTED 组在切口长度少于 MED 组, 但 MED 组手术时间、术中透视次数短于 VPTED 组 ($P < 0.05$); 两组在住院时间及住院费用方面并无明显差别($P > 0.05$)(表 2)。

2.4 两组患者改良 MacNab 标准疗效

末次随访改良 MacNab 标准评估疗效, VPTED 组优 17 例, 良 3 例, 可 1 例; MED 组优 22

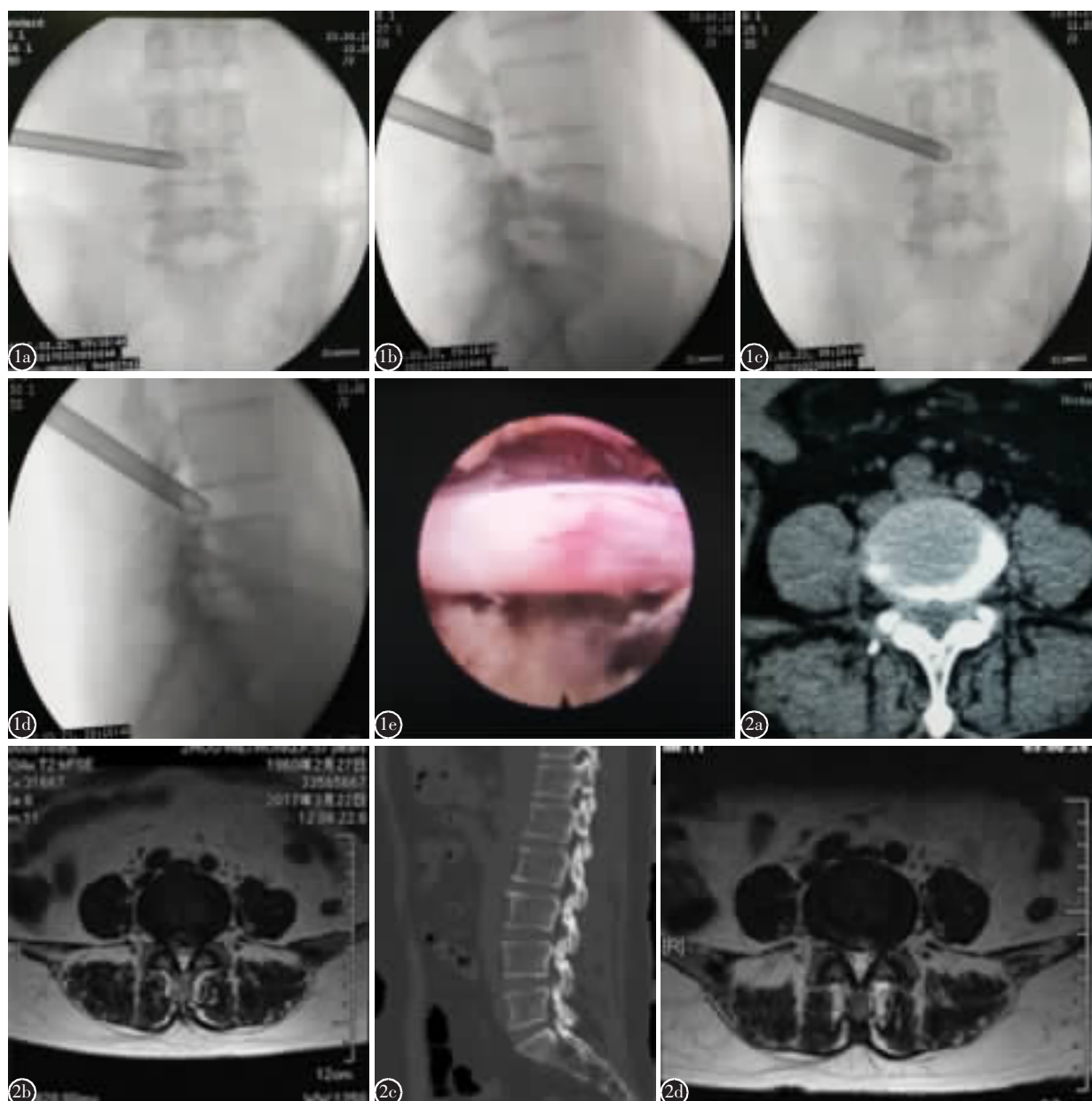


图 1 手术过程 **a、b** 逐级扩张套筒正侧位位于关节突关节,硬膜囊背侧 **c、d** 硬膜囊背侧减压完成后,腹侧减压工作套筒的位置 **e** 硬膜囊背侧、腹侧减压彻底后,镜下见神经根完全松解,搏动良好 **图 2** 患者女,57 岁,行 VPTED 治疗 **a、b** 腰椎 CT、MRI 示 L4/5 椎管狭窄并椎间盘向左突出,硬膜囊受压 **b、c** 术后 CT、MRI 示突出髓核已被摘除,椎管减压充分,硬膜囊无压迫

Figure 1 Schematic diagram of surgical procedure **a, b** Stepped expansion sleeve is located on the lateral aspect of the joint,dorsal of the dural sac **c, d** The working sleeve's position for ventral decompression after dural sac dorsal decompression **e** After through decompression of the dorsal and ventral sac, the nerve root was completely released and pulsated well **Figure 2** A 57-year-old female patient, who underwent VPTED **a, b** Lumbar CT, MRI showed L4/5 spinal canal stenosis and herniated disc to the left, and the dural sac was compressed **c, d** Postoperative CT and MRI showed that the nucleus pulposus had been removed, the spinal canal decompression was adequate, and the dural sac was not compressed

表 1 两组患者术前与术后 VAS 及 ODI 评分情况 (x±s)

Table 1 VAS and ODI scores of two groups of patients before and after operation

	VPTED组(n=21) VPTED group(n=21)			MED组(n=28) MEDgroup(n=28)		
	腰痛 VAS Back pain VAS	腿痛 VAS Leg pain VAS	ODI	腰痛 VAS Back pain VAS	腿痛 VAS Leg pain VAS	ODI
术前 Preoperation	7.03±2.81	8.52±1.71	72.35±16.13	7.14±2.68	8.33±1.86	76.28±15.35
术后 1 个月 1 month after surgery	2.92±2.43 ^①	2.95±2.34 ^①	18.38±7.14 ^①	2.83±2.36 ^①	2.76±2.29 ^①	17.69±7.58 ^①
术后 3 个月 3 month after surgery	1.32±0.56 ^①	1.47±0.53 ^①	9.53±3.03 ^①	1.26±0.48 ^①	1.43±0.47 ^①	9.21±2.76 ^①
末次随访 Final follow-up	1.27±0.34 ^①	1.26±0.43 ^①	8.66±2.37 ^①	1.33±0.27 ^①	1.22±0.38 ^①	8.17±2.22 ^①

注:①与同组术前比较 P<0.05

Note: ①Compared with preoperation of same group, P<0.05

表 2 两组患者其他指标对比

Table 2 Comparisons of other indicators between two groups

	VPTED组(n=21) VPTED group	MED组(n=28) MED group
切口长度(cm) Thelength ofthe incision	0.78±0.06	1.95±0.12 ^①
透视次数(次) Frequency of radiation perspective	15.86±2.66	2.18±0.38 ^①
手术时间(min) Operation time	87.51±30.46	47.53±13.61 ^①
住院时间(d) Hospitalization time	5.38±1.31	5.63±2.43
住院费用(万元) Hospital costs	2.27±0.15	2.31±0.21

注:①与 VPTED 组比较, P<0.05

Note: ①Compared with VPTED group, P<0.05

例,良 4 例,可 2 例;VPTED 组优良率为 95.24%, MED 组优良率为 92.86%, 两组优良率比较 ($\chi^2=0.07$) 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。

3 讨论

LDH 和 LSS 是常见的腰椎退行性疾病, 具有各自的典型症状或体征, 临床上对保守治疗效果不理想的患者, 往往需要考虑外科手术干预。既往的手术治疗多采用后路腰椎椎间融合术(Posterior lumbar interbody fusion, PLIF)、经椎间孔腰椎椎间融合术(Transforaminal lumbar interbody fusion, TLIF)等方式, 但其往往需要过多的剥离肌肉引起较大的损伤, 术后恢复较难, 患者难以接受。随着微创理念的不断深入, 脊柱外科医生对于 LDH、LSS 等疾病的治疗不再一味的选择终极疗法——腰椎融合固定手术, 而是采取阶梯治疗^[2]; 以椎间盘镜、椎间孔镜为代表的微创技术迎合了

患者和外科医生的需求, 日益精进!

MED 是 1997 年首次应用于微创外科^[3], 后逐渐被应用于临床, 在治疗 LDH、LSS 远期疗效显著, 同时可以作为胸腰椎骨折椎管内占位减压的辅助治疗手段; 自 Yeung 等^[4] 研究提出 YESS (Yeung endoscopic spine system) 技术治疗 LDH 以来, 椎间孔镜技术不断得到发展, 其适应证逐渐扩大, 可以治疗各种类型的椎间盘突出, 尤其在针对复发性椎间盘突出患者, 更显优势, 另辟蹊径, 不经过初次手术的路, 避开原手术粘连疤痕区域; 但经典的 TESSYS 技术治疗 LSS 时, 难以获得很好的减压效果; 由椎间孔镜 TESSYS 技术衍生出来的 VPTED, 通过改良器械, 磨除部分关节突关节骨质, 既可以对硬膜囊、神经根背侧黄韧带进行减压, 又可以对腹侧突出髓核进行摘除。本研究旨在对比该项新技术与椎间盘镜治疗 LSS 合并 LDH 患者的疗效。

ODI 作为一种特定的用于测定脊柱疾病临床疗效的评分, 已经成为金标准^[5]。根据美国食品和药物管理局规定, ODI 评分至少需要下降 15 分才能算疗效提高^[6]。本研究结果表明两组患者的 ODI 评分下降均超过 15 分, 两组患者术后与术前 VAS、ODI 评分比较均具有统计学差异, 同时间段组间比较无明显差异; 末次随访改良 MacNab 标准疗效评估两组间亦无显著差异, 表明 VPTED 和 MED 对 LSS 合并 LDH 均具有同样良好疗效; 但 MED 组术中透视次数及手术时间均少于 VPTED 组, 因后者有着陡峭的学习曲线, 通过长期的临床经验积累, 可减少手术时间及透视次数。VPTED 的工作套筒直径远小于 MED, 故前者切口更显微创; 另外, VPTED 在对骨性结构的处理方

面更为细微,因此失血量少于 MED。在住院时间上,两者并没有体现差异,都较国外报道的 1~2d 时间长^[7,8],这可能与国人的保守传统有关^[9],另外的一项研究获得了相似的结果^[9]。然而两种手术在住院期间的花费亦无显著差别,行 VPTEd 治疗的患者需要承担一次性耗材——射频消融刀头费用,而 MED 组患者增加了全麻的费用,但本结果可能因医院不同而存在差异。

本研究中 VPTEd 组 1 例患者引起硬膜囊撕裂、脑脊液漏属于次要并发症,经对症治疗后不影响患者恢复,考虑为术者经验不足,表明该技术仍存在一定的学习曲线;1 例患者术后复发,并发症和复发率均较低,尚缺乏更大样本的随访研究。

在既往的报道中,椎间孔镜治疗 LDH 已经体现出优良的近期疗效^[10,11],相对于其他的微创方式,PELD 具有如下优势^[12,13]:它更广泛地保留了椎旁正常的结构,减少了术后的疼痛,为早期出院提供了可能,手术在局麻下完成,确保了手术的安全性!在治疗 LSS 合并 LDH 时,VPTEd 技术相对于经典 TESSYS 技术,既可以对突出的髓核进行精准摘除,同时可以对硬膜囊背侧的黄韧带完美的减压;和 MED 相比,VPTEd 技术对骨性结构的破坏更小,不影响脊柱稳定性;水介质下的视野更清晰,局麻下操作,减少医源性损伤;对脊柱外科医生来说,穿刺要求低,关节突关节处即可,无须精准靶向穿刺。

综上所述,VPTEd 治疗 LSS 合并 LDH 患者近期疗效均肯定,具有损伤小、术后疼痛小、住院时间短及恢复快等优点;MED 在手术时间、透视次数上更显优势,但 VPTEd 技术切口更小,是一种安全、有效的微创手术方式;此外,VPTEd 作为新技术,有着陡峭的学习曲线,伴随实践早期较高的并发症^[14]。本研究尚缺乏长期随访、大样本的随机对照研究。

4 参考文献

- Postacchini F, Postacchini R. Operative management of lumbar disc herniation: the evolution of knowledge and surgical techniques in the last century [J]. Acta Neurochir Suppl, 2011, 108: 17-21.
- Sinkemani A, Hong X, Gao ZX, et al. Outcomes of microendoscopic discectomy and percutaneous transforaminal endoscopic discectomy for the treatment of lumbar disc herniation: a comparative retrospective study [J]. Asian Spine J, 2015, 9(6):

833-840.

- Perez-Cruet MJ, Foley KT, Isaacs RE, et al. Microendoscopic lumbar discectomy: technical note [J]. Neurosurgery, 2002, 51(5 Suppl): S129-S136.
- Yeung A, Yeung C. Minimally invasive techniques for the management of lumbar disc herniation [J]. Orthop Clin North Am, 2007, 38(3): 363-372.
- Park SW, Shin YS, Kim HJ, et al. The dischargeable cut-off score of Oswestry Disability Index (ODI) in the inpatient care for low back pain with disability [J]. Eur Spine J, 2014, 23(10): 2090-2096.
- Casal-Moro R, Castro-Menéndez M, Hernández-Blanco M, et al. Long-term outcome after microendoscopic discectomy for lumbar disk herniation: a prospective clinical study with a 5-year follow-up [J]. Neurosurgery, 2011, 68(6): 1568-1575.
- Ruetten S, Komp M, Merk H, et al. Full-endoscopic interlaminar and transforaminal lumbar discectomy versus conventional microsurgical technique: a prospective, randomized, controlled study [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2008, 33(9): 931-939.
- Schizas C, Tsiridis E, Saksena J. Microendoscopic discectomy compared with standard microsurgical discectomy for treatment of contained or large contained disc herniations [J]. Neurosurgery, 2005, 57(4 Suppl): 357-360.
- Ahn Y, Lee SH, Lee JH, et al. Transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy for upper lumbar disc herniation: clinical outcome, prognostic factors, and technical consideration [J]. Acta Neurochir (Wien), 2009, 151(3): 199-206.
- Carragee EJ, Spinnickie AO, Alamin TF, et al. A prospective controlled study of limited versus subtotal posterior discectomy: short-term outcomes in patients with herniated lumbar intervertebral discs and large posterior annular defect [J]. Spine, 2006, 31(6): 653-657.
- Parikh K, Tomasino A, Knopman J, et al. Operative result and learning curve: microscope-assisted tubular microsurgery for 1- and 2-level discectomies and laminectomies [J]. Neurosurg Focus, 2008, 25(2): E14. doi: 10.3171/FOC/2008/25/8/E14.
- Lee DY, Shim CS, Ahn Y, et al. Comparison of percutaneous endoscopic lumbar discectomy and open lumbar microdiscectomy for recurrent disc herniation [J]. J Korean Neurosurg Soc, 2009, 46(6): 515-521.
- Lee DY, Ahn Y, Lee SH. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for adolescent lumbar disc herniation: surgical outcomes in 46 consecutive patients [J]. Mt Sinai J Med, 2006, 73(6): 864-870.
- Perez-Cruet MJ, Fessler RG, Perin NI. Review: complications of minimally invasive spinal surgery [J]. Neurosurgery, 2002, 51(5 Suppl): S26-36.

(收稿日期: 2017-11-15 修回日期: 2018-03-28)

(英文编审 郑国权/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)