

微创内窥镜下经不同入路治疗重度脱出移位腰椎间盘突出症

蒋毅, 左如俊, 吴磊, 黄承, 石岩, 宋华伟, 王艺伟, 李斌

(北京市海淀区医院骨科 北京大学第三医院海淀区区, 北京 100080)

【摘要】 目的: 分析不同入路脊柱内窥镜下治疗重度脱垂游离型腰椎间盘突出症的临床疗效。方法: 对 2011 年 6 月至 2014 年 6 月接受微创内窥镜治疗的 68 例重度脱垂游离型腰椎间盘突出症患者进行回顾性分析, 应用 3 种不同入路完成手术。其中采用经椎间孔入路 45 例(A 组), 经椎板间隙入路 15 例(B 组), 经椎弓根入路 8 例(C 组)。男 43 例, 女 25 例; L_{2,3} 节段 1 例, L_{3,4} 节段 12 例, L_{4,5} 节段 36 例, L₅S₁ 节段 19 例; 头端移位 23 例, 尾端移位 45 例; 年龄 11~77 岁, 平均 (42.29±15.92) 岁。术前通过 MRI 证实诊断, 术后复查 MRI 明确摘除情况。记录手术时间、出血量、术中及术后并发症、术后返回工作岗位时间 (术后恢复时间), 观察术前及末次随访时的腿痛视觉疼痛模糊评分 (visual analog scale, VAS) 及 JOA (Japanese Orthopedic Association) 评分, 应用 MacNab 评价标准评定其临床疗效。结果: 所有手术顺利完成, 68 例患者均获得随访, 时间 12~40 个月, 平均 (18.0±15.9) 个月。术后 7 例 (A 组 3 例, B 组 3 例, C 组 1 例) 患者出现患肢短暂性感觉异常 (痛觉过敏或皮节支配区减退), 予以对症营养神经药物治疗后缓解, 末次随访无残留症状。B 组 1 例推挤管道时硬膜撕裂, 未予处理, 术后无头痛及皮肤窦道等并发症。A、B、C 组术前腿痛 VAS 评分分别为 6.93±1.34, 6.33±1.23, 6.13±1.73, 末次随访时分别为 0.80±0.87, 0.73±0.70, 0.38±0.52; JOA 评分术前分别为 9.09±2.62, 9.80±2.31, 10.50±2.93, 末次随访时分别为 26.82±1.53, 25.93±1.58, 26.50±1.51; 3 组间各数据比较差异无统计学意义 ($P>0.05$), 3 组术后的 VAS 及 JOA 评分较术前均有明显改善 ($P<0.05$)。3 种手术入路在出血量、术后返回工作岗位上差异无统计学意义 ($P>0.05$), 而经椎板间入路手术时间较短。依据 MacNab 评价标准评定疗效, 优 42 例, 良 21 例, 可 5 例。结论: 微创内窥镜技术可以很好地治疗重度脱出移位型腰椎间盘突出症, 3 种不同入路应依据术前患者解剖学特点选择, 经椎弓根入路摘除向尾端重度脱出移位髓核直接方便, 但对手术技术及设备要求较高。

【关键词】 椎间盘突出; 经椎间孔入路; 经椎弓根入路; 经椎板间入路; 内窥镜

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2017.02.002

Surgical outcome of percutaneous endoscopic technique for highly migrated disc herniation via three different approaches JIANG Yi, ZUO Ru-jun, WU Lei, HUANG Cheng, SHI Yan, SONG Hua-wei, WANG Yi-wei, and LI Bin. Department of Orthopaedics, Haidian Hospital of Beijing, Beijing 100080, China

ABSTRACT Objective: To analyze the clinical effects of percutaneous endoscopic technique via three different approaches for highly migrated lumbar disc herniation. **Methods:** The clinical data of 68 patients underwent percutaneous endoscopic technique from June 2011 to June 2014 were retrospectively analyzed. There were 43 males and 25 females, aged from 11 to 77 years old with an average of (42.29±15.92) years. The patients were divided into three groups according to different operative approaches, of them, 45 cases were by transforaminal approach (group A), 15 cases by translaminar approach (group B), and 8 cases by transpedicular approach (group C). There was 1 case in level L_{2,3}, 12 cases in L_{3,4}, 36 cases in L_{4,5}, 19 cases in L₅S₁. The herniated disc was migrated superiorly in 23 patients, inferiorly in 45 patients. MRI were available to confirm migrated disc pre- and post-operatively. Operation time, loss blood volume, intraoperative and postoperative complications, time of back to work (postoperative recovery time) were recorded. Preoperative and postoperative VAS were used to evaluate low back pain and sciatica and JOA and MacNab criteria were used to evaluate functional recovery. **Results:** All the operations were successful and all the patients were followed up from 12 to 40 months with an average of (18.0±15.9) months. Seven patients (3 cases in group A, 3 cases in group B, 1 case in group C) complicated with transient paraesthesia (hyperalgesia or hypesthesia), and the symptoms relieved after symptomatic treatment with neurotrophic medicine, at final follow-up, no symptoms were left. One case in group B complicated with dura mater tearing during operation and it was untreated, there was no resulted complications such as headache and sinus tract of skin. In group A, B, C, the mean VAS score of sciatica improved from preoperative 6.93±1.34, 6.33±1.23, 6.13±1.73 to 0.80±0.87, 0.73±0.70, 0.38±0.52 at final follow-up; and JOA score improved from preoperative 9.09±2.62, 9.80±

通讯作者: 蒋毅 E-mail: hdyjy@vip.163.com

Corresponding author: JIANG Yi E-mail: hdyjy@vip.163.com

2.31, 10.50±2.93 to 26.82±1.53, 25.93±1.58, 26.50±1.51 at final follow-up, respectively ($P<0.05$). There was no significant difference among three groups ($P>0.05$). There was no significant difference in loss blood volume, postoperative recovery time among three groups. But operation time of group B was shorter than other two groups. According to MacNab criterion to assess the clinical effects, 42 cases got excellent results, 21 good, 5 fair. **Conclusion:** Percutaneous endoscopic technique is a safe and effective method for surgical treatment of highly migrated herniation. The decision of operative approach should be made by characters of anatomy. By transpedicular approach the lesion could be found directly. However, it depends on good skill and equipment.

KEYWORDS Intervertebral disk displacement; Transforaminal approach; Transpedicular approach; Translaminar approach; Endoscopes

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2017, 30(2): 100-104 www.zggszz.com

微创脊柱内窥镜技术经过近年来的不断发展, 在腰椎间盘突出症的治疗上已经取得了令人鼓舞的效果, 逐渐在初次手术选择中占据了重要的地位, 并可成为腰椎间盘突出症治疗的另一个“金标准”^[1]。目前椎间孔及椎板间隙是主要的入路途径^[2]。但在特殊类型腰椎间盘突出症的治疗中也显现出一些问题, 重度脱出移位及椎管内占位严重的病例因减压不彻底可能导致疗效不满意。Lee 等^[3]依据术前 MRI 矢状位影像上突出物与椎间隙的距离和突出的方向将脱垂型间盘突出物的位置分为 4 区: 1 区, 上位椎弓根下切迹至下方 3 mm; 2 区, 上位椎弓根下切迹 3 mm 至上位椎体下终板水平; 3 区, 下位椎体上终板至同一椎弓根水平中线; 4 区, 下位椎弓根的水平中线至同一椎弓根下缘 (图 1)。椎间盘移位至 1 区和 4 区时定义为重度游离脱垂型。基于以上分类, 笔者采用 3 种不同入路应用经皮脊柱内窥镜技术治疗重度脱出移位型腰椎间盘突出症患者共 68 例, 取得了良好的临床效果, 通过回顾相关文献并总结了操作中的技术特点及不足, 现报告如下。

1 资料与方法

1.1 纳入及排除标准

(1) 纳入标准: 腰痛伴一侧下肢放射散性疼痛; 患者疼痛侧肢体出现相应感觉异常和(或)肌力下降及腱反射减弱; 神经根牵拉试验阳性; MRI 提示单一节段髓核移位符合上述重度移位标准, 压迫神经根 (图 2); 保守治疗无效 8 周以上。(2) 排除标准: 骨性中央型椎管狭窄者; 双侧神经根受压导致双侧下肢症状者, 有马尾神经损伤致二便功能障碍者; 腰椎不稳及腰椎滑脱者; 交流困难不能良好配合局麻手术者。

1.2 临床资料

选取 2011 年 6 月至 2014 年 6 月应用经皮穿刺脊柱内窥镜治疗重度游离型腰椎间盘突出症且有完整资料随访大于 1 年的患者。全部病例通过症状分析、查体、CT 和 MRI 证实诊断。共筛选患者 68 例, 男 43 例, 女 25 例; 年龄 11~77 岁, 平均 (42.29±15.92) 岁; 其中 L_{2,3} 节段 1 例, L_{3,4} 节段 12 例, L_{4,5} 节

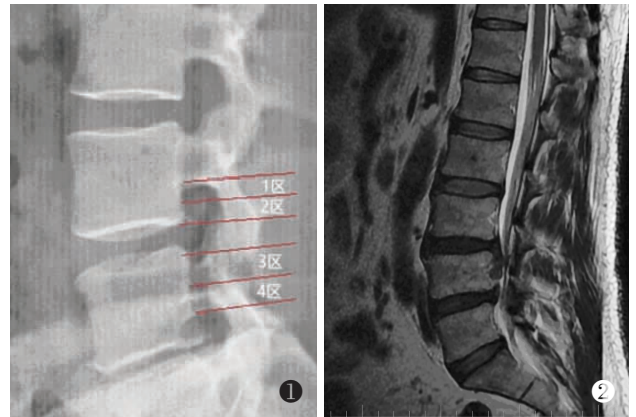


图 1 基于 MRI 矢状位上的游离间盘分型, 移位至 1 区和 4 区为重度脱垂 图 2 术前矢状位 MRI 显示 L_{3,4} 节段椎间盘向下方重度脱垂

Fig.1 The classification of the migration based on the sagittal MRI, the displaced disc in zone 1 or 4 was defined with highly disc migration

Fig.2 Preoperative sagittal T2-weight MRI showed highly downward migrated herniation in L_{3,4}

段 36 例, L₅S₁ 节段 19 例; 向上移位者 23 例, 向下移位者 45 例。通过 3 种入路完成手术并分组, 所有手术为同一组医生完成, 手术入路选择综合影像学特点以及医生临床经验决定, 其中经椎间孔入路治疗 45 例 (A 组), 经椎板间入路 15 例 (B 组), 经椎弓根入路 8 例 (C 组)。各组患者一般资料见表 1。

表 1 各组重度游离型腰椎间盘突出症患者术前一般资料比较

Tab.1 Comparison of the baseline data of patients with highly migrated lumbar disc herniation among the three groups

组别	例数	性别 (例)		年龄 ($\bar{x}\pm s$, 岁)	脱垂区域 (例)	
		男	女		1 区	4 区
A 组	45	23	22	40.90±16.17	18	27
B 组	15	8	7	43.67±13.98	5	10
C 组	8	5	3	47.50±18.55	0	8
检验值	-	$\chi^2=0.41$		$t=0.65$	$\chi^2=5.04$	
P 值	-	0.93		0.53	0.08	

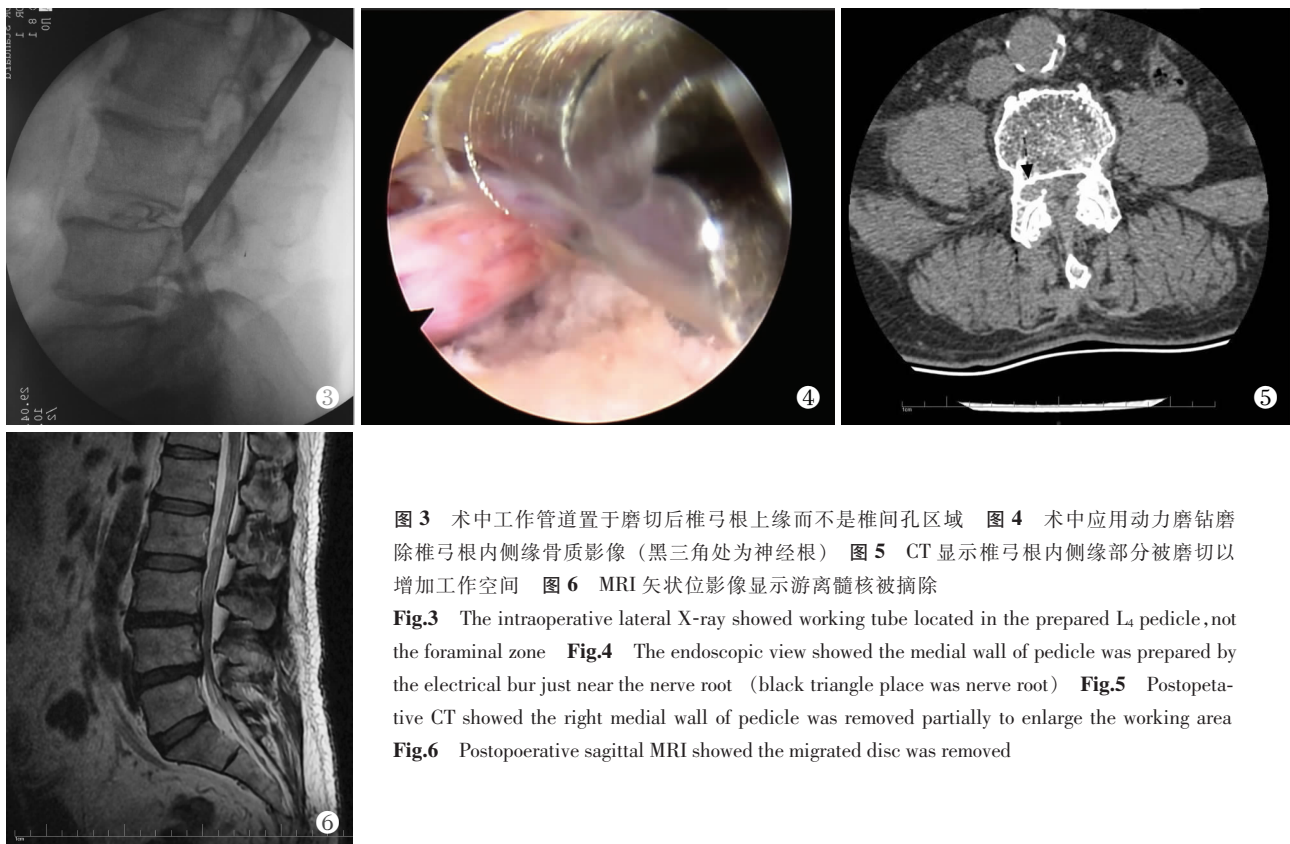


图 3 术中工作管道置于磨切后椎弓根上缘而不是椎间孔区域 图 4 术中应用动力磨钻磨除椎弓根内侧缘骨质影像(黑三角处为神经根) 图 5 CT 显示椎弓根内侧缘部分被磨切以增加工作空间 图 6 MRI 矢状位影像显示游离髓核被摘除
Fig.3 The intraoperative lateral X-ray showed working tube located in the prepared L₄ pedicle, not the foraminal zone **Fig.4** The endoscopic view showed the medial wall of pedicle was prepared by the electrical burr just near the nerve root (black triangle place was nerve root) **Fig.5** Postoperative CT showed the right medial wall of pedicle was removed partially to enlarge the working area **Fig.6** Postoperative sagittal MRI showed the migrated disc was removed

1.3 手术方法

手术均在局部麻醉下完成。(1)椎间孔入路:透视下侧方经皮穿刺至病变节段下位椎体上关节突尖部,置入导丝后扩张管道逐级扩张,依据不同扩张管道应用环锯磨除上关节突腹侧骨质直至椎管外边界,置入工作管道,内镜下切除外侧纤维环及黄韧带后探查神经根及脱出髓核,内镜监视下由神经根腹侧再次推进管道深入椎管,应用弹性探针及髓核钳摘除椎管内髓核,如下位椎体后缘阻挡,应用镜下环锯予以部分磨除扩大视野及操作范围,摘除脱出髓核后将弹性探针深入椎管内透视证实无占位,必要时再次调整管道位置进入椎间隙摘除退变髓核。(2)椎板间隙入路:透视下于椎板间隙外缘穿刺至黄韧带与下关节突骨质连接处,逐级扩张后置入工作管道,内镜下切除部分黄韧带显露椎管,探查硬脊膜及神经根。向上移位病例由神经根肩上进,旋转套管,应用套管舌部挡开神经根并将管道及内镜向尾侧倾斜,探查脱出髓核并摘除;向下移位病例探查神经根腋部,并将内镜及管道向头端倾斜,探查并摘除髓核。脱出物较大、神经根张力大者先由容易进入部位摘除部分髓核减压后再次调整管道以便做更大范围的探查。(3)椎弓根入路:侧位透视下穿刺至下位椎体椎弓根上切迹移行至椎体位置,逐级扩张后置入工作管道,明确椎弓根上切迹及内侧缘骨质后镜

下应用动力磨钻进行磨切直至椎管(图 3),工作管道经椎弓根内侧缘置入(图 4),直接暴露移位髓核摘除,因管道位置原因未能对椎间隙再次处理。术后复查 CT(图 5)及 MRI(图 6)明确脱垂髓核摘除情况。

1.4 观察指标与方法

记录 3 组手术时间、出血量、术中及术后并发症、术后返回工作岗位时间(术后恢复时间)。观察术前及末次随访时的腿痛 VAS 评分及 JOA 评分。应用 MacNab^[4]评价标准评价临床疗效:优,无疼痛及活动受限,恢复正常活动及工作;良,症状大部分缓解,偶尔疼痛,不影响工作及生活;可,症状改善,影响工作与生活;差,手术前后无变化甚至加重,需要再次手术治疗。

1.5 统计学处理

通过 SPSS 19.0 软件进行统计学处理,定量资料如手术时间、出血量、恢复时间、VAS 及 JOA 评分等数据用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用单因素方差分析(ANOVA),如有差异进一步采用组间多重检验(LSD),手术前后组内比较采用配对 *t* 检验。计数资料如性别及脱垂区域组间比较采用 Fisher 精确检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

所有患者顺利完成手术并通过门诊预约获得随访,时间 12~40 个月,平均(18.0±15.9)个月。术后即

刻患者神经根牵拉试验（直腿抬高/股神经牵拉）均转为阴性。7 例（A 组 3 例, B 组 3 例, C 组 1 例）患者出现患肢短暂性感觉异常（痛觉过敏或皮节支配区减退），予以对症营养神经药物治疗后缓解，末次随访无残留症状。B 组 1 例推挤管道时硬膜撕裂，未予处理，术后无头痛及皮肤窦道等并发症。

本组患者平均出血量(17.94±8.90) ml, 组间比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)；平均手术时间为(76.25±26.43) min, 组间比较差异有统计学意义 ($P<0.05$)，LSD 进一步分析显示 A 组和 B 组, B 组和 C 组间差异有统计学意义 ($P<0.05$)，A 组和 C 组之间无统计学差异 ($P>0.05$)。平均术后恢复时间(13.62±1.25) d, 组间差异无统计学意义 ($P>0.05$)。见表 2。

A、B、C 组 JOA 评分术前分别为 9.09±2.62, 9.80±2.31, 10.50±2.93, 末次随访时分别为 26.82±1.53, 25.93±1.58, 26.50±1.51；3 组间各数据比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)，3 组术后的 JOA 评分较术前均有明显改善 ($P<0.05$)。见表 3。

A、B、C 组术前腿痛 VAS 评分分别为 6.93±1.34, 6.33±1.23, 6.13±1.73, 末次随访时分别为 0.80±0.87, 0.73±0.70, 0.38±0.52；组间各数据比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)，各组术后的 VAS 评分较术前均有明显改善 ($P<0.05$)。

依据 MacNab 评价标准评价：优 42 例, 良 21 例, 可 5 例, 优良率 92.6%。

3 讨论

微创脊柱内窥镜技术经过许多学者的改良及应用，已经发生了翻天覆地的变化并且变得越来越普遍，取得了良好的治疗效果^[1,5-6]。手术器械的不断改良及技术类型的不断变化使得内镜操作逐渐在椎管内完成，进一步促进了适应证的变化。张西峰^[9]认为随着技术的发展，脱出、游离及病史较短的钙化型椎间盘突出症也是该手术的适应证。李长青等^[8]应用靶点技术，摘除髓核后扩大视野的操作有效防范了术中髓核遗漏。但移位型腰椎间盘突出症因脱出髓核受到椎弓根等骨性结构的遮挡，应用内窥镜治疗困难较大，其中工作管道的位置及内镜下的有限观察工作空间是操作过程中的难点，重度脱出移位型腰椎间盘突出多建议采用开放手术治疗。Choi 等^[7]采用 X 线及 MRI 结合术中辅助的方法提高置入管道的准确性，但该方法需要昂贵的设备支持，推广可能性较小。

2007 年 Lee 等^[3]通过术前 MRI 检查结合脱出髓核和椎间隙的位置将移位型分为 4 个区域，在 1 区及 4 区突出物的摘除通过椎间孔入路完成并推荐使用“椎管内镜”技术，但因最终的治疗效果较轻

表 2 各组重度游离型腰椎间盘突出症患者手术时间、出血量和术后恢复时间比较 ($\bar{x}\pm s$)

Tab.2 Comparison of operation time, blood loss volume and postoperative recovery time among three groups ($\bar{x}\pm s$)

观察项目	A 组 (例数=45)	B 组 (例数=15)	C 组 (例数=8)	t 值	P 值
手术时间(min)	80.56±26.40	60.00±15.35	82.50±33.27	3.98	0.02
出血量(ml)	19.67±9.56	14.67±6.67	14.38±6.23	2.62	0.08
术后恢复时间(d)	13.47±0.69	13.93±2.28	13.88±0.99	0.98	0.38

表 3 各组重度游离型腰椎间盘突出症患者手术前后 JOA 评分 ($\bar{x}\pm s$, 分)

Tab.3 Comparison of JOA score among three group before and after operation ($\bar{x}\pm s$, score)

项目	A 组 (例数=45)		B 组 (例数=15)		C 组 (例数=8)	
	术前	末次随访	术前	末次随访	术前	末次随访
腰背痛	0.93±0.75	2.51±0.55	1.33±0.49	2.47±0.52	1.50±0.76	2.63±0.52
腿痛和(或)麻木	0.84±0.67	2.53±0.51	0.80±0.41	2.47±0.52	1.13±0.64	2.63±0.52
步态	0.64±0.48	2.93±0.25	0.80±0.41	2.80±0.41	1.13±0.64	2.25±0.46
直腿抬高试验	0.87±0.34	1.93±0.25	1.00±0.00	1.93±0.26	1.00±0.00	1.88±0.35
感觉障碍	1.04±0.74	1.87±0.34	0.73±0.70	1.80±0.41	0.75±0.46	1.88±0.35
运动障碍	1.42±0.62	1.87±0.34	1.33±0.49	1.87±0.35	0.75±0.46	2.00±0.00
日常生活受限程度	3.20±1.79	13.36±0.93	3.80±1.52	12.60±1.35	4.13±2.30	13.00±0.76
总分	9.09±2.62	26.82±1.53	9.80±2.31	25.93±1.58	10.50±2.93	26.50±1.51

注：总分 3 组比较，术前 $t=1.22, P=0.30$ ，末次随访 $t=1.90, P=0.16$ ；3 组患者末次随访与术前比较， $P<0.05$

Note: Comparison of total score among three groups, before operation, $t=1.22, P=0.30$; at final follow-up, $t=1.90, P=0.16$. Comparison of total score between final follow-up and preoperative data, $P<0.05$

度移位病例效果差,其推荐开放手术切除,但没有说明不同节段之间的区别和解剖学上的异同。本组病例在 1 区 23 例,4 区 45 例,符合重度脱出移位型诊断分型。在具体操作过程中采用了 3 种不同微创入路。笔者体会经椎间孔入路并配合关节突成形技术可以将工作管道直接置入椎管内,术中改变管道的位置可以良好的观察移位的髓核,脂肪、椎体后缘及黄韧带可能阻碍视野及操作,可以在镜下应用双极射频皱缩或切除,工作管道摆动的自由度是摘除髓核的关键。但高髂嵴、椎管骨性空间狭小,尤其是神经根管狭窄对工作管道自由度有较大影响,操作困难。采取经椎板间隙入路,能有效避免高髂嵴带来的遮挡效应,也避免了 S₁ 上关节突肥大带来的磨切困难,取得了同其他节段类似的良好效果,但对椎板间隙的面积有一定的要求,本组资料显示采用椎板间隙入路相对于其他两种手术方法,手术时间更短,考虑为该入路基本不需要处理骨性结构,建立通道较快,节省时间。对部分移位严重的 L₃-L₄ 节段及骨性椎管空间较小的 L₄-L₅ 节段采取了经椎弓根入路,通过部分磨除椎弓根上切迹有效扩大了工作管道的空间,并能直接暴露突出物,减压变得容易并且彻底。Kim 等^[8]介绍了一种弹性探钩来处理移位型腰椎间盘突出症的方法,在本组病例中也应用了类似的工具,但笔者发现该工具在狭小的椎管内硬膜下间隙操作存在一定的困难,需要熟练的镜下操作能力,同时在探查及钩除突出物时容易造成椎管内血管的损伤,该损伤位置往往不在内窥镜直接面对的平面,带来视野的障碍及止血的困难。

经椎弓根入路的侧路内窥镜治疗方法国内尚未见报道,笔者通过镜下磨钻监视下有限磨除部分下位椎弓根上切迹,重点磨除内侧结构,扩大了工作管道置入的空间,使得内窥镜进入到其他技术无法达到的区域,直接面对突出病损及受压神经根,摘除突出髓核后可有效松解受压神经根,避免了突出物的残留,术后 MRI 证实突出物完全摘除。但该区域神经根缺乏黄韧带及脂肪的保护,动力磨钻的直接操作具有一定的风险,需要具有较为熟练的操作能力,不慎损伤神经根可能会带来灾难性的结果。笔者体会将磨钻先抵在欲磨除骨质上再进行动力磨除,始终在骨性结构上操作会降低风险,内壁可保留薄层骨质,最后用咬骨钳咬除或镜下环锯徒手切除,可以降低损伤神经根的风险。

结合上述的分析,笔者认为在椎间孔较大、椎管空间大的病例可以采用椎间孔入路并通过加大置入

角度将工作管道置入到椎管内,先切除部分纤维环,必要时切除部分下位椎体后上缘骨质充分显露突出物,通过弹性探钩和弹性髓核钳可以摘除移位髓核。对于椎间孔较小,高髂嵴病例,尤其是 L₅S₁ 节段椎板间隙较大,可以采用经椎板间隙入路完成,术中可以先寻找神经根肩部或腋部进入,部分减压后再旋转管道推开神经根进一步减压摘除髓核。对于椎板间隙及椎间孔间隙均狭小病例,可以尝试经椎弓根入路,扩大骨性工作空间后直接减压,但摘除移位髓核后处理椎间隙难度较大,应用动力磨钻系统有一定的风险性。通过术后 CT 测量经椎弓根上切迹磨除的高度在 3~5 mm,最大宽度 8 mm,虽然术中及随访中没有出现骨折现象,但远期风险需长期观察。

参考文献

- [1] 蒋毅,宋华伟,王东,等. 微创椎间孔镜治疗伴有坐骨神经痛的腰椎间盘突出症[J]. 中国骨伤, 2013, 26(10): 800-804.
JIANG Y, SONG HW, WANG D, et al. Treatment of lumbar intervertebral disc herniation and sciatica with percutaneous transforaminal endoscopic technique[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2013, 26(10): 800-804. Chinese with abstract in English.
- [2] 吕国华,王冰,刘伟东,等. 完全内窥镜下经椎板间入路手术治疗腰椎间盘突出症[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2010, 20(6): 448-452.
LYU GH, WANG B, LIU WD, et al. Primary study of full-endoscopic interlaminar approach for lumbar disc herniation[J]. Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi, 2010, 20(6): 448-452. Chinese.
- [3] Lee S, Kim SK, Lee SH, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for migrated disc herniation: classification of disc migration and surgical approaches[J]. Eur Spine, 2007, 16(3): 431-437.
- [4] MacNab I. Negative disc exploration[J]. J Bone Joint Surg Am, 1971, 53(5): 891-903.
- [5] 李长青,周跃,王建,等. 经皮内窥镜下治疗腰椎间盘突出症的并发症及其防治策略[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2012, 22(11): 969-974.
LI CQ, ZHOU Y, WANG J, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy: the complication and interventions[J]. Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi, 2012, 22(11): 969-974. Chinese.
- [6] 张西峰. 脊柱内窥镜下腰椎间盘突出症微创治疗的思考[J]. 中国骨伤, 2013, 26(10): 797-799.
ZHANG XF. Thinking in treatment of lumbar intervertebral disc herniation under endoscope with minimally invasive spine surgery technique[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2013, 26(10): 797-799. Chinese.
- [7] Choi G, Modi HN, Prada N, et al. Clinical result of XMR-assisted percutaneous transforaminal endoscopic lumbar discectomy[J]. J Orthop Surg Res, 2013, 8: 14.
- [8] Kim HS, Ju CI, Kim SW, et al. Endoscopic transforaminal suprapedicular approach in high grade migrated lumbar disc herniation [J]. J Korean Neurosurg Soc, 2009, 45: 67-73.

(收稿日期: 2016-06-08 本文编辑: 王宏)