

· 临床研究 ·

微创椎间孔镜治疗伴有坐骨神经痛的腰椎间盘突出症

蒋毅, 宋华伟, 王东, 杨明连
(海淀医院骨科, 北京 100080)

【摘要】目的:分析经皮穿刺椎间孔入路内窥镜下选择性治疗伴有坐骨神经痛的腰椎间盘突出症的临床疗效。**方法:**对 2011 年 6 月至 2012 年 1 月接受经皮穿刺椎间孔入路全内窥镜下治疗的 46 例腰椎间盘突出症患者进行回顾性分析, 男 28 例, 女 18 例; 年龄 11~77 岁, 平均(39.7±15.3)岁; 其中 L₅S₁ 20 例, L_{4,5} 26 例。所有患者表现腰痛及下肢放射性坐骨神经痛, 术前直腿抬高试验阳性。术后即刻检查患者直腿抬高试验并记录手术时间、出血量、术中及术后并发症、住院时间、返回工作岗位时间, 观察术前, 术后 1 d 及术后 3、6、12 个月的视觉疼痛评分(visual analog scale, VAS), 对术前和末次随访时 JOA 评分(Japanese orthopedic association score, JOA)及 JOABPEQ 评分(Japanese orthopedic back pain evaluation questionnaire, JOABPEQ)进行统计学分析以评价其临床疗效。**结果:**所有手术顺利完成, 术后即刻直腿抬高试验转为阴性, 平均手术时间(93.0±28.0) min, 出血量(20.0±9.0) ml, 术后住院时间(3.1±1.5) d, 返回工作或恢复日常生活时间(11.6±4.2) d。平均随访时间(13.9±1.6)个月, 术前, 术后 1 d, 术后 3、6、12 个月的腰痛 VAS 评分分别为 5.3±1.2, 1.9±1.1, 1.0±0.8, 0.9±0.8, 0.8±0.6; 腿痛 VAS 评分分别为 7.2±1.2, 0.8±1.2, 0.5±0.8, 0.5±0.8, 0.3±0.8; JOABPEQ 评分 5 项指标(腰痛、腰部功能、行走能力、社会生活能力、心理状态)术前分别为 27.0±30.6, 37.3±27.4, 38.5±26.6, 33.0±13.7, 55.4±19.0; 末次随访时分别为 83.6±24.8, 89.4±15.7, 87.0±17.9, 58.4±14.6, 79.5±13.4。JOA 评分术前及末次随访分别为 9.1±2.6 及 27.3±1.7。各项评分术前术后差异均有统计学意义($P<0.05$)。**结论:**经皮椎间孔入路镜下治疗伴有坐骨神经痛的腰椎间盘突出安全有效, 能迅速缓解患者疼痛, 治疗后患者能迅速恢复日常生活及工作。

【关键词】 椎间盘移位; 坐骨神经痛; 外科手术, 微创性; 内窥镜

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2013.10.002

Treatment of lumbar intervertebral disc herniation and sciatica with percutaneous transforaminal endoscopic technique JIANG Yi, SONG Hua-wei, WANG Dong, and YANG Ming-lian. Department of Orthopaedics, Haidian Hospital, Beijing 100080, China

ABSTRACT Objective: To analyze the clinical effects of percutaneous transforaminal endoscopic technique in treating lumbar intervertebral disc herniation and sciatica. **Methods:** From June 2011 to January 2012, the clinical data of 46 patients with lumbar intervertebral disc herniation and sciatica underwent percutaneous transforaminal endoscopic technique were retrospectively analyzed. There were 28 males and 18 females, ranging in age from 11 to 77 years old with an average of (39.7±15.3) years old, 20 cases were L₅S₁ and 26 cases were L_{4,5}. All patients had the symptoms such as lumbago and sciatica and their straight-leg raising test were positive. Straight-leg raising test of patients were instantly repeated after operation; operative time, volume of blood loss, complication, length of stay and duration of back to work or daily life were recorded. The clinical effects were assessed according to the VAS, JOA and JOABPEQ score. **Results:** All operations were successful, postoperative straight-leg raising test were all negative. Operative time, volume of blood loss, length of stay, duration of back to work or daily life, follow-up time were (93.0±28.0) min, (20.0±9.0) ml, (3.1±1.5) d, (11.6±4.2) d, (13.9±1.6) months, respectively. VAS score of lumbar before operation and at the 1st and 3rd, 6th, 12th month after operation were 5.3±1.2, 1.9±1.1, 1.0±0.8, 0.9±0.8, 0.8±0.6, respectively; VAS score of leg before operation and at the 1st and 3rd, 6th, 12th month after operation were 7.2±1.2, 0.8±1.2, 0.5±0.8, 0.5±0.8, 0.3±0.8, respectively. Five factors of JOABPEQ score, including lumbar pain, lumbar function, locomotor activity, social life viability and mental status, were respectively 27.0±30.6, 37.3±27.4, 38.5±26.6, 33.0±13.7, 55.4±19.0 before operation and 83.6±24.8, 89.4±15.7, 87.0±17.9, 58.4±14.6, 79.5±13.4 at final follow-up. Preoperative and postoperative JOA score were 9.1±2.6 and 27.3±1.7, respectively. The postoperative VAS, JOA and JOABPEQ score had significantly improved ($P<0.05$). **Conclusion:** Percutaneous transforaminal endoscopic technique is safe and effective method in treating lumbar disc herniation and sciatica, it can fleetly relieve pain and the patient can recover daily life and work after treatment.

KEYWORDS Intervertebral disk displacement; Sciatica; Surgical procedures, minimally invasive; Endoscopes

经皮穿刺治疗腰椎间盘突出症始于 20 世纪 70 年代,内窥镜的引入将腰椎间盘突出症的微创化治疗带入了一个新的台阶^[1]。“类直视化”的椎间盘摘除基本符合传统腰椎间盘突出症治疗的标准,目前内镜下治疗腰椎间盘突出症也似乎被广泛地认为是优越的治疗方式^[2]。因其创伤小、恢复快等特点越来越被广大医生及患者所接受。经椎间孔镜更是因其独特的优点被有的学者认为是未来间盘切除的金标准^[3]。笔者自 2011 年 6 月至 2012 年 1 月通过经椎间孔入路全内镜下处理突出椎间盘 46 例并回顾相关文献,总结经验并探讨不足之处,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 纳入标准 腰痛伴一侧下肢放射性疼痛;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;CT 和(或)MR 检查提示相应节段椎间盘突出或脱出,压迫神经根;保守治疗 8 周以上且无效。

1.2 排除标准 ①骨性中央型椎管狭窄者;②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;③影像学提示纤维环及后纵韧带钙化者;④腰椎不稳及腰椎滑脱者;⑤交流困难不能良好配合局麻手术者。

1.3 一般资料 本组 46 例,男 28 例,女 18 例;年龄 11~77 岁,平均(39.7±15.3)岁;L₅S₁ 节段 20 例, L_{4,5} 节段 26 例。间盘游离脱垂型 13 例。全部病例通过症状分析、查体、CT 和 MR 影像学检查证实诊断。

1.4 治疗方法 其中 21 例患者术前 2 h 应用抗生素 1 次,25 例未应用抗生素。术后 4 h 腰围保护离床活动,术后 1~3 d 出院。患者术中采用健侧卧位或俯卧位,内窥镜器械为德国 JOIMAX 公司提供,C 形臂 X 线机透视下定位体表预穿刺点。局部 1%利多卡因麻醉,辅助以芬太尼和(或)咪达唑仑镇静。用 18 号及 22 号穿刺针穿刺行椎间盘造影及染色。切直径约 7 mm 皮肤切口。沿导丝逐级插入不同直径软组织扩张管扩大通路。套管抵于关节突后用 0.5%利多卡因对关节突再次麻醉。通过环锯逐级磨除上关节突外侧缘部分骨质直至将直径 7.5 mm 的工作套管置入椎间孔,工作套管前端略进入椎管。沿工作套管放入内窥镜,在内窥镜监视下经中央工作通道摘除髓核,处理纤维环并探查松解受累神经根。应用双极射频装置止血。术中认定摘除与影像学大体相符的髓核组织;探查受累神经根见周围松弛无卡压,可见镜下神经根波动;即刻直腿抬高试验转为阴性视为手术结束。拔出管道后缝合皮肤。术后复查核磁共振显示

突出髓核与术前相比确认突出髓核被摘除,神经根松解(典型病例见图 1)。

1.5 观察项目与方法 记录手术时间、失血量、术中及术后并发症,观察术前,术后 1 d,术后 3、6、12 个月的 VAS 评分,根据术前及末次随访时的 JOA、JOABPEQ 评分评价临床疗效。记录术后返回工作岗位或正常生活工作时间。

1.6 统计学处理 采用 SPSS 19.0 软件进行统计学数据处理,配对资料应用 *t* 检验分析,以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。因本组病例排除了二便障碍患者,故 JOA 评分中膀胱功能项均为正常,为 0 分。

2 结果

本组患者手术顺利,平均手术时间为(93.0±28.0) min(60~180 min);平均出血量(20.0±9.0) ml。术后即刻患者直腿抬高试验全部转为阴性。3 例(6.5%)患者出现术后患肢短暂性感觉异常(痛觉过敏),予以对症营养神经药物治疗后缓解。1 例患者术后 16 d 症状复发并加重,CT 检查提示神经根周围残留磨削骨块,再次行椎间孔镜取出后症状消失。平均术后住院时间(3.1±1.5) d,平均返回工作或恢复日常生活时间(11.6±4.2) d。全部患者通过门诊预约获得随访,随访时间(3.9±1.6)个月(12~18 个月)。腰腿痛 VAS 评分术前与术后各阶段评分差异均有统计学意义(*P*<0.05),术后 3、6 个月和术后 6、12 个月评分比较无明显差异(*P*>0.05)(表 1)。JOABPEQ 评分 5 项指标术后随访评分与术前相比差异有统计学意义(*P*<0.05)(表 2)。术前及末次随访 JOA 评分比较差异有统计学意义(*P*<0.05);平均改善率为 90%(表 3)。

表 1 46 例腰椎间盘突出症患者手术前后腰腿痛 VAS 评分
Tab.1 VAS score of 46 patients with lumbar intervertebral disc before and after operation

时间	VAS 评分($\bar{x}\pm s$,分)		<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
	腰痛	腿痛		
术前 [*]	5.3±1.2	7.2±1.2	19.36(*与 [●] 比较)	<0.01
术后 1 d [●]	1.9±1.1	0.8±1.2	7.39(●与 [◆] 比较)	<0.01
术后 3 个月 [◆]	1.0±0.8	0.5±0.8	1.15(◆与 [■] 比较)	0.26
术后 6 个月 [■]	0.9±0.8	0.5±0.8	1.52(■与 [▲] 比较)	0.14
术后 12 个月 [▲]	0.8±0.6	0.3±0.8	25.04(*与 [▲] 比较)	<0.01

3 讨论

3.1 微创治疗腰椎间盘突出症的趋势 腰椎间盘突出症经保守治疗无效,手术摘除髓核及神经根减压因取得了良好的满意率基本被认为是治疗的“金标准”。在为期 4 年的一项 SPORT(spine patient

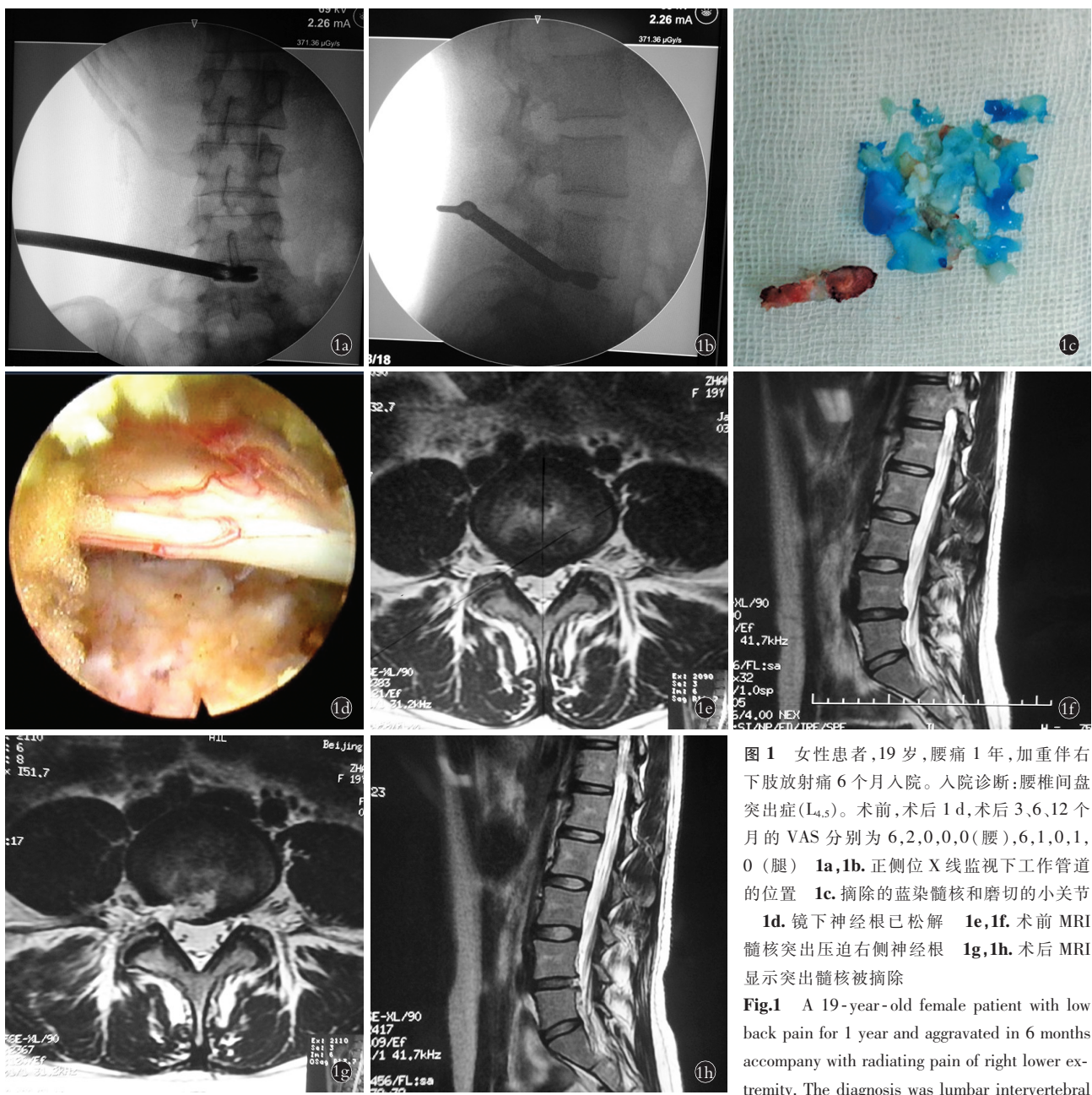


图 1 女性患者,19 岁,腰痛 1 年,加重伴右下肢放射痛 6 个月入院。入院诊断:腰椎间盘突出症(L_{4,5})。术前,术后 1 d,术后 3、6、12 个月的 VAS 分别为 6,2,0,0,0(腰),6,1,0,1,0(腿) 1a,1b. 正侧位 X 线监视下工作管道的位置 1c. 摘除的蓝染髓核和磨切的小关节 1d. 镜下神经根已松解 1e,1f. 术前 MRI 髓核突出压迫右侧神经根 1g,1h. 术后 MRI 显示突出髓核被摘除

Fig.1 A 19-year-old female patient with low back pain for 1 year and aggravated in 6 months accompany with radiating pain of right lower extremity. The diagnosis was lumbar intervertebral disc herniation of L_{4,5}. VAS score of lumbar before operation, at the 1st and 3rd, 6th, 12th month after operation were 6, 2, 0, 0, 0, respectively; VAS score of leg before operation, at the 1st and 3rd, 6th, 12th month after operation were 6, 1, 0, 1, 0, respectively 1a, 1b. AP and lateral X-rays showed position of work tubing during operation 1c. Blue-stained nucleus pulposus 1d. Free nerve root after decompression under endoscope 1e, 1f. Preoperative MRI showed right nerve root was compressed by herniated disc 1g, 1h. Postoperative MRI showed the disc was excised

表 2 46 例腰椎间盘突出症患者术前及末次随访时的 JOABPEQ 评分($\bar{x} \pm s$, 分)

表 3 46 例腰椎间盘突出症患者术前及末次随访时的 JOA 评分($\bar{x} \pm s$, 分)

Tab.2 JOABPEQ score of 46 patients with lumbar intervertebral disc before and after operation($\bar{x} \pm s$, score)

Tab.3 JOA score of 46 patients with lumbar intervertebral disc before and after operation($\bar{x} \pm s$, score)

项目	术前	末次随访时	t 值	P 值
腰痛	27.0±30.6	83.6±24.8	-9.34	<0.01
腰部功能	37.3±27.4	89.4±15.7	-11.68	<0.01
行走能力	38.5±26.6	87.0±17.9	-11.06	<0.01
社会生活能力	33.0±13.7	58.4±14.6	-8.43	<0.01
心理状态	55.4±19.0	79.5±13.4	-9.47	<0.01

项目	术前	末次随访时	t 值	P 值
自觉症状	2.1±1.3	8.0±1.0	-26.68	<0.01
体征	3.5±0.8	5.7±0.6	-15.36	<0.01
日常生活动作	3.7±2.3	13.5±0.9	-24.51	<0.01
膀胱功能	0	0	-	-
总分	9.1±2.6	27.3±1.7	-36.57	<0.01

outcomes research trial) 研究中显示^[4]: 病程 > 6 周, 症状与影像学相符合的腰椎间盘突出症患者, 手术治疗相对于保守治疗取得了良好的效果。但是不论是传统的后路开窗手术, 还是显微内窥镜 (MED) 手术, 都不可避免的带来患者腰背肌的损伤^[5]。同时后路手术需要对椎板及黄韧带进行咬除, 破坏了后方屏障, 不可避免对脊髓及神经根进行牵拉, 神经根损伤及术后粘连的风险增加, 容易发生腰椎术后综合征 (failed back surgery syndrome, FBSS)^[6]。随着“微创化”风潮的推进, 针对腰椎间盘突出症近年来出现了大量的微创治疗技术, 在传统的经皮穿刺椎间盘减压术 (PLD) 的基础上, 经腰椎工作三角 (Kambin 三角), 应用激光、臭氧等介质对髓核进行有限的去除, 通过改善椎间盘内压从而减轻症状, 但因为减压有限, 对椎管内神经根周围炎性因子的清除不足, 同时对非包容性的髓核突出效果差, 临床适应证较为狭窄。经皮椎间孔内窥镜下减压技术 (percutaneous transforaminal endoscopic discectomy, PTED) 经过 Yeung (1997) 及 Hoogland (2003) 的不断改进后, 目前得到了广泛的推广及应用。目前的适应证为^[7]: ①通过正规保守治疗无效的单纯腰椎间盘突出症; ②极外侧或脱垂游离不明显的椎间盘突出; ③椎间盘突出超过双侧上下关节突的连线; ④复发的椎间盘突出; ⑤全身情况不允许开放手术的椎间盘突出。Hoogland 改良的 TESSYS (transforaminal endoscopic spine system) 技术通过对上关节突的部分切除, 有效地扩大了椎间孔, 扩大了工作区域的同时也对神经根管进行了部分的扩大, 对神经根起到了间接减压的作用。切除部分关节突允许工作管道及内窥镜进入椎管内, 可以对受累神经根进行观察及直接减压, 也就能很好地处理非包容性的髓核突出, 掌握通道置入的方向可以对游离椎间盘进行充分的暴露, 可变角度的髓核钳对摘除游离性椎间盘可以提供帮助。随着手术技术的不断成熟, 游离脱垂型椎间盘突出的患者不仅适用 PTED 技术治疗, 甚至可能是更好的选择, 本组 13 例游离脱垂型椎间盘突出患者均取得了良好的效果。Ruetten 等^[1]通过 2 年的随访后发现通过椎间孔入路应用 TESSYS 技术治疗腰椎间盘突出症, 85% 的患者疼痛消失, 13% 的患者疼痛明显减轻, 总有效率达到了 98%, 患者满意率达到了 92%, 并且 97% 的患者愿意再次接受该手术。精神因素是影响腰椎间盘突出症治疗效果众多因素中重要的一项指标, 因此本组病例不仅通过对术前术后的 VAS、JOA 评分来评价疼痛及功能的改善, 还采用了 JOABPEQ 评分分别从疼痛、腰部功能、行走能力、社会生活能力及心理等层面分析, 发现术后心理健康

水平也得到了提高。该手术从多个方面取得了显著疗效, 这也与近年来国内外学者的研究基本吻合。术后 3、6、12 个月的 VAS 评分提示差异无统计学意义说明该手术在 3 个月以后效果趋近于平稳。

3.2 内窥镜的技术特点 内窥镜可以通过多个入路进入椎管, 采取侧方入路避免了对腰背肌的损伤, 减少了对后方结构的侵袭, 相对后方入路更具有微创性。对于 L₅S₁ 节段腰椎间盘突出症的患者, 髂嵴、横突及上关节突等解剖因素的阻挡使得通过侧方入路进入椎管有一定的困难, 以往侧方入路的微创技术往往将其视为相对禁忌。如何关键定位并选择有效的入路是手术的关键^[8]。上关节突是椎间孔构成的重要结构, 上关节突内侧缘紧邻椎管内的走行神经根, 通过逐级环锯对上关节突的部分切除是 TESSYS 手术过程中的关键步骤, 部分切除上关节突的椎间孔成形术不仅可以扩大椎间孔进而允许更大直径的工作管道及内窥镜进入, 扩大神经根管的同时也对椎管内的神经根进行了减压, 为摘除突出椎间盘做好了准备。Lee 等^[9]认为椎间孔扩大成形术可以去除骨赘、突出的间盘以及椎管内纤维化组织, 不仅扩大了工作区域, 也可以避免术后的椎间孔狭窄。周跃等^[10]认为通过系列骨性铰刀行椎间孔成形术是治疗 L₅S₁ 神经根管狭窄的简单、安全和有效的微创手术。本组 20 例 L₅S₁ 患者全部通过侧方入路完成, 笔者体会髂嵴和 L₅ 横突的阻挡对 L₅S₁ 节段的穿刺带来一定的困难, 但因为该技术入路平面高于椎间盘平面, 穿刺上可选择侧卧位, 患肢伸直, 健肢屈髋屈膝, 利用手术床腰桥折弯可以加大穿刺间隙, 避开髂嵴最高点的同时将穿刺点上移 1~2 cm, 穿刺终点选择为 S₁ 上关节突的尖部, 加大工作通道与椎间隙的角度, 可以提高穿刺成功率, 在磨切上关节突时依据透视结果调整导棒与上关节突的关系可以更准确地磨除小关节。Choi 等^[11]和 Ruetten 等^[1]通过椎板间隙入路对 L₅S₁ 节段椎间盘进行摘除取得了良好的效果, 使得通过内窥镜治疗所有平面的椎间盘在技术上成为可能。建立通道后应用半斜面工作套筒进入到扩大的椎间孔内, 管道开口位于神经根及硬膜的腹侧, 通过旋转套筒可以很好地对椎管内及椎间隙观察及处理。椎间孔成形过程中可能损伤椎间孔内静脉丛, 有时会带来明显的出血, 须应用镜下双极射频良好地止血, 应用水泵来加大水压可以明显减少出血, 笔者体会进入椎间孔后沿椎弓根内侧缘连线区域可以先用双极射频分离清理, 此处为静脉密集区, 适度凝结后再处理突出间盘可减少出血, 如果出血点较多, 可以旋转工作套管逐步暴露出血点并逐一处理。应用亚甲蓝混合碘海醇造影染色的髓核在

镜下容易被分辨,神经根可以通过走行方向、圆柱形结构及表面有营养血管等特点加以辨识。在整个手术过程中采用了局麻,术中骚扰神经根带来的疼痛及麻木可以由患者很直接迅速地反馈给操作者,从而保证了手术的安全性。该手术常见的并发症一般是神经根痛觉过敏和烧灼性神经根痛,发生率一般为 7%~25%,多数因为手术操作过程中刺激神经根和脊神经节导致,术中双极射频的过度使用导致术后神经根充血水肿也是其原因之一^[12]。另外,后腹膜血肿、腰骶神经根损伤、术后感染、腹腔脏器损伤、血管损伤及椎间盘炎等并发症也有报道^[13-14]。经椎间孔内窥镜手术同其他微创手术一样具有学习曲线,一些学者认为早期因其学习曲线陡峭容易对神经根骚扰产生一过性神经损伤,但经对症治疗后可恢复。本组 1 例因对磨切的碎骨块没有清理彻底而导致症状复发也是发生在技术开展早期,究其原因是对硬膜外间隙探查不彻底导致。3 例患术后痛觉过敏病例考虑术中器械骚扰导致。针对性的技术学习,正确的病例选择,良好的手术设计以及术中和患者及时的交流可以降低手术风险和缩短学习曲线。

经皮穿刺椎间孔内窥镜手术作为一种新型的脊柱微创手术,其创伤小、出血少、术野清晰、术后恢复快等一系列特点迎合了目前患者及医生的需要,重新建立一个无瘢痕和粘连的工作区域为腰椎翻修手术提供了一个新的方法和思路,腰部侧方 0.7 cm 的切口最大程度上满足了微创化、美观化的要求。术后快速返回工作岗位或恢复日常生活是目前快节奏社会的需求。综上所述,笔者认为 PTED 将成为腰椎间盘突出症治疗上一个重要的选择,而且随着光学、机械学等基础高科技工业的发展,随着专业化、正规化的培训体系的建立,随着患者对微创化治疗的日益增长的要求,其在腰椎微创治疗领域将有更广阔的前景。

参考文献

- [1] 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.
- [2] Hoogland T, van den Brekel-Dijkstra K, Schubert M, et al. Endoscopic transforaminal discectomy for recurrent lumbar disc herniation: a prospective, cohort evaluation of 262 consecutive cases [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2008, 33(9): 973-978.
- [3] Gibson JN, Cowie TG, Ipreburg M. Transforaminal endoscopic spinal surgery: the future "gold standard" for discectomy? A review [J]. *Surgeon*, 2012, 10: 290-296.
- [4] Weinstein JN, Lurie JD, Tosteson TD, et al. Surgical versus nonoperative treatment for lumbar disc herniation: four-year results for the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT) [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2008, 33(25): 2789-2800.
- [5] Arts M, Brand R, van der Kallen B, et al. Does minimally invasive lumbar disc surgery result in less muscle injury than conventional surgery? A randomized controlled trial [J]. *Eur Spine J*, 2011, 20(1): 51-57.
- [6] Hu RW, Jaglal S, Axcell T, et al. A population-based study of reoperations after back surgery [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1997, 22: 2265-2270.
- [7] 丁悦, 贺石生. 经皮穿刺椎间孔镜在腰椎病变中的应用进展 [J]. *中国微创外科杂志*, 2011, 11: 749-750.
Ding Y, He SS. Percutaneous transforaminal endoscopic discectomy in lumbar disease [J]. *Zhongguo Wei Chuang Wai Ke Za Zhi*, 2011, 11: 749-750. Chinese.
- [8] 陈之光, 付勤. 椎间孔镜经不同入路治疗腰椎间盘突出症的临床进展 [J]. *中国骨伤*, 2012, 25: 1057-1060.
Chen ZG, Fu Q. Percutaneous transforaminal endoscopic discectomy through different approaches for lumbar disc herniation [J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2012, 25: 1057-1060. Chinese with abstract in English.
- [9] Lee SH, Kang HS, Choi G, et al. Foraminoplastic ventral epidural approach for removal of extruded herniated fragment at the L₅S₁ level [J]. *Neurol Med Chir (Tokyo)*, 2010, 50(12): 1074-1078.
- [10] 周跃, 李长青, 王建, 等. 经椎间孔成形术治疗 L₅S₁ 神经根管狭窄症 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2009, 19(5): 345-349.
Zhou Y, Li CQ, Wang J, et al. Percutaneous endoscopic lumbar foraminotomy for L₅S₁ stenosis [J]. *Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi*, 2009, 19(5): 345-349. Chinese.
- [11] Choi G, Lee SH, Raiturker PP, et al. Percutaneous endoscopic interlaminar discectomy for intracanalicular disc herniations at L₅S₁ using a rigid working channel endoscope [J]. *Neurosurgery*, 2006, 58(1 suppl): 59-68.
- [12] 周跃. 经椎间孔内窥镜技术的现状与未来 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2009, 19(5): 326-328.
Zhou Y. The status and future of percutaneous transforaminal endoscopic technique [J]. *Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi*, 2009, 19(5): 326-328. Chinese.
- [13] Tzaan WC. Trasforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy [J]. *Chang Gung Med J*, 2007, 30(3): 226-234.
- [14] Jhala A, Mistry M. Endoscopic lumbar discectomy: experience of first 100 cases [J]. *Indian J Orthop*, 2010, 44(2): 184-190.

(收稿日期: 2013-04-25 本文编辑: 王宏)