

# 椎间孔镜下治疗高位腰椎间盘突出症的临床疗效及技术特点

王峰, 鞠晓聪, 宋若先

(解放军九六〇医院骨科, 山东 济南 250000)

**【摘要】** 目的: 分析经皮穿刺椎间孔镜技术治疗高位腰椎间盘突出症(L<sub>2,3</sub> 以上)的临床疗效及技术特点。方法: 回顾性分析 2012 年 1 月至 2019 年 10 月采用椎间孔镜治疗的 9 例高位腰椎间盘突出症患者的临床资料, 其中男 6 例, 女 3 例; 年龄 26~76 岁; L<sub>1,2</sub> 2 例, L<sub>2,3</sub> 7 例。记录手术前后的疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)和日本骨科协会(Japanese Orthopaedic Association, JOA)评分, 并采用改良 Macnab 标准评价临床疗效。结果: 9 例患者术后均获得的随访, 术后随访时间为术后第 1 天和术后 3 个月。手术操作时间 1.5~2.9 h, 术后住院天数 5~8 d。术中未发生脑脊液漏、脊髓神经损伤事件。9 例患者术前, 术后第 1 天, 术后 3 个月 VAS 评分分别为 7~8 分, 1~3 分, 0~1 分, JOA 评分分别为 5~7 分, 15~24 分, 21~26 分。JOA 改善率术后 1 d 为 36.4%~78.3%, 术后 3 个月为 65.2%~87.5%。术后 3 个月采用 Macnab 标准对疗效进行评价, 优 4 例, 良 4 例, 可 1 例。结论: 经皮穿刺椎间孔镜技术治疗符合适应证的高位腰椎间盘突出症疗效可靠, 其具备创伤小, 手术时间短等优点, 更适合中老年体质差者, 可替代部分后外侧经椎间孔椎间盘切除融合术。

**【关键词】** 高位腰椎间盘突出症; 经皮椎间孔镜腰椎间盘切除术; 技术特点; 临床疗效

中图分类号: R681.5

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2020.05.008

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



**Clinical efficacy and technical characteristics of percutaneous endoscopic lumbar discectomy in the treatment of upper lumbar disc herniation** WANG Feng, JU Xiao-cong, and SONG Ruo-xian. Department of Orthopaedics, the 960 Hospital of Liberation Army, Jinan 250000, Shandong, China

**ABSTRACT Objective:** To analyze the clinical efficacy and technical characteristics of percutaneous endoscopic lumbar discectomy in the treatment of upper lumbar disc herniation. **Methods:** The clinical data of 9 patients with upper lumbar disc herniation underwent percutaneous endoscopic lumbar discectomy from January 2012 to October 2019 were retrospectively analyzed. There were 6 males and 3 females, aged 26 to 79 years, including 2 patients with L<sub>1,2</sub> disc herniation and 7 patients with L<sub>2,3</sub> disc herniation. Visual analogue scale (VAS) and Japanese Orthopaedic Association (JOA) score were recorded before and after surgery. The clinical efficacy was evaluated according to the modified Macnab standard. **Results:** All 9 patients were followed up, and the follow-up time was 1 day and 3 months after surgery. The operation time was 1.5 to 2.9 h and postoperative hospital stay was 5 to 8 d. No cerebrospinal fluid leakage or spinal cord injury occurred during the operation. Preoperative and postoperative at 1 day, 3 months, the VAS scores of 9 patients were 7 to 8 scores, 1 to 3 scores, 0 to 1 case, JOA scores were 5 to 7 scores, 15 to 24 scores, 21 to 26 scores, respectively. The improvement rate of JOA was 36.4% to 78.3% on the first day and 65.2% to 87.5% three months after operation. According to modified Macnab standard to evaluate effect, 4 cases got excellent results, 4 good, 1 fair. **Conclusion:** Percutaneous endoscopic lumbar discectomy has reliable therapeutic effect for upper lumbar disc herniation in line with the indications, and it has the characteristics of small trauma and short operation time, so it is more suitable for middle-aged and elderly patients with poor physique and can replace part of transforaminal lumbar interbody fusion.

**KEYWORDS** Upper intertebral disc herniation; Percutaneous endoscopic lumbar discectomy; Technical characteristics; Clinical efficacy

高位腰椎间盘突出症传统意义上指 L<sub>3,4</sub> 及以上节段的腰椎间盘突出症, 临床发病率不超过 5%<sup>[1]</sup>。

研究发现 L<sub>3,4</sub> 椎间盘突出术后腰背痛及下肢放射痛 90% 的改善率相比 L<sub>1,2</sub>、L<sub>2,3</sub> 椎间盘突出其术后改善率仅有 60% 左右, 推测原因可能是高位腰椎与下腰椎之间的解剖学及生物力学差异所致, 因此建议高位腰椎间盘突出研究以 L<sub>1,2</sub>、L<sub>2,3</sub> 为主<sup>[2]</sup>。手术治疗

通讯作者: 宋若先 E-mail: ruoxiansong@sina.com

Corresponding author: SONG Ruo-xuan E-mail: ruoxiansong@sina.com

高位椎间盘突出(L<sub>2,3</sub> 以上)一般采用传统的后外侧经椎间孔椎间盘切除融合术(transforaminal lumbar interbody fusion, TLIF)<sup>[3]</sup>, 也有学者运用微创经椎间孔椎间盘切除融合术(MIS-TLIF)<sup>[4]</sup>或后路显微镜下峡部外缘入路髓核摘除术(micoendoscopic discectomy, MED)<sup>[5]</sup>。TLIF 手术具备良好的临床疗效,但是存在创伤大,时间长,出血多,术后恢复时间长等缺点<sup>[6]</sup>。MED 虽然创伤小,但是高位的腰神经根出硬膜囊后向前下走行较短、位置较深,较下位神经根固定、不易牵开,后路牵开圆锥(脊髓)行椎间盘髓核摘除易对脊髓造成损伤<sup>[7]</sup>。椎间孔镜技术(percutaneous endoscopic lumbar discectomy, PELD)目前已发展为成熟的脊柱微创技术,具备疗效可靠,创伤小等优点<sup>[8]</sup>,但运用孔镜技术治疗高位椎间盘突出(L<sub>2,3</sub> 以上)的报道较少。本研究通过分析 2012 年 1 月至 2019 年 10 月采用椎间孔镜技术治疗的 9 例高位椎间盘突出症患者的临床资料,来评价椎间孔镜技术治疗高位腰椎间盘突出症临床疗效。

## 1 临床资料

### 1.1 病例选择

纳入标准:(1)2012 年 1 月至 2019 年 10 月在我院行椎间孔镜治疗的高位椎间盘突出症(L<sub>2,3</sub> 以上)且临床资料保存完整的患者。(2)术前腰椎正侧位、动力位 X 线和 CT 及 MRI 检查显示椎间盘退变突出,造成神经根、硬膜囊压迫。(3)初次手术患者。排除标准:(1)腰椎管狭窄症,腰椎不稳和滑脱的患者。(2)腰椎间隙高度减少 20%以上的患者。(3)腰椎感染、肿瘤和畸形或出现马尾综合征的患者。(4)CT 影像见突出合并巨大骨赘的患者。(5)随访资料不全的患者。(6)拒绝行微创手术治疗的患者。

### 1.2 一般资料

本组 9 例,男 6 例,女 3 例,年龄 26~76 岁。9 例患者术前均接受腰椎正侧位、动力位、骨盆 X 线和

CT、MRI 及腹部、下肢 B 超检查,排除其他引起腰痛、腿痛疾患。L<sub>1,2</sub> 椎间盘突出 2 例,L<sub>2,3</sub> 椎间盘突出 7 例。患者主诉症状持续时间 0.67~12 个月,9 例患者主诉均有腰背及腿的疼痛症状;下肢无力 3 例,膝跟腱反射减弱或消失 4 例,直腿抬高试验阳性 5 例,股神经牵拉试验阳性 7 例,合并低位椎间盘突出 2 例,陈旧性压缩骨折 1 例;中央型 2 例,后外侧型 6 例,椎间孔型 1 例。本组 9 例患者基本资料见表 1。

## 2 治疗方法

### 2.1 术前准备

在手术前 30 min 给予预防剂量的抗生素(1 500 mg 头孢呋辛钠或 1 200 mg 克林霉素)。手术在局部麻醉下进行,将患者置于外科手术床上。一名麻醉师在患者手术期间进行监护,及时给予患者镇静处理,因为依从性是监测症状和体征的必要条件。

### 2.2 高位腰椎间盘突出症 PELD 穿刺路径规划

患者取俯卧位,在 C 形臂 X 线透视下行责任椎间盘定位,定位准确后,术区常规消毒铺巾,以责任椎间盘间隙右(左)侧旁开 7~8 cm,内倾角 30°~40°为进针点,1%利多卡因局部浸润麻醉。

### 2.3 镜下程序靶点穿刺置管流程

C 形臂 X 线引导下穿刺针经责任椎间孔穿刺至椎管内,沿导丝逐级插入导棒(共 4 级),后插入通道管,通道管要求位于椎间隙水平纤维环后缘,椎弓根内缘,见位置满意后安装并连接椎间孔镜系统。

### 2.4 椎间孔镜下操作流程

镜下可见上关节突,咬除黄韧带,找到硬膜及椎间隙后缘,见破裂髓核(outside-in)时需先抬管间隙、再压管游离,运用压管、旋转与内移技术将破裂的髓核组织彻底摘除<sup>[9]</sup>,再用可屈性双极射频(radiofrequency, RF)收缩组织或突出物,止血、消融、纤维环及髓核成形,整个过程持续生理盐水灌洗,冲除炎性致痛因子。手术中若出血较多,也是对静脉的充分减

表 1 高位椎间盘突出症 9 例患者基本资料

Tab.1 Basic information of 9 patients with upper lumbar disc herniation

患者	性别	年龄 (岁)	病程 (月)	术前查体体征				突出节段	分型	合并症
				腰背及腿疼痛	直腿抬高试验	股神经牵拉试验	膝跟腱反射			
1	男	29	1	阳性	阳性	阳性	正常	L <sub>2,3</sub>	中央型	
2	男	36	6	阳性	阴性	阳性	减弱	L <sub>2,3</sub>	后外侧型	L <sub>4,5</sub> 椎间盘突出
3	男	26	1	阳性	阳性	阴性	正常	L <sub>2,3</sub>	后外侧型	
4	女	37	2	阳性	阴性	阳性	正常	L <sub>1,2</sub>	后外侧型	
5	男	76	12	阳性	阳性	阴性	减弱	L <sub>2,3</sub>	椎间孔型	
6	男	48	3	阳性	阳性	阳性	正常	L <sub>2,3</sub>	中央型	
7	女	70	0.67	阳性	阳性	阳性	消失	L <sub>2,3</sub>	后外侧型	L <sub>2</sub> 陈旧性压缩骨折
8	男	53	3	阳性	阴性	阳性	正常	L <sub>1,2</sub>	后外侧型	
9	女	61	2	阳性	阳性	阳性	消失	L <sub>2,3</sub>	后外侧型	L <sub>4,5</sub> 椎间盘突出

压,若电凝止血困难,可用压迫法止血;若套管不固定发生移位,可以以上关节突为路标参照点。

### 2.5 术后康复指导

术后及时给予营养神经及脱水消炎等药物治疗,指导患者卧床期间行下肢功能锻炼,预防下肢静脉血栓;术后 24 h 后可戴腰围下床活动,1 个月内避免弯腰、旋转等活动,1 个月后逐步撤除腰围,开始腰背肌肉锻炼,3 个月后嘱托患者门诊就诊复查,视患者恢复情况,给予进一步康复指导建议。

## 3 结果

### 3.1 疗效评定

术后采用视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS) 和日本骨科协会 (Japanese Orthopaedic Association, JOA) 评分对疼痛和腰椎功能进行观察,其中 JOA 评分包括主观症状,临床症状,日常生活受限制程度。JOA 改善率=[(治疗后评分-治疗前评分)/(29分-治疗前评分)]×100%。术后 3 个月按改良 Macnab 标准评价临床疗效。

### 3.2 治疗结果

本组 9 例患者,手术时间 1.5~2.9 h,术后住院天数 5~8 d。

9 例患者术前 VAS 评分为 7~8 分,术后第 1 天为 1~3 分,术后 3 个月为 0~1 分。术前 JOA 评分为 5~7 分,术后第 1 天为 15~24 分,术后 3 个月为 21~26 分。JOA 改善率术后第 1 天为 36.4%~78.3%;术后 3 个月为 65.2%~87.5%。术后 3 个月采用改良 Macnab 标准对疗效进行评价,优 4 例,良 4 例,可 1 例。见表 2。

## 4 讨论

### 4.1 L<sub>2,3</sub> 以上腰椎间盘突出症体征症状,生理解剖和手术操作要点

L<sub>2,3</sub> 以上高位腰椎间盘突出症在体征症状和生理解剖方面同下腰椎椎间盘突出症存在较大差异。回

顾既往文献和本研究比例可以总结 L<sub>1,2</sub> 和 L<sub>2,3</sub> 椎间盘突出症主要表现为神经根病变和(或)马尾神经受压症状。临床查体常见下肢运动和感觉障碍范围广泛难以定位,股神经牵拉试验多呈阳性;因股前区疼痛和下肢肌肉无力导致患者出现屈髋屈膝症状易误诊为髌膝关节疾病,高位椎间盘突出症常合并低位间盘突出症,经验不足的临床医师容易单纯处理低位间盘突出,发生漏诊事件<sup>[7,10]</sup>。

从生理解剖角度来看高位腰椎椎间盘和椎体均较小,硬膜外间隙及椎管亦较小,椎间盘突出后首先压迫神经根的硬膜内部分或马尾神经,神经受压后缓冲间隙小,常伴圆锥或马尾神经损害,少有自行缓解,因此手术减压是必要的。既往文献报道传统手术治疗下腰椎椎间盘术后疗效要明显高于上腰椎椎间盘术后疗效<sup>[11-12]</sup>;这可能因为高位的腰神经根出硬膜囊后向前下走行较短、位置较深,较下位神经根固定、不易牵开,后路牵开圆锥(脊髓)行椎间盘髓核摘除易对脊髓造成损伤<sup>[13]</sup>,同时广泛的椎板和骨小关节切除破坏了椎体节段间的稳定性<sup>[14]</sup>。后外侧经皮椎间孔镜技术可以从椎间孔区进行手术操作,减少了对脊髓的牵拉,有效的降低了脊髓损伤的概率;同时上腰部椎间孔区域相对较大,手术操作不必行关节突成形,有效的保留了骨结构,尽可能的保证了椎体节段间的稳定性。

上腰部(L<sub>1</sub>-L<sub>3</sub>)神经根管分椎管内段和椎间孔段。椎管内段:L<sub>1</sub>-L<sub>3</sub> 神经根在相应椎体的下中 1/3 水平从硬膜囊发出,在椭圆形椎管的侧部,以>45°的倾斜角行向外下,至相应椎弓根下缘入椎间孔,其整个椎管内行程长 4~6 mm,直径细,前后间隙大。椎间孔段:神经根绕相应椎弓根的下缘,从椎间孔宽大的上份走出,尽管较粗大的有神经节位于神经根将要出椎间孔的部位,但在椎间孔内,神经根周围间隙仍较大,可以为孔镜提供足够的手术空间。对于标准下

表 2 高位腰椎间盘突出 9 例患者手术前后各观察项目结果及临床疗效

Tab.2 Observation items and clinical efficacy of 9 patients with upper lumbar disc herniation before and after operation

患者	年龄(岁)	VAS 评分(分)			JOA 评分(分)			JOA 改善率(%)		术后 3 个月 Macnab 评价
		术前	术后 1 d	术后 3 个月	术前	术后 1 d	术后 3 个月	术后 1 d	术后 3 个月	
1	29	7	2	1	5	22	23	70.8	75.0	良
2	36	8	1	1	7	23	24	72.7	77.3	良
3	26	7	2	0	5	23	25	75.0	83.3	优
4	37	8	3	1	6	19	21	56.5	65.2	可
5	76	8	2	1	7	15	24	36.4	77.3	良
6	48	7	2	1	5	23	25	75.0	83.3	优
7	70	8	1	1	5	20	26	62.5	87.5	优
8	53	7	2	1	6	20	24	60.9	78.3	良
9	61	7	2	0	6	24	25	78.3	82.6	优

腰椎后外侧经椎间孔椎间盘切除术,一般选择中线旁开 8~12 cm 的皮肤进入点和 25°~30°的插入角度,同时工作套管一般靠近内侧放置,目的是更容易摘除椎间盘组织。但是考虑到上腰椎同下腰椎解剖差异,上腰部椎间盘表面较凹,从横断面角度看偏陡;偏水平放置穿刺针容易造成硬脊膜损伤,因此穿刺针放置角度要偏陡,同时进针点位置旁开距离相对要短。安装工作套管位置不能同以往偏内,因为上腰部椎间孔要相对宽大,工作套管偏外侧放置同样可以获得良好的手术空间,同时也避免了脊髓的损伤。本研究以责任椎间盘间隙右(左)侧旁开 7~8 cm,内倾角 30°~40°为进针点;Ahn 等<sup>[13]</sup>则建议以责任椎间盘间隙右(左)侧旁开 6~9 cm,内倾角 35°~45°为进针点,同本研究有一定差异。

#### 4.2 经皮椎间孔镜技术优点,术中并发症和不良反应

手术全程在局麻下完成,患者可以保持清醒状态,在整个手术过程中,能与患者及时交流沟通,可避免损伤邻近器官,减少了麻醉风险和神经根损伤的概率;手术切口采用维持切口,手术切口约 1 cm 左右,术中术后患者切口疼痛程度明显低于传统开放手术患者,无须大量镇痛药物辅助;手术入路不破坏椎旁肌肉和韧带,不必咬除椎板及关节突关节即可在椎管内操作,镜下探查范围广;对神经及椎管内结构干扰小,保留硬膜外脂肪,出血少,一般术后椎管内不形成瘢痕组织;手术时间短,且患者术后仅需卧床 24 h;术后恢复快,缩短了住院时间,减轻了患者的经济负担<sup>[15-18]</sup>。

经皮椎间孔镜术中并发症多见出口根损伤,发生率在 6%~17%<sup>[19]</sup>;术后可能会出现感觉异常,肌力减弱,发生率在 1.0%~9.0%<sup>[20]</sup>。手术操作若穿刺针偏上,容易刺激神经根;套管挤压,髓核拖拽也会对神经根造成刺激。手术在局麻下进行,患者对疼痛的耐受程度差或术中操作刺激到神经根等因素都会造成术中剧痛,严重情况可能导致手术终止。术中静脉丛减压出现出血可能电凝难以止血,孔镜技术很难找到静脉出血点,影响手术操作视野,目前采用常规的压迫法止血。因各种原因造成的孔镜术后失败,术者最终更改手术方案,于全麻下进行传统后外侧经椎间孔椎间盘切除融合术治疗,从而延长了患者的手术时间,增加了患者身体的损伤和经济负担。尽管本研究未发生孔镜手术失败后更改手术方案及严重的术后并发症案例,但是随着孔镜技术的逐渐普及,术者务必要充分警告患者孔镜技术可能带来的风险。

#### 4.3 不同年龄阶段接受孔镜治疗的高位椎间盘突出患者预后疗效分析

有研究报道年龄、出现症状持续时间和患者预

后有较大关系,年龄<45岁,持续时间<6个月,预后效果佳<sup>[13]</sup>。老年人椎间盘破碎程度高,术中清除不彻底,可能是导致老年椎间盘突出预后不良的因素;吸取既往经验教训,本研究要求对待老年患者必须要有充分的耐心,因此老年患者手术操作时间明显延长。本研究发现 50 岁以下的中青年患者术后 1 d 改善率要优于 50 岁以上的老年患者,但是术后 3 个月后的随访老年患者改善率略优于中青年患者。由于老年患者椎间盘髓核细胞的衰老,椎间盘发展退变<sup>[21]</sup>,老年患者椎间盘易破碎游离,手术时间较中青年患者相对延长,手术操作过程中增加了对神经根的刺激;手术时间延长和手术操作复杂增加了对神经根的刺激是导致老年患者近期改善率较中青年患者较低的重要原因。本研究术后 9 例患者近期改善率低可能与术中操作对神经根刺激,较长时间俯卧体位等因素有关,术后 3 个月长期随访改善率则明显增加,因此从长远来看,孔镜技术治疗高位椎间盘突出在不同年龄阶段的预后疗效都是可观的。

经皮穿刺椎间孔镜技术治疗符合适应证的高位椎间盘突出症疗效可靠,其具备创伤小,手术时间短等优点,更适合中老年体质差者,可替代部分后外侧经椎间孔椎间盘切除融合术。

本研究存在不足之处,受多方面条件限制,研究样本少,共随访了 9 例患者。笔者在今后工作中,进一步完善对高位椎间盘突出症患者的随访工作,增加病例的积累,以求更客观的反映椎间孔镜下治疗高位腰椎间盘突出症临床疗效。

#### 参考文献

- [1] Wu J, Zhang C, Zheng W, et al. Analysis of the characteristics and clinical outcomes of percutaneous endoscopic lumbar discectomy for upper lumbar disc herniation [J]. *World Neurosurg*, 2016, 92: 142-147.
- [2] Sanderson SP, Houten J, Errico T, et al. The unique characteristics of upper lumbar disc herniations [J]. *Neurosurgery*, 2004, 55 (2): 385-389.
- [3] Qi Q, Chen ZQ, Liu N, et al. Circumspinal decompression through a single posterior incision to treat thoracolumbar disc herniation [J]. *Chin Med J (Engl)*, 2011, 124 (23): 3852-3857.
- [4] Kim HS, Paudel B, Jang JS. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for all types of lumbar disc herniations (LDH) including severely difficult and extremely difficult LDH cases [J]. *Pain Physician*, 2018, 21 (4): E401-E408.
- [5] 崔玉明, 伍骥, 郑超, 等. 椎间盘镜下手术治疗高位腰椎间盘突出症的效果 [J]. *空军医学杂志*, 2014, 4: 208-209.  
CUI YM, WU J, ZHENG C, et al. Effects of discectomy for high lumbar disc herniation [J]. *Kong Jun Yi Xue Za Zhi*, 2014, 4: 208-209. Chinese.
- [6] 李玉伟, 王海蛟, 王义生, 等. PTED 与 TLIF 治疗高位腰椎间盘突出症的效果比较 [J]. *中华医学杂志*, 2018, 98 (2): 113-116.  
LI YW, WANG HJ, WANG YS, et al. Comparison of the effects of

- PTED and TLIF on high lumbar disc herniation[J]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*, 2018, 98 (2):113-116. Chinese.
- [7] 彭新生,李佛保,廖威明,等.胸腰段椎间盘突出症的临床特点[J].*中国脊柱脊髓杂志*,2002,14(5):60-62.  
PENG XS,LI FB,LIAO WM,et al. Clinical characteristics of thoracolumbar disc herniation[J]. *Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi*,2002, 14(5):60-62. Chinese.
- [8] Yeung AT,Tsou PM. Posterolateral endoscopic excision for lumbar disc herniation:Surgical technique,outcome,and complications in 307 consecutive cases[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*,2002,27(7): 722-731.
- [9] Kim HS,Adsul N,Kapoor A,et al. A mobile outside-in technique of transforaminal lumbar endoscopy for lumbar disc herniations[J]. *J Vis Exp*,2018,138:e57999.
- [10] 赵栋,邓树才.胸腰段椎间盘突出症的诊断与治疗进展[J].*中国脊柱脊髓杂志*,2014,24(4):84-87.  
ZHAO D,DENG SC. Advancement of diagnosis and treatment of thoracolumbar disc herniation[J]. *Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi*, 2014,24(4):84-87. Chinese.
- [11] Sanderson SP,Houten J,Errico T,et al. The unique characteristics of upper lumbar disc herniations[J]. *Neurosurgery*,2004,55(2): 385-389.
- [12] Ido K,Shimizu K,Tada H,et al. Considerations for surgical treatment of patients with upper lumbar disc herniations[J]. *J Spinal Disord*,1998,11(1):75-79.
- [13] 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.
- [14] Moon KH, Lee SH, Kong BJ, et al. An oblique paraspinous approach for intracanalicular disc herniations of the upper lumbar spine: technical case report[J]. *Neurosurgery*, 2006, 59(4): 487-488.
- [15] 何升华,彭俊宇,赵祥.经皮椎间孔镜椎间盘切除术治疗腰椎间盘突出症近期疗效观察[J].*中国骨伤*,2011,24(1):72-74.  
HE SH,PENG JY,ZHAO X. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for the treatment of lumbar disc herniation[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*,2011,24(1):72-74. Chinese with abstract in English.
- [16] 王建,周跃,张正丰,等.经皮内窥镜下腰椎间盘切除术治疗极外侧型腰椎间盘突出症[J].*中国脊柱脊髓杂志*,2008,18(7): 494-497.  
WANG J,ZHOU Y,ZHANG ZF,et al. Treatment of far later al lumbar disc herniation with per cutaneous endoscopic lumbar discectomy[J]. *Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi*,2008,18(7):494-497. Chinese.
- [17] 姚共和.腰椎间盘突出症治疗方法的选择[J].*中国骨伤*, 2009,22(4):247-249.  
YAO GH. Therapeutic choice of lumbar intervertebral disc herniation[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*,2009,22 (4):247-249. Chinese.
- [18] 吴小程,周跃,李长青.经皮椎间孔镜与显微内窥镜治疗腰椎间盘突出症的前瞻性随机对照研究[J].*第三军医大学学报*,2009,31(9):843-846.  
WU XC,ZHOU Y,LI CQ. Percutaneous transforaminal endoscopic discectomy versus microendoscopic discectomy for lumbar disc herniation;a prospective randomized controlled study[J]. *Di San Jun Yi Da Xue Xue Bao*,2009,31(9):843-846. Chinese.
- [19] Choi G,Kang HY,Modi HN,et al. Risk of developing seizure after percutaneous endoscopic lumbar discectomy[J]. *J Spinal Disord Tech*,2011,24(2):83-92.
- [20] Choi I,Ahn JO,So WS,et al. Exiting root injury in transforaminal endoscopic discectomy:preoperative image considerations for safety[J]. *Eur Spine J*,2013,22(11):2481-2487.
- [21] 徐涛涛,廖菲,金红婷,等.椎间盘退变与细胞死亡的相关研究进展[J].*中国骨伤*,2015,28(7):673-678.  
XU TT,LIAO F,JIN HT,et al. Research advance on intervertebral disc degeneration and cell death[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*,2015,28(7):673-678. Chinese with abstract in English.

(收稿日期:2020-03-08 本文编辑:王宏)