

# 一种新的经皮椎间孔镜技术治疗腰椎术后椎间盘突出症的疗效分析\*

顾宇彤\*\* 李云飞<sup>①</sup> 朱东晖<sup>②</sup> 周晓岗 冯振洲 董健

(复旦大学附属中山医院骨科, 上海 200032)

**【摘要】** 目的 探讨一种新的经皮椎间孔镜技术(percutaneous transforaminal endoscopic surgery, PTES)治疗腰椎术后复发、邻椎病等椎间盘突出症的可行性、安全性和有效性。方法 回顾性分析 2012 年 1 月~2014 年 6 月使用 PTES 治疗 57 例腰椎术后椎间盘突出症的资料, 术后手术节段复发 40 例, 术后手术节段残留 7 例, 神经减压植骨融合术后邻椎病 9 例, L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub>椎间孔镜术后发生 L<sub>4/5</sub>椎间盘突出症 1 例。均行 PTES。随访 2 年, 进行下肢放射痛视觉模拟评分(Visual Analogue Scale, VAS), 采用 MacNab 法进行疗效评级。结果 手术时间(52.4 ± 5.9)min, 中位术中透视次数 5(4~14)次, 出血量 5(2~20)ml, 住院时间 3(2~4)d。术后即刻下肢放射痛 VAS 评分由术前的 9(6~10)分降至 1(0~3)分, 术后 2 年随访为 0(0~3)分。术后 2 年 MacNab 分级优 51 例, 良 5 例, 可 1 例, 差 0 例。优良率 98.2%(56/57)。无永久性神经损伤、腹腔脏器损伤、大血管破裂。结论 PTES 技术治疗腰椎术后复发、邻椎病等椎间盘突出症简便、安全且有效。

**【关键词】** 腰椎间盘突出症; 经椎间孔; 内镜下椎间盘摘除术; 微创外科

文献标识:A 文章编号:1009-6604(2018)05-0389-05

doi:10.3969/j.issn.1009-6604.2018.05.002

**A New Technique of Percutaneous Transforaminal Endoscopic Surgery for Lumbar Disc Herniation After Previous Intervention** Gu Yutong\*, Li Yunfei, Zhu Donghui, et al. \*Department of Orthopaedics, Zhongshan Hospital of Fudan University, Shanghai 200032, China

Corresponding author: Gu Yutong, E-mail: 447574313@qq.com

**【Abstract】 Objective** To evaluate the feasibility, safety, and efficacy of a new technique of percutaneous transforaminal endoscopic surgery (PTES) for disc herniations after previous intervention. **Methods** A retrospective analysis was performed in 57 cases of disc herniations after previous intervention, including 40 cases of recurrent herniation, 7 cases of residual fragments after previous intervention at the surgery level, 9 cases of adjacent disc herniation after decompression and fusion, and 1 case of L<sub>4/5</sub> herniation after transforaminal endoscopic discectomy for L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub>. The PTES was carried out in all the cases. Preoperative and postoperative leg pain was evaluated by using the 10-point Visual Analogue Scale (VAS) and the results were determined to be excellent, good, fair, or poor according to the MacNab classification during 2-year follow-ups. **Results** The duration of operation was (52.4 ± 5.9) min. The mean frequency of intraoperative fluoroscopy was 5 (4-14) times. The blood loss was 5 (2-20) ml. The length of hospital stay was 3 (2-4) days. The VAS score of leg pain was dropped from 9 (6-10) points before operation to 1 (0-3) points immediately after the operation and to 0 (0-3) points at 2 years after operation. During 2-year follow-ups, 98.2% (56/57) of the patients showed excellent (51 cases) or good (5 cases) outcomes, 1.8% (1/57) fair, and no poor outcomes. No patients had any form of permanent iatrogenic nerve damage or major complications. **Conclusion** PTES for recurrent, residual, and adjacent disc herniations after previous intervention is an easy, effective and safe technique.

**【Key Words】** Lumbar disc herniation; Transforaminal; Endoscopic discectomy; Minimally invasive surgery

腰椎间盘突出压迫神经根导致的双下肢放射痛是神经减压术的重要指征。近 10 年来, 后外侧入路的椎间孔镜髓核摘除术作为局麻下的微创外科技术治

疗腰椎间盘突出症, 其中得到公认的是 Yeung 椎间孔镜技术 (Yeung Endoscopic Spine Surgery, YESS)<sup>[1,2]</sup> 和 Thomas 椎间孔镜技术 (Thomas

\* 基金项目: 上海申康医院发展中心临床科技创新项目——市级医院新兴前沿技术联合攻关项目 (SHDC12016230)

\*\* 通讯作者, E-mail: 447574313@qq.com

李云飞、朱东晖为共同第一作者

① (上海市嘉定区中心医院骨科, 上海 201800)

② (上海电力医院骨科, 上海 200050)

Hoogland Endoscopic Spine Surgery, TESS)<sup>[3-5]</sup>。YESS 技术和 TESS 技术治疗腰椎间盘突出症有较高的患者满意度和较低的并发症发生率<sup>[1-12]</sup>。一般认为 YESS 技术为盘内手术,适应证有限。TESS 技术为盘外手术,可直接进入椎管内操作,适用于几乎所有类型的腰椎间盘突出症<sup>[3,13]</sup>,但术中 C 臂机定位进针点复杂,穿刺针寻找目标时需透视下反复调整,手术操作步骤繁琐,导致术中透视多,手术时间长,学习曲线陡。我们在实践中不断简化 TESS 技术,设计出一种简便、易学的经椎间孔镜技术(percutaneous transforaminal endoscopic surgery, PTES)<sup>[14,15]</sup>。本文回顾性分析 2012 年 1 月~2014 年 6 月使用 PTES 治疗的 57 例腰椎术后椎间盘突出症及 2 年随访资料,探讨 PTES 的技术细节及特点,并评估其治疗复发、邻椎病等腰椎术后椎间盘突出症的可行性、安全性和有效性。

## 1 临床资料与方法

### 1.1 一般资料

本组 57 例,男 31 例,女 26 例。年龄 52~84 岁,平均 69.2 岁。前次手术包括椎板开窗髓核摘除术 29 例,椎间孔镜下髓核摘除术 11 例,神经减压植骨融合术 14 例,射频消融术 2 例,臭氧注射 1 例。术后 1 周~21 年,中位数 4.5 年。手术节段复发 40 例,术后下肢疼痛有缓解,至少 2 个月后又出现类似的下肢痛;手术节段残留 7 例,术后下肢疼痛未缓解,均为外院手术,其中椎间孔镜术后 4 例;神经减压植骨融合术后邻椎病 9 例(图 1);L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub> 椎间孔镜术后发生 L<sub>4/5</sub> 椎间盘突出症 1 例。39 例有神经根相应皮肤分布区域麻木、感觉减退,2 例有下肢肌力下降,1 例有踝反射减弱,术前均行 CT、MRI 检查以明确腰椎间盘突出的类型(椎管内或椎管外)、是否有钙化,术前拍摄腰椎正侧位平片以确定是否有侧弯或高髂嵴。本组均为单节段病变,L<sub>2</sub>/L<sub>3</sub> 2 例,L<sub>3</sub>/L<sub>4</sub> 14 例,L<sub>4</sub>/L<sub>5</sub> 28 例,L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub> 13 例,均为椎管内椎间盘突出,伴高髂嵴的 L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub> 椎间盘突出 5 例,脊柱侧弯 4 例,无钙化。

纳入标准:①一侧下肢放射痛;②MRI 或 CT 显示由 L<sub>2</sub> 至 S<sub>1</sub> 的腰椎术后单节段椎间盘突出,并与神经根症状相符;③下肢直腿抬高试验≤45°(+),伴或不伴有膝反射或踝反射减弱、消失,股四头肌、足背伸肌或腓长伸肌、腓肠肌肌力下降,神经根相应皮肤分布区域麻木、感觉减退;④保守治疗无效。

排除椎间盘源性腰痛、椎间孔狭窄、侧隐窝狭窄或椎间盘突出。

### 1.2 手术方法

(1)体位:患者俯卧于垫有海绵或硅胶的弓形软枕腰桥上,尽量使髋关节屈曲,骨盆向前翻转,特别是伴高髂嵴的 L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub> 椎间盘突出症者,以扩大髂

嵴与 L<sub>5</sub> 横突、骶岬间的穿刺空间。对于腰椎侧弯者,尽量使腰背部水平。

(2)麻醉:以 1% 利多卡因局部麻醉为主,在保证患者清醒、随时可以与术者交流的同时,适当静脉使用镇静剂。

(3)定位:术前手摸法画出双侧髂嵴上缘及腰椎棘突正中线在腰背部表皮的投影,C 臂机透视正位定出责任椎间隙平面,该定位线与正中线的交点即为椎间盘解剖中心的体表投影(图 1E、F)。穿刺进针点位于腰背部平面最外缘(平面转侧面的拐角处),可头端于、平于或略尾端于椎间隙水平线,L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub> 间隙的穿刺点位于髂嵴上方,我们将其命名为“顾氏点”<sup>[14,15]</sup>(图 1F)。

(4)穿刺:瞄准穿过椎间盘解剖中心体表投影(正中线与责任椎间隙定位线交点)的垂线,与水平面呈 25°~45° 插入穿刺针,找到落空感后透视。在侧位片上穿刺针头应到达责任椎间隙后 1/3 或后缘(图 1G),正位片上穿刺针头应到达椎弓根内缘附近(图 1H)。可以利用针尖斜面效应通过改变斜面方向来微调穿刺针行进线路(微调技术)<sup>[14,15]</sup>,尤其是伴有高髂嵴、高骶岬或横突肥大者,有时需旋转穿刺针反复改变针尖斜面方向以使穿刺针曲线行进绕过障碍到达目标(绕标技术)<sup>[14,15]</sup>。一旦有神经根刺激症状,即应停止操作,改变穿刺方向、角度或内移穿刺点。

(5)扩大椎间孔:经穿刺针插入导丝并做 6 mm 小切口,沿导丝注射局麻药直下位椎体上关节突,逐级扩张软组织后沿导丝将 6.3 mm 导棒送至椎间孔外口,拔除导丝后稍压低导棒并轻轻锤击将其尖端置入椎间孔。顺着导棒插入 8.8 mm 大号环锯保护套筒并将其斜面锚于上关节突上,根据穿刺针倾斜角度(由穿刺针正侧位片决定)(图 1G、H)来压低套筒,插入 7.5 mm 环锯切割上关节突腹侧骨质以扩大椎间孔(图 1I),直至阻力消失,意味着环锯进入椎管,透视正位确认环锯顶端超过椎弓根内缘,一般不超过椎弓根与棘突间的中线,此时的侧位片上环锯顶端应到达目标椎间隙后缘附近。我们将这一过程称为“下压式扩孔技术”<sup>[14,15]</sup>。内镜图像可替代侧位片用来判断是否已到达目标区域。如果未能到达椎间盘突出部位,可进一步压低 8.8 mm 环锯保护套筒以切割更多上关节突腹侧骨质(图 2)。

(6)放置工作通道:拔出环锯,经保护套筒再次插入导棒并稍作敲击,沿导棒置入 7.5 mm 工作通道。

(7)椎间孔镜下髓核摘除:经工作通道放入椎间孔镜及手术器械,直视下摘除突出的椎间盘组织,并可看到相应的神经根(图 1J),减压后的神经根常会随着心跳而搏动。如果先看到神经根,可以摘除神经根下方、中央硬膜囊下方甚至对侧神经根下方

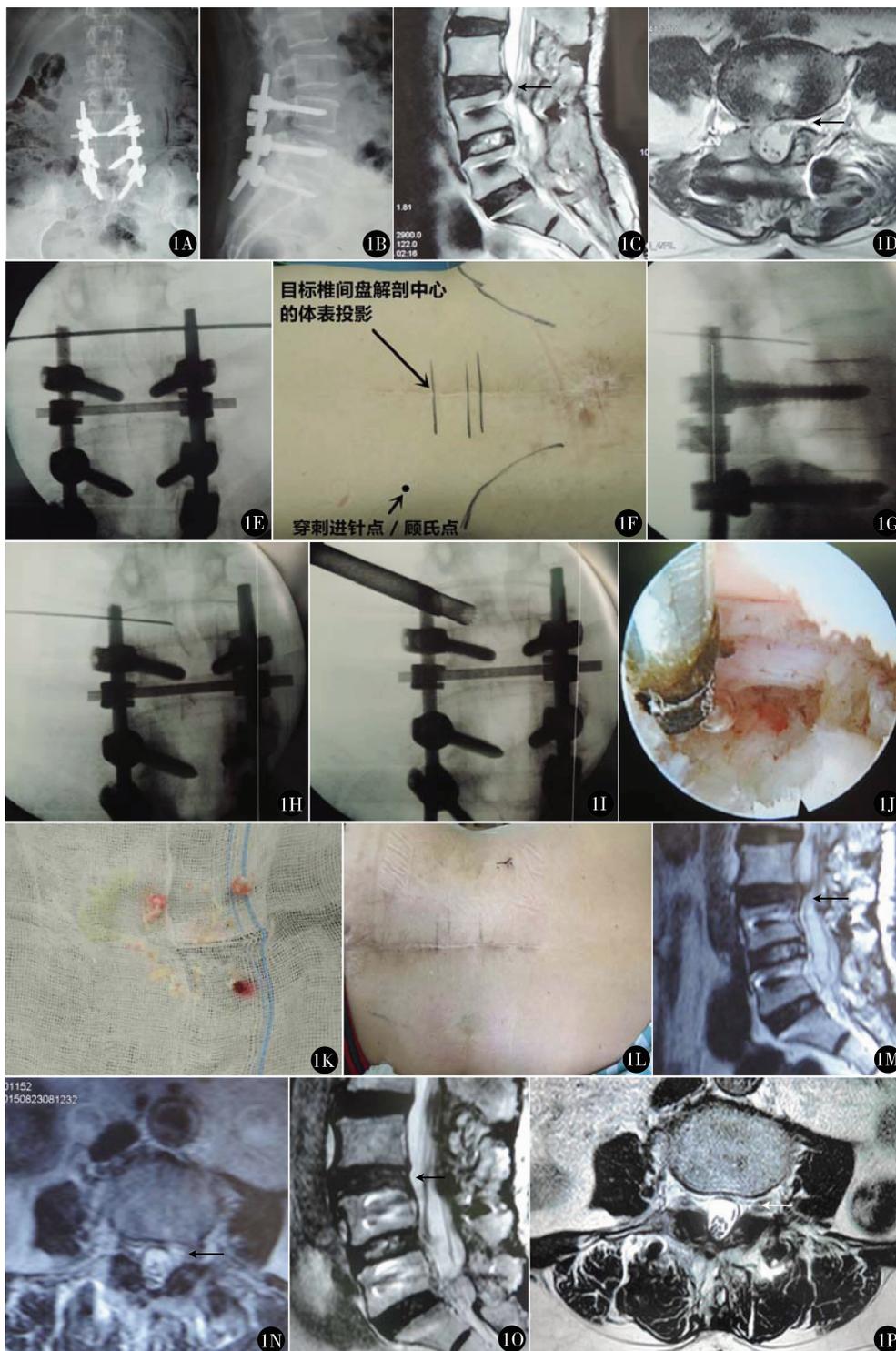


图1 61岁,女, $L_{4/5}$ 、 $L_5/S_1$ 减压植骨融合内固定术后7年余,左下肢疼痛2个月,局麻下行PTES髓核摘除术。A、B.术前腰椎正侧位片,显示 $L_4 \sim S_1$ 内固定情况;C、D.术前腰椎矢状位和横断面MRI,提示腰椎融合的邻近节段 $L_{3/4}$ 椎间盘突出,压迫左侧神经根;E.确定 $L_{3/4}$ 椎间隙的正位透视图像;F.椎间盘解剖中心体表投影及进针点, $L_{3/4}$ 椎间隙定位线与正中线的交点即为椎间盘解剖中心的体表投影,穿刺进针点位于腰背部平面最外缘(平面转侧面的拐角处),命名为“顾氏点”;G.穿刺侧位透视图像,显示穿刺针头到达责任椎间隙后1/3;H.穿刺正位透视图像,显示穿刺针头已超过椎弓根内缘;I.扩孔时正位透视图像显示环锯深度已超过椎弓根内缘;J.摘除突出髓核后镜下可见左侧 $L_4$ 行走神经根;K.取出的髓核;L.手术切口长6mm;M、N.术后3周腰椎矢状位及横断面MRI,显示 $L_{3/4}$ 椎间盘突出较术前减小;O、P.术后2年腰椎矢状位及横断面MRI,显示 $L_{3/4}$ 椎间盘无突出

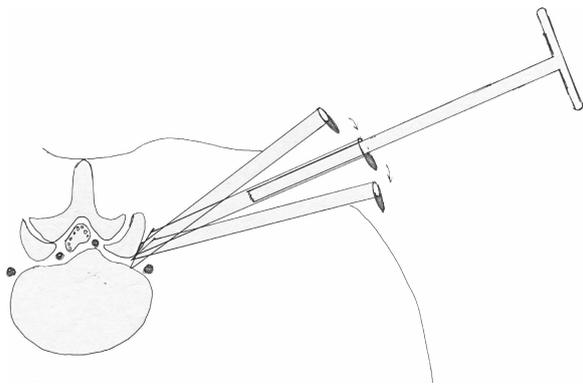


图 2 下压式扩孔技术示意图

的突出髓核。利用特制的可弯曲双极射频电极可进行良好止血,清理组织使视野更加清晰,消融纤维环和髓核,皱缩纤维环破裂口(纤维环成形),毁损椎间盘上致痛的末梢神经,松解术后神经根周围的粘连瘢痕组织。

### 1.3 术后处理

术后第 1 天即可下地,佩戴腰围 3 周。术后注意腰部保养,勿经常弯腰,勿提重物,勿长时间保持一个姿势。术后复查 MRI 以评估神经减压情况,有无复发,并排除硬脊膜囊肿、脊膜膨出、硬脊膜破裂、脑脊液漏。

术前及术后即刻、1 周、1 个月、2 个月、3 个月、6 个月、1 年、2 年随访,使用视觉模拟评分法(Visual Analogue Scale, VAS)对下肢疼痛进行评估,并检查直腿抬高试验及股四头肌、足背伸肌、6 长伸肌及腓肠肌的肌力。

术后 2 年随访时使用 MacNab 法<sup>[16]</sup>进行疗效评级:优,无痛,活动无限制;良,偶尔出现腰痛或腿痛,可干扰患者的正常生活或娱乐;可,功能改善,但仍会出现间歇性疼痛,患者通常需要改变工作及生活方式;差,症状无改善,需要进一步手术治疗。

## 2 结果

手术时间(52.4 ± 5.9) min,中位术中透视次数 5(4 ~ 14)次,出血量 5(2 ~ 20) ml,住院时间 3(2 ~ 4) d。均完成 2 年随访。术后即刻下肢放射痛 VAS 评分由术前的中位数 9(6 ~ 10)分降至 1(0 ~ 3)分,术后 2 年随访为 0(0 ~ 3)分。术后 2 年 MacNab 分级优 51 例,良 5 例,可 1 例,差 0 例。优良率 98.2%(56/57)。无感染和复发,无永久性神经损伤、腹腔脏器损伤、大血管破裂。

## 3 讨论

1994 年 Hoogland<sup>[3]</sup>使用特制环锯扩大椎间孔以使内镜及器械可以到达椎管前方,包括 L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub> 间隙,并且可以避免以往手术中经常出现的出口神经

根损伤,被称为 TESS 技术。采用 TESS 技术后外侧入路内镜下可治疗几乎所有类型的腰椎间盘突出症<sup>[3,13]</sup>,但其穿刺进针点的确定依赖透视,而且认为进针点位于旁开正中线 10 cm 左右,患者体型各异,使得这个距离非常不科学。TESS 技术要求穿刺针针尖在侧位透视图像上位于椎间盘后缘或上关节突肩部,过于固定的目标使得穿刺变得困难,需要反复调整反复透视。另外,TESS 技术需透视下逐级扩大椎间孔,操作步骤相对繁琐。因此,TESS 技术中医生和患者遭受的射线量较多,手术时间长,学习曲线陡峭。

PTES 技术定位简单,只需透视正位以确定手术节段的椎间隙水平,该水平线与腰背部正中线的交点即为椎间隙解剖中心的体表投影,通过这个交点的垂线即为穿刺的瞄准目标。穿刺进针点位于腰背部平面最外缘(平面转侧面的拐角处),可头端于、平于或略尾端于椎间隙水平线,L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub> 间隙的穿刺点位于髂嵴上方,即“条条道路通罗马(椎间盘突出处)”。该穿刺进针点定位法无需透视和测量旁开正中线的距离,与 TESS 法相比明显简化,我们将其命名为“顾氏点”<sup>[14,15]</sup>。PTES 技术要求穿刺针针尖在侧位透视图像上位于目标椎间隙的后 1/3 或椎间盘后缘,这使穿刺方向和角度更加灵活,即使穿刺角度与水平面达 45°照样可以将工作套筒置入椎管。所以 PTES 技术的穿刺难度大大降低。

虽然 PTES 技术中穿刺针进入椎间盘内,但可以在抽出导丝后通过敲击 6.3 mm 导棒使其进入椎间孔。有时穿刺针可能高于或低于目标椎间隙,与较细软的穿刺针相比,通过粗硬的导棒进行微调更容易获得理想的位置。这称为 PTES 的“导棒技术”<sup>[14,15]</sup>。PTES 技术扩大椎间孔时,下压锚于上关节突的保护套筒使环锯更平,可以切割更多的上关节突腹侧骨质(图 2),这样更易将工作套筒置入椎管内硬膜囊与椎间盘之间,即使穿刺角度达到 45°。我们称之为“下压式扩孔技术”<sup>[14,15]</sup>。套筒下压的程度取决于穿刺针倾斜角度,而倾斜角度可以通过穿刺针正侧位透视图像来评估。镜下操作时无需牵拉椎管内的神经结构,可以摘除同侧神经根下方或中央硬膜囊下方甚至对侧神经根下方的突出髓核。正位透视图像上环锯高于或低于目标椎间隙,可通过微调保护套筒调整环锯的位置和方向,如果有困难,可先通过微调导棒来实现。如果工作套筒未能到达突出髓核处,可通过以下方法来调整:①进一步压低 8.8 mm 保护套筒并使用 7.5 mm 环锯切割更多上关节突腹侧骨质(图 2);②椎间孔狭窄较为严重者,使用更大的 10 mm 保护套筒和 8.8 mm 环锯进一步扩大椎间孔。以上“导棒技术”和“扩孔技术”使得 PTES 定位简单、穿刺容易得以实现。

PTES 技术中,定位、穿刺后的椎间孔扩大采用

7.5 mm 环锯一步式扩孔,而不是逐级扩孔。如此简化步骤,加上简单的定位和容易的穿刺,明显减少术中透视次数。本研究表明,PTES 术中透视次数中位数为 5 次,最少只需透视 4 次,包括正位透视确定目标椎间隙水平线(图 1E),有穿刺落空感后侧位(图 1G)及正位(图 1H)透视检查穿刺针针尖的位置,阻力消失后正位(图 1I)透视检查环锯的深度。内镜图像可代替侧位透视来明确是否到达突出的髓核处。简单的定位、容易的穿刺、简化的步骤、较少的透视使得 PTES 手术时间缩短。本研究均为腰椎术后复发病例,从体位摆放至切口关闭,PTES 手术时间为(52.4 ± 5.9) min。

对于腰椎术后复发病例,后外侧椎间孔入路可绕过前次后路手术形成的瘢痕组织,降低硬膜囊破裂的风险。Hoogland 等<sup>[5]</sup>报道 262 例术后复发病患者接受椎间孔镜治疗,11 例术中疑出现脑脊液漏,无一例硬膜囊破裂需要处理,术后未发现脑脊液漏,MRI 显示手术区域未见脊膜膨出或硬脊膜囊肿。而后路显微椎间盘切除术治疗术后病例时发生需要处理的硬膜囊破裂约占 10%<sup>[17]</sup>。本组 34 例后路开放手术复发病者行 PTES 治疗,未发生硬膜囊破裂、脑脊液漏或脊膜膨出、硬脊膜囊肿。通过后外侧椎间孔入路摘除突出髓核无需经过原瘢痕组织,摘除突出髓核后可见神经根,使用双极射频电极可松解神经根周围的瘢痕组织。而再次行后路手术必须去除原瘢痕组织,需要牵开受压的神经根后才能摘除突出髓核,增加神经损伤的风险。本组 10 例椎间孔镜术后翻修,其中 4 例残留、6 例复发,PTES 术后均取得满意疗效,而且术中未见明显瘢痕组织妨碍手术进路、操作及神经结构显露,可能是后外侧入路的椎间孔镜手术对软组织造成的损伤较小,出血少,术中对神经根的骚扰不大,所以局部形成的瘢痕组织不多。使用 PTES 技术治疗减压融合术后复发的椎间盘突出症和邻椎病,无需取出、更换或延长原内固定物,与以往的翻修术相比,创伤小,出血少,康复快。

PTES 术中采用局麻加静脉镇静,使患者处于可唤醒状态,若有神经刺激,患者会立刻反应提醒术者。穿刺或扩孔过程中一旦有神经刺激症状,往往提示出口神经根受累,任何操作都必须马上停止,需压低穿刺角度或内移穿刺点直至神经症状消失,如果处于扩孔阶段,需压低保护套筒及环锯的角度,以避免对出口神经根的刺激,若效果不佳,则需内移穿刺点。本组无永久性医源性神经损伤,说明此技术的安全性。本组无复发,与注重术后腰部保养有密切关系,如勿经常弯腰,勿提重物,勿长时间保持一个姿势。

总之,PTES 技术治疗腰椎术后复发、邻椎病等椎间盘突出症简便、安全而有效。

## 参考文献

1 Yeung AT. Minimally invasive disc surgery with the Yeung

- Endoscopic Spine System (YESS). *Surg Tech Int*, 1999, 8:1 - 11.
- 2 Yeung AT, Tsou PM. Posterolateral endoscopic excision for lumbar disc herniation. Surgical technique, outcome and complications in 307 consecutive cases. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2002, 27(7): 722 - 731.
- 3 Hoogland T. Transforaminal endoscopic discectomy with foraminoplasty for lumbar disc herniation. In: Duparc J. *Surgical Techniques in Orthopaedics and Traumatology*. Paris: Elsevier SAS, 2003. 55 - 120.
- 4 Hoogland T, Schubert M, Miklitz B, et al. Transforaminal posterolateral endoscopic discectomy with or without the combination of a low-dose chymopapain: a prospective randomized study in 280 consecutive cases. *Spine*, 2006, 31: E890 - 897.
- 5 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. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2008, 33(9): 973 - 978.
- 6 Choi KC, Kim JS, Ryu KS, et al. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> disc herniation: transforaminal versus interlaminar approach. *Pain Physician*, 2013, 16(6): 547 - 556.
- 7 张德辉, 李运芝, 张智慧, 等. 椎间孔镜治疗有典型根性症状的腰椎手术失败综合征. *中国微创外科杂志*, 2014, 14(7): 647 - 649.
- 8 Ahn Y, Oh HK, Kim H. Percutaneous endoscopic lumbar foraminotomy: an advanced surgical technique and clinical outcomes. *Neurosurgery*, 2014, 75(2): 124 - 133.
- 9 杨进, 孔清泉, 宋跃明. 三种经皮内镜椎间盘髓核摘除术治疗伴高髂嵴的 L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> 椎间盘突出症. *中国骨与关节杂志*, 2014, 3(8): 608 - 614.
- 10 张之栋, 杜怡斌, 储建军. 经皮椎间孔镜腰椎间盘摘除术与微创经椎间孔腰椎融合术治疗腰椎间盘突出的前瞻性随机对照研究. *中国微创外科杂志*, 2015, 15(7): 583 - 587.
- 11 Choi KC, Park CK. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> disc herniation: consideration of the relation between the iliac crest and L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> disc. *Pain Physician*, 2016, 19(2): E301 - E308.
- 12 吴健, 范胜利, 关月红. 经皮椎间孔镜髓核摘除术后感觉异常及穿刺操作技巧分析: 附 4 例报告. *中国微创外科杂志*, 2017, 17(7): 670 - 672.
- 13 Nakamura SI, Myers RR. Injury to dorsal root ganglia alters innervation of spinal cord dorsal horn lamina involved in nociception. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2000, 25(5): 537 - 542.
- 14 Gu YT, Cui Z, Shao HW, et al. Percutaneous transforaminal endoscopic surgery (PTES) for symptomatic lumbar disc herniation: a surgical technique, outcome, and complications in 209 consecutive cases. *J Orthop Surg Res*, 2017, 12(1): 25.
- 15 顾宇彤, 吕德荣, 崔展, 等. PTES 椎间孔镜技术治疗腰 5/骶 1 椎间盘突出症的技巧及疗效. *中国临床医学*, 2017, 24(4): 497 - 503.
- 16 MacNab I. Negative disc exploration: an analysis of the causes of nerve root involvement in sixty-eight patients. *J Bone Joint Surg Am*, 1971, 53(5): 891 - 903.
- 17 Morgan-Hough CV, Jones PW, Eisenstein SM. Primary and revision lumbar discectomy. A 16-year review from one centre. *J Bone Joint Surg Br*, 2003, 85(6): 871 - 874.

(收稿日期: 2017-03-03)

(修回日期: 2017-11-05)

(责任编辑: 王惠群)