

DOI: 10.12235/E20200147

文章编号: 1007-1989 (2020) 11-0048-08

论 著

下压式扩孔技术在经皮椎间孔镜手术治疗 伴高髂嵴L₅/S₁椎间盘突出症中的应用*

李健辉¹, 解晓彬¹, 刘剑锋¹, 景邵春¹, 张宝琦¹, 王梦瑶¹, 田水净¹, 李建伟², 顾宇彤³

(1. 秦皇岛市第二医院 骨科, 河北 秦皇岛 066000; 2. 秦皇岛市抚宁区人民医院 骨科, 河北 秦皇岛 066000; 3. 复旦大学附属中山医院 骨科, 上海 200032)

摘要: **目的** 探讨下压式扩孔技术在经皮椎间孔镜手术 (PTED) 治疗伴高髂嵴L₅/S₁椎间盘突出症中的临床应用价值。**方法** 收集2016年10月—2019年1月秦皇岛市第二医院和复旦大学附属中山医院伴高髂嵴的L₅/S₁椎间盘突出症患者45例, 在PTED中应用下压式扩孔技术治疗。记录患者的穿刺次数、透视次数、建立工作通道时间和手术总时间。术前、术后1 d、术后3个月、术后6个月和末次随访时患者腰痛和腿痛缓解程度采用视觉模拟评分法 (VAS) 和 Oswestry 功能障碍指数 (ODI) 进行评估, 末次随访时按MacNab标准评价患者临床疗效。**结果** 所有患者手术均顺利完成。穿刺一次成功率为91.11%; 透视次数5~18次, 平均 (13.36 ± 4.77) 次; 建立工作通道时间15~28 min, 平均 (20.36 ± 6.17) min; 手术总时间50~98 min, 平均 (75.39 ± 19.68) min。患者术后腰痛及腿痛较术前明显好转, 腰椎功能较术前明显改善, 术后1 d、术后3个月、术后6个月及末次随访时腰痛和腿痛VAS及ODI评分均较术前均明显降低 ($P < 0.05$)。按MacNab标准评价疗效, 优40例, 良3例, 可1例, 差1例, 优良率为95.56%。**结论** 下压式扩孔技术应用于PTED, 具有操作简单、穿刺成功率高、安全有效、并发症少、射线暴露少和临床效果好等优点, 值得临床推广应用。

关键词: 腰椎间盘突出; 高髂嵴; 内镜; 微创; 椎间盘切除术

中图分类号: R681.5

Application of press-down enlargement of foramen in percutaneous transforminal endoscopic discectomy in treatment of high iliac crest L₅/S₁ disc herniation*

Jian-hui Li¹, Xiao-bin Xie¹, Jian-feng Liu¹, Shao-chun Jing¹, Bao-qi Zhang¹,
Meng-yao Wang¹, Shui-jing Tian¹, Jian-wei Li², Yu-tong Gu³

(1. Department of Orthopaedics, the Second Hospital of Qinhuangdao, Qinhuangdao, Hebei 066000, China; 2. Department of Orthopaedics, Qinghuangdao Funing District People's Hospital, Qinhuangdao, Hebei 066000, China; 3. Department of Orthopaedics, Zhongshan Hospital Affiliated to Fudan University, Shanghai 200032, China)

Abstract: Objective To investigate the clinical value of press-down enlargement of foramen technique in percutaneous transforminal endoscopic discectomy (PTED) for high iliac crest L₅/S₁ disc herniation. **Methods** From October 2016 to January 2019, 45 patients with high iliac crest L₅/S₁ disc herniation were treated with press-down enlargement of foramen technique in PTED surgery. Record the data as follows: the number of puncture, the number of X-ray, the time of set up the working channel and the total time of the operation. Visual analogue scale

收稿日期: 2020-04-09

* 基金项目: 秦皇岛市科学技术研究与发展计划 (No: 201805A027)

(VAS), Oswestry disability index (ODI) were used to evaluate low back pain and leg pain before surgery, 1 day after surgery, 3 months after surgery, 6 months after surgery and at the last follow-up. MacNab standard was used to evaluate the clinical efficacy at the last follow-up. **Results** The surgery of all these patients completed successfully. The success rate of one puncture was 91.11%. The number of X-ray was 5~18 times, with an average of (13.36±4.77) times. The time to establish the working channel was 15~28 min, with an average of (20.36±6.17) min. The total operation time was 50~98 min, with an average of (75.39±19.68) min. The postoperative low back pain and leg pain were significantly relieved and lumbar function was significantly improved compared with that before surgery. VAS score and ODI of lower back pain and leg pain were significantly lower at the 1st day, 3 months after surgery, 6 months after surgery and the last follow-up than before surgery ($P < 0.05$). According to the standard efficacy evaluation of MacNab, 40 cases were excellent, 3 cases were good, 1 case was general, and 1 case was poor. The excellent and good rate was 95.56%. **Conclusion** There were several features such as more simple, high puncture success rate, high safety and effective, less complications, fewer X-ray, more excellent clinical effect and so on to use press-down enlargement of foramen technique in PTED. The press-down enlargement of foramen technique is a good surgical option worthy of clinical popularization and application.

Keywords: lumbar disc herniation (LDH); high iliac crest; endoscope; minimally invasive; discectomy

近年来, 经皮椎间孔镜手术 (percutaneous transforminal endoscopic discectomy, PTED) 治疗腰椎间盘突出症逐渐成熟, 已经可以在直视下对神经根进行减压, 且疗效确切^[1-3]。

PTED有侧方经椎间孔入路和后方经椎板间入路的争议, 尤其是对于伴高髂嵴的 L₅/S₁ 椎间盘突出, 因存在髂嵴的阻挡, 侧入路的工作通道建立较困难, 很多学者建议应用椎板间入路^[4]。但由于椎板间黄韧带的阻挡, 局麻下破黄时患者疼痛有时难以控制, 但全麻下破黄时, 又没有患者的疼痛反馈, 伤及神经根等重要结构的危险会相应增加。本研究采用下压式扩孔技术, 从侧方经椎间孔入路治疗伴高髂嵴的 L₅/S₁ 椎间盘突出症患者 45 例, 工作通道建立顺利, 手术效果良好。现报道如下:

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2016 年 10 月—2019 年 1 月秦皇岛市第二医院和复旦大学附属中山医院收治的伴高髂嵴的 L₅/S₁ 椎间盘突出症患者 45 例。其中, 男 21 例, 女 24 例, 年龄 18~73 岁, 平均 (39.73±9.82) 岁。所有患者均表现出不同程度的下肢放射痛和麻木, 其中 38 例 (84.44%) 伴有腰痛, 33 例 (73.33%) 伴有足跟外侧感觉减退, 21 例 (46.67%) 伴有踝跖屈肌肌力减弱, 16 例 (35.56%) 伴有跟腱反射减弱。

1.1.1 选取标准 ①诊断为腰椎间盘突出症 (L₅/S₁),

同时患者伴有高髂嵴 (正侧位 X 线片证实髂嵴最高点超过 L₄ 椎体下终板以上) 者; ②症状以腰痛伴单侧下肢放射痛为主, 经保守治疗 6~8 周无效, 需手术干预者; ③影像学检查确诊突出节段与临床表现一致, 责任节段明确者。

1.1.2 排除标准 ①不伴有高髂嵴的患者; ②合并严重腰椎滑脱或脊柱失稳需要做脊柱融合的患者; ③合并严重腰椎管狭窄症的患者; ④单纯椎间盘源性腰痛的患者; ⑤穿刺部位感染尚未得到控制的患者; ⑥有严重凝血功能障碍的患者。

1.2 手术方法

患者取俯卧位, 在胸部及双侧髂部垫软枕, 调整手术床至屈髋位, 以减少腰椎前凸, 扩大椎间孔。术中触诊标记腰椎棘突体表连线 (后正中线) 及双侧髂嵴体表标记线, 使用 C 形臂透视进行定位, 正位片标记出 L₅/S₁ 椎间盘正中体表投影线。进针点位于后正中线旁开约 6~10 cm、髂嵴上方约 1 cm 处 (图 1)。针尖瞄准责任椎间盘解剖中心进行穿刺, 一般情况下, 针尖在正位 X 线片位于椎弓根投影及棘突之间, 侧位位于相应椎间隙后下缘。确定合适的穿刺位置后, 沿穿刺针进行软组织扩张, 置入直径 8.8 mm 的工作套管, 并在套管内置入直径 7.5 mm 的环锯, 这时根据原穿刺针尖所在位置适当调整环锯角度。本组均为伴有高髂嵴的患者, 因髂嵴的阻挡, 进针点多距离中线较近, 横断面上穿刺角度较大, 故穿刺针尖位置多偏向于椎管外侧, 笔者将进针点靠近尾侧 (1→

3) (图2), 可以避开L₅横突的遮挡, 这时环锯头端抵住上关节突骨质并以其为支点, 再适当压低环锯尾端, 进行椎间孔成形, 则最终可达到椎管内目标位置(图3)。然后退出环锯, 在导棒引导下更换为7.5 mm工作套管, 透视确认位置良好, 退出导棒, 安装内镜系统。常规镜下操作, 采用髓核钳、篮钳和探钩等工具取出突出的髓核, 咬除增生肥厚的黄韧带, 射频纤维环成形, 压迫解除后, 可见神经根回落、有自主搏动、血供良好, 待患者症状消失、无明显活动性出血后, 拔出工作套管, 伤口缝合, 无须引流, 贴小敷贴, 手术完毕。

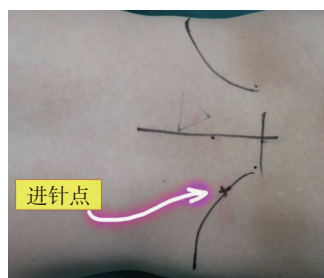


图1 体表定位以标记进针点

Fig.1 Body surface positioning to mark the point of puncture

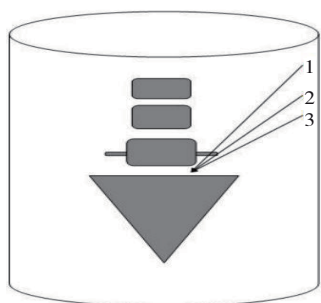


图2 进针点示意图

Fig.2 The diagram of point of puncture

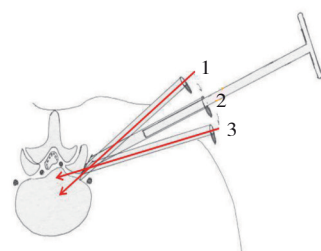


图3 下压式扩孔示意图

Fig.3 Press-down enlargement of foramen technique diagram

1.3 术后处理

术后卧床休息, 常规应用抗生素预防感染至术后12 h。术后第1天可佩戴腰围下床活动, 腰围保护3周。

1.4 评估指标

①患者术中穿刺次数、透视次数、建立工作通道时间及手术总时间; ②术前、术后1 d、术后3个月、术后6个月和末次随访时患者的腰痛和腿痛缓解程度采用 Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI) 和视觉模拟评分法 (visual analogue scale, VAS) 进行评估; ③末次随访时按 MacNab 标准, 评价患者临床疗效。

1.5 统计学方法

应用SPSS 23.0软件统计数据, 计量资料(手术前后腰痛和腿痛VAS评分及ODI)以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示, 行配对t检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者穿刺次数、手术时间和随访时间

所有患者术中均采用下压式扩孔技术进行关节突成形, 未借助电动磨钻或其他设备, 置入工作套管过程顺利。均顺利完成手术。穿刺次数1~4次, 平均(1.07 ± 0.23)次, 穿刺一次成功率91.11%; 透视次数5~18次, 平均(13.36 ± 4.77)次; 建立工作通道时间15~28 min, 平均(20.36 ± 6.17) min; 手术总时间50~98 min, 平均(75.39 ± 19.68) min; 随访时间为12~38个月, 平均(25.36 ± 9.47)个月。

2.2 患者术后ODI和VAS评分与术前比较

术后1 d, 患者ODI平均为(8.79 ± 5.98)%, 较术前(71.28 ± 26.36)%明显降低, 术前术后比较, 差异有统计学意义($t = 3.58, P = 0.000$); 术后各时间点ODI均较术前明显降低, 术前术后比较, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。术后1 d, 患者腰痛VAS为(1.98 ± 1.08)分, 较术前(4.36 ± 2.18)分明显降低($t = 3.33, P = 0.001$); 随访期间患者腰痛逐渐减轻, 术后各时间点腰痛VAS评分与术前比较, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。术后1 d, 患者腿痛VAS为(1.36 ± 0.67)分, 较术前(7.18 ± 3.02)

分明降低, 术前术后比较, 差异有统计学意义 ($t=3.37, P=0.001$); 术后3个月、术后半年及末次

随访时VAS评分较术后1d明显降低, 差异均有统计学意义 ($P<0.05$)。见附表。

附表 患者术前术后ODI和VAS评分比较 ($\bar{x} \pm s$)
Attached table Comparison of ODI and VAS before and after surgery ($\bar{x} \pm s$)

时点	ODI/%	腰痛VAS/分	腿痛VAS/分
术前	71.28±26.36	4.36±2.18	7.18±3.02
术后1d	8.79±5.98	1.98±1.08	1.36±0.67
术后3个月	8.23±4.87	1.66±0.87	0.78±0.36
术后6个月	8.16±3.98	1.58±0.79	0.85±0.27
末次随访	7.79±3.36	1.47±0.66	0.81±0.37
t_1 值	3.58	3.33	3.37
P_1 值	0.000	0.001	0.001
t_2 值	3.59	3.34	3.48
P_2 值	0.000	0.001	0.000
t_3 值	3.60	3.35	3.38
P_3 值	0.000	0.001	0.001
t_4 值	3.62	3.35	3.40
P_4 值	0.000	0.001	0.001
t_5 值	1.49	1.68	2.93
P_5 值	0.103	0.076	0.006
t_6 值	1.46	1.66	2.94
P_6 值	0.105	0.076	0.006
t_7 值	1.45	1.59	3.01
P_7 值	0.105	0.077	0.005

注: t_1/P_1 为术后1d与术前比较; t_2/P_2 为术后3个月与术前比较; t_3/P_3 为术后6个月与术前比较; t_4/P_4 为末次随访与术前比较; t_5/P_5 为术后3个月与术后1d比较; t_6/P_6 为术后6个月与术后1d比较; t_7/P_7 为末次随访与术后1d比较

2.3 MacNab标准行疗效评价

末次随访时按MacNab标准进行疗效评价, 优40例, 良3例, 可1例, 差1例, 优良率为95.56%。

2.4 术后并发症

1例患者术后6个月发生明显腰背痛, 严重影响日常生活, 给予双侧关节突封闭术后, 症状缓解。其余患者无并发症发生。

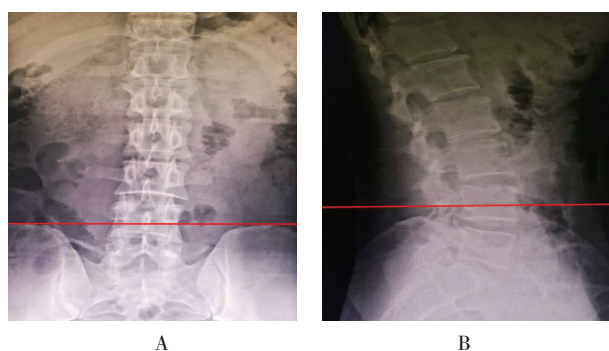
2.5 典型病例1

患者男, 45岁。腰部疼痛伴左下肢放射痛3个月。查体: 腰背部压痛, 伴左下肢放射痛, 左小腿后外侧及足跟外侧皮肤感觉麻木, 左踝关节跖屈肌力量减弱, 左侧跟腱反射减弱。左下肢直腿抬高实验15度阳性。X线片示腰椎退变伴高髂嵴(图4)。术前MRI示L₅/S₁椎间盘向左后明显突出(图5)。行局麻

下PTED(图6), 术中减压充分, 直腿抬高试验转为阴性。术后1年半复查MRI, 显示S₁左侧上关节突部分已磨除, 原有突出物完全消失, 神经根减压充分(图7)。术后1年半复查腰椎动力位X线片, 显示腰椎稳定性良好, 未见腰椎失稳(图8)。

2.6 典型病例2

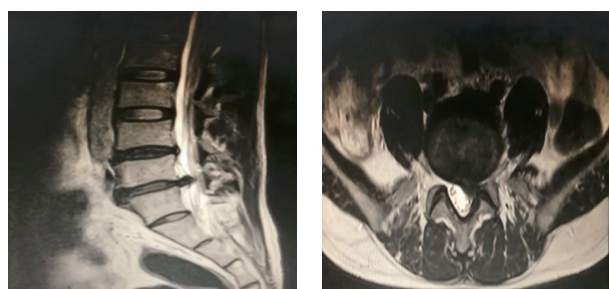
患者男, 31岁。腰痛3年, 加重伴右下肢放射痛和麻木3个月。查体: 腰背部压痛, 伴右下肢放射痛, 右小腿后外侧及足跟外侧皮肤感觉麻木, 右下肢肌力基本正常。右下肢直腿抬高试验35度阳性。X线片示髂嵴达L₄椎体中段水平, 为典型高髂嵴患者(图9)。术前MRI示L₅/S₁椎间盘向右后明显突出(图10)。行局麻下PTED治疗(图11), 术中减压充



A:正位片;B:侧位片

A:正位片;B:侧位片

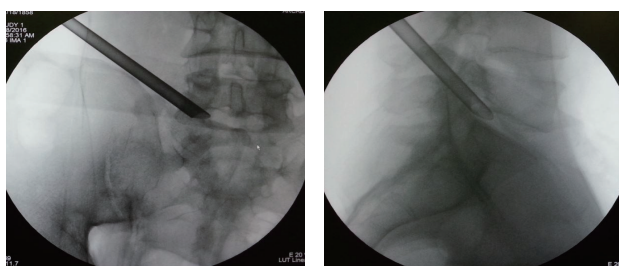
图4 典型病例1 X线片示双侧髂嵴连线高于L₄椎体下缘
 Fig.4 The X-ray film shows the bilateral iliac crest line above the lower margin of the lumbar 4 vertebra in typical case 1



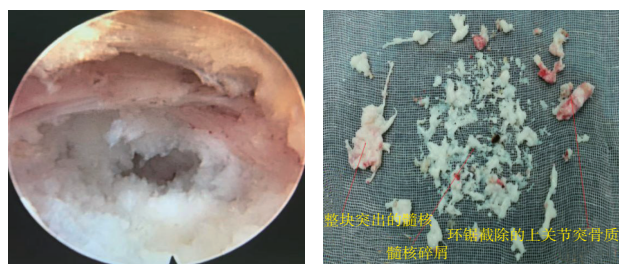
A:矢状位;B:横断位

A:矢状位;B:横断位

图5 典型病例1术前MRI示L₅/S₁椎间盘向左后明显突出
 Fig.5 Preoperative MRI showed L₅/S₁ disc protruding to the left in typical case 1



A:椎间孔成形后置入工作套管;B:术中显露左侧S₁神经根,减压充分



C:术中显露左侧S₁神经根,减压充分;D:术中取出的髓核及环锯截除的骨块

图6 典型病例1 PTED过程
 Fig.6 Procedure of PTED in typical case 1

图6 典型病例1 PTED过程
 Fig.6 Procedure of PTED in typical case 1



A:矢状位;B:横断位

A:矢状位;B:横断位

图7 典型病例1 术后1年半复查MRI所示

图7 MRI findings of typical case 1 one and a half years after surgery
 Fig.7 MRI findings of typical case 1 one and a half years after surgery



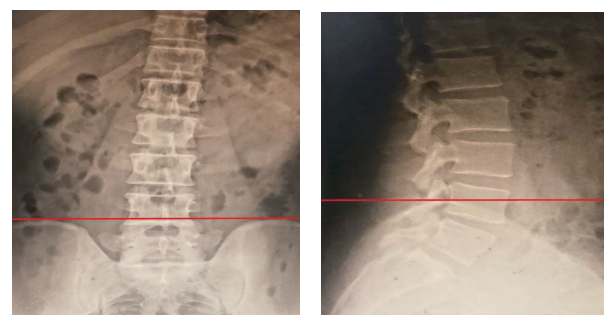
A:过屈侧位片;B:过伸侧位片

A:过屈侧位片;B:过伸侧位片

图8 典型病例1 术后1年半复查腰椎动力位X线片所示

图8 X-ray images of lumbar dynamic position was reviewed one and a half years after surgery in typical case 1
 Fig.8 X-ray images of lumbar dynamic position was reviewed one and a half years after surgery in typical case 1

分,直腿抬高试验转为阴性。术后5个月复查MRI,显示S₁右侧上关节突部分骨质已磨除,原有突出物完全消失,神经根减压充分(图12)。术后2年复查腰椎动力位X线片,显示腰椎稳定性良好,未见腰椎失稳(图13)。

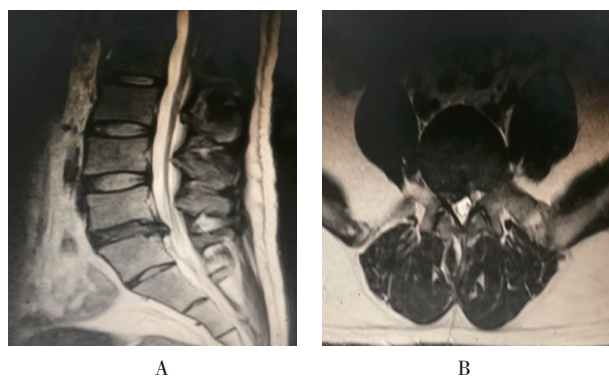


A:正位片;B:侧位片

A:正位片;B:侧位片

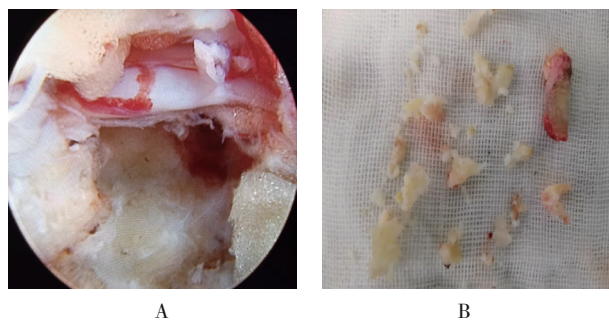
图9 典型病例2 X线片显示髂嵴达L₄椎体中段水平

图9 The X-ray film shows the bilateral iliac crest line reaching the level of the mid-lumbar 4 vertebral body in typical case 2
 Fig.9 The X-ray film shows the bilateral iliac crest line reaching the level of the mid-lumbar 4 vertebral body in typical case 2



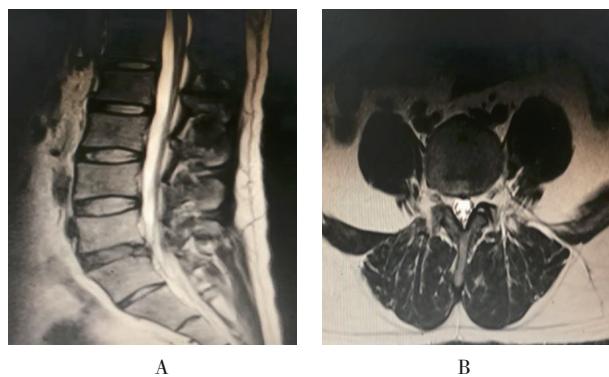
A:矢状位;B:横断位
图 10 典型病例2术前MRI示L₅/S₁椎间盘向右后明显突出

Fig.10 Preoperative MRI showed L₅/S₁ disc protruding to the right in typical case 2

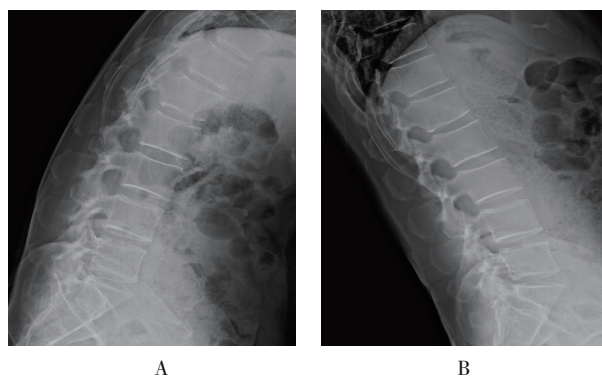


A:术中显露右侧S₁神经根,减压充分;B:术中取出的髓核及环锯截除的骨块

图 11 典型病例2 PTED 过程
Fig.11 Procedure of PTED in typical case 2



A:矢状位;B:横断位
图 12 典型病例2术后5个月复查MRI所示
Fig.12 MRI findings of typical case 2 five months after surgery



A:过屈侧位片;B:过伸侧位片
图 13 典型病例2术后2年复查腰椎动力位X线片所示
Fig.13 X-ray images of lumbar dynamic position was reviewed 2 years after surgery in typical case 2

3 讨论

PTED有两个关键步骤:建立工作通道和镜下减压。在L₅/S₁节段的椎间盘突出,尤其是伴有高髂嵴时,因为髂嵴及L₅横突的阻挡,若按标准的PTED技术建立工作通道则比较困难,所以很多学者选择了经椎板间入路手术^[5-7]。但对于习惯做经椎间孔入路的学者来说,椎板间入路比较陌生,手术操作费时费力。有一种经髂嵴穿刺的入路,但该方法需要在髂嵴上打洞,破坏髂骨,创伤较大,且经髂嵴穿刺难度较高,不能广泛应用于临床。本文在PTED手术中采用下压式扩孔技术治疗伴高髂嵴的L₅/S₁椎间盘突出症患者45例,效果良好。

3.1 进针点的选择

常规穿刺的进针点一般在中线旁开12~15cm左右,由于髂嵴走形方向为内下斜向外上,越偏离中线髂嵴位置越高,所以在这个范围内进针点一般较高,容易受到L₅横突的阻挡,很难穿刺入椎间孔内,失败率较高^[8-10]。由于本组病例均为高髂嵴的患者,笔者将进针点内移,旁开距离缩短至6~10cm,在这个范围内,髂嵴的位置相对较低,进针点位置可以适当偏下,可有效避免L₅横突的遮挡,穿刺成功率较高。本组大多数患者穿刺次数不超过2次,证实了该技术的优越性。

3.2 椎间孔成形

按照笔者的进针点进行穿刺,虽大多数能避开髂嵴及L₅横突的阻挡,但穿刺针尖位置多数还是偏外侧,一般正位片针尖位于椎弓根内侧缘偏外位置,侧位片针尖位于相应椎间隙后下缘,如果按照这个角度进行椎间孔成形,无法进入椎管内。笔者将穿刺针置换为导棒,并通过导棒安装 8.8 mm 保护套筒及 7.5 mm 环锯,套筒及环锯尖端抵住上关节突,以其为支点,随后下压套筒及环锯尾端,则其尖端延长线向内侧偏移,根据具体情况决定下压角度,使其尖端延长线达到椎间盘中线位置(正位片),再在该角度下做椎间孔成形,最终可使镜头达到目标位置。此种体表定位、穿刺及椎间孔成形过程为下压式扩孔技术^[11-12]。

3.3 术中安全性及并发症分析

椎间孔的解剖形态一般为上宽下窄的“耳”状形态,其中出口神经根及椎体的营养血管走行于较宽的上半部分,其下部后壁为上关节突基底部,较为宽厚。李振宙^[13]报道的 LiESS 技术、顾宇彤等^[12]报道的 PTES 技术均采用较大直径环锯在该处进行截骨,并做椎间孔成形,术中均无明显出血,长期随访未发现上关节突骨折及脊柱不稳。本组病例采用的下压式扩孔技术与其类似,在 8.8 mm 外套筒的保护下,使用 7.5 mm 环锯行上关节突基底部截骨成形椎间孔,术中未发现明显的出血现象。因环锯深度仅达到椎间孔内口位置,不进一步向椎管内深入,在上关节突骨质与神经根或硬膜之间,尚有黄韧带相隔,所以只要小心操作,就不会伤及神经根及硬膜等重要组织。本组患者术后随访均无神经损伤等并发症发生,亦未见上关节突部位骨折及脊柱不稳。

3.4 可行性及疗效

本组 45 例伴高髂嵴 L₅/S₁ 椎间盘突出症患者均采用下压式扩孔技术行椎间孔成形,无术中改开放手术者,未借助电动磨钻或其他设备辅助,置入工作套管过程顺利,在穿刺及椎间孔成形过程中并未造成神经损伤,表明本技术是可行的。

本研究发现,PTED 中应用下压式扩孔技术可有效地缓解由椎间盘突出所引起的腰痛和下肢疼痛,提

升患者的生活质量。本组患者术后 ODI 较术前明显下降,直至末次随访,一直维持在较低水平,提示患者术后的生活质量较术前明显提高。术后腰痛和下肢痛的 VAS 评分明显降低,腰腿痛症状明显缓解。本组患者优良率为 95.56%,与文献报道的 98.20% 相仿^[11],仅有 1 例术后半年出现腰背痛加重,保守治疗后好转,说明:PTED 手术中应用下压式扩孔技术治疗伴高髂嵴的 L₅/S₁ 椎间盘突出症,是安全有效的。

3.5 本研究的局限性

本研究存在以下缺陷:由于伴有高髂嵴的 L₅/S₁ 椎间盘突出症患者相对较少,本研究病例数仅为 45 例,未设立对照组,需进一步扩大病例数,并与其他手术方式进行对照研究。

综上所述,PTED 手术中应用下压式扩孔技术治疗伴高髂嵴的 L₅/S₁ 椎间盘突出症,安全有效,可减少术中穿刺及透视次数,缩短手术时间,具有操作方便和并发症少等特点,可在临床中进一步推广应用。

参 考 文 献 :

- [1] YEUNG A T. Minimally invasive disc surgery with the Yeung Endoscopic Spine System (YESS)[J]. Surg Technol Int, 1999, 8: 267-277.
- [2] RUETTEN S, KOMP M, GODOLIAS G. An extreme lateral access for the surgery of lumbar disc herniations inside the spinal canal using the full-endoscopy uniportal transforaminal approach technique and prospective results of 463 patients[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2005, 30(22): 2570-2578.
- [3] HOODLAND 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[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2006, 31(24): E890-E897.
- [4] 赵晓明,刘亮,袁启令,等.椎间孔镜与椎间盘镜治疗腰椎间盘突出症后复发率及翻修率比较的 Meta 分析[J]. 中国内镜杂志, 2019, 25(12): 1-8.
- [4] ZHAO X M, LIU L, YUAN Q L, et al. Meta-analysis of the recurrence and revision rates of lumbar disc herniation treated by percutaneous transforaminal discectomy and microendoscopic discectomy[J]. China Journal of Endoscopy, 2019, 25(12): 1-8. Chinese
- [5] CHOI K C, PARK C K. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for L₅-S₁ disc herniation consideration of the relation between the iliac crest and L₅-S₁ disc[J]. Pain Physician, 2016, 19(2): E301-E308.

- [6] AHN Y, OH H K, KIM H, et al. Percutaneous endoscopic lumbar foraminotomy: an advanced surgical technique and clinical outcomes[J]. *Neurosurgery*, 2014, 75(2): 124-133.
- [7] 陈远明, 万健, 黄中飞, 等. 改良椎间孔镜技术治疗腰椎间盘突出症的疗效分析[J]. *中国内镜杂志*, 2018, 24(4): 1-5.
- [7] CHEN Y M, WAN J, HUANG Z F, et al. Treatment of lumbar disc herniation with modified transforaminal endoscopic surgical system[J]. *China Journal of Endoscopy*, 2018, 24(4): 1-5. Chinese
- [8] MASHHADINEZHAD H, SARABI E, MASHHADINEZHAD S, et al. Clinical outcomes after microdiscectomy for recurrent lumbar disk herniation: a single-center study[J]. *Arch Bone Jt Surg*, 2018, 6(5): 397-401.
- [9] SONG H P, SHENG H F, XU W X. A case-control study on the treatment of protrusion of lumbar intervertebral disc through PELD and MED[J]. *Exp Ther Med*, 2017, 14(4): 3708-3712.
- [10] KRZOK G, TELFEIAN A E, WAGNER R, et al. Contralateral facet sparing sublaminar endoscopic foraminotomy for the treatment of lumbar lateral recess stenosis: technical note[J]. *J Spine Surg*, 2017, 3(2): 260-266.
- [11] 顾宇彤, 李云飞, 朱东晖, 等. 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[J]. *中国微创外科杂志*, 2018, 18(5): 389-393.
- [11] GU Y T, LI Y F, ZHU D H, et al. A new technique of percutaneous transforaminal endoscopic surgery for lumbar disc herniation after previous[J]. *Chinese Journal of Minimally Invasive Surgery*, 2018, 18(5): 389-393. Chinese
- [12] GU Y T, CUI Z, SHAO H W, et al. Percutaneous transforaminal endoscopic surgery (PTES) for symptomatic lumbar disc herniation: a surgical technique, outcome, and complications in 209 consecutive cases[J]. *J Orthop Surg Res*, 2017: 12(1): 25.
- [13] 李振宙. 经皮内镜腰椎手术学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2017: 139-146.
- [13] LI Z Z. Percutaneous endoscopic lumbar spine surgery[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2017: 139-146. Chinese

(彭薇 编辑)

本文引用格式:

李健辉, 解晓彬, 刘剑锋, 等. 下压式扩孔技术在经皮椎间孔镜手术治疗伴高髂嵴 L₅/S₁ 椎间盘突出症中的应用[J]. *中国内镜杂志*, 2020, 26(11): 48-55.

LI J H, XIE X B, LIU J F, et al. Application of press-down enlargement of foramen in percutaneous transforaminal endoscopic discectomy in treatment of high iliac crest L₅/S₁ disc herniation[J]. *China Journal of Endoscopy*, 2020, 26(11): 48-55. Chinese