

· 临床研究 ·

一次破开黄韧带与内窥镜下分步破开黄韧带经皮内窥镜下腰椎椎间盘切除术治疗 L₅/S₁ 椎间盘突出症

陈 欢, 凌钦杰, 周兴平, 钟乐天, 刘锦滔, 何二兴*

广州医科大学附属第一医院骨科, 广州 510120

【摘要】目的 比较一次破开黄韧带与内窥镜下分步破开黄韧带经椎板间入路经皮内窥镜下腰椎椎间盘切除术 (PEID) 治疗 L₅/S₁ 椎间盘突出症的临床疗效和安全性。**方法** 回顾性分析 2017 年 5 月—2018 年 9 月接受 PEID 治疗的 63 例 L₅/S₁ 椎间盘突出症患者的病例资料, 其中 28 例术中一次破开黄韧带 (A 组), 35 例术中在内窥镜下分步破开黄韧带 (B 组)。比较 2 组手术时间、透视次数、住院时间、疗效及并发症发生情况。采用疼痛视觉模拟量表 (VAS) 评分和 Oswestry 功能障碍指数 (ODI) 评价疗效。**结果** 所有患者随访时间超过 16 个月, 随访期间无复发病例。A 组手术时间短于 B 组, 透视次数多于 B 组, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。2 组住院时间差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。2 组术后腰腿痛 VAS 评分及 ODI 与术前相比均明显改善, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 但组间各时间点相比, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。A 组中有 23 例 (82.1%)、B 组中有 27 例 (77.1%) 术后出现下肢局部麻木感, 组间比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。B 组 1 例术后出现小腿后侧麻木感较术前加重并伴有刺痛, 考虑为 S₁ 神经根损伤, 经糖皮质激素、神经营养药物等治疗后康复。**结论** 2 种术式均安全有效, 在合适的手术适应证下, 一次破开黄韧带的手术时间更短, 应优先选用; 若患者不能耐受或适应证不满足, 可选择内窥镜下分步破开黄韧带。

【关键词】 腰椎; 椎间盘移位; 内窥镜检查; 椎间盘切除术, 经皮; 外科手术, 微创性

【中图分类号】 R 681.533.1 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1672-2957(2021)01-0015-06

【DOI】 10.3969/j.issn.1672-2957.2021.01.003

Percutaneous endoscopic interlaminar discectomy for L₅/S₁ disc herniation by breaking ligamentum flavum at one-time or clipping ligamentum flavum step-by-step under endoscopy

Chen Huan, Ling Qinjie, Zhou Xingping, Zhong Letian, Liu Jintao, He Erxing*

Department of Orthopaedics, First Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou 510120, Guangdong, China

【Abstract】Objective To compare the clinical efficacy and safety of percutaneous endoscopic interlaminar discectomy (PEID) for L₅/S₁ disc herniation by breaking the ligamentum flavum at one-time or clipping the ligamentum flavum step-by-step under endoscopy. **Methods** From May 2017 to September 2018, 63 patients with L₅/S₁ disc herniation treated by PEID were included in this retrospective study. Among them, 28 cases were treated by breaking the ligamentum flavum at one-time (group A), and 35 cases by clipping the ligamentum flavum step-by-step under endoscopy (group B). The operation time, fluoroscopy frequency, hospital stay, effects and complications were compared between the 2 groups. The clinical efficacy was evaluated by visual analogue scale (VAS) score and Oswestry disability index (ODI). **Results** All the patients were followed up for more than 16 months, and there was no recurrence during the follow-up period. The operation time of group A was shorter than those of group B, and the fluoroscopy frequency were more than that of group B, and all with a statistical significance ($P < 0.05$). There was no significant difference in hospital stay between the 2 groups ($P > 0.05$). The VAS scores of low back pain and leg pain and ODI in the 2 groups were significantly improved compared with those before operation, with a statistical significance

*通信作者 (Corresponding author)

基金项目 广州市专利工作专项资金项目临床重点专科项目 (6612);
广州医科大学附属第一医院协同创新院级课题项目
(201506-gyfy);
广州医科大学附属第一医院临床转化应用院级课题项目 (6)

作者简介 陈 欢 (1986—), 硕士在读, 主治医师;
chenhuan1718@163.com

通信作者 何二兴 heerxing717@aliyun.com

($P < 0.05$), but there was no significant difference between the 2 groups at each time point ($P > 0.05$). There were 23 cases (82.1%) in group A and 27 (77.1%) in group B with local numbness in lower extremity after operation, with no statistical difference ($P > 0.05$). In group B, 1 case showed increased posterior leg numbness and tingling after surgery compared with that before surgery, which was considered as S₁ nerve root injury and recovered after glucocorticoid and nerve nutrition treatment.

Conclusion The two methods are both safe and effective. Under the appropriate indications, the operation time of breaking the ligamentum flavum at one-time is shorter, should be applied preferentially. If the indications do not meet or the patient cannot tolerate the procedure, clipping the ligamentum flavum step-by-step under endoscopy can be chosen.

【Key Words】 Lumbar vertebrae; Intervertebral disc displacement; Endoscopy; Discectomy, percutaneous; Surgical procedures, minimally invasive

J Spinal Surg, 2021, 19(1): 15-20

经椎板间入路经皮内窥镜下腰椎椎间盘切除术 (PEID) 治疗 L₅/S₁ 椎间盘突出症具有定位简单、手术时间短、创伤小、适应证广、疗效明确、医疗资源利用率高等优势^[1-4]。术中如何突破黄韧带进入椎管内及椎间隙是保证整个手术安全性的关键步骤^[5-7]。目前常见的突破黄韧带的技术有 2 种。2006 年, Choi 等^[8]介绍了一种通过 C 形臂 X 线机定位, 盲视下将工作套管置入椎间盘的方法。同年, Ruettent 等^[9]提出在内窥镜的可视状态下逐步破开黄韧带进入椎管及椎间盘。在 Choi 等^[8]方法的基础上, 本研究组改进了手术技巧及麻醉方法, 提出了一次破开黄韧带的 PEID, 通过回顾性分析 63 例 L₅/S₁ 椎间盘突出症并接受 PEID 治疗的患者临床资料, 探讨一次破开黄韧带与内窥镜下分步破开黄韧带的适应证、安全性及临床疗效, 现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

2017 年 5 月—2018 年 9 月, 采用 PEID 治疗 L₅/S₁ 椎间盘突出症患者 63 例。纳入标准: ①经 MRI 和 CT 证实 L₅/S₁ 单节段椎间盘突出; ②突出物位于 I、Ⅲ层面, 1、2 区, a、b、c、d 域^[10]; ③临床症状、体征与影像学一致; ④单侧下肢放射性疼痛伴/不伴直腿抬高试验阳性; ⑤严格非手术治疗 (如糖皮质激素、脱水、非甾体抗炎药物、理疗及卧床休息等) 3 个月无效。排除标准: ①椎管狭窄、腰椎滑脱或影像学提示腰椎不稳; ②脊柱感染、肿瘤或其他脊柱病变; ③既往同节段手术史。所有手术均由同一高年资医师完成。突出物位于 I、Ⅲ层面, 1、2 区, 神经根肩部, a、b 域的患者术中一次破开黄韧带 (A 组); 突出物位于 I、Ⅲ层面, 1、2 区, 神经根腋部, a、b、c、d 域或突出物位于神经根肩部但到达 c、d 域的患者术中在内窥镜下分步破开黄韧带 (B 组)。术前规划行一次破开黄韧带的 2 例患者, 因术中疼

痛不能直接将工作套管置入靶点, 1 例改为开放手术, 另 1 例改为内窥镜下分步破开黄韧带。最终 A 组 28 例, 其中男 17 例、女 11 例, 年龄 23~74 岁, 平均 52.1 岁; B 组 35 例, 其中男 19 例、女 16 例, 年龄 23~83 岁, 平均 51.3 岁。

1.2 手术方法

1.2.1 一次破开黄韧带

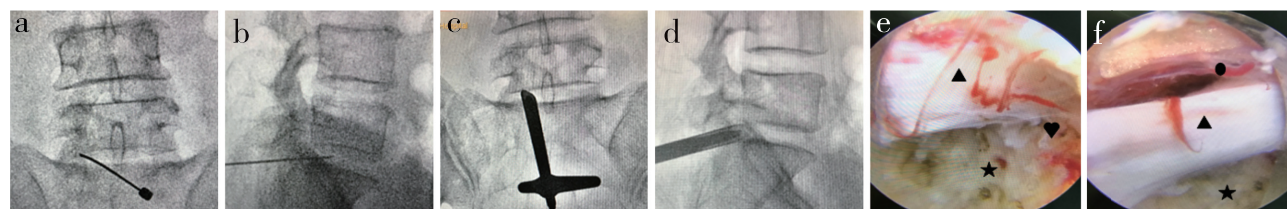
患者取俯卧位, 调整体位使腰椎前屈, 尽量打开椎板间隙。髋关节及膝关节屈曲, 患者自述体位舒服。在正位透视时, C 形臂 X 线机与躯干冠状面垂直, 减小椎板间隙在体表投影上的误差。皮肤定位点为 L₅ 椎体后下缘与椎弓根内侧缘连线的交点。行局部麻醉, 在穿刺过程中先指向下关节突的内侧缘, 触及到骨面后, 利用穿刺针的斜面技术, 紧贴下关节突突破黄韧带, 完成硬膜外麻醉药物注射。等待 30~60 s 后, 若患者无不适, 穿刺针继续缓慢进入。将穿刺针目标点定在 L₅ 椎体后下缘, 从神经根肩部进入椎间盘或靶点 (图 1a、b)。穿刺针到达椎间盘后可行椎间盘染色及造影, 术中更易辨认。于穿刺针外鞘中置入导丝, 移除穿刺针后将扩张套管顺导丝逐级进入。因 L₅ 椎板向后下方斜行, 使得扩张套管需与椎间盘平面成头倾 5°~10° 才能进入椎管。部分患者存在椎板间隙狭窄的情况, 需行截骨处理。最后置入工作套管 (图 1c、d), 内窥镜下操作直接面对椎间盘, 无需处理黄韧带 (图 1e、f)。内窥镜直视下可摆动工作套管, 摘除突出的髓核。根据术前影像学检查, 术中必要时调整工作套管的位置, 检查神经根腋部有无残留。整个手术过程中必须密切关注患者的反馈。

1.2.2 内窥镜下分步破开黄韧带

基本延续 Ruettent 等^[9]的方法, 患者体位同 A 组。穿刺点较 A 组更靠近中线。麻醉过程与 A 组相似, 穿刺针方向可垂直于冠状面。扩张时先用导杆向外侧倾斜触及下关节突内侧缘, 再向中线方向滑

移。感觉到黄韧带后, 工作套管顺导杆置入, 必要时透视确定方向(图2a~d)。工作套管位于黄韧带外, 用蓝钳等器械逐层咬开黄韧带(图2e、f), 根据突出物位置将工作套管置于神经根腋部或肩部。在

黄韧带破开时, 生理盐水进入硬膜外腔, 将神经根及硬膜推开, 创造出安全空间。逐步扩大手术空间, 清理部分硬膜外脂肪。用神经剥离子将神经根牵开, 顺势将工作套管旋入, 摘除突出的椎间盘。



注: ▲神经根; ★椎间盘; ●神经根腋部; ♥神经根肩部。

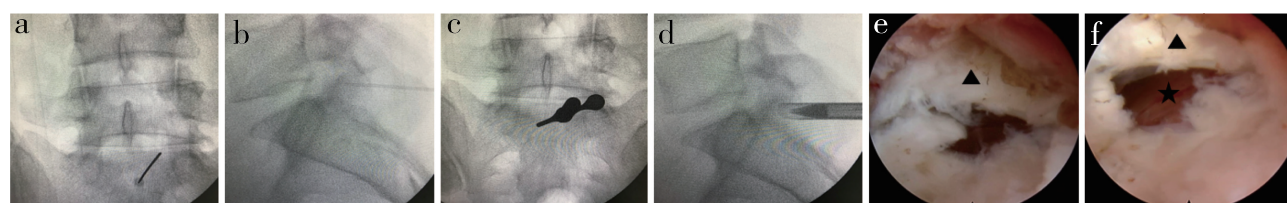
Note: ▲ Nerve root; ★ Intervertebral disc; ● Axilla of nerve root; ♥ Shoulder of nerve root.

图1 一次破开黄韧带(A组)术中影像

Fig. 1 Intraoperative photographs of breaking ligamentum flavum at one-time(group A)

a、b: X线透视示穿刺针到达椎间盘 c、d: X线透视示扩张管及工作套管到达椎间盘 e: 内窥镜下见神经根肩部 f: 内窥镜下见神经根腋部

a, b: X-ray fluoroscopy show puncture needles reach intervertebral disc c, d: X-ray fluoroscopy show working channel and obturator reach intervertebral disc e: Shoulder of nerve root under endoscopy f: Axilla of nerve root under endoscopy



注: ▲黄韧带; ★黄韧带破口。

Note: ▲ Ligamentum flavum; ★ Rip of ligamentum flavum.

图2 分次破开黄韧带(B组)术中影像

Fig. 2 Intraoperative photographs of clipping ligamentum flavum step-by-step(group B)

a、b: X线透视示穿刺针到达黄韧带表面 c、d: X线透视示扩张管及工作套管到达黄韧带表面 e、f: 内窥镜下逐步咬开黄韧带

a, b: X-ray fluoroscopy show puncture needles reach ligamentum flavum surface c, d: X-ray fluoroscopy show working channel and obturator reach ligamentum flavum surface e, f: Clipping ligamentum flavum step by step under endoscopy

1.3 术后处理

术后24 h内卧床, 可自由翻身、抬腿。术后24 h佩戴腰围侧身起床, 下床活动。若无特殊不适, 术后2~3 d出院。术后1个月内下床活动均佩戴腰围, 行腰背肌功能锻炼。1个月后适时去除腰围, 加强腰背肌功能锻炼。3个月内避免过度负重、弯腰及久坐等。

1.4 疗效评价

记录手术时间、术中透视次数、住院时间、术后患者症状缓解情况、并发症及复发情况。于术前、术后3 d、术后1个月及术后6个月分别记录腰腿痛视觉模拟量表(VAS)评分^[11]及Oswestry功能障碍指数(ODI)^[12]。

1.5 统计学处理

采用SPSS 25.0软件对数据进行统计学分析。

计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间比较采用独立样本Mann-Whitney *U*检验, 手术前后数据比较采用配对样本Wilcoxon秩和检验, 计数资料以例数和百分数表示, 组间比较采用 χ^2 检验; 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

所有患者随访10~25个月, 平均16.7个月, 随访期间无复发病例。A组手术时间短于B组, 透视次数多于B组, 差异均有统计学意义($P < 0.05$, 表1)。2组住院时间差异无统计学意义($P > 0.05$, 表1)。2组术后腰腿痛VAS评分及ODI与术前相比均明显改善, 差异有统计学意义($P < 0.05$, 表1), 但组间各时间点相比, 差异均无统计学意义($P > 0.05$, 表1)。A组中有23例(82.1%)、B组中有27例(77.1%)术

后出现下肢局部麻木感, 组间比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)。B 组 1 例术后出现小腿后侧麻木感较术前加重并伴有刺痛, 考虑为 S₁ 神经根损伤, 经糖皮质激素、神经营养药物等治疗后康复。

表 1 2 组统计数据
Tab. 1 Statistical data of 2 groups

组别 Group	n	手术 时间/min Operation time/min	透视次数 Fluoroscopy frequency	住院 时间/d Hospital stay/d	VAS 评分 VAS score				ODI(%)			
					术前 Pre- operation	术后 3 d Postoperative 3 d	术后 1 个月 Postoperative 1 month	术后 6 个月 Postoperative 6 months	术前 Pre- operation	术后 3 d Postoperative 3 d	术后 1 个月 Postoperative 1 month	术后 6 个月 Postoperative 6 months
A	28	44.0 ± 1.5 [*]	6.0 ± 0.4 [*]	4.9 ± 0.3	6.9 ± 0.9	2.4 ± 0.9 [△]	1.8 ± 0.7 [△]	1.1 ± 0.6 [△]	62.5 ± 4.0	21.0 ± 3.1 [△]	19.3 ± 3.0 [△]	18.7 ± 7.8 [△]
B	35	66.0 ± 1.8	2.0 ± 0.2	4.4 ± 0.3	7.2 ± 0.9	2.8 ± 1.3 [△]	1.8 ± 1.3 [△]	1.2 ± 1.0 [△]	61.7 ± 6.2	22.8 ± 5.5 [△]	19.2 ± 3.3 [△]	18.3 ± 9.9 [△]

注: * 与 B 组相比, $P<0.05$; △与术前相比, $P<0.05$ 。
Note: * $P<0.05$, compared with group B; △ $P<0.05$, compared with pre-operation.

3 讨 论

3.1 2 种方式的优缺点

在 L₅/S₁ 椎间盘突出症微创手术治疗中, 基于 L₅/S₁ 相对狭小的椎间孔、肥大的 L₅ 横突、高髂嵴等解剖因素的影响, 使得经椎间孔入路经皮内窥镜下腰椎间盘切除术 (PETD) 较为困难^[13-16]。但 L₅/S₁ 拥有宽大的椎板间隙, 通过合适的体位摆放后该间隙会进一步增宽, 为椎板间入路提供了解剖学基础。近年来, PEID 治疗 L₅/S₁ 椎间盘突出症的优势逐渐被脊柱外科医师认可^[17-21]。在手术操作细节上, PEID 可采用不同的方法, 主要有 Choi 等^[8]提出的盲视下将工作套管置入椎间盘, 及 Ruetten 等^[9]提出的内窥镜下逐步破开黄韧带进入椎管及椎间盘。部分学者认为 Choi 等^[8]的方法有损伤神经根及硬膜的风险, 而 Ruetten 等^[9]的方法全程可视, 更为安全^[18]。在 Choi 等^[8]方法的基础上, 本研究组改进了手术技巧、流程及麻醉方法, 提出了一次破开黄韧带的 PEID。

本研究发现, 一次破开黄韧带在安全性上是有保证的。其优势: ①手术时间更短, 在局部麻醉俯卧位下短时间内完成手术, 患者的体验更好、满意度更高。②内窥镜下操作时直接面对椎间盘, 操作难度小, 无须反复分离牵开神经根。③行椎间盘造影及染色更有优势, 具有诊断作用, 并且更易辨认。④掌握好穿刺技巧及麻醉方法能有效避免神经根损伤。⑤突破黄韧带采用划开的方式, 能有效保护黄韧带完整性。黄韧带是阻止椎管内瘢痕形成的重要结构^[22]。其劣势: ①对穿刺技巧要求更高, 学习曲线更陡峭。②手术适应证更窄, 对于突出物位

于神经根腋部、巨大型突出物及椎板间隙过于狭窄者, 此方法不可取。③手术只能在局部麻醉下进行。④术中透视次数更多, 增加了患者与医务人员的射线暴露风险。

相比之下, 内窥镜下分步破开黄韧带法的优势: ①穿刺要求低, 工作套管置于黄韧带外即可。②手术方式更符合脊柱外科医师的习惯。③手术适应证更广泛, 除椎间孔型和极外侧型, 其余大部分类型的 L₅/S₁ 椎间盘突出均可处理。④手术在局部麻醉及全身麻醉下均可进行。⑤若一次破开黄韧带法穿刺不成功, 该术式是一种补救方法。其劣势: ①手术时间长, 患者体验差, 如硬膜外间隙在长时间的生理盐水灌注下可能导致术中患者颈部疼痛。②需逐步咬开黄韧带, 对内窥镜下操作的技巧要求更高。③反复牵拉神经根, 有神经损伤的风险, 且增加了患者术中疼痛。④对黄韧带的破坏大、需清理较多的硬膜外脂肪, 术后易形成结缔组织粘连和硬膜外瘢痕, 部分患者术后长期存在腰部不适感^[22]。

3.2 2 种方式的适应证

根据胡有谷等^[10]提出的腰椎椎间盘突出的区域定位概念, 一次破开黄韧带法的适应证为突出物在 I、Ⅲ层面, 1、2 区, 位于神经根肩部, 在 a、b 域之内。突出物位于 II 层面, 3、4 区, 神经根腋部, c、d 域的病例, 该法不可取。突出物位于 II 层面时, 工作套管难以到达, 需要截除部分椎板。3、4 区的突出物即位于椎间孔及椎间孔外, 采用 PETD 更有优势^[19]。若突出物位于神经根腋部, 直接穿刺难以避开神经根。突出物达到 c、d 域时, 工作套管直接进入会占据部分椎管内空间, 有加重神经根损伤的风险。

内窥镜下分步破开黄韧带的手术适应证更加广泛。其适应证为突出物位于Ⅰ、Ⅲ层面, 1、2区, 神经根肩部、腋部, a、b、c、d域。突出物在3、4区时此方法难以完成。对于Ⅱ层面的突出, 此法与椎板截骨技术相结合, 亦能很好地解决^[23]。突出物位于神经根腋部时, 逐层突破黄韧带后, 可直接面对神经根腋部的突出物, 无须过多分离牵拉神经根。突出物到达c、d域, 即位于黄韧带下时, 咬开黄韧带后先取出部分突出物, 待有足够的空间后再将工作套管逐步旋入。对于部分痛阈较低或焦虑的患者, 选择此种术式加全身麻醉更为合适。部分学者采用连续硬膜外麻醉, 也可以提高患者术中的满意度^[24]。

3.3 临床疗效及并发症

一次破开黄韧带, 术中工作套管直接到达靶点, 在手术时间上短于内窥镜下分步破开黄韧带。患者对局部麻醉手术的耐受性不同, 手术时间需尽量缩短。再者, 硬膜外间隙持续生理盐水灌注时间如果超过50 min, 40%患者可能出现颈部疼痛甚至癫痫样发作^[25]。在透视次数方面, 一次破开黄韧带术中透视次数多于分步破开黄韧带。为确保安全, 一次破开黄韧带需结合患者的反馈与穿刺的深度逐步进针, 多次透视确认; 而分步破开黄韧带是将穿刺针或扩张管置于黄韧带外, 一般只需要正侧位各拍摄一次, 有时甚至仅透视侧位即可。透视次数的减少降低了患者与医务人员的射线暴露风险。此外, 透视可能会增加手术区域及器械污染的风险。但一次破开黄韧带的内窥镜下操作效率更高, 总手术时间更短。2组住院时间无明显差异, 考虑是因为2种手术方法对患者的内环境干扰均较小, 且术后多数无需支持治疗。分步破开黄韧带组有1例术后症状较术前加重并伴有刺痛, 考虑为S₁神经根损伤, 经非手术治疗后康复。推测可能是在置入扩张管时力度控制不佳, 突破了黄韧带, 挤压到椎管内神经组织。随后在内窥镜下发现了该黄韧带上的裂口, 佐证了这一推测。一次破开黄韧带组有23例(82.1%)、分步破开黄韧带组有27例(77.1%)术后出现下肢局部麻木感, 一般认为术后麻木的产生与术中等离子射频消融有关, 术中应尽可能避免对神经根的刺激^[25]。部分学者认为Ruetten等^[9]的内窥镜下分步破开黄韧带的安全性要高于Choi等^[8]的方法, 本研究组通过对Choi等^[8]的方法进行改良, 并基于S₁神经根95%~99%发出的部位为L₅椎体后下缘之下^[26], 将穿刺目标点定在L₅椎体

后下缘, 能有效降低S₁神经根损伤风险。本研究结果表明, 2种方法在并发症, 尤其是神经组织损伤方面没有明显差异。之前有研究报道, PEID术后的总体复发率为3.6%^[27], 本研究中2组患者在随访期间均无复发病例, 术后卧床24 h、佩戴腰围、侧身起床、避免久坐及弯腰等, 以及向患者进行宣教, 有助于降低复发率。

综上所述, 一次破开黄韧带与内窥镜下分步破开黄韧带PEID均安全、可行。一次破开黄韧带的适应证相对较窄, 对穿刺技巧要求高, 但手术时间短。术前通过影像学及患者症状综合评定, 在合适的手术适应证下, 优先考虑一次破开黄韧带。若在穿刺或置管过程中不能避开神经根或硬膜, 可改为采用内窥镜下分步破开黄韧带。一次破开黄韧带只能在局部麻醉下操作, 才能保证安全性, 部分患者焦虑或痛阈低, 难以耐受局部麻醉, 可选择全身麻醉下内窥镜下分步破开黄韧带。

参考文献

- [1] Guan Y, Huang T, An G, *et al*. Percutaneous endoscopic interlaminar lumbar discectomy with local anesthesia for L₅-S₁ disc herniation: a feasibility study[J]. *Pain Physician*, 2019, 22(6): E649-E654.
- [2] Aydın S, Bolat E. Fully endoscopic interlaminar and transforaminal lumbar discectomy: clinical results of 857 surgically treated patients[J]. *Neurol Neurochir Pol*, 2019, 53(6): 492-499.
- [3] Eun SS, Chachan S, Lee SH. Interlaminar percutaneous endoscopic lumbar discectomy: rotate and retract technique[J]. *World Neurosurg*, 2018, 118: 188-192.
- [4] Wang D, Xie W, Cao W, *et al*. A cost-utility analysis of percutaneous endoscopic lumbar discectomy for L₅-S₁ lumbar disc herniation: transforaminal versus interlaminar[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2019, 44(8): 563-570.
- [5] 蒋虎山, 曾建成, 王亮, 等. 黄韧带劈开与开窗在经椎板间入路经皮内窥镜下椎间盘切除术中的比较[J]. *脊柱外科杂志*, 2015, 13(6): 327-332.
- [6] Kim CH, Chung CK. Endoscopic interlaminar lumbar discectomy with splitting of the ligament flavum under visual control[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2012, 25(4): 210-217.
- [7] Lee U, Kim CH, Kuo CC, *et al*. Does preservation of ligamentum flavum in percutaneous endoscopic lumbar interlaminar discectomy improve clinical outcomes?[J]. *Neurospine*, 2019, 16(1): 113-119.

- [8] Choi G, Lee SH, Raiturker PP, *et al.* Percutaneous endoscopic interlaminar discectomy for intracanalicular disc herniations at L₅-S₁ using a rigid working channel endoscope[J]. *Neurosurgery*, 2006, 58(1 Suppl): ON59-ON68.
- [9] Ruetten S, Komp M, Merk H, *et al.* Use of newly developed instruments and endoscopes: full-endoscopic resection of lumbar disc herniations *via* the interlaminar and lateral transforaminal approach[J]. *J Neurosurg Spine*, 2007, 6(6): 521-530.
- [10] 胡有谷, 吕成昱, 陈伯华. 腰椎间盘突出症的区域定位[J]. *中华骨科杂志*, 1998, 18(1): 14-16.
- [11] Huskisson EC. Measurement of pain[J]. *Lancet*, 1974, 2(7889): 1127-1131.
- [12] Fairbank JC, Couper J, Davies JB, *et al.* The Oswestry low back pain disability questionnaire[J]. *Physiotherapy*, 1980, 66(8): 271-273.
- [13] Lee S, Kang BU, Ahn Y, *et al.* Operative failure of percutaneous endoscopic lumbar discectomy: a radiologic analysis of 55 cases[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2006, 31(10): E285-E290.
- [14] Mo X, Shen J, Jiang W, *et al.* Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for axillar herniation at L₅-S₁ *via* the transforaminal approach versus the interlaminar approach: a prospective clinical trial[J]. *World Neurosurg*, 2019, 125: e508-e514.
- [15] Chen J, Jing X, Li C, *et al.* Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for L₅/S₁ lumbar disc herniation using a transforaminal approach versus an interlaminar approach: a systematic review and meta-analysis[J]. *World Neurosurg*, 2018, 116: 412-420.
- [16] Choi KC, Kim J, Ryu K, *et al.* Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for L₅-S₁ disc herniation: transforaminal versus interlaminar approach[J]. *Pain Physician*, 2013, 16(6): 547-556.
- [17] Chen P, Hu Y, Li Z. Percutaneous endoscopic transforaminal discectomy precedes interlaminar discectomy in the efficacy and safety for lumbar disc herniation[J]. *Biosci Rep*, 2019, 39(2): BSR20181866.
- [18] Hua W, Zhang Y, Wu X, *et al.* Full-endoscopic visualized foraminoplasty and discectomy under general anesthesia in the treatment of L₄-L₅ and L₅-S₁ disc herniation[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2019, 44(16): E984-E991.
- [19] Huang Y, Yin J, Sun Z, *et al.* Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for LDH *via* a transforaminal approach versus an interlaminar approach: a meta-analysis[J]. *Orthopade*, 2019, 49(4): 338-349.
- [20] Xu Z, Liu Y, Chen J. Percutaneous endoscopic interlaminar discectomy for L₅/S₁ adolescent lumbar disc herniation[J]. *Turk Neurosurg*, 2018, 28(6): 923-928.
- [21] Mlaka J, Rapcan R, Burianek M, *et al.* Endoscopic discectomy as an effective treatment of a herniated intervertebral disc[J]. *Bratisl Lek Listy*, 2020, 121(3): 199-205.
- [22] Görgülü A, Simşek O, Cobanoğlu S, *et al.* The effect of epidural free fat graft on the outcome of lumbar disc surgery[J]. *Neurosurg Rev*, 2004, 27(3): 181-184.
- [23] Inomata Y, Oshima Y, Inoue H, *et al.* Percutaneous endoscopic lumbar discectomy *via* adjacent interlaminar space for highly down-migrated lumbar disc herniation: a technical report[J]. *J Spine Surg*, 2018, 4(2): 483-489.
- [24] 柯荣军, 夏新, 刘方刚, 等. 经椎板间入路经皮内窥镜下椎间盘切除术治疗 L₅/S₁ 椎间盘突出症术中应用不同麻醉方式对术后疗效的影响[J]. *脊柱外科杂志*, 2019, 17(4): 248-251.
- [25] Zhou C, Zhang G, Panchal RR, *et al.* Unique complications of percutaneous endoscopic lumbar discectomy and percutaneous endoscopic interlaminar discectomy[J]. *Pain Physician*, 2018, 21(2): E105-E112.
- [26] 孙正义, 闵坤山, 冯守诚, 等. 腰椎间盘突出与神经根出囊位置的关系[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 1995, 5(2): 49-51.
- [27] Yin S, Du H, Yang W, *et al.* Prevalence of recurrent herniation following percutaneous endoscopic lumbar discectomy: a meta-analysis[J]. *Pain Physician*, 2018, 21(4): 337-350.

(收稿日期: 2020-02-20)

(本文编辑: 于 倩)