

DOI: 10.12235/E20250591

文章编号: 1007-1989 (2026) 06-0072-07

论 著

改良置管全内镜直视下椎间孔按需成形术在 腰椎管狭窄症中的应用*

代宏杰, 崔胜杰, 商丽, 李凯, 马永阳

(衡水市人民医院 脊柱微创科, 河北 衡水 053000)

摘要: 目的 评价改良置管全内镜直视下椎间孔按需成形术治疗腰椎管狭窄症(LSS)的临床效果。

方法 选取2019年3月—2022年4月该院收治的LSS患者162例, 均采用改良置管内镜直视下椎间孔按需成形术治疗。采用视觉模拟评分法(VAS)评分和Oswestry功能障碍指数(ODI), 评估术前、术后3 d、术后3周和术后8个月的临床症状。末次随访时, 依据MacNab标准, 评估临床疗效; 采用CT三维重建技术, 测定椎间孔面积的变化情况。**结果** 所有患者随访时间为3~9个月, 平均 (6.35 ± 2.25) 个月。术后各时间点VAS评分和ODI较术前明显降低, 差异均有统计学意义($P < 0.05$), MacNab优良率为86.4%; 椎间孔面积由术前的 (59.59 ± 23.85) mm², 增大至术后的 (156.43 ± 27.01) mm², 改善率为162.52%。3例患者出现下肢感觉异常, 经对症治疗后缓解。**结论** 改良置管全内镜直视下椎间孔按需成形术治疗LSS, 可精准扩大操作空间, 提高减压效果, 降低了手术难度和并发症发生率, 是一种安全、高效的治疗方案。

关键词: 椎间孔镜; 腰椎管狭窄症(LSS); 椎间孔成形; 椎间孔面积; 神经根松解

中图分类号: R681.5

Clinical application of modified catheterization full-endoscopic foraminoplasty for lumbar spinal stenosis*

Dai Hongjie, Cui Shengjie, Shang Li, Li Kai, Ma Yongyang

(Department of Minimally Invasive Spine Surgery, Hengshui People's Hospital,
Hengshui, Hebei 053000, China)

Abstract: Objective To evaluate the clinical efficacy of modified catheterization full-endoscopic foraminoplasty for lumbar spinal stenosis (LSS). **Methods** 162 patients with LSS treated between March 2019 and April 2022 were enrolled. All patients were treated with modified catheterization full-endoscopic foraminoplasty. Visual analogue scale (VAS) scores and the Oswestry Disability Index (ODI) were assessed preoperatively, at 3 days, 3 weeks and 8 months postoperatively. Clinical efficacy was graded via the MacNab criteria at the final follow-up, and three-dimensional CT reconstruction was applied to quantify intervertebral foramen area changes. **Results** The mean follow-up duration was (6.35 ± 2.25) months (range: 3 ~ 9 months). Postoperative VAS scores and ODI were significantly lower than baseline values at all follow-up time points ($P < 0.05$). The MacNab excellent and good rate reached 86.4%. The mean intervertebral foramen area increased from preoperative (59.59 ± 23.85) mm² to postoperative (156.43 ± 27.01) mm², with an expansion rate of 162.52%. Transient lower limb paresthesia occurred

收稿日期: 2025-10-28

* 基金项目: 衡水市科学技术局课题指导项目 (2021014075Z);

* 国家实用新型专利: 镜下骨凿 (专利号: ZL 2008 2 0312547.9);

[通信作者] 崔胜杰, E-mail: cshj6869@163.com

in 3 patients and resolved with conservative symptomatic management. **Conclusion** Modified catheterization with full-endoscopic foraminoplasty enables precise foraminal decompression, improves surgical efficiency, and reduces complication risks, representing a safe and effective minimally invasive treatment for LSS.

Keywords: spinal endoscopy; lumbar spinal stenosis (LSS); endoscopic foraminoplasty; intervertebral foramen area; nerve root decompression

随着人口老龄化进程的加速,腰椎管狭窄症(lumbar spinal stenosis, LSS)在老年人中的发病率逐年升高,已成为脊柱外科研究的重点之一。贾连顺等^[1]指出, LSS是由于腰椎椎管、神经根管、侧隐窝或椎间孔发生退行性改变,造成骨性或纤维结构的形态和体积发生异常,最终引发马尾神经、神经根和血管复合体受压,并出现相关临床症状。传统的手术方式,如:腰椎后路椎板切除减压术,虽然其能有效地缓解症状,但存在创伤大和术后并发症多等问题^[2]。近年来,随着脊柱内镜技术的快速发展,微创手术逐渐成为治疗LSS的主流方法^[3-4]。OSMAN等^[5]的研究表明,经椎间孔入路切除关节突关节前方1/3,可使椎间孔面积增加45.5%,这为椎间孔成形术提供了理论依据。然而,传统椎间孔镜手术的学习曲线较长,穿刺定位难度较大,且存在一定的并发症发生风险^[6]。本研究旨在探讨改良置管全内镜直视下椎间孔按需成形术的临床应用效果,以期对LSS的治疗,提供一种更为安全和高效的手术选择。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2019年3月—2022年4月本院收治的LSS患者162例,所有患者均经临床检查、腰椎正侧位及动力位X线片、CT和MRI检查,确诊为LSS。部分病例合并椎间盘突出、后纵韧带肥厚及点状钙化灶、腰椎体不同程度鱼唇样变、关节突关节增生和马尾神经周围受压等征象。其中,男98例,女64例;年龄46~82岁,平均 (65.49 ± 8.81) 岁;发病时间6个月~10年,平均病程 (5.13 ± 1.32) 年。

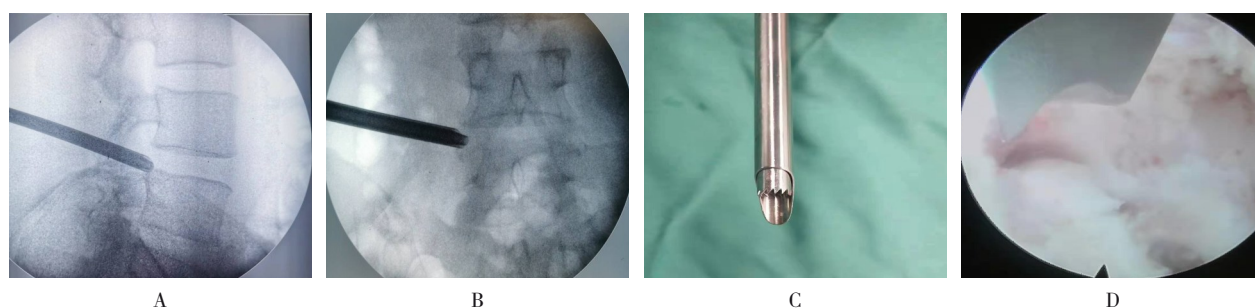
纳入标准:临床症状表现为腰痛,同时伴有一侧下肢麻木疼痛、间歇性跛行距离300 m以内, Oswestry 功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI) > 30.0% 和/或疼痛视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)评分 > 5分,经神经营养等保守治疗无效或疗效不满意者;腰椎CT和MRI检查明确诊断为LSS者;临床症状和腰椎影像学检查结果一致者;对本研究知情,并签署知情同意书者。排除标

准:脊柱生理曲度明显畸形者;腰椎Ⅱ°及以上滑脱,伴或不伴椎间动态不稳者;责任节段曾行开放式手术者;有交流障碍,不能配合者;局部皮肤有穿刺禁忌者;有严重脏器功能障碍,不能耐受者。本研究经衡水市人民医院伦理委员会批准,伦理批件号:2022-2-003-1。

1.2 方法

1.2.1 术前准备 术前由经验丰富的脊柱外科医生团队,运用专业的医学影像分析软件,对患者的腰椎正侧位X线片、CT及MRI检查结果进行全方位、多角度的深入分析。精准测量并确定相关责任节段、减压范围、内镜工作通道穿刺和置放的方向、位置。通过团队讨论,充分评估手术风险和可能出现的并发症,并制定详细、针对性强的应对预案。

1.2.2 术中操作 患者取侧卧位,通过C形臂透视和2.0克氏针,辅助定位后正中线及目标节段椎体上终板,侧位确定椎间孔下缘体表标志,以规划穿刺点及路径,从穿刺到置入工作套管时间为10~30 min,平均为18 min。麻醉与穿刺采用2%利多卡因20 mL + 罗哌卡因100 mg + 生理盐水50 mL配比混合液,静脉泵入右美托咪定,以患者清醒且耐受为标准,穿刺及手术过程中可追加,累计最大用量不超过70 mL。于C形臂透视下,定位放置穿刺针,使其紧贴相应节段下位椎弓根上缘及上关节突前缘,位置满意后,逐级行软组织扩张,置入工作套管后,置入内镜到椎间孔外口底部(图1A和B),使用镜下环锯(图1C)、骨凿(图1D),直视下,按减压操作,去除上关节突腹侧缘的部分骨质,进行椎间孔成形术,以增大通道移动范围及减压范围。镜下减压时,联合应用各种工具(镜下环锯或镜下骨凿),注意保持术野清晰,小心操作,以充分减压。减压过程中,可根据术中需要,反复进行椎间孔后壁的磨骨成形,还可根据术中减压需求,退出内镜到椎间孔外,对椎间孔进行直视下磨骨成形。减压完成标准:硬膜镜下可见搏动正常,行走神经根和出口神经根处于漂浮状。减压完成后,撤出内镜及工作套管,留置引流管并固定,并缝合包扎切口。单侧穿刺镜下不能充分减压者,行双侧穿刺镜下减压。



A: 工作套管术中透视侧位片; B: 工作套管术中透视正位片; C: 镜下环锯; D: 椎间孔成形术镜下骨窗。

图1 改良置管全内镜直视下椎间孔按需成形术操作步骤

Fig.1 Operating step of the modified endoscopic foraminoplasty

1.2.3 术后处理 术后严格卧床1至2 d, 之后在腰围有效保护下进行下地活动, 佩戴腰围6周。为每位患者制定个性化的康复计划, 包括: 早期床上肢体活动、中期腰围辅助下站立和行走训练, 以及后期腰部肌肉力量训练等。6周内避免扭转身体、提重物及进行体育运动。按时复查腰椎正侧位X线片和CT, 并进行二维重建, 通过对比术前和术后的影像学资料, 全面、准确地评估手术效果和脊柱的稳定性变化。同时, 密切观察患者的临床症状改善情况, 及时记录和处理术后出现的各种并发症。

1.3 观察指标

1.3.1 临床症状 所有病例均获得随访, 于术前、术后3 d、术后3个月和术后8个月, 采用VAS评分和ODI评估临床症状。

1.3.2 临床疗效 在末次随访时, 依据 MacNab 标准, 评估临床疗效。

1.3.3 椎间孔面积 采用多层螺旋CT三维重建技术, 精确测量椎间孔面积的变化情况, 改善率 = (术后面积 - 术前面积) / 术前面积 × 100.0%。

1.4 统计学方法

采用SPSS 20.0统计学软件分析数据。符合正态分布的计量资料以均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 两时间点比较采用配对 *t* 检验, 多时点比较采用方差分析。计数资料以例或百分率 (%) 表示。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 手术相关情况

所有患者均顺利接受改良置管全内镜直视下椎间孔按需成形术, 成功达到硬膜镜下可见搏动正常, 行

走神经根和出口神经根处于漂浮状的减压标准。其中, 6例行双边穿刺内镜下减压, 3例因粘连严重, 术后出现下肢异常症状, 经过非甾体类抗炎药和营养神经等保守治疗后, 基本恢复正常。术中无1例出现穿刺和扩孔时伤及硬膜的情况, 术中透视3至4次, 手术时间60~120 min, 术中出血10~60 mL, 住院时间5~8 d, 所有患者切口均顺利愈合, 没有出现感染。随访时间3~9个月, 平均 (6.35 ± 2.25) 个月。

2.2 临床症状改善情况

术后3 d、3个月和8个月, VAS评分和ODI较术前明显下降, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表1。

2.3 临床疗效

末次随访时, 优101例, 良39例, 可22例, 优良率为86.4%。

2.4 椎间孔面积改善情况

术后椎间孔面积为 (156.43 ± 27.01) mm², 较术前的 (59.59 ± 23.85) mm² 明显增大, 改善率为162.51%。

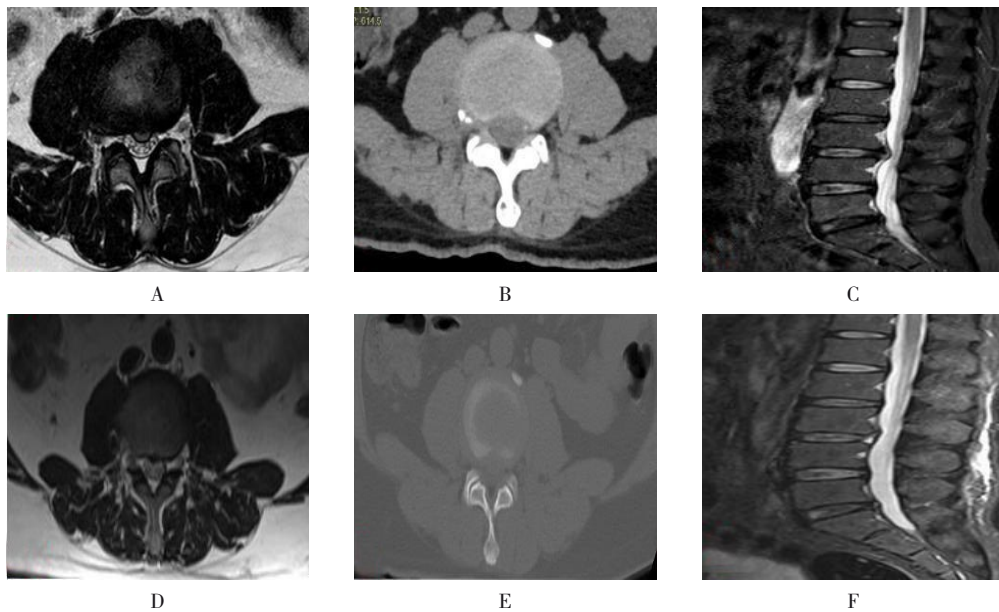
2.5 典型病例

患者男, 53岁。因腰痛5年, 加重伴间歇性跛行半年入院。术前腰椎MRI T₂加权成像及CT横断面提示关节突增生, 椎间盘突出, L_{3/4}椎管狭窄, 无明显钙化; 术前腰椎MRI T₂加权成像矢状位提示: 硬膜受压。采用改良置管全内镜直视下椎间孔成形术治疗L_{3/4}椎管狭窄。术后3个月腰椎MRI T₂加权成像及CT横断面提示: 椎管受压因素已完全解除, 上关节突保留完好; 术后3个月腰椎MRI T₂加权成像矢状位提示: 椎管减压彻底。见图2。术中透视下可见减压至对侧椎间孔Ⅱ区, 镜下可见硬膜腹侧减压至对侧椎间孔Ⅱ区。见图3。

表 1 患者临床正常改善情况 ($\bar{x} \pm s$)
Table 1 The patient's clinical improvement status ($\bar{x} \pm s$)

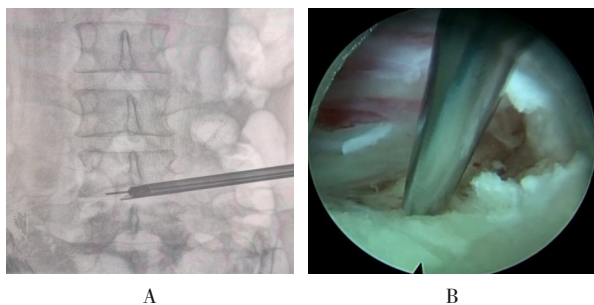
时点	ODI/%	VAS评分/分	
		腰疼	腿痛
术前	40.23±6.15	6.82±1.25	7.82±1.21
术后 3 d	26.56±4.27 [†]	4.58±1.12 [†]	3.65±1.32 [†]
术后 3 个月	12.46±3.59 [†]	3.11±1.06 [†]	2.19±1.17 [†]
术后 8 个月	12.11±5.24 [†]	2.17±0.98 [†]	2.06±1.09 [†]
F 值	405.26	404.17	789.00
P 值	0.000	0.000	0.000

注：†与术前比较，差异有统计学意义 ($P<0.05$)。



A: 术前腰椎 MRI T₂加权成像; B: 术前腰椎 CT 横断面; C: 术前腰椎 T₂加权成像矢状位; D: 术后 3 个月腰椎 MRI T₂加权成像; E: 术后 3 个月 CT 横断面; F: 术后 3 个月腰椎 MRI T₂加权成像矢状位。

图 2 典型病例
Fig.2 Typical case



A: C臂透视下可见椎间孔镜下减压可至对侧 II 区; B: 镜下可见定位工具于硬膜外侧至对侧 II 区。

图 3 椎管减压情况
Fig.3 The situation of spinal canal decompression

3 讨论

3.1 LSS 的临床治疗现状

LSS 的病理机制复杂，是涉及多种因素导致的神经压迫，包括：后纵韧带、黄韧带的增生、肥厚、钙化，以及椎体后缘及上关节突的骨质增生。腰椎间盘突出主要是向后突出的椎间盘压迫，而 LSS 的神经压迫是由于黄韧带肥厚、关节突增生内聚和椎间盘突出等多因素导致的环形压迫，需要减压的范围较大，手术技术难度较高^[7]。手术治疗的关键在于：实现充分减压，并尽可能减少对脊柱稳定性的影响。常规经椎

间孔入路治疗 LSS，因椎间孔镜工作套管的移动范围较小，常常达不到硬膜及神经根的完全减压^[8]。针对这一现状，本研究采用改良置管全内镜直视下椎间孔按需成形术，通过精准的手术操作和个性化的治疗方案，有效地解决了传统手术的一些弊端。

3.2 改良置管全内镜直视下椎间孔按需成形术的技术特点

技术特点有：1) 改良置管，靶区是椎间孔外口底凹，离出口根较传统靶区较远，穿刺安全，便捷；2) 可按需扩孔，用镜下磨钻、环锯和骨凿等按需要去除上关节突部分结构，对关节突无结构性影响；3) 镜下减压范围广，可覆盖盘黄间隙、上位出口根及下位行走根全程，加大旁开，甚至可到椎管对侧Ⅱ区。从解剖方位分析，椎管狭窄的原因通常有背侧及腹侧的致压因素，如何在视野较局限的椎间孔镜下去除上述致压因素，值得深思。本研究通过精准直视多次行关节突成形术和旋转移动工作通道技术，可在椎管内多角度探查及减压。直视下精准多次行关节突成形术，第1次定位椎间孔底凹，其目的是识别骨性定位靶点，同时，磨除部分上关节突腹侧骨质，以扩大狭窄的侧隐窝，根据透视查看椎间孔大小是否满意后，定位扩大椎间孔，可根据镜下减压情况，再一次行关节突成形术。多次行关节突成形术，有利于扩大椎间孔和椎管，只有将椎间孔开大，术中才便于在椎管不同层面和方位进行减压。良好的椎间孔成形术是该手术的关键，无论中央管狭窄是由软性致压（椎间盘突出和韧带肥厚）、骨性致压（骨质增生）还是相互叠加所致，其均可多次行关节突成形扩大椎间孔，以获得良好的操作空间，利于椎管和神经根的减压。脊柱内镜手术缺点之一是视野局限，而中央管狭窄则需要广泛减压，一些患者由于减压不够彻底而影响疗效。因此，笔者采用旋转移动工作管道技术，对硬脊膜和神经根行全长减压和探查，可达到彻底减压。有学者^[9]分析原因：1) 一侧椎管扩大和硬膜囊及神经根彻底减压，使整个椎管有效容积相对增加，对侧受压的硬脊膜和神经根向减压侧漂移，可改善椎管内高压压力造成的缺血症状；2) 通过经皮椎间孔一侧入路双侧减压，将对侧椎间盘组织摘除，解除椎管的腹侧压迫，在一定程度上扩大了椎管容积，减少了椎管压迫和压力，有利于症状缓解。如患者术后症状不能缓解，可行对侧经皮椎间孔镜手术。

3.3 改良置管全内镜直视下椎间孔按需成形术治疗 LSS 的优势

3.3.1 临床疗效好 本研究中，术后各时间点 VAS 评分和 ODI 较术前明显降低 ($P < 0.05$)，这表明：该术式能够有效缓解患者疼痛和功能障碍，提高生活质量。MacNab 优良率为 86.4%，进一步证实了其在临床治疗中的有效性。椎间孔镜联合椎间孔成形术，必要时，行双边穿刺治疗 LSS，治疗效果较为理想。无论是椎间盘突出还是 LSS，治疗的核心目标都是解除神经受压，缓解患者的临床症状，临床可根据患者的具体情况，选择适合的手术方法^[10]。OSMAN 等^[5]报道了后路和经椎间孔减压后的病理解剖结构、椎间孔面积和灵活性变化，确定了内镜经椎间孔入路的可行性。经椎间孔减压，切除了上级关节面前内侧 1/3、下关节面前部，以及它们之间的关节部分，可直接进入外侧椎间孔管观察上级关节面，从而找到外侧椎管和椎间孔狭窄的主要原因。此外，经椎间孔入路，可轻松进入椎间盘膨出或骨赘部位、下关节面和椎板前部，仅前小关节囊和黄韧带的外侧部分受手术影响；经椎间孔减压后，对脊柱的损伤也较小。

3.3.2 减压效果好 本研究在原椎间孔镜手术基础上，采用改良置管全内镜直视下椎间孔按需成形术。椎间孔镜下联合相应节段下位椎体部分上关节突的椎间孔成形术，较大程度地扩大了椎间孔镜工作套管的工作范围，从而达到理想的减压效果。此外，对于部分粘连严重或减压困难的患者，采用双边穿刺内镜下减压，进一步拓展了该术式的适应证，确保了手术的安全性和有效性。需要注意的是，该术式不适用于以Ⅱ区背侧狭窄为主的情况（该情况宜经后路）。

3.3.3 增大腰椎间孔面积 本研究中，术后腰椎间孔面积较术前明显改善，改善率为 162.51%。椎间孔面积的增加，为神经根提供了更充足的空间，减少了神经压迫，这与临床症状的改善相互印证。同时，手术过程中，通过神经电生理监测和精细操作，有效降低了神经损伤等并发症的发生风险。

本研究在直视下，应用镜下环锯、骨凿和电动磨钻三种工具，按照减压和操作需要，选择性磨除关节突骨质，置镜后，在镜下直视清理软组织，以显露椎间孔外口的下半部，若椎间孔成形不理想，导致内镜无法顺利滑动，则需多次磨除椎间孔后壁，确保成形效果。而 Punch 钳/篮钳则用于处理上关节突及其深层

的黄韧带附着处,进一步增加了工作套管的移动范围。经过第二次扩孔处理,位于下位腰椎上关节突上半部的腹侧边缘已被去除,椎间孔的下半部分可以进一步扩大,从而为椎间孔及侧隐窝提供了更加全面的减压。有时医师在手术过程中,为了进行减压处理,可能需要将孔镜暂时撤出椎间孔外,在直视下,对椎间孔进行必要的骨质磨削成形,从而扩大椎间孔。这一操作作为工作套管提供了更大的移动空间、探查空间及操作空间,同时,也拓展了手术的适应证。此方法不仅降低了椎间孔成形的技术难度,还提升了扩孔过程的安全性,最大限度地避免了不必要的关节突磨削,减少了关节损伤,还尽可能地保留了关节突起部分,以减少对腰椎稳定性的干扰。

3.4 改良置管全内镜直视下椎间孔按需成形术治疗LSS的不足

经皮椎间孔镜技术的学习曲线较长,特别是穿刺技术,对于初学者较为困难^[11]。刘雄文^[12]对椎间孔镜入路选择及并发症进行综述,表明:TESSYS技术难度和风险较大,学习曲线较长。ALI等^[13]研究表明,传统椎间孔成形术是在盲视下,用钝头螺旋钻手动磨除,易导致硬膜、神经损伤及骨块残留,术后并发症发生率较高,且在手术过程中,为了充分减压,会摘除脱出髓核以避免残留,需要调整工作套管的方向,以求扩大可视范围,当椎间孔成形位置不理想时,常因撬拨用力过大而造成关节突骨折^[14]。而本研究在直视下,应用镜下环锯和骨凿两种工具,按照减压和操作需要,选择性磨除关节突骨质,避免了以往在X线透视引导下,用钝头螺旋钻手动操作,可有效降低并发症发生率和手术风险。LI等^[15]将改良器械应用于经皮腰椎间孔成形术和经皮内镜腰椎间盘切除术,取得了良好效果,但费用高,不易学习,难以在基层医院开展。李延坤等^[16]研究表明,经皮椎间孔镜切口较小,术后恢复较快,对腰椎稳定性影响较小,但操作难度大,学习曲线陡峭,对术者专业技能要求高,需严格把握手术适应证。穿刺定位技术是经皮椎间孔镜椎间盘切除术成败的关键,安全、简明的穿刺方式尤为重要^[17-18]。传统椎间孔成形术穿刺“靶点”为关节突尖部^[6],由于尖部骨质坚硬,不易固定,常导致反复穿刺,延长了手术时间,对术者技术要求极高。

3.5 选择“靶区”的优势

本研究提出了“靶区”概念,即:位于椎间孔外

口底部,下位椎弓根上切迹向后延伸的后上缘。较传统“靶点”选择的优势在于:1)此种手术方式定位的“靶区”,比上关节突尖部的“靶点”范围大,而且关节突尖部骨质坚硬,穿刺不稳定,易导致穿刺针滑移,需要反复多次穿刺,本研究中,“靶区”为较平坦区域,易穿刺,穿刺次数由原来的十几次甚至几十次减少为3~5次,使得穿刺时间明显缩短;2)这个“靶区”穿刺离出口根更远,不进入椎管,降低了穿刺过程中误伤硬膜和神经根的概率,本组未出现穿刺和置管过程中损伤硬膜或神经根的病例。张志强等^[19]研究也表明,椎间孔镜操作难度较大,需严格把握手术适应证,而本研究所探讨的椎间孔外口的“靶区”穿刺,可以降低穿刺难度,更利于初学者开展手术。

3.6 本研究的局限性

本研究样本量较小,随访时间较短。未来需要进一步扩大样本量,延长随访时间,以更全面、深入地评估该术式的长期疗效和安全性。

综上所述,改良穿刺全内镜直视下椎间孔按需成形术治疗LSS的临床疗效好,缩短了手术时间,能够精准扩大操作空间,有效提升减压效果,是一种安全、高效的治疗方案。值得临床推广应用。

参 考 文 献:

- [1] 贾连顺,杨立利.退行性腰椎管狭窄症的现代外科学概念[J].中华骨科杂志,2002,22(8):509-512.
- [1] JIA L S, YANG L L. Modern surgical concept of degenerative lumbar spinal stenosis[J]. Chinese Journal of Orthopaedics, 2002, 22(8): 509-512. Chinese
- [2] MINAMIDE A, YOSHIDA M, YAMADA H, et al. Clinical outcomes after microendoscopic laminotomy for lumbar spinal stenosis: a 5-year follow-up study[J]. Eur Spine J, 2015, 24(2): 396-403.
- [3] KOMP M, HAHN P, OEZDEMIR S, et al. Bilateral spinal decompression of lumbar central stenosis with the full-endoscopic interlaminar versus microsurgical laminotomy technique[J]. Pain Physician, 2015, 18(1): 61-70.
- [4] SINKEMANI A, HONG X, GAO Z X, et al. Outcomes of microendoscopic discectomy and percutaneous transforaminal endoscopic discectomy for the treatment of lumbar disc herniation[J]. Asian Spine J, 2015, 9(6): 833-840.
- [5] OSMAN S G, NIBU K, PANJABI M M, et al. Transforaminal and posterior decompressions of the lumbar spine. A comparative

- study of stability and intervertebral foramen area[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1997, 22(15): 1690-1695.
- [6] 李振宙, 侯树勋, 吴闻文, 等. 经皮侧后路腰椎间孔成形术对腰椎解剖及生物力学影响的实验研究[J]. 中国骨肿瘤骨病, 2010, 9(6): 503-508.
- [6] LI Z Z, HOU S X, WU W W, et al. Anatomical and biomechanical impact of graded posterolateral foraminoplasty on lumbar spine[J]. Chinese Journal of Bone Tumor and Bone Disease, 2010, 9(6): 503-508. Chinese
- [7] 赵刘军, 吴晓东, 王建, 等. 经皮内镜术后症状性关节突关节骨块残留的多中心回顾性研究[J]. 中华骨科杂志, 2018, 38(19): 1186-1194.
- [7] ZHAO L J, WU X D, WANG J, et al. A multicenter retrospective clinical study on "symptomatic facet of residual bone mass", a rare complication of percutaneous transforaminal endoscopic discectomy[J]. Chinese Journal of Orthopaedics, 2018, 38(19): 1186-1194. Chinese
- [8] MUSHARBASH F N, LEE S H. A modified endoscopic access for lumbar foraminal pathologies: posterolateral "intertransverse" endoscopic approach to minimize postoperative dysesthesia following transforaminal approach[J]. Neurospine, 2023, 20(1): 150-157.
- [9] 黄保华, 钟远鸣, 陈远明, 等. 经椎间孔经皮内镜治疗中央型腰椎管狭窄症[J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 26(1): 79-83.
- [9] HUANG B H, ZHONG Y M, CHEN Y M, et al. Percutaneous transforaminal microendoscopy for treatment of lumbar central spinal canal stenosis[J]. Orthopedic Journal of China, 2018, 26(1): 79-83. Chinese
- [10] YAMADA K, NAGAHAMA K, ABE Y, et al. Evaluation of surgical indications for full endoscopic discectomy at lumbosacral disc levels using three-dimensional magnetic resonance/computed tomography fusion images created with artificial intelligence[J]. Medicina (Kaunas), 2023, 59(5): 860.
- [11] 顾昕, 贺石生, 张海龙, 等. 经皮后外侧腰椎间孔入路椎间盘工作区域的解剖学研究[J]. 中华骨科杂志, 2011, 31(10): 1033-1037.
- [11] GU X, HE S S, ZHANG H L, et al. Morphometric analysis of the disc working zone for endoscopic lumbar discectomy[J]. Chinese Journal of Orthopaedics, 2011, 31(10): 1033-1037. Chinese
- [12] 刘雄文. 腰椎间盘突出症椎间孔镜手术入路的选择与应用进展[J]. 微创医学, 2019, 14(1): 65-68.
- [12] LIU X W. Progress in selection and application of surgical approaches for percutaneous endoscopic lumbar discectomy in lumbar disc herniation[J]. Journal of Minimally Invasive Medicine, 2019, 14(1): 65-68. Chinese
- [13] ALI R, HAGAN M J, SHAAYA E, et al. Endoscopic techniques for spinal oncology: a systematic literature review[J]. Int J Spine Surg, 2022, 17(3): 343-349.
- [14] 何其聪, 吕正品, 胡耀全, 等. 脊柱内镜治疗腰椎退行性疾病中关节突损伤程度对腰椎稳定性的研究进展[J]. 实用骨科杂志, 2025, 31(9): 812-816.
- [14] HE Q C, LÜ Z P, HU Y Q, et al. Research progress on the impact of facet joint injury severity in spinal endoscopic treatment of lumbar degenerative diseases on lumbar stability[J]. Journal of Practical Orthopaedics, 2025, 31(9): 812-816. Chinese
- [15] LI Z Z, HOU S X, SHANG W L, et al. modified percutaneous lumbar foraminoplasty and percutaneous endoscopic lumbar discectomy: instrument design, technique notes, and 5 years follow-up[J]. Pain Physician, 2017, 20(1): E85-E98.
- [16] 李延坤, 翟凯, 田云虎. 椎间孔镜与椎间盘镜单切口治疗相邻双节段腰椎间盘突出症疗效对比[J]. 潍坊医学院学报, 2019, 41(5): 354-357.
- [16] LI Y K, ZHAI K, TIAN Y H. Efficacy comparison between percutaneous transforaminal endoscopic discectomy and micro-endoscopic discectomy with single incision for adjacent double-segment lumbar disc protrusion[J]. Acta Academiae Medicinae Weifang, 2019, 41(5): 354-357. Chinese
- [17] MOON K S, JEONG M. Lumbar foraminal stenosis combined with disc herniation[M]//Lumbar Interbody Fusion. Singapore: Springer, 2023: 87-102.
- [18] MORIMOTO M, WADA K, TAMAKI S, et al. Clinical outcome of full endoscopic trans Kambin's triangle lumbar interbody fusion: a systematic review[J]. World Neurosurg, 2023, 178: 13-20.
- [19] 张志强, 王磊, 刘洋, 等. 后路椎间盘镜技术 (MED) 与经皮椎间孔镜技术 (PTED) 治疗腰椎间盘突出症的临床疗效对比观察[J]. 吉林医学, 2019, 40(7): 1463-1466.
- [19] ZHANG Z Q, WANG L, LIU Y, et al. Clinical observation of MED and PTED in the treatment of lumbar disc herniation[J]. Jilin Medical Journal, 2019, 40(7): 1463-1466. Chinese

(吴静 编辑)

本文引用格式:

代宏杰, 崔胜杰, 商丽, 等. 改良置管全内镜直视下椎间孔按需成形术在腰椎管狭窄症中的应用[J]. 中国内镜杂志, 2026, 32(6): 72-78.

DAI H J, CUI S J, SHANG L, et al. Clinical application of modified catheterization full-endoscopic foraminoplasty for lumbar spinal stenosis[J]. China Journal of Endoscopy, 2026, 32(6): 72-78. Chinese