

【DOI】 10.3969 / j.issn.1671-6450.2026.02.023

综 述

# 单侧椎板入路双侧椎管减压术临床应用研究进展

耿鹏展综述 王鹏审校



基金项目: 河北省重点研发计划项目( 2037-77110D); 河北省中医药管理局科研计划项目( 2020067)

作者单位: 050091 石家庄 河北中医药大学研究生学院( 耿鹏展); 050011 石家庄 河北中医药大学第一附属医院骨伤一科( 王鹏)

通信作者: 王鹏 ,E-mail: 3180457832@qq.com

**【摘要】** 单侧椎板入路双侧椎管减压术( ULBD) 是近年来广泛应用于临床的一项脊柱微创技术 ,在治疗腰椎管狭窄症中具有独特优势。与传统椎间孔镜技术相比 ,ULBD 可减少患者术后并发症、术中出血量并加快患者术后康复 ,得到脊柱外科学者的广泛关注。文章旨在总结单侧椎板入路双侧椎管减压术的临床应用发展历程 ,以及其在腰椎管狭窄症、颈椎管狭窄症及胸椎退行性疾病等方面的临床应用进展 ,以期对该技术进一步改良 ,在临床中获得更好的推广与应用。

**【关键词】** 单侧入路双侧减压术; 内镜手术; 腰椎管狭窄症; 颈椎管狭窄症; 胸椎退行性疾病

**【中图分类号】** R687.3 **【文献标识码】** A

## Clinical application analysis of bilateral spinal canal decompression technique through unilateral laminectomy Geng Pengzhan\* ,Wang Peng.\*

Graduate School of Hebei University of Chinese Medicine ,Shijiazhuang 050091 ,China

Funding program: Hebei Key Research and Development Project( 2037-77110D); Research Project of the Hebei Health Administration Bureau of Traditional Chinese Medicine( 2020067)

Corresponding author: Wang Peng ,E-mail: 3180457832@qq.com

**【Abstract】** The technique of unilateral laminotomy for bilateral decompression(ULBD) is a minimally invasive technique widely used in clinical practice in recent years. It has unique advantages in treating degenerative diseases such as lumbar spinal stenosis and lumbar disc herniation. Nevertheless, research reports on this technique in China are relatively scarce compared to those abroad. The most significant difference compared to previous intervertebral foramen endoscopic techniques is that a unilateral approach from the back of the vertebral body is used to achieve complete decompression of the dural sac, fully preserving the stability of the patient's spine after surgery, reducing postoperative complications, reducing intraoperative bleeding, and accelerating postoperative health. Its significant advantages have attracted widespread attention from many spinal surgeons, leading to further research and clinical application of this technology. The purpose of this article is to summarize the clinical application process of The technique of unilateral laminotomy for bilateral decompression. It is discovered that this technology is not limited to the treatment of lumbar degenerative diseases, but can also be applied to cervical and thoracic degenerative diseases. However, there are still a few postoperative complications, and further improvement is required doing better clinical efficacy.

**【Key words】** Unilateral laminectomy for bilateral decompression; Endoscopic surgery; Lumbar spinal stenosis; Cervical spinal stenosis; Thoracic degenerative disease

随着医学技术的不断发展 ,单侧椎板入路双侧椎管减压术 ( unilateral laminectomy for bilateral decompression ,ULBD) 在脊柱外科领域取得了显著的进展 ,该技术采用单侧入路手术 ,保留对侧关节突和神经结构 ,以维持术后脊柱稳定性 ,同时对受压的硬膜囊及双侧受压的神经根做到有效和充分的减压 ,减少患者术后并发症 ,术中出血量少 ,术后康复快。与以往单纯椎板切除术等开放型手术相比 ,其可以对硬膜囊及双侧神经根进行充分减压 ,能较少破坏腰椎后纵韧带复合体以维持脊柱稳定性 ,降低伤口感染引起椎管内感染等术后并发症发生率。近年

来 ULBD 技术受到广泛关注 ,相关研究逐渐增多 ,本文系统综述 ULBD 技术在当前临床中的应用进展 ,分析该技术存在的优势与不足 ,为该技术未来的发展提供借鉴。

### 1 ULBD 技术概述

ULBD 技术最早于 1988 年由 Young 等提出 ,该技术通过显微镜下定位到神经受压的主要区域 ,最低限度地切除增厚的黄韧带和相邻的椎板形成一个宽厚的开窗 ,以便完全切除被压迫神经周围的组织 ,充分保留了棘突、大部分小关节突关节、椎板及棘间韧带 ,维持了脊柱的稳定性 ,促进早期活动和减少住院

时间<sup>[1]</sup>。McCulloch 等于 1991 年报道经改良后的 ULBD 技术,将手术切除范围精准细化修改——在保证同等神经减压效果的前提下,减少对小关节突关节、椎板、棘间韧带及周围软组织切除范围,更大限度地保证脊椎稳定性,减少术后并发症,缩短患者术后康复的疗程;此次改进标志着单侧椎板入路双侧椎管减压术趋近成熟,更多的脊柱外科医生开始将此技术应用于临床<sup>[2]</sup>。随着内镜技术的发展,为 ULBD 技术带来了新的可能性。2002 年, Khoo 等借助腰椎内窥镜系统(microendoscopic discectomy, MED)实现 ULBD 技术操作,使这一过程更加微创和精准,且早期临床效果与其他手术方式治疗腰椎管狭窄症无明显差异<sup>[3]</sup>。此后,该技术逐步在 MED 和脊柱内镜的辅助下得到广泛应用。2008 年, Rutton 等<sup>[4]</sup>提出的脊柱内镜辅助下椎板间入路技术,是 ULBD 技术最具标志性的转变,它推动了该技术的进一步发展,其优势在于脊柱内镜为医生提供更大、更清晰的术区图像,使得医生能够更精准地定位和精细化操作,从而提高了手术的效率和安全性。受限于内镜移动范围有时不能对压迫神经的黄韧带等软组织外侧骨质充分切除导致对被压神经的减压不彻底。为此, Komp 等学者于 2011 年提及全内镜下单侧椎板间入路双侧减压技术,扩大了术区视野,具有良好的可视性,更便于术者操作,不仅对被压迫神经做到充分减压,还缩短了手术时间<sup>[5]</sup>。2023 年 Siepe 等<sup>[6]</sup>对 ULBD 技术做了细微调整,采用“over the top”技术通过单侧切口切开椎板到达椎管,切除椎管中央部位黄韧带,将套管及内镜向对侧倾斜越过中线,从上方进行对侧减压以实现椎管的扩大和神经减压。这种方法可以更少地破坏脊柱稳定性,同时保留对侧的正常生理解剖结构。

总之,近年来 ULBD 技术不断改进,并在临床上得到广泛应用,其具有创伤小、术后并发症少、康复快、经济负担小等优势<sup>[7]</sup>,深受脊柱外科医生及学术界的重视与青睐,因而相关的临床研究和生物力学研究也随之展开。

## 2 ULBD 技术的临床应用

### 2.1 腰椎管狭窄症(lumbar spinal stenosis, LSS)

LSS 是老年人最常见的腰椎退行性疾病,腰椎退行性改变后压迫神经根并引起相应的神经症状,表现为腰背痛、腿痛、间歇性跛行和行走困难等<sup>[8-10]</sup>。疾病早期通常建议患者选择保守治疗,随着疾病的进展,神经症状的严重程度进一步加重,进而使得患者活动功能显著减退,且保守治疗无明显疗效,严重影响患者生活质量,则需进行手术治疗。减压和固定融合被认为是 LSS 的“标准”手术治疗方案<sup>[11]</sup>。融合手术通过切除大量骨质和韧带来充分减压神经,因此创伤较大,对脊柱力学结构的破坏较为严重,其可能导致节段性脊柱不稳<sup>[12]</sup>。此外,融合手术需要使用椎弓根螺钉来维持脊柱的稳定性,而对韧带在维持脊柱力学结构中的作用关注较少<sup>[13]</sup>。相比之下,非融合手术在确保神经充分减压的同时,尽量减少对骨质和韧带的破坏,注重保持韧带的生理功能,可更好地保留脊柱的活动性和柔韧性。Kaptan 等<sup>[14]</sup>对 50 例患有单节段腰椎管狭窄症的中老年患者进行为期 4 年的回顾性研究,其研究结果表明显微镜下 ULBD 术不仅创伤小,还能有效降低术后脊柱不稳定发生率,是一种治疗腰椎管狭窄症

的有效方法。

采用 ULBD 术治疗腰椎管狭窄症,可在实现对受压神经充分减压的同时,最大限度地维持脊柱稳定性,并降低术后并发症发生率;该术式治疗腰椎管狭窄症的临床有效率可达 96%<sup>[15]</sup>。一项前瞻性研究对 54 例 LSS 患者采用随机分组法分为 ULBD 组和开放式椎板减压术组,2 组患者术后疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)、活动功能障碍指数(ODI)评分较术前均有明显改善,但 2 组患者间比较差异无统计学意义<sup>[16]</sup>,其结果表明 ULBD 在改善肢体活动功能方面能达到与开放式椎板减压术相同的疗效。Wu 等<sup>[17]</sup>纳入 116 例腰椎管狭窄症患者,采用前瞻性队列研究 ULBD 治疗腰椎管狭窄症的疗效,并进行为期 2 年的随访,所有患者术后下肢疼痛、VAS 评分、ODI 评分较术前均有明显改善,且患者对术后恢复程度满意度较高,表明采用 ULBD 手术方式治疗腰椎管狭窄症操作安全、疗效确切。Hua 等<sup>[18]</sup>对 24 例确诊腰椎管狭窄并接受 ULBD 术治疗的患者进行回顾性研究,术后进行 3、6、12、24 个月随访,均行数字 X 线摄影(digital radiography, DR)、CT、MR 检查,并比较矢状面参数(包括滑移率和滑移角度)评估脊椎稳定性;记录术前、术后下肢疼痛、VAS 评分、ODI 评分变化,研究结果表明,接受 ULBD 术治疗的患者术前、术后滑移率及滑移角度无显著差异,且术后未发生并发症,可见,ULBD 治疗腰椎管狭窄症安全性较好,且术后脊柱稳定性能达到术前水平。总体来说,ULBD 治疗 LSS 是一种有效且安全性高的手术方式,广泛应用于临床,但相关研究普遍存在样本量较少,应当通过合作进行多中心研究、利用已有的大型数据库或注册系统,或者通过长期随访来收集更多信息以扩大样本量,使得研究结果更具代表性。

### 2.2 胸椎黄韧带骨化(thoracic ossification of the ligamentum flavum, TOLF)

TOLF 是黄韧带胶原纤维在基因、转录因子及重复高强度脊柱运动影响下发生的骨化现象<sup>[19]</sup>。骨化黄韧带可导致椎管进行性压迫,并伴有破坏性神经损害,是诱发脊髓病最常见的致病原因之一,临床表现为下肢无力或感觉障碍等<sup>[20]</sup>。胸椎黄韧带骨化发病率较低,约为 3.8%,但由于其发病较为隐匿,临床上通常需要依靠 CT 和 MR 等影像学检查明确诊断,保守治疗效果不佳,神经功能康复困难<sup>[21]</sup>。对已确诊患者通常建议患者采用手术治疗以尽快解除对脊髓的压迫。临床上普遍应用的手术方法包括后路椎板成形术、半椎板切除术、椎板切除术或不伴融合术、椎间孔切除减压术<sup>[21-22]</sup>。尽管上述手术方法能获得较好的疗效,但由于是开放手术,对胸椎的生理解剖结构破坏较大,术后易出现医源性脊柱不稳,患者普遍对其满意度较低。

ULBD 治疗胸椎黄韧带骨化时不仅创伤小、出血少、安全性好,还能有效保证术后脊柱稳定性,减少术后并发症。Kim 等<sup>[23]</sup>采用回顾性研究方法对 51 例 TOLF 患者进行研究,分为 ULBD 组 31 例及胸椎椎板切除术组 20 例,记录患者术前、术后 1 周、术后 6 个月及术后末次随访 VAS 评分、ODI 评分和 JOA 评分。结果 ULBD 组患者评分良好占 39.2%,优秀占 60.7%;胸椎椎板切除术组患者良好占 61.1%,优秀占 27.7%。末次随访 ULBD 组的恢复率为 94.5%,胸椎椎板切除术组为 56.8%,VAS

评分、ODI 评分和 JOA 评分等各项指标比较,ULBD 组均显著优于胸椎椎板切除术组( $P < 0.05$ )。提示在椎管充分减压的前提下,与开胸椎板切除术比较,ULBD 可更显著地改善疼痛和神经功能恢复。

Lin 等<sup>[24]</sup>报道了 32 例胸椎黄韧带骨化患者接受 ULBD 治疗并进行为期 2 年随访的回顾性研究情况,患者的术中平均失血量为(15.48±5.90) ml、手术时间(78.86±16.66) min、住院时间(5.05±2.58) d,最后访视 JOA 评分较术前有显著改善(8.33 分 vs. 5.33 分);术后测量最肥厚黄韧带骨化的横截面积平均为(16.27±11.75) mm<sup>2</sup>,较术前(85.27±23.66) mm<sup>2</sup>明显减少;术后测量压迫部位脊髓横截面积平均为(64.54±21.36) mm<sup>2</sup>,较术前(42.90±10.60) mm<sup>2</sup>显著增加;术后测得各项指标、参数较术前均有显著改善。提示 ULBD 治疗 TOLF 创伤性小、术中出血量少,能高效去除骨化的黄韧带,从而使得被压迫脊髓得到充分解压,值得临床推广应用。

**2.3 颈椎管狭窄症(cervical spinal stenosis, CSS)** 颈椎管狭窄症是由小关节、椎间盘、颈椎周围韧带等软组织退变所致,压迫神经后引起不适症状,临床表现为颈肩疼痛、手部功能障碍、步态障碍、四肢运动无力、大小便功能障碍等,甚至可引起瘫痪,严重降低患者的生活质量<sup>[25-26]</sup>。老年人为高发人群,发病率为 90%,近年来发病人群逐渐趋于年轻化。对于保守治疗效果不佳的患者,通常建议手术治疗。由于传统的开放式颈椎椎板切除术在术中切除较多维持脊柱稳定的肌肉群及骨组织,术后易出现脊柱不稳定、颈椎后凸畸形和轴向疼痛综合征等术后并发症<sup>[27-28]</sup>。全内镜脊柱手术因创伤小、易维持脊柱稳定性、减少术后并发症等优势开始应用于临床,但全内镜脊柱手术操作范围局限,只能对术侧进行充分减压,而对侧不能充分减压导致患者不适症状不能明显改善。ULBD 技术在治疗腰椎管狭窄症等退行性腰椎疾病的显著成效,进一步将此技术用于治疗颈椎管狭窄症。

Liu 等<sup>[29]</sup>报道了 1 例 70 岁颈椎管狭窄症男性患者,MR 可见第 5 颈椎与第 6 颈椎之间圆形肿物压迫硬膜囊,临床表现为手部功能障碍、行走功能障碍及四肢麻木、感觉减退 1 年。患者接受脊柱内镜下 ULBD 技术治疗,术中对 5 颈椎与第 6 颈椎间左侧椎板切开,切除双侧黄韧带及肿物,保留右侧小关节突关节,移除钙化黄韧带及肿物后可见硬膜囊搏动。术后患者手部功能和行走功能明显改善,术后 JOA 评分从 9 分增至 15 分。可见此方法在治疗颈椎管狭窄症是可行的,但仍需大量病例数据来证实 ULBD 在颈椎管狭窄症治疗中的有效性及安全性。

Carr 等<sup>[30]</sup>采用 ULBD 技术治疗 10 例老年颈椎管狭窄症患者并进行回顾性研究。此队病例序列具有独特且复杂的病理:黄韧带变性导致颈椎管狭窄;其中 66.7% 患者患有脊髓型颈椎病,50% 的患者为单节段颈椎管狭窄,50% 的患者为 2 个节段颈椎管狭窄。平均手术时间(128±18.4) min,平均每节段手术时间(93.7±11.4) min,平均住院时间(1.2±0.2) d,平均随访时间(22.0±4.7) 月,最后一次随访脊柱脊髓功能评分(Nurick-Score)、JOA 评分及 VAS 评分较术前明显改善。结果证实 ULBD 治疗颈椎管狭窄有显著效果,但未详细报道术后并发症

情况。与传统开放型椎板切除术相比,尚无确切临床数据证实 ULBD 在治疗颈椎管狭窄在出血量、术后并发症及维护脊柱稳定性等方面的优势。

颈椎前路椎间盘切除减压椎间融合术因其疗效显著广泛应用于临床,为颈椎管狭窄的主要治疗方法之一<sup>[26]</sup>。为证实 ULBD 在治疗颈椎管狭窄的安全性和有效性,Zhao 等<sup>[31]</sup>将 62 例颈椎管狭窄患者随机分为 ULBD 组 30 例和颈椎前路椎间盘切除减压椎间融合术组 32 例,并进行为期 4 年的回顾性研究;术后所有患者颈椎管得到扩大,病情较术前得到明显改善,术后 VAS、JOA 评分均优于术前。2 组患者的 VAS、JOA 评分、并发症发生率、患者满意度比较差异无统计学意义,但 ULBD 组平均手术时间短于颈椎前路椎间盘切除减压椎间融合术组。由此可见,ULBD 技术可以达到开放手术的临床疗效水平,且具有创伤小、恢复快等优点,可作为治疗颈椎管狭窄的新方法。

### 3 ULBD 技术的优势及局限性

近年来,随着医学技术的不断进步和手术方法的创新,人们发现 ULBD 技术在治疗 LSS 产生的社会效益更符合微创手术治疗理念“最小创伤、最大利益、最好疗效”,因而 ULBD 技术受到脊柱外科医师的青睐,并在临床上得到广泛的推广及应用。脊柱外科的专家及学者经过长期临床研究,总结了 ULBD 技术在临床应用中的独特优势,其主要有以下几点:(1)适应证广泛。ULBD 技术不但在治疗 LSS 取得了显著疗效,而且在治疗胸椎黄韧带骨化及颈椎管狭窄等颈椎、胸椎退行性疾病中,同样也取得满意的疗效。(2)微创性。与传统的双侧减压手术相比,ULBD 技术仅需从单侧切开建立一个手术通道进行操作,减少对椎旁肌群结构的创伤,保证了术后脊柱稳定性,术中出血量少,还缓解了术后疼痛,且炎症反应较为轻微<sup>[32-33]</sup>。(3)神经减压彻底性。ULBD 技术充分融合了脊柱开放式手术的技术特点,以单侧椎板开窗方式对同侧受压神经减压,通过变换手术通道的角度对另一侧受压神经减压,从而实现硬膜囊双侧彻底减压<sup>[34]</sup>。(4)“脊柱稳定”平衡性。ULBD 技术遵循“有限骨性减压与充分韧带切除”的原则,骨性减压范围限制于上关节突内侧三分之一区域,避免对侧过度骨性减压,同时保留关节囊韧带、棘上韧带等软组织及关节突关节骨性结构,并完整切除黄韧带以解除其对硬膜囊的压迫,从而有效保证术后脊柱的稳定性及活动度。Hua 等<sup>[35]</sup>为探讨 ULBD 与腰椎融合术在治疗 LSS 疗效上的差异,对 112 例单节段发病的 LSS 患者进行了回顾性研究,结果显示 2 组患者在术后腰椎稳定性方面无显著差异,ULBD 术后能有效维持腰椎稳定性。

通过对 ULBD 技术长期的临床观察发现,其主要并发症包括硬膜囊撕裂、硬脊膜外血肿、神经根损伤、术后感染等<sup>[36-37]</sup>。硬膜囊撕裂是最常见的并发症,在 ULBD 术中的总发生率为 3.7%。通常为实现对硬膜囊的充分减压,则需彻底切除黄韧带,由于黄韧带钙化和多发性粘连,手术中剥离黄韧带与硬膜囊时的牵拉可能会导致硬脊膜撕裂的发生率显著增高<sup>[38]</sup>。硬脊膜外血肿是 ULBD 术后较为严重的并发症<sup>[39]</sup>,其核心机制为术中操作损伤硬膜囊外静脉丛、术中视野与操作范围受限导致止血不彻底,或围手术期血压升高引发血液持续外渗,致使血液在

硬膜囊外间隙积聚形成血肿,持续刺激神经。进而出现患者术后疼痛与麻木症状未能缓解,严重时可能导致永久性神经功能损伤,出现下肢肌力减退、持续性腰痛及下肢放射性疼痛伴麻木感等临床表现。神经根损伤是 ULBD 中较为常见的并发症,主要源于两种机制:其一,术中器械操作不当可直接导致神经根机械性损伤;其二,使用射频电极于神经根周围实施止血操作时,电流可能经生理盐水介质发生瞬时扩散,进而损伤神经根<sup>[40]</sup>。ULBD 术后感染发生率相对较低<sup>[41]</sup>,多数感染由术前消毒不彻底或术中操作污染所致。术后感染可能引发硬膜外脓肿、化脓性脊柱炎、脊髓炎等并发症,导致患者持续高热不退、下肢持续性放射性疼痛,且术后需要长期大剂量使用抗菌谱广、抗菌活性强的抗生素抗感染治疗,对患者免疫功能造成不可逆的损害。

#### 4 总结与展望

治疗退行性脊柱疾病时,脊柱外科医师致力于减轻手术创伤,以维持脊柱的灵活性与稳定性。因此,微创脊柱外科技术备受青睐。但操作空间有限,早期微创脊柱外科技术处理双侧侧隐窝狭窄或中央型椎管狭窄时,难以对神经结构充分减压,导致临床症状缓解不完全。开放手术虽能有效解决神经压迫,但创伤大、并发症多,患者接受度低。因此,外科医师不断革新,推动微创脊柱外科向“脊柱外科手术内镜化”方向发展,以期通过内镜微创技术达到开放手术的疗效<sup>[42]</sup>。

ULBD 技术遵循“脊柱外科手术内镜化”的独特治疗理念,通过单一微创切口于脊柱后正中单侧椎板间隙入路建立手术通道。术中变换通道方向,可拓宽手术视野并扩展器械操作范围,从而有效实现双侧神经根及硬膜囊的减压,其神经减压效果与开放手术相当。该技术同时简化了操作步骤,保证了术后脊柱的稳定性与活动度,显著降低了患者感染风险,进而减少了术后并发症。然而,该技术对术者的操作技巧要求较高,学习曲线较为陡峭,且目前仍缺乏标准化的操作流程<sup>[43]</sup>,因此,开展系统化的专业技能培训以培养具备资质的医疗专业人员至关重要。ULBD 技术因术前定位准确,在术前评估和手术计划制定方面更加个性化,可为患者提供精准治疗方案,为治疗脊柱退行性疾病的患者提供了新希望,随着技术的进步与拓展,ULBD 技术有望在治疗更多脊柱疾病方面取得显著成就。

#### 参考文献

[1] Cho HS, Kim SH, Han JS, et al. Radiological outcomes of unilateral laminotomy for bilateral decompression in lumbar spinal stenosis with and without discectomy [J]. *World Neurosurgery*, 2023, 175: e1307-e1314. DOI: 10.1016/j.wneu.2023.04.124.

[2] Gupta S, Marathe N, Chhabra HS, et al. Long-term functional outcomes of endoscopic decompression with distandau technique for lumbar canal stenosis [J]. *Asian Spine Journal*, 2021, 15(4): 431. DOI: 10.31616/asj.2020.0120.

[3] Sriphiom P, Siramanakul C, Sumritsopak M, et al. Clinical outcomes of interlaminar percutaneous endoscopic uniportal pars decompression for lumbar spondylolysis [J]. *International Journal of Spine Surgery* 2023, 17(3): 335-342. DOI: 10.14444/8413.

[4] Ruetten S, Komp M, Merk H, et al. Fullendoscopic interlaminar and

transforaminal lumbar discectomy versus conventional microsurgical technique: A prospective, randomized, controlled study [J]. *Spine* 2008, 33(9): 931-939. DOI: 10.1097/brs.0b013e31816c8af7.

[5] Misra R, Rath NK. Fully endoscopic lumbar spinal surgery: Is it time to change? [J]. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma* 2021, 23: 101621. DOI: 10.1016/j.jcot.2021.101621.

[6] Siepe CJ, Bridts AL, Ayman M, et al. Full-endoscopic bilateral overtop decompression in lumbar central stenosis: Surgical technique and outcomes [J]. *European Spine Journal*, 2023, 32(8): 2918-2923. DOI: 10.1007/s00586-023-07750-0.

[7] 蔡海康, 汤杰, 马南, 等. 单侧入路双侧减压治疗高龄腰椎管狭窄症的疗效观察 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2021, 31(6): 497-501. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2021.06.03.

[8] Phan K, Teng I, Schultz K, et al. Treatment of lumbar spinal stenosis by microscopic unilateral laminectomy for bilateral decompression: A technical note [J]. *Orthop Surg* 2017, 9(2): 241-246. DOI: 10.1111/os.12335.

[9] Lin GX, Yao ZK, Xin C, et al. A meta-analysis of clinical effects of microscopic unilateral laminectomy bilateral decompression (ULBD) versus biportal endoscopic ULBD for lumbar canal stenosis [J]. *Frontiers in Surgery*, 2022, 9: 1002100. DOI: 10.3389/fsurg.2022.1002100.

[10] Chen KT, Choi KC, Shim HK, et al. Fullendoscopic versus microscopic unilateral laminotomy for bilateral decompression of lumbar spinal stenosis at L4 - L5: comparative study [J]. *International Orthopaedics* 2022, 46(12): 2887-2895. DOI: 10.1007/s00264-022-05549-0.

[11] 曾祥旭, 申延清, 许德荣, 等. Endo-ULBD 与 PLIF 治疗多节段中央型腰椎管狭窄症的早期临床疗效对比 [J]. *西安交通大学学报: 医学版* 2022, 43(1): 88-95. DOI: 10.7652/jdyxb202201015.

[12] 乔涵, 赵杰. 从生物力学角度看腰椎手术发展 [J]. *医用生物力学*, 2022, 37(1): 4-17. DOI: 10.16156/j.1004-7220.2022.01.002.

[13] 刘合庆, 张娟, 李松, 等. 经皮全可视脊柱内镜 360° 椎管减压术治疗腰椎管狭窄症的临床对照研究 [J]. *中外医疗*, 2021, 40(16): 18-22. DOI: 10.16662/j.cnki.1674-0742.2021.16.018.

[14] Kaptan H, Kasimcan Ö, Özyörük S, et al. Microscopic unilateral approach for bilateral decompression of lumbar spinal stenosis [J]. *Archives of Iranian Medicine*, 2022, 25(11): 742-747. DOI: 10.34172/aim.2022.117.

[15] 朱小龙, 章铁琦, 华永均, 等. 脊柱内镜下单侧入路双侧椎管减压术治疗腰椎管狭窄合并 I 度退行性滑脱疗效分析 [J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2023, 38(11): 1170-1173. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2023.11.012.

[16] He LM, Li JR, Wu HR, et al. Percutaneous endoscopic posterior lumbar interbody fusion with unilateral laminotomy for bilateral decompression vs. open posterior lumbar interbody fusion for the treatment of lumbar spondylolisthesis [J]. *Frontiers in Surgery*, 2022, 9: 915522. DOI: 10.3389/fsurg.2022.915522.

[17] Wu MH, Wu PC, Lee CY, et al. Outcome analysis of lumbar endoscopic unilateral laminotomy for bilateral decompression in patients with degenerative lumbar central canal stenosis [J]. *The Spine Journal* 2021, 21(1): 122-133. DOI: 10.1016/j.spinee.2020.08.010.

- [18] Hua W ,Wang B ,Ke W ,et al.Comparison of clinical outcomes following lumbar endoscopic unilateral laminotomy bilateral decompression and minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion for onelevel lumbar spinal stenosis with degenerative spondylolisthesis [J]. *Frontiers in Surgery* , 2021 , 7 : 596327. DOI: 10.3389/fsurg.2020.596327.
- [19] Daniels AH ,McDonald CL ,Basques BA ,et al.ossified ligamentum flavum: Epidemiology , treatment , and outcomes [J]. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* ,2022 ,30( 12) : e842-e851. DOI: 10.5435/jaaos-d-21-01253.
- [20] 黄保华 胡江 钟远鸣 等.胸椎黄韧带骨化内镜下保留关节突减压[J].*中国矫形外科杂志* ,2024 ,32( 9) : 851-854. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2024.09.15.
- [21] Onishi E ,Yasuda T ,Yamamoto H ,et al.Outcomes of surgical treatmentfor thoracic myelopathy: A singleinstitutional study of 73 patients [J]. *Spine* , 2016 , 41 ( 22) : E1356-E1363. DOI: 10.1097/brs.0000000000001622.
- [22] Shah D ,Dhawale A ,Chaudhary K ,et al. Skeletal fluorosis with thoracic myelopathy: A report of 2 cases [J].*International Journal of Spinesurgery* 2021 ,14( s4) : S89-S95. DOI: 10.14444/7170.
- [23] Kim HS ,Wu PH ,Kim JY ,et al.Comparative clinical and radiographic cohort study: Uniportal thoracic endoscopic laminotomy with bilateral decompression by using the 1block resection technique and thoracic open laminotomy with bilateral decompression for thoracic ossified ligamentum flavum [J].*Operative Neurosurgery* , 2022 , 22( 6) : 391-399. DOI: 10.1227/ons.000000000000145.
- [24] Lin YP ,Lin R ,Chen S ,et al.Thoracic fullendoscopic unilateral laminotomy with bilateral decompression for treating ossification of the ligamentum flavum with myelopathy [J]. *Annals of Translational Medicine* 2021 ,9( 12) : 977. DOI: 10.21037/atm-21-2181.
- [25] Caffard T ,Arzani A ,Verna B ,et al. Association between severity of thecervical foraminal stenosis and paraspinial muscle parameters in patients undergoing anterior cervical discectomy and fusion [J]. *Journal of Neurosurgery: Spine* ,2023 ,40( 3) : 274-281. DOI: 10.3171/2023.10.spine23658.
- [26] Chang CJ ,Liu YF ,Hsiao YM ,et al.Full endoscopic spine surgery for cervical spondylotic myelopathy: A systematic review [J].*World Neurosurgery* 2023 ,175: 142-150. DOI: 10.1016/j.wneu.2023.05.012.
- [27] Bergamaschi JPM ,Brito MBS ,Araújo FF ,et al.Surgical technique of central and over-the-top full-endoscopic decompression of thecervical spine: A technical note [J].*Journal of Personalized Medicine* ,2023 , 13( 10) : 1508. DOI: 10.3390/jpm13101508.
- [28] Hussain I ,Schmidt FA ,Kirmaz S ,et al.MIS approaches in the cervicospine [J].*Journal of Spine Surgery* ,2019 ,5( Suppl 1) : S74. DOI: 10.21037/jss.2019.04.21.
- [29] Liu X ,Zhu Y.Endoscopic bilateral decompression for cervical stenosis caused by calcification of ligamentum flavum through unilateral approach [J].*Clinical Spine Surgery* ,2021 ,34( 5) : 183-188. DOI: 10.1097/bsd.0000000000001071.
- [30] Carr DA ,Abecassis IJ ,Hofstetter CP.Full endoscopic unilateral laminotomy for bilateral decompression of the cervical spine: Surgical technique and early experience [J].*Journal of Spine Surgery* ,2020 ,6( 2) : 447. DOI: 10.21037/jss.2020.01.03.
- [31] Zhao X ,Ma Y ,Ma H ,et al.Clinical efficacy of posterior percutaneous endoscopic unilateral laminotomy with bilateral decompression for symptomatic cervical spondylotic myelopathy [J]. *Orthopaedic Surgery* 2022 ,14( 5) : 876-884. DOI: 10.1111/os.13237.
- [32] 金虎 吕军.单侧椎板入路双侧椎管减压术与椎板开窗减压术治疗腰椎管狭窄症临床效果比较研究[J].*临床军医杂志* ,2024 ,52( 9) : 945-947. DOI: 10.16680/j.1671-3826.2024.09.18.
- [33] 管礼安.脊柱内镜下单侧入路双侧椎管减压术对腰椎管狭窄症患者腰椎功能及炎性因子的影响[J].*反射疗法与康复医学* ,2024 , 5( 14) : 115-118. DOI: 10.16344/j.cnki.10-1669/r4.2024.14.030.
- [34] 洪嘉祥 李大刚 郑景陆.大通道脊柱内镜下单侧椎板间入路椎管减压术治疗腰椎管狭窄症[J].*临床骨科杂志* ,2025 ,28( 6) : 817-819 823. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0287.2025.06.019.
- [35] Hua W ,Wang B ,Ke W ,et al.Comparison of lumbar endoscopic unilateral laminotomy bilateral decompression and minimally invasive surgery transforaminal lumbar interbody fusion for one-level lumbar spinal stenosis [J].*BMC Musculoskeletal Disorders* ,2020 ,21( 1) : 1-9. DOI: 10.1186/s12891-020-03820-2.
- [36] 贾凯 李利军 常峰.内窥镜下单通道入路单侧椎板切开双侧减压术治疗退行性腰椎管狭窄症术后相关并发症的防治研究进展 [J].*脊柱外科杂志* ,2024 ,22( 4) : 272-277. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2957.2024.04.011.
- [37] Chiang PL ,Chen YY ,Chen KT ,et al.Comparison between lumbaren-doscopic unilateral laminotomy for bilateral decompression and other decompression approaches for lumbar spinal stenosis: A systematic review [J]. *World Neurosurgery* ,2022 ,168: 369-380. DOI: 10.1016/j.wneu.2022.08.086.
- [38] 马力 刘艺明 韩国嵩 等.脊柱内镜下单侧入路双侧椎管减压术治疗腰椎管狭窄症的早期疗效[J].*临床骨科杂志* ,2023 ,26( 1) : 19-23. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0287.2023.01.006.
- [39] Lin A ,Meng S ,Wang C ,et al. Severe symptomatic epidural hematoma following percutaneous endoscopic unilateral laminectomy for bilateral decompression ( Endo-ULBD )-series report and management strategies [J].*Orthop Surg* ,2023 ,15( 9) : 2342-2353. DOI: 10.1111/os.13813.
- [40] Algami N ,Al-Amoodi M ,Marwan Y ,et al. Unilateral laminotomy with bilateral spinal canal decompression: Systematic review of outcomes and complications [J]. *BMC Musculoskeletal Disorders* , 2023 , 24( 1) : 904. DOI: 10.1186/s12891-023-07033-1.
- [41] Ju CI ,Lee SM. Complications and management of endoscopic spinal surgery [J]. *Neurospine* , 2023 , 20( 1) : 56. DOI: 10.14245/ns.2346226.113.
- [42] Golan JD ,Elkaim LM ,Alrashidi Q ,et al. Economic comparisons of endoscopic spine surgery: A systematic review [J]. *European Spine Journal* ,2023 , 32( 8) : 2627-2636. DOI: 10.1007/s00586-023-07699-0.
- [43] Ju CI ,Lee SM. Complications and management of endoscopic spinal-surgery [J]. *Neurospine* ,2023 , 20( 1) : 56. DOI: 10.14245/ns.2346226.113.

( 收稿日期: 2025-10-26)