·专家述评·

腰椎退行性疾病外科治疗的发展与趋势

宋跃明 丰干钧

（四川大学华西医院，四川 成都 610041）

【摘要】 随着人口老龄化的发展，腰椎退行性疾病的患病率持续增加，腰椎外科治疗技术也逐渐向微创化发展。传统开放手术虽然疗效稳定，但可能导致脊柱后方结构的破坏和瘢痕化。目前微创腰椎手术的焦点包括单纯减压、镜下融合和斜外侧腰椎椎间融合术（OLIF）三个方面。对于单纯减压，腰椎间盘摘除术可以通过显微镜、显微内镜椎间盘摘除术（MED）、单侧双通道内镜（UBE）及全内镜（FE）等方式实施。其中 FE 创伤最小，经椎间孔入路腰椎间盘摘除术（PETD）和经椎板间入路腰椎间盘摘除术（PEID）各有优势，UBE 技术则因其灵活性和清晰视野成为近年来的优势技术。对于镜下融合，其主要用于治疗腰椎滑脱症，恢复正常腰椎序列。其中 FE-TLIF 和 UBE-TLIF 手术创伤小、恢复快、融合率高。相比腰椎前路椎间融合术（ALIF）和极外侧腰椎椎间融合术（XLIF），OLIF 具有创伤小、植骨面大、矫正脊柱畸形等优点，能有效减少腹腔血管损伤及神经损伤等并发症。总体来看，腰椎微创技术发展迅速，结合机器人和导航技术将提高手术精准性和微创程度，有望推动腰椎退行性疾病向精准化、个体化治疗发展，并降低医疗成本。

【关键词】 腰椎退行性疾病；外科治疗；腰椎微创手术

【中图分类号】 R681.5 **【文献标志码】** A **DOI**：10.3969/j.issn.1672-3511.2024.08.001

The development and trend of surgical treatment of lumbar degenerative diseases

SONG Yueming, FENG Ganjun

(*West China Hospital, Sichuan University, Chengdu* 610041, *China*)

【Abstract】 With an aging population, the prevalence of lumbar degenerative diseass is increasing, driving advancements in minimally invasive lumbarspine surgery techniques. Traditional open surgery, while effective, can cause damage and scarring to posterior spinal structures. Current minimally invasive lumbar spine surgery focuses on decompression, endoscopic fusion, and Oblique Lumbar Interbody Fusion (OLIF). For decompression, lumbar discectomy can be performed using a Microendoscopic Discectomy (MED), Unilateral Biportal Endoscopy (UBE), and Full-Endoscopic (FE) methods, with FE causing the least trauma. Percutaneous Endoscopic Transforaminal Discectomy (PETD) and Percutaneous Endoscopic Interlaminal Discectomy (PEID) have distinct advantages, and UBE has emerged as a leading technique due to its flexibility and clear visual field. Endoscopic fusion, primarily used to treat lumbar spondylolisthesis, aims to restore normal lumbar alignment. FE-TLIF and UBE-TLIF procedures are minimally invasive, promote quick recovery, and have high fusion rates. OLIF offers benefits such as minimal trauma, a larger graft area, and effective correction of spinal deformities. Compared to Anterior Lumbar Interbody Fusion (ALIF) and Extreme Lateral Lumbar Interbody Fusion (XLIF), OLIF significantly reduces the risk of vascular and neural complications. Overall, the rapid development of minimally invasive lumbar techniques, combined with robotic and navigational technologies, is expected to enhance surgical precision and minimal invasiveness, promoting personalized treatment of lumbar degenerative diseases and reducing healthcare costs.

执行编委简介：宋跃明，教授，博士生导师，华西医院骨科学科主任，四川省科学技术带头人，四川大学二级教授。中华医学会骨科分会常委（兼微创学组副组长）；中国脊柱外科学会副主任委员（兼胸腰椎学组副组长）；中国海峡两岸医药卫生交流协会骨科分会副主委（兼脊柱学组副组长）；四川省骨科分会前主任委员（兼脊柱学组组长）；四川省骨科医师协会前副主任委员；四川省医促会骨科分会前副主委；四川省骨科医疗质量控制中心前副主任；成都市骨科专委会前主任委员；《中国修复重建外科杂志》常务副主编以及《中华骨科杂志》《中国脊柱脊髓杂志》等 15 个杂志编委。获国家二等奖 1 项，教育部一等奖 1 项，中华医学会三等奖 1 项，省二奖 1 项，省三等奖 4 项。

引用本文：宋跃明，丰干钧. 腰椎退行性疾病外科治疗的发展与趋势[J]. 西部医学，2024，36(8)：1093-1096. DOI：10.3969/j.issn.1672-3511.2024.08.001

【Key words】 Lumber degnerative disease; Surgical treatment; Minimally invasive lumbar surgery

腰椎退行性疾病(Lumbar degenerative disease, LDD)是由椎间盘退变、椎间小关节增生紊乱、腰椎韧带松弛以及肌肉劳损等原因相互作用引起的以腰椎自然退化为特征的临床常见病。LDD 主要包括腰椎间盘突出症(Lumbar disc herniation, LDH)、腰椎滑脱症(Lumbar spondylolisthesis, LS)、腰椎椎管狭窄症(Lumbar spinal stenosis, LSS)等。LDD 好发于中老年人,主要表现为腰痛和下肢放射痛,严重时可伴有下肢感觉异常、下肢肌力减退、行走障碍、大小便失禁等临床症状[1]。此外,老年腰椎退行性病变患者脊柱退行性改变更为明显,部分患者合并骨质疏松,并有椎体后缘骨赘形成、侧隐窝及神经根管狭窄、后纵韧带钙化、节段不稳与滑脱等病理改变,导致患者的症状及体征更加复杂。LDD 是中国最常见的致残疾病之一,并且随着人口老龄化的发展,患病率持续增加[2]。LDD 病程初期,患者的大部分症状可以通过非手术治疗得到很好的改善,因此临床医师可以将非手术治疗作为首选。非手术治疗的适应证应包括:①病程短,症状轻。②病程长,但工作及生活不受其影响,且神经系统功能基本正常。③既往治疗过程中通过非手术治疗有效。如果症状加重或保守治疗失败,应考虑手术治疗。

手术治疗包括单纯减压、非融合内固定和融合手术等。最初,以椎板开窗、半椎板切除或全椎板切除为代表的单纯椎管减压是治疗腰椎间盘突出症和腰椎管狭窄症等腰椎退变性疾病的主要手术方法,可以较好地解除神经压迫,缓解相关临床症状[3-4],但对于腰椎不稳和腰椎滑脱严重的患者效果欠佳,甚至一部分患者术后会引起医源性腰椎不稳。此外,椎板切除术后,缺损区域可能形成纤维瘢痕组织;不规则生长的新骨可以附着在硬脊膜或神经根与其发生粘连,导致椎管狭窄等。腰椎非融合内固定术包括棘突间动态固定(Coflex 系统等)、椎弓根螺钉弹性内固定(Dynesys 系统等)以及腰椎间盘置换术。非融合内固定术理论上在稳定腰椎的同时保持一定的活动度,从而达到缓解症状的同时防止邻近节段退变的作用。但其远期随访效果仍存在一些争议。腰椎减压融合术最早由 Briggs 和 Milligan 在 1944 年提出,经过长期的发展和不断完善,是治疗 LDD 的经典手术方式,具有可靠的临床疗效[5-6]。腰椎融合手术因入路不同而有多种手术方式,主要分为后入路和前入路手术。后入路腰椎融合术可分为腰椎后路椎间融合术(Posterior lumbar interbody fusion, PLIF)和经椎间孔椎间融合术(Transforaminal lumbar interbody fusion, TLIF)[7]。而前入路腰椎融合术包括斜外侧腰椎椎间融合术(Oblique lumbar interbody fusion, OLIF)、外侧腰椎椎间融合术(Lateral lumbar interbody fusion, LLIF)以及腰椎前路椎间融合术(Anterior lumbar interbody fusion, ALIF)。前入路手术可有效避免椎管、马尾及神经根损伤,但也可能出现与手术相关的腹腔脏器及大血管的并发症。

无论是单纯减压还是固定融合手术,传统多采用开放手术入路,具有暴露范围大,术野清楚,疗效确切稳定等特点。但是,对脊柱后方肌肉/韧带结构的破坏可能导致术后腰背疼痛、肌肉萎缩、医源性脊柱不稳、邻近节段退变等并发症。目前,腰椎退变性疾病手术逐渐微创化,微创手术提供了与传统开放技术相似的疗效,并被证明在患者满意度、住院时间、恢复活动快慢和并发症发生率方面表现更优[8]。

腰椎微创手术减少医源性肌肉损伤的关键要素在于建立神经减压通道。神经减压通道通过逐级软组织扩张器经肌肉或肌肉间隙进行扩张,减少对周围肌肉的挤压性损伤,同时减少或避免对肌肉起止点的剥离,为手术器械出入病灶部位及操作提供通畅的空间,并为手术视野提供充足的照明。目前腰椎神经减压通道可大致分成以下几类:①空气介质管状通道,主要用于单纯腰椎间盘摘除及椎管减压(Microendoscopic discectomy or decompression, MED)。②空气介质可扩张通道,主要用于 MIS-TLIF、OLIF 等腰椎微创融合手术。③水介质管状通道,如各种不同直径的全内镜(Full-Endoscopic, FE)系统。④水介质经肌肉通道,特指单侧双通道内镜(Unilateral biportal endoscopic, UBE)手术的器械工作通道。

如上所述,腰椎退行性疾病包含的疾病种类较多,随着微创技术的不断发展,腰椎管减压、腰椎体间融合、腰椎滑脱复位、畸形矫正、辅助固定等方面均已发展出成熟的技术体系,基本微创技术的组合运用可以满足对绝大多数腰椎退行性疾病的手术治疗。目前关注的焦点主要包括单纯减压、镜下融合、斜外侧腰椎椎间融合术(OLIF)三个方面。

1　单纯减压

单纯减压的适用范围主要包括腰椎间盘突出症及腰椎管狭窄症。对于腰椎间盘突出症,标准手术是腰椎间盘摘除术。该术式可以通过显微镜、MED、UBE 及 FE 实现。经过多年的发展和实践证明,FE 是目前治疗腰椎间盘突出症的副损伤最小的微创术

式。经椎间孔入路 FE 下腰椎间盘摘除术(Percutaneous endoscopic transforaminal discectomy, PETD)可以处理几乎所有腰椎节段椎间孔型及椎间孔外型椎间盘突出,其衍生的 TESSYS 技术通过对椎间孔不同部位进行扩大成形,可以处理椎管内腰椎间盘突出[9]。经椎板间入路腰椎间盘摘除术(Percutaneous endoscopic interlaminal discectomy, PEID)在腰 5 骶 1 节段具有更多的优势。经椎间孔入路和经椎板间入路的适应证大部分是重叠的,术者需根据患者情况及术者自身技术优势合理选择,减少对黄韧带及小关节的医源性损伤,减少术后椎管内粘连,并尽可能降低术后复发几率。此外,FE 下联合各种纤维环修补技术中可以对纤维环裂隙进行机械缝合,进一步减少术后复发概率,促进纤维环修复。对于合并腰椎不稳定、术后多次复发的腰椎间盘突出症、高位腰椎间盘突出症等可以考虑腰椎融合手术。

对于不合并失稳的腰椎管狭窄症也可以通过各种微创通道下单纯减压手术治疗。MED、UBE、FE 下腰椎管减压手术的操作步骤、减压范围、手术标准基本一致。FE 通道下尽管可以达到 270°范围的镜下减压,但其操作范围相对固定,无论是 PETD 还是 PEID 均难以达到对侧神经根充分减压,同时对严重中央椎管狭窄的病例减压效率较低。近来兴起的 UBE 技术,规避了单通道硬质同轴内镜的弊端,可以使用多种常规手术工具,清晰而全景化的手术视野以及便于推广普及等诸多优势,成为近年来腰椎管狭窄单纯减压的优势技术。在 UBE 下单侧椎板切开双侧减压可以实现充分减压,并且有效保留关节突关节。相对于单通道内镜,UBE 提供的镜头视野范围更大,在处理椎间孔狭窄时能在完全可视化下进行对侧神经根管区域减压,操作器械更为灵活,避免同轴硬质通道中器械使用时需要同步移动的弊端。

2 镜下融合

腰椎融合术主要适用于腰椎滑脱症(退变性/峡部裂性滑脱),其通过各种技术实现滑脱解剖复位、恢复正常腰椎序列,可以纠正椎间前凸角、增加椎体间接触面积、提高椎体间融合率,减少术后邻近节段病变的发生率。2003 年,Foley 及其团队开创性地提出了微创经椎间孔腰椎间融合术(MIS-TLIF),在完成直接椎管减压、椎间融合的同时还可以进行腰椎三柱结构的松解,利用经皮椎弓根螺钉系统可完成对滑脱的解剖复位及固定[10]。以此为基础,通过 FE 或 UBE 技术实现的 FE-TLIF 或 UBE-TLIF,具有创伤小、恢复快、融合率高、并发症少等优势。特别是 UBE-TLIF,具有良好的视野和操作空间,可以在内镜监视下进行软骨终板的精准切除,避免骨性终板损伤,保证植骨床的质量;在置入融合器的过程中可以防止医源性神经损伤,减少并发症的发生。

尽管 UBE-TLIF 具有种种优势,但作为新兴的技术,仍处于探索和发展阶段,盲目的应用可能因为学习曲线带来并发症。目前文献报道 UBE-TLIF 常见术后并发症包括硬膜外血肿、椎间盘突出复发、减压不彻底和硬膜撕裂和神经损伤等[11]。此外,UBE 技术构造工作通道空间需要将多裂肌自椎板钝性分离,在多裂肌与棘突间创造一个空腔,会对入口脊椎旁的肌肉和软组织造成创伤。软组织损伤越严重,增加围手术期出血量,导致隐性出血使血液渗进组织腔;老年患者心血管代偿能力差,血液高凝,出血更容易向间质间隙浸润和凝集。相对于相较传统微创手术,UBE-TLIF 手术时间较长,且学习曲线陡峭。积累 UBE 技术和融合手术经验是 UBE-TLIF 获得良好疗效的基础。

3 OLIF 技术的应用

Mayer[12] 于 1977 年首次提出利用小切口经腹膜后腰大肌前缘和大血管间隙的手术窗口行腰椎间融合的概念,并于 2012 年由 Silvestre 等[13] 首次提出 OLIF。OLIF 作为一种新型的微创技术,其入路为自然间隙,通过钝性分离腹部肌肉,经腰大肌与腹主动脉之间的自然解剖间隙抵达责任椎间盘,几乎不损伤腰大肌、腰丛神经等结构。区别于腰椎直接减压融合手术,OLIF 手术进行椎间盘切除和植入较大的椎间融合器进行椎间撑开减压、植骨,具有通道下操作、不进入椎管、创伤小、植骨面大、保留脊柱的附属韧带和骨结构的完整性、更好的矫正脊柱在冠矢状面的畸形等优点。同时,相对于前路腰椎椎间融合术(Anterior lumbar interbody fusion, ALIF)和极外侧腰椎椎间融合术(Extreme lateral lumbar interbody fusion, XLIF)等其他腰椎间接减压融合术式,OLIF 有效地减少了腹腔血管损伤及逆行性射精、腰大肌及腰丛神经损伤等并发症的发生风险。文献[14] 报道 OLIF 与 TLIF 治疗伴腰椎滑脱的腰椎管狭窄症的疗效时发现,两种术式的疗效相近,OLIF 在手术创伤、出血量、卧床时间、住院时间方面均具有明显的优势。

尽管具有上述优点,但 OLIF 只能实现对轻中度椎管狭窄的椎间孔区域和盘黄间隙水平椎管的间接减压,其减压效果有限,在选择患者的时候需要严格把握手术适应证,主要针对椎间隙高度下降所致的退行性腰椎管狭窄症以及 I 度滑脱的患者。此外,OLIF 手术需要关注其入路相关的并发症,包括血管损伤、一过性下肢麻木和疼痛、输尿管损伤、神经损伤及肠

梗阻等；非入路相关并发症包括椎体骨折、融合器沉降或移位、术后感染及腹膜后积气。

4 总结与展望

目前，传统的 FE 技术在治疗单纯椎间盘突出症因其微侵袭性仍占主导地位；且 FE 的日间手术模式在国内外的医院中正在逐步开展，以其局麻、微创等特点可使患者在极短时间内解除痛苦，恢复或接近恢复到正常状态。OLIF 作为间接减压融合术式，具有手术时间短，操作简便，对椎管及后方结构干扰少的特点。对于椎间隙高度下降所致的轻中度腰椎管狭窄症以及 I 度滑脱的患者，具有较好的治疗效果。同时，对于退变性脊柱侧凸的患者，OLIF 可以作为一期手术，术后评估躯干平衡状态及神经症状缓解情况，联合其他后路微创技术实现退行性侧凸的微创矫形。UBE 作为一种新的方法，结合了 FE 技术和显微手术的优点[15]。同时，UBE 使用独立的工作通道，器械的使用和移动不受限制，而且工作通道通常为肌肉通道，可以进入尺寸型号更大的手术器械，从而提高截骨和减压的效率。

上述脊柱微创技术下常规需要联合经皮椎弓根螺钉技术。目前，经皮椎弓根螺钉的植入主要在 C 臂引导下进行，但这种置钉方式往往伴随着较高的辐射暴露及置钉失败率。导航的使用将会延长手术和麻醉时间[16]，同时也增加了患者和外科医师对辐射的暴露。骨科手术机器人作为医疗领域“新技术革命”的典型代表，是推动精准、微创手术发展和普及的核心智能化装备。机器人手术设备可以与导航系统无缝协作，并很好地集成到微创脊柱外科技术中。脊柱机器人除了可以简化椎弓根螺钉等脊柱内植物的放置外，还可以协助外科医师规划管状牵开器的轨迹，并可以用机械臂稳定牵开器，规划椎间融合器放置[17]。随着脊柱机器人技术的不断进步，未来更多的能力如骨性减压等可被机器人所掌握，从而更大程度上帮助医师完成手术。

腰椎微创外科手术副损伤小、出血少、快速康复等优点逐渐推动腰椎退行性疾病手术的微创化。同时随着机器人、导航技术的进步，腰椎手术也会逐渐精准化、个体化，手术技术的学习曲线也会趋于平缓。而随着日间手术的普及，基本微创技术的组合运用可以满足对绝大多数腰椎退行性疾病的手术治疗，加速患者的康复过程，最终降低患者和医疗机构的负担和成本。

【参考文献】

[1] 舒建川，杨程显，李淳德，等. MIS-TLIF 治疗腰椎退行性疾病研究现状及展望[J]. 重庆医学，2023，52(13)：2056-2062，2071.

[2] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 中国卫生健康统计年鉴[J]. 2022.

[3] NAKAI O，OOKAWA A，YAMAURA I. Long-term roentgenographic and functional changes in patients who were treated with wide fenestration for central lumbar stenosis[J]. J Bone Joint Surg Am，1991，73(8)：1184-1191.

[4] KATZ J N，LIPSON S J，LARSON M G，*et al*. The outcome of decompressive laminectomy for degenerative lumbar stenosis[J]. J Bone Joint Surg Am，1991，73(6)：809-816.

[5] LEHMANN T R，SPRATT K F，TOZZI J E，*et al*. Long-term follow-up of lower lumbar fusion patients[J]. Spine (Phila Pa 1976)，1987，12(2)：97-104.

[6] DEYO R A，GRAY D T，KREUTER W，*et al*. United States trends in lumbar fusion surgery for degenerative conditions[J]. Spine (Phila Pa 1976)，2005，30(12)：1441-1447.

[7] 杨剑，覃海飚，陈丽娴，等，不同入路腰椎融合术治疗腰椎退行性疾病的研究进展[J]. 微创医学，2023，18(6)：728-732.

[8] MOBBS R J，SIVABALAN P，LI J. Minimally invasive surgery compared to open spinal fusion for the treatment of degenerative lumbar spine pathologies[J]. J Clin Neurosci，2012，19(6)：829-835.

[9] XIONG C，LI T，KANG H，*et al*. Early outcomes of 270-degree spinal canal decompression by using TESSYS-ISEE technique in patients with lumbar spinal stenosis combined with disk herniation[J]. Eur Spine J，2019，28(1)：78-86.

[10] PRABHU M C，JACOB K C，PATEL M R，*et al*. History and Evolution of the Minimally Invasive Transforaminal Lumbar Interbody Fusion[J]. Neurospine，2022，9(3)：479-491.

[11] FENG Z，ZHAO Z，CUI W，*et al*. Unilateral biportal endoscopic discectomy versus microdiscectomy for lumbar disc herniation：a systematic review and meta-analysis[J]. Eur Spine J，2024. doi：10.1007/s00586-023-08116-2.

[12] MAYER H M. A new microsurgical technique for minimally invasive anterior lumbar interbody fusion[J]. Spine (Phila Pa 1976)，1997，22(6)：691-699.

[13] SILVESTRE C，MAC-THIONG J M，HILMI R，*et al*. Complications and Morbidities of Mini-open Anterior Retroperitoneal Lumbar Interbody Fusion：Oblique Lumbar Interbody Fusion in 179 Patients[J]. Asian Spine J，2012，6(2)：89-97.

[14] 秦世强，孙宇庆，倪文卓，等. OLIF 与 TLIF 治疗退变性腰椎滑脱合并腰椎管狭窄症的疗效对比[J]. 实用骨科杂志，2018，24(7)：628-632.

[15] 倪双洋，张永远，孙宏慧，等，单侧双通道脊柱内镜下手术治疗腰椎管狭窄症的并发症及处理措施的研究进展[J]. 中国脊柱脊髓杂志，2022，32(7)：659-662.

[16] KERR S M，TANNOURY C，WHITE A P，*et al*. The role of minimally invasive surgery in the lumbar spine[J]. Operative Techniques in Orthopaedics，2007，17(3)：183-189.

[17] 李振宙，侯树勋. 腰椎退行性疾病微创外科治疗概况及展望[J]. 中国骨与关节杂志，2022，11(9)：641-647.

（收稿日期：2024-06-12；编辑：黎仕娟）