

斜外侧腰椎椎间融合技术的发展及趋势

张斌¹, 孔清泉²

(1. 四川大学华西医院西藏成办分院骨科, 四川 成都 610041; 2. 四川大学华西医院骨科, 四川 成都 610041)

关键词 腰椎; 内固定; 椎间融合; 斜外侧椎间融合术; 微创外科手术

中图分类号: R681.5

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.20250450

Development and trend of oblique lateral lumbar interbody fusion technology

ZHANG Bin¹, KONG Qing-quan² (1. Department of Orthopaedics, Tibet Chengban Branch, West China Hospital of Sichuan University, Chengdu 610041, Sichuan, China; 2. Department of Orthopaedics, West China Hospital of Sichuan University, Chengdu 610041, Sichuan, China)

KEYWORDS Lumbar vertebrae; Internal fixation; Intervertebral fusion; Oblique lateral interbody fusion; Minimally invasive surgery



(孔清泉教授)

斜外侧腰椎椎间融合技术 (oblique lateral interbody fusion, OLIF) 是经过腹膜外腰大肌前方的微创腰椎融合新技术。随着理念的发展、器械工具的改进、手术技术的进步, OLIF 技术逐渐成熟并广泛应用于腰椎退变性疾病中, 其适应证也逐步拓展到腰椎感染、肿瘤、创伤性疾病中。因为

OLIF 手术入路毗邻腹腔脏器、输尿管及重要血管神经, OLIF 技术也存在特定的手术风险和并发症, 使其在应用的过程中存在一定挑战性, 现结合临床应用 OLIF 技术的体会及参阅文献, 对 OLIF 相关问题进行述评。

1 腰椎斜外侧手术入路的历史发展

1.1 历史由来

腰椎侧方手术入路最早于 20 世纪 50 年代由 CAPENER^[1]首次提出, 并将其应用于脊柱结核的治疗。20 世纪 70 年代 LARSON 等^[2]将其改良使其更广泛地应用于创伤、肿瘤等胸腰椎疾患。上述传统腰椎侧前方入路技术受限于显露器械, 导致出现了手术切口长、软组织损伤大、出血多等问题, 限制了其在腰椎疾患中的应用。O'BRIEN^[3]于 1983 年提出了前路腰椎间融合术 (anterio lumbar interverbod fusion, ALIF), 通过腹膜外间隙到达腰椎前方进行融合, 较传统腰椎侧前方技术创伤明显减小, 但仅适用于下腰椎节段, 同时存在交感神经丛损伤及血管损伤风险。1997 年 MAYER^[4]在 ALIF 的基础上改良腰椎斜外侧手术入路, 因无专用的手术器械及前路椎间融合器, 对该技术应用的文献报道较少。OZGUR 等^[5]于 2006 年报道了极外侧椎间融合术 (extreme lateral interbody fusion, XLIF), KNIGHT 等^[6]报道了直接外侧椎间融合术 (direct lateral interbody fusion, DLIF), 均为经侧方腹膜后间隙手术入路的改良, 通过劈开腰大肌实施的椎间融合技术。然而, 该类术式即使在神经电生理监护的情况下仍然有较高的腰丛神经损伤风险。直至 2012 年, SILVESTRE 等^[7]在上述入路基础上研发出专用的融合器和操作工具, OLIF 技术正式诞生。该技术创伤小, 避免了传统前路手术对大血管的干扰及外侧入路手术对腰丛的干扰, 在国际上广泛应用于临床。

OLIF 技术通过腹膜后腰大肌与腹主动脉之间的自然解剖间隙到达病变椎间盘, 无须进入椎管, 避免了对后方肌肉、韧带和骨性结构的损伤。相较于其他入路的腰椎融合术, OLIF 优势显著: (1) 微创。手术切口小, 手术入路经过自然解剖间隙, 组织损伤少、出血少, 不损伤后方肌肉韧带复合体, 术后恢复快。 (2) 间接减压。通过恢复椎间隙高度和腰椎正常序列, 实现对椎管和椎间孔的间接减压。 (3) 生物力学优势。融合器与终板接触面积大、支撑强度高, 有利于恢复脊柱稳定性和增加椎间融合率。

OLIF 技术通过腹膜后腰大肌与腹主动脉之间的自然解剖间隙到达病变椎间盘, 无须进入椎管, 避免了对后方肌肉、韧带和骨性结构的损伤。相较于其他入路的腰椎融合术, OLIF 优势显著: (1) 微创。手术切口小, 手术入路经过自然解剖间隙, 组织损伤少、出血少, 不损伤后方肌肉韧带复合体, 术后恢复快。 (2) 间接减压。通过恢复椎间隙高度和腰椎正常序列, 实现对椎管和椎间孔的间接减压。 (3) 生物力学优势。融合器与终板接触面积大、支撑强度高, 有利于恢复脊柱稳定性和增加椎间融合率。

1.2 国内传承及创新

我国自 2014 年引入 OLIF 技术后, 脊柱外科医

通信作者: 孔清泉 E-mail: kongspine@126.com

Corresponding author: KONG Qing-quan E-mail: kongspine@126.com

生在临床实践中积累了丰富的经验,进一步推动了该技术的本土化改良和应用。由于与国外人群的解剖学差异,国人腰大肌前缘间隙较窄,附近毗邻腹主动脉、交感神经节、输尿管等重要结构,经典 OLIF 技术采用手指触摸分离风险较高。国内学者对 OLIF 技术的不断改良,目前更倾向于采用直视下显露技术。该技术核心为以拉钩配合光源辅助直视下暴露。在分离腹壁肌肉进入腹膜后间隙后,使用深部拉钩,配合光源直视下将腹膜后脂肪组织连同其内的输尿管牵向前方,直视下辨明腰大肌及前方生理间隙,直视下使用骨膜剥离器、配合拉钩紧贴椎间盘表面向后游离和牵拉腰大肌以获得足够的操作空间。对于跨越操作区域的血管可予以双极预止血或结扎,减少了盲视下血管损伤的风险。对于高耸、发达的腰大肌,可根据腰大肌在椎体侧方的位置,选择在前缘劈开腰大肌纤维以减小通道及融合器倾斜的角度。

2 OLIF 适应证及拓展

OLIF 技术适用于需要重建椎间稳定性、恢复椎间隙高度、实现间接减压和恢复腰椎正常序列的各类腰椎疾患^[8]。主要包括腰椎退行性疾病,如盘源性腰痛、腰椎管狭窄症、腰椎滑脱、腰椎不稳、腰椎退变性侧凸、腰椎融合术后邻椎病等。随着器械工具的改进、手术技术的发展,近年来 OLIF 适应证也向复杂及特殊病例延伸,包括腰椎感染性疾病、创伤及肿瘤等。OLIF 技术适用范围也由经典的 L₂-L₅ 节段,扩展到 T₁₂L₁-L₅S₁ 节段。

2.1 腰椎退变性疾病

OLIF 尤其适合于需要融合的腰椎退变性疾病,主要包括盘源性腰痛、腰椎管狭窄症、腰椎滑脱、腰椎不稳、腰椎退变性侧凸等。

2.1.1 腰椎管狭窄症 OLIF 技术通过有效的椎间隙撑开,使得纤维环、后纵韧带和黄韧带紧缩回纳,同时通过椎间融合重建脊柱稳定性,从而恢复椎间隙高度、扩大椎管容积、消除动态压迫带来的椎管狭窄症状。由于 OLIF 技术为间接减压,指南推荐尤其适用于轻中度的腰椎管狭窄症。国内学者^[9]比较了 OLIF 间接减压与经椎间孔腰椎椎间融合术(transforaminal lumbar interbody fusion, TLIF) 直接减压治疗轻中度腰椎管狭窄症,两组临床疗效类似,但 OLIF 技术在减少出血、创伤等方面较 TLIF 具有明显优势。研究表明腰椎管狭窄患者症状改善与椎管面积的扩大不呈正相关。笔者认为对于非骨性椎管狭窄、无肌力下降、平卧休息后症状能缓解的严重椎管狭窄或多节段椎管狭窄患者,也可尝试 OLIF 技术。必要时通过同期或分期联合内镜或微创通道技术实施精准椎管减压,如此既能发挥 OLIF 创伤小、效率

高的优势,又能实现神经充分减压与恢复脊柱稳定性的双重治疗目标。

2.1.2 腰椎滑脱及节段不稳 OLIF 技术较好地适用于 I、II 度腰椎滑脱及节段不稳患者。OLIF 技术通过撑开椎间隙使滑脱椎体得到一定程度的复位,同时 OLIF 融合器较后路融合器有更大的椎间接触面积,可获得更好的稳定性。因 Stand-alone 技术及前路钉棒固定的生物力学强度相对较低,故 OLIF 联合后路椎弓根螺钉更有利于滑脱复位及节段稳定性的维持。最近一项 Meta 分析研究^[10]发现在治疗退行性腰椎滑脱症时,OLIF 在手术时间、术中出血量、住院时间、术后视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)和 Oswestry 功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)评分改善、椎间盘高度恢复以及腰椎生理曲度矫正等方面,显著优于 TLIF。然而,对于重度滑脱,尤其是峡部裂性滑脱,应慎重选择 OLIF 技术。

2.1.3 腰椎退变性侧凸 腰椎退变性侧凸是椎间盘和关节突的非对称性退变导致的脊柱冠状面失衡,常伴矢状面失衡、侧方滑脱、椎管狭窄等。对于退变性脊柱侧凸 II 型及部分 III 型患者可考虑行 OLIF 矫形手术。OLIF 技术通过椎间隙的撑开,重新平衡椎间隙,可有效矫正冠状面失衡。由于腰椎退变性侧凸的顶椎常位于 L₃ 节段,而 OLIF 最容易暴露 L₂-L₅ 节段且 1 个手术切口可完成多个节段的手术,因此 OLIF 治疗腰椎退变性侧凸具有独特的解剖及技术优势。由于 OLIF 融合器自带前凸角,能有效撑开恢复椎间隙高度,OLIF 技术也可矫正矢状面失衡。

2.2 腰椎融合术后邻椎病

OLIF 技术为后路腰椎融合术后邻椎病提供了新的治疗思路,避免了传统后路翻修手术瘢痕粘连,降低了神经损伤、硬膜撕裂等并发症的风险。一项回顾性研究显示^[11],尽管 TLIF 组在术后椎管横截面积增加程度、黄韧带厚度等临床结局指标方面与 OLIF 相似,但在出血、手术时间及融合器沉降方面 OLIF 均优于 TLIF。对于伴骨性椎管狭窄、椎间盘脱出等需要减压的邻椎病,OLIF 侧方固定联合后路通道减压可有效减少传统开放翻修手术的创伤及风险,同时确保手术效果^[12]。

2.3 腰椎感染性疾病

腰椎感染常发生于前柱及中柱结构,常伴有椎间盘及椎体的破坏,当感染进一步扩散可引起椎旁及腰大肌脓肿。OLIF 技术可用于治疗由结核菌、布鲁氏菌、金黄色葡萄球菌等病原体引起的感染性疾病。斜外侧手术入路可以更好地暴露椎体及椎旁结构,使清创更加彻底。同时,OLIF 手术可植入更大的骨块,更好地矫正后凸畸形并重建稳定,并促进更快

的融合。OLIF 联合后路椎弓根螺钉固定能提供更好的生物力学稳定性。本期李生鏊等^[13]回顾分析了 23 例腰椎感染患者, 结果表明 OLIF 联合后路椎弓根螺钉固定较传统前路开放手术具有相似的感染控制效果及疼痛缓解效果, 而且出血更少、手术时间更短、切口更小。

2.4 腰椎骨折

腰椎, 尤其是胸腰段是脊柱损伤最好发的部位。部分患者需要手术重建脊柱稳定性、矫正畸形, 对于骨折移位致神经受压患者, 则需要直接神经减压促进神经功能恢复。腰椎侧前方入路手术可重建前中柱稳定性、恢复椎体高度, 直视下清除椎管内碎骨片, 实现椎管减压。而传统胸腰椎前路手术切口长、创伤大, OLIF 技术通过深部牵开器/拉钩、辅助光源照明, 能在较小切口下实现椎体前方的重建, 对于椎管狭窄患者, 结合超声骨刀等工具实现直接减压。较传统开放手术, OLIF 通道辅助前路重建具有手术时间短、创伤小、出血量少等优点, 且临床疗效与传统腰椎前路手术相当, 具有较好的临床应用前景。

尽管 OLIF 适应证不断扩展, 但在椎间盘髓核脱出、椎管内肿瘤等占位性因素等造成的椎管狭窄、黄韧带钙化等造成的骨性椎管狭窄、后方关节突关节已骨性融合、重度腰椎滑脱等腰椎疾患, 以及血管解剖异常、腰大肌阻挡、髂嵴阻挡等影响手术入路的情况下选择 OLIF 技术仍需谨慎。

3 OLIF 技术难点及解决方案

3.1 合并骨质疏松症

骨质疏松会增加终板损伤的风险, 限制椎间隙的撑开程度, 术后容易导致融合器下沉、内固定松动等并发症。部分学者认为对于骨质疏松, 尤其是重度骨质疏松患者应避免使用 OLIF 技术^[14-15]。但随着抗骨质疏松药物治疗、内固定方式改进及生物力学研究的进步, OLIF 技术也可应用于骨质疏松患者中^[16-17]。LI 等^[16]纳入了 60 例行 OLIF 治疗合并骨质疏松的腰椎管狭窄患者, 采用 OLIF 侧方螺钉应力终板强化技术较 OLIF 侧方螺钉技术融合器下沉发生率更低、矢状面平衡更好, 并且对椎间融合没有不利影响。对于骨质疏松患者, 围手术期规范的抗骨质疏松药物治疗尤为重要。OLIF 治疗骨质疏松患者, 术中应避免终板损伤, 选择聚醚醚酮 (polyetheretherketone, PEEK) 材料融合器长度跨越椎体边缘, 联合后方双侧椎弓根螺钉及骨水泥强化技术可让骨质疏松患者更多的获益^[18]。

3.2 直接减压技术

OLIF 技术传统上以间接减压为主, 但针对椎间盘脱出、骨赘压迫等直接致压因素, 常需要直接减压技术。OLIF 直接减压需要更清晰放大的视野、特殊

的工具, 通过切除纤维环、后纵韧带后对椎管进行精准减压。在建立 OLIF 通道后, 使用显微镜或脊柱内镜等辅助设备, 可更清晰地观察手术区域^[19-20]。对于椎间盘突出, 类似于颈椎前路椎间盘切除融合术 (anterior cervical discectomy and fusion, ACDF), 切开后纵韧带后逐步去除突出的髓核组织; 对于骨性结构压迫, 如椎体后缘骨赘、后纵韧带骨化等, 使用带角度的磨钻、超声骨刀、咬骨钳等器械进行骨赘的磨除或切除, 逐步扩大椎管容积, 解除神经压迫。通过调节通道/内镜的方向实现中央椎管及侧隐窝的减压。OLIF 通过显微镜、内镜辅助实现同一手术切口内的精准神经减压, 兼具微创与高效优势。但目前该技术尚在探索阶段, 术中需仔细分辨神经结构, 可在显微镜或内镜放大视野下通过硬膜囊搏动、直腿抬高试验神经根活动判断, 使用神经电生理监测实时反馈, 以避免硬膜及神经损伤并发症。

另外, OLIF 技术也可联合后方或侧方脊柱内镜进行直接减压。既能发挥 OLIF 创伤小、融合效率高的优点, 又能发挥脊柱内镜微创、精准减压的优点^[21-22]。ZHOU 等^[23]采用椎间孔镜后外侧减压联合 OLIF 治疗腰椎滑脱, 结果显示与微创经椎间孔腰椎椎间融合术 (minimally invasive surgery transforaminal lumbar interbody fusion, MISTLIF) 相比, 内镜联合 OLIF 具有更少的创伤和出血、更短的全麻手术时间、更快的术后腰痛缓解以及更好的椎间高度和节段前凸角恢复效果。内镜技术的联合应用能弥补 OLIF 在间接减压方面的不足, 进一步拓展 OLIF 的适应证。

3.3 OLIF51 技术

由于 L₅S₁ 节段复杂的血管解剖结构以及髂棘的阻挡, 使 OLIF 在 L₅S₁ 节段的开展面临血管损伤、融合器置入困难等挑战, 限制了该技术的开展。随着对 OLIF 临床经验的积累以及器械、融合器的改进, OLIF51 技术可通过牵开大血管分叉进行微创前路椎间融合, 实现间接减压、刚性稳定和畸形矫正的目的。然而需要术者深入理解该技术和腹膜后解剖结构, 以避免血管损伤等严重并发症。一项影像学研究显示^[24], 约 23% 的患者不适合行 OLIF51 手术。术前需充分评估血管结构的解剖位置, 必要时进行腹部血管 CTA 检查以评估骨性结构、血管和泌尿系统的解剖关系, 以及确认 L₅S₁ 椎间隙与耻骨联合的对应关系^[25]。OLIF51 技术虽具有一定优势和良好临床效果, 但需严格把握手术适应证, 充分进行术前评估, 警惕血管、脏器损伤等并发症, 并关注其远期临床效果。

3.4 OLIF T₁₂L₁ 技术

T₁₂L₁ 节段位于胸腹交界处, 解剖结构复杂, 毗邻

膈肌脚、胸膜返折及胸主动脉,左侧邻近脾脏和肾脏,肋骨的阻挡也增加了该节段应用 OLIF 技术的难度。然而随着解剖学研究的不断深入,OLIF 技术也逐步应用于 T₁₂L₁ 节段^[26]。术中通过折弯腰桥,可以有效扩大肋骨与髂棘之间的间隙。由于 T₁₂L₁ 节段的腰大肌刚发出且肌腹相对薄弱,手术切口应较传统 OLIF 切口适当后移。为减少对通道的阻挡,可切除部分肋骨,通过钝性剥离肋骨的内侧面、钝性分离膈肌脚后缘并向前牵拉膈肌进入腹膜后间隙。鉴于该节段腰大肌对操作的影响较小,在神经电生理监测的辅助下,可结合超声骨刀切除椎体后缘及致压组织,从而实现直接减压。将 OLIF 技术与直接减压技术联合应用,能够在前方直接实现椎管减压及稳定性重建,既保留了 OLIF 技术创伤小的优势,又兼具直接减压的效果。同时,T₁₂L₁ 节段是脊柱骨折的高发部位,因此,OLIF 技术在 T₁₂L₁ 节段的应用,对于胸腰段骨折的治疗具有重要的临床价值和前景。

3.5 机器人导航技术

导航和机器人技术的应用显著提高了手术的精确性和安全性^[27]。该技术通过术中为外科医生提供实时解剖引导,可提高融合器置入准确性,最大程度减少辐射暴露^[28]。在 OLIF 联合后路椎弓根螺钉固定手术中,以往需先在侧卧位完成 OLIF 融合器置入,再改为俯卧位进行置钉。而机器人导航技术可在同一位位下完成 OLIF 手术,避免了术中体位变换,从而减少手术时间与麻醉风险,提高手术效率^[29]。同时 3D 导航和机器人辅助技术确保螺钉精准置入,降低辐射暴露和并发症发生率。本期屠凯凯等^[30]采用单一体位 O 形臂导航下 OLIF 联合经皮椎弓根钉内固定术治疗腰椎滑脱,22 例手术时间(76.1±12.2) min,螺钉优良率 98%(86/88),同时显示了较好的早期临床疗效。

4 OLIF 并发症预防及处置

由于 OLIF 手术入路毗邻腹主动脉、髂腰静脉、交感神经、腰骶丛神经、输尿管、腹膜等重要结构,OLIF 技术存在独特且危险的并发症。随着手术技术进步及器械工具的改进,大血管损伤、输尿管损伤、腹膜及腹腔脏器损伤等严重并发症的发生率有所下降,但 Stand-alone OLIF 技术的并发症发生率仍较高^[31]。

4.1 终板损伤及融合器下沉

终板损伤是 OLIF 术中的常见并发症,其发生率为 4.17%~30.34%^[32]。终板损伤与术后融合器下沉、椎间隙高度丢失及再手术风险密切相关。损伤主要发生于下位椎体的上终板,与骨量减少或骨质疏松、融合器位置、操作不当等因素有关。术前需影像学评

估骨密度和终板形态,术中轻柔操作,避免过度撑开。如术中发现终板损伤,建议联合后路椎弓根螺钉固定以维持稳定性。OLIF 融合器下沉发生率为 2.9%~13.4%^[33],骨性终板损伤、骨密度下降、终板形态的不规则、不辅助内固定(Stand-alone)是融合器下沉的危险因素。融合器下沉降低了间接减压的效果,且与轴性疼痛、神经症状、远期临床效果相关。为降低融合器下沉的发生,术中应避免损坏骨性终板,选择合适型号融合器,避免过度撑开间隙。对于严重骨质疏松症、术中已发现终板损伤的患者建议联合后路椎弓根钉内固定术,必要时行骨水泥椎体强化。

4.2 神经损伤

腰丛神经损伤常为术中牵拉刺激引起,多为一过性的下肢神经支配区域疼痛、麻木、无力等。其中 L₄-L₅ 节段因腰丛神经偏前,对腰大肌牵拉强度最大,神经损伤风险最高,严重者可出现持续性肌力减退。另外多节段手术患者发病率高于单节段。对侧腰丛神经损伤发生较罕见,多为工具、融合器、螺钉斜行操作侵犯对侧腰大肌Ⅳ区。此外,融合器也有可能将椎间盘髓核、椎体边缘骨赘挤压侵犯对侧神经根,若保守治疗无效常需直接减压。因此,术中应采用钝性分离技术,尤其对多节段 OLIF 手术,需充分剥离松解腰大肌前缘,减少腰大肌牵拉强度,避免暴力牵拉操作。在操作工具、融合器置入时应确保位置垂直居中(Ⅱ-Ⅲ区),避免偏斜压迫对侧神经根。术中使用神经电生理监测,实时调整牵开器角度及力量,可减少腰丛神经损伤的发生。

4.3 血管损伤

OLIF 术中血管损伤的发生率 0%~15.4%^[7,34]。尽管大血管损伤较为罕见,但后果却是灾难性的,需联系血管外科医生紧急修复。大血管损伤重在预防,术前需仔细阅片明确手术区域血管解剖关系、是否存在变异,必要时进行 CT 血管成像检查明确。节段动脉、髂腰静脉也可能在 OLIF 术中受损并引起大量出血,建议采用拉钩技术直视下暴露操作区域,避免锐性操作和过度牵拉,对影响操作的血管予以止血以减少出血。

4.4 交感干损伤

OLIF 手术腰交感干损伤往往被低估,文献报道其发生率高达 29.6%^[35]。腰交感干损伤表现为术后下肢皮肤温度差异、无汗、感觉异常、皮肤颜色变化、下肢肿胀,甚至会出现神经性疼痛合并深部烧灼痛,夜间症状加重。一般在术后数周至数月内可逐步好转,但交感干损伤会影响患者的早期恢复,因此减少损伤尤为重要。研究表明多节段 OLIF 患者交感干损伤的发生率高于单节段 OLIF 患者。术中精细操作、

直视下显露技术、对腰大肌前缘的充分剥离游离、必要时剖开腰大肌前缘能降低交感干损伤的发生。

4.5 输尿管损伤

输尿管损伤是 OLIF 手术罕见但需高度警惕的并发症,发生率为 0.3%~1.6%^[36-37]。输尿管损伤症状常隐匿,易被忽视。术中发现清亮液体、血型液体渗出,尿管中出现血尿,术后发现尿漏、继发感染与肾积水都提示输尿管损伤可能。术前应评估输尿管解剖位置,术中使用直视下暴露技术,避免损伤输尿管。如术中发生输尿管损伤,需及时进行输尿管吻合术或置换术。因输尿管损伤的隐匿性,应提高对其的敏感性,以避免随之发生的败血症或炎症反应。

通过充分的术前评估、术中精细规范操作,随着术者经验的积累及技术的提高,可降低部分 OLIF 的并发症风险,但由于 OLIF 技术临床应用时间较短,如 OLIF 术后邻椎病仍需要通过远期随访加以关注。

5 总结与展望

OLIF 作为一种微创腰椎椎间融合新技术,在重建椎间稳定性、恢复椎间隙高度、实现间接减压和恢复腰椎正常序列的同时,具有效果好、创伤小、恢复快、并发症少等优势,在腰椎退行性疾病、邻椎病及感染性疾病等多种腰椎疾患的治疗中显示出良好的疗效。因 OLIF 间接减压的特性,虽然也有其联合直接减压的尝试,OLIF 技术仍有其应用边界,无法完全替代 TLIF 等经典的融合方式,手术医生需要进行充分的术前评估,避免盲目扩大手术适应证。微创化和精准化是腰椎融合手术发展的趋势,相信在将来随着手术技术、器械工具、材料学的不断发展及创新,以及机器人导航等先进技术的成熟应用,将会进一步拓展 OLIF 的适应证,同时提高其临床效果及安全性。

利益冲突:所有作者声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] CAPENER N. The evolution of lateral rhachotomy[J]. J Bone Joint Surg Br, 1954, 36-B(2): 173-179.
- [2] LARSON S J, HOLST R A, HEMMY D C, et al. Lateral extracavitary approach to traumatic lesions of the thoracic and lumbar spine[J]. J Neurosurg, 1976, 45(6): 628-637.
- [3] O'BRIEN J P. The role of fusion for chronic low back pain[J]. Orthop Clin North Am, 1983, 14(3): 639-647.
- [4] MAYER H M. A new microsurgical technique for minimally invasive anterior lumbar interbody fusion[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1997, 22(6): 691-699; discussion 700.
- [5] OZGUR B M, ARYAN H E, PIMENTA L, et al. Extreme lateral interbody fusion (XLIF): a novel surgical technique for anterior lumbar interbody fusion[J]. Spine J, 2006, 6(4): 435-443.
- [6] KNIGHT R Q, SCHWAEGLER P, HANSCOM D, et al. Direct lateral lumbar interbody fusion for degenerative conditions: early complication profile[J]. J Spinal Disord Tech, 2009, 22(1): 34-37.
- [7] 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.
- [8] 中华医学会骨科学分会脊柱外科学组. 腰椎斜外侧椎间融合术的临床应用指南[J]. 中华骨科杂志, 2020, 40(8): 459-468. THE SPINAL SURGERY GROUP OF THE ORTHOPAEDIC BRANCH OF THE CHINESE MEDICAL ASSOCIATION. Clinical application guidelines for lateral lumbar intervertebral fusion[J]. Chinese J Orthop, 2020, 40(8): 459-468. Chinese.
- [9] 李人杰, 姜为民, 陈唐亦衡, 等. 斜外侧椎间融合术联合侧路固定与经椎间孔椎间融合术在腰椎管狭窄症中的早中期疗效比较[J]. 中国骨伤, 2025, 38(5): 465-472. LI R J, JIANG W M, CHEN T Y H, et al. Comparison of the early and medium term efficacy of oblique lateral interbody fusion combined lateral fixation and transforaminal lumbar interbody fusion in lumbar spinal stenosis[J]. China J Orthop Traumatol, 2025, 38(5): 462-475. Chinese.
- [10] SHI J, WU H, LI F Y, et al. Meta-analysis of the efficacy and safety of OLIF and TLIF in the treatment of degenerative lumbar spondylolisthesis[J]. J Orthop Surg Res, 2024, 19(1): 242.
- [11] PARK S J, HWANG J M, CHO D C, et al. Indirect decompression using oblique lumbar interbody fusion revision surgery following previous posterior decompression: comparison of clinical and radiologic outcomes between direct and indirect decompression revision surgery[J]. Neurospine, 2022, 19(3): 544-554.
- [12] ZHANG B, HU Y, KONG Q Q, et al. Comparison of oblique lumbar interbody fusion combined with posterior decompression (OLIF-PD) and posterior lumbar interbody fusion (PLIF) in the treatment of adjacent segmental disease (ASD)[J]. J Pers Med, 2023, 13(2): 368.
- [13] 李生鑫, 李俊, 张晓锐, 等. 斜外侧椎间融合术通道技术在腰椎感染中的应用[J]. 中国骨伤, 2025, 38(5): 473-481. LI S Y, LI J, ZHANG X R, et al. Application of lateral intervertebral fusion channel technology in lumbar infection[J]. China J Orthop Traumatol, 2025, 38(5): 473-481. Chinese.
- [14] CAI K W, LUO K F, ZHU J J, et al. Effect of pedicle-screw rod fixation on oblique lumbar interbody fusion in patients with osteoporosis: a retrospective cohort study[J]. J Orthop Surg Res, 2021, 16(1): 429.
- [15] 高志扬, 王京, 黄毓凯, 等. 斜外侧入路腰椎椎间融合术的临床进展[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2024, 34(7): 774-779. GAO Z Y, WANG J, HUANG Y K, et al. Clinical progress of lateral approach lumbar intervertebral fusion[J]. China J Spine Spinal Cord, 2024, 34(7): 774-779. Chinese.
- [16] LI Z H, WANG X D, XIE T H, et al. Oblique lumbar interbody fusion combined with stress end plate augmentation and anterolateral screw fixation for degenerative lumbar spinal stenosis with osteoporosis: a matched-pair case-controlled study[J]. Spine J, 2023, 23(4): 523-532.
- [17] PENG X R, WANG X D, LI Z H, et al. Oblique lumbar interbody fusion combined with anterolateral screw fixation and stress end-plate augmentation for treating degenerative lumbar spondylolisthesis with osteoporosis[J]. Eur Spine J, 2024, 33(9): 3467-3475.
- [18] CHAYER M, PHAN P, ARNOUX P J, et al. Understanding the influence of cage and instrumentation strategies with oblique lum-

- bar interbody fusion for grade I spondylolisthesis-A comprehensive biomechanical modeling study[J]. *Spine J*, 2025;S1529-9430 (25)00186-X.
- [19] XU J, ZHUANG W D, ZHENG W, et al. Microscopic ventral neural decompression in oblique lateral interbody fusion[J]. *World Neurosurg*, 2019, 128; e315-e321.
- [20] 杜传超, 毛天立, 刘宇, 等. 脊柱内窥镜下腰椎斜外侧入路椎管减压和椎间融合技术介绍[J]. *临床外科杂志*, 2020, 28(12): 1188-1191.
- DU C C, MAO T L, LIU Y, et al. An introduction to endoscopic lumbar canal decompression and fusion techniques through the oblique lateral approach[J]. *J Clin Surg*, 2020, 28(12): 1188-1191. Chinese.
- [21] 徐国康, 苏棋, 屠玉兰, 等. 斜外侧腰椎椎体间融合联合经皮内镜下减压后路固定治疗腰椎滑脱合并腰椎管狭窄症[J]. *中华骨科杂志*, 2023, 43(9): 550-558.
- XU G K, SU Q, TU Y L, et al. Combined transperitoneal endoscopic decompression and posterior fixation for lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis: A case report [J]. *China J Orthop*, 2023, 43(9): 550-558. Chinese.
- [22] 马添乐, 陈瑜恒, 顾宇彤, 等. 经椎间孔镜下减压联合侧前方小切口椎体间融合钉棒固定与微创经椎间孔椎体间融合术治疗单节段腰椎不稳的疗效比较[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2024, 34(11): 1143-1154.
- MA T L, CHEN Y H, GU Y T, et al. Comparison of the efficacy of percutaneous transforaminal endoscopic surgery combined with mini-incision oblique lumbar interbody fusion and anterolateral screw-rod fixation with minimally invasive surgery-transforaminal lumbar interbody fusion for single-segment lumbar spinal instability[J]. *Chin J Spine Spinal Cord*, 2024, 34(11): 1143-1154. Chinese.
- [23] ZHOU T Y, FAN W S, GU Y T, et al. Percutaneous transforaminal endoscopic surgery combined with mini-incision OLIF and anterolateral screws rod fixation vs. MIS-TLIF for surgical treatment of single-level lumbar spondylolisthesis[J]. *Front Surg*, 2023, 9: 1049448.
- [24] NAYAK R, RAZZOUK J, RAMOS O, et al. Oblique lateral interbody fusion at L₅-S₁: feasibility, surgical approach window, incision line, and influencing factors[J]. *Eur Spine J*, 2024, 33(7): 2604-2610.
- [25] ORITA S, SHIGA Y, INAGE K, et al. Technical and conceptual review on the L₅-S₁ oblique lateral interbody fusion surgery (OLIF51)[J]. *Spine Surg Relat Res*, 2020, 5(1): 1-9.
- [26] XU D S, WALKER C T, HARRISON FARBER S, et al. Surgical anatomy of minimally invasive lateral approaches to the thoracolumbar junction[J]. *J Neurosurg Spine*, 2021, 36(6): 937-944.
- [27] CHOY W, MAYER R R, MUMMANENI P V, et al. Oblique lumbar interbody fusion with stereotactic navigation: technical note [J]. *Global Spine J*, 2020, 10(2 Suppl): 94S-100S.
- [28] XI Z, CHOU D A, MUMMANENI P V, et al. The navigated oblique lumbar interbody fusion: accuracy rate, effect on surgical time, and complications[J]. *Neurospine*, 2020, 17(1): 260-267.
- [29] KIM H, CHANG B S, CHANG S Y. Pearls and pitfalls of oblique lateral interbody fusion: a comprehensive narrative review [J]. *Neurospine*, 2022, 19(1): 163-176.
- [30] 屠凯凯, 费慧, 楼宇梁, 等. 单一体位 O 形臂导航下斜外侧椎间融合术联合后微创经皮椎弓根钉内固定术治疗腰椎滑脱[J]. *中国骨伤*, 2025, 38(5): 447-453.
- TU K K, FEI H, LOU Y L, et al. Single-position O-arm X-ray machine navigation assisted oblique lateral interbody fusion combined with minimally invasive percutaneous pedicle nail internal fixation for lumbar spondylolisthesis[J]. *China J Orthop Traumatol*, 2025, 38(5): 447-453. Chinese.
- [31] 曾忠友, 赵兴, 俞伟, 等. Stand-alone 斜外侧椎间融合术应用于腰椎病变的早期结果和适应证探讨[J]. *中国骨伤*, 2025, 38(5): 454-464.
- ZENG Z Y, ZHAO X, YU W, et al. Early results and indications of Stand-one oblique lateral interbody fusion in lumbar lesions[J]. *China J Orthop Traumatol*, 2025, 38(5): 454-464. Chinese.
- [32] JOHNSON A T, KUMAR G, MOHAPATRA B, et al. Perioperative complications of oblique lumbar interbody fusion (OLIF): 5 years of experience with OLIF[J]. *Asian J Neurosurg*, 2024, 19(4): 721-727.
- [33] 张宇轩, 王洪立, 马晓生, 等. 斜外侧腰椎椎间融合术并发症的研究进展[J]. *中华骨科杂志*, 2019, 39(19): 1222-1228.
- ZHANG Y X, WANG H L, MA X S, et al. Research progress on complications of lateral lumbar intervertebral fusion[J]. *China J Orthop*, 2019, 39(19): 1222-1228. Chinese.
- [34] MEHREN C, MICHAEL MAYER H, ZANDANEL C, et al. The oblique anterolateral approach to the lumbar spine provides access to the lumbar spine with few early complications[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2016, 474(9): 2020-2027.
- [35] PAN Q L, YU H M, HE X Y, et al. Lumbar sympathetic trunk injury: an underestimated complication of oblique lateral interbody fusion[J]. *Orthop Surg*, 2023, 15(4): 1053-1059.
- [36] FUJIBAYASHI S, KAWAKAMI N, ASAZUMA T, et al. Complications associated with lateral interbody fusion: nationwide survey of 2998 cases during the first 2 years of its use in Japan[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2017, 42(19): 1478-1484.
- [37] JIN C Z, JAISWAL M S, JEUN S S, et al. Outcomes of oblique lateral interbody fusion for degenerative lumbar disease in patients under or over 65 years of age[J]. *J Orthop Surg Res*, 2018, 13(1): 38.

(收稿日期: 2025-05-01 本文编辑: 王玉蔓)