

计算机导航辅助单一体位下斜外侧椎间融合术联合内镜治疗腰椎间盘突出症合并腰椎管狭窄症的初步应用

赵海恩 董鑫 任坤 乔欢欢 鲍小明 郭卫东 闫康 张小平 廖博

【摘要】 **目的** 探讨计算机导航辅助下斜外侧椎间融合术(oblique lateral interbody fusion, OLIF)联合内镜减压治疗L₅/S₁椎间盘突出伴狭窄的临床疗效。**方法** 回顾性分析在我院进行手术治疗的25例L₅/S₁椎间盘突出伴狭窄病人,其中男9例,女16例;年龄50~79岁,平均65.5岁。采用导航辅助下单一体位内镜直接减压联合OLIF间接减压治疗。观察并记录病人责任椎体间高度、椎间孔高度、椎管的矢状径、疼痛视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)评分、Oswestry功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)、手术失血量、手术时间、下床时间、住院时间、椎间融合率和椎间融合器下沉情况等。**结果** 所有病人随访1年以上,术中均未出现严重并发症;平均手术时间190 min、术中失血量104 mL、下床时间54 h、住院时间10.6 d。术后1年,病人VAS评分、ODI、责任椎体间高度、椎间孔高度、椎管矢状径均较术前明显改善($P < 0.05$)。术后1年随访期间腰椎CT显示2级以上(完全融合、坚固融合)融合率为92%(23/25),未发生椎间融合器下沉。**结论** 计算机辅助导航下单一体位实现内镜减压联合OLIF治疗L₅/S₁椎间盘突出症合并椎管狭窄症,初步临床效果满意。

【关键词】 斜外侧椎间融合;椎间孔镜;计算机辅助导航;单一体位;腰椎间盘突出症;腰椎管狭窄症

Preliminary Application of Oblique Lateral Interbody Fusion Combined with Endoscopy in the Treatment of Lumbar Disc Herniation with Lumbar Spinal Stenosis under Computer - assisted Navigation in a Single Position. Zhao Haien, Dong Xin, Ren Kun, Qiao Huanhuan, Bao Xiaoming, Guo Weidong, Yan Kang, Zhang Xiaoping, Liao Bo. Department of Orthopedics, Tangdu Hospital of Air Force Medical University, Xi'an 710038, China

Corresponding author: Liao Bo, E-mail: qingnan610@163.com

【Abstract】 **Objective** To introduce the surgical technique and initial clinical results of oblique lateral interbody fusion (OLIF) combined with endoscopic decompression under computer-assisted navigation for the treatment of L₅/S₁ disc herniation with stenosis. **Methods** A retrospective study was conducted on 25 patients with L₅/S₁ disc herniation and stenosis who underwent surgical treatment, including 9 males and 16 females; The age range was 50-79 years old, with an average of 65.5 years old. The navigation assisted single position endoscopic direct decompression combined with OLIF indirect decompression treatment was used. The patient's responsible vertebral body height, intervertebral foramen height, sagittal diameter of lumbar vertebral canal, visual analog scale (VAS), Oswestry disability index (ODI), surgical blood loss, surgical time, ambulation time, hospitalization time, and postoperative cage subsidence were observed and recorded. **Results** All patients were followed up for more than one year, and no serious complications occurred during the operation. The average operation time was 190 min, intraoperative blood loss was 104 mL, ambulation time was 54 h, and hospitalization time was 10.6 d. During the 1-year follow-up, the postoperative VAS for pain, ODI score, height between the responsible vertebral bodies, intervertebral foramen height, and sagittal diameter of the vertebral foramen were significantly improved as compared with those before surgery. Lumbar CT at 1-year follow-up showed a fusion rate of 92% (23/25) at grade 2 or above (complete fusion, solid fusion). No intervertebral cage subsidence occurred. **Conclusion** The combination of endoscopic decompression and OLIF surgery under

DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2024.05.005

基金项目:国家自然科学基金(82174166);唐都医院社会人才基金(2021SHRC039);唐都医院临床创新救治能力提升项目(2022TDLCTS16)

作者单位:空军军医大学唐都医院骨科,西安 710038

通信作者:廖博, E-mail: qingnan610@163.com

computer - assisted navigation in a single position combines the advantages of direct decompression by endoscopy and the minimally invasive fusion by OLIF. This surgical method is effective in the treatment of L₅/S₁ disc herniation combined with spinal stenosis, and the initial clinical results are satisfactory.

【Key words】 Oblique lateral interbody fusion; Endoscopic foraminal decompression; Computer-assisted navigation; Single position; Lumbar disc herniation; Lumbar spinal stenosis

腰椎退行性腰椎管狭窄或者椎间盘突出是中老年的常见病,对于合并神经症状并保守治疗效果不明显的严重退行性病变病人,目前主要的治疗方法是通过后路腰椎椎间融合术 (posterior lumbar interbody fusion, PLIF) 或者经椎间孔入路腰椎椎间融合固定术 (transforaminal lumbar interbody fusion, TLIF) 等后路手术对责任节段进行神经减压、植骨融合。通过传统后路手术可以对神经进行彻底有效的减压,疗效确切。但是后路手术会对腰背部肌肉和后方韧带复合体 (posterior ligamentous complex, PLC) 造成不可逆性损伤,引起相关的并发症。相对于传统的后路手术方式 (TLIF、PLIF 等),斜外侧腰椎椎间融合术 (oblique lateral interbody fusion, OLIF) 具有创伤小、允许术后早期活动等优点^[1]。OLIF 术由法国 Silvestre 等^[2]于 2012 年首先报道,是一种新的微创术式,可通过大血管及腰大肌间隙入路进行手术,不破坏腰椎后方的关节突关节、椎板、肌肉和韧带等重要结构;OLIF 术除了可明显减少手术创伤、减少术中出血外,还可以在椎间植入较大的融合器,增加融合的稳定性和恢复腰椎前凸角^[3-4]。

然而,OLIF 术作为一项新的手术技术,也有其潜在的局限性,操作空间小,只能通过前外侧入路进行椎间隙的间接减压,而对于需要直接减压的合并神经症状的严重腰椎管狭窄症或者椎间盘突出症是该术式的使用禁忌。结合椎间孔镜能够彻底减压的优势,本课题组开展了 OLIF 椎间处理并通过该通道使用椎间孔镜对椎管前方的致压物进行处理,达到微创融合和直接减压的结合,扩大了 OLIF 手术适应证。计算机辅助导航可以精准定位,同一一体位下有效联合孔镜和 OLIF 手术,节约手术时间,提高手术效率。2022 年 9 月至 2023 年 6 月,我院采用计算机辅助导航下单一体位内镜直接减压联合 OLIF 间接减压治疗 L₅/S₁ 椎间盘突出伴椎管狭窄病人,本研究旨在探讨该方法的初步临床疗效。

资料与方法

一、纳入标准和排除标准

纳入标准:①MRI 显示椎间盘突出伴腰椎管狭窄 (含 L₅/S₁ 节段);②6 周标准保守治疗无效;③符合

OLIF 手术的解剖要求 (血管解剖窗)。

排除如下:①关节突关节骨赘形成及其所致的侧隐窝狭窄,椎间盘钙化或黄韧带钙化,椎间隙后缘骨赘形成;②重度腰椎滑脱症或者重度腰椎管狭窄;③既往腰椎手术史;④既往腹部手术史;⑤具有手术禁忌证的病人^[5]。

二、一般资料

共纳入病人 25 例,其中男 9 例,女 16 例;年龄 50~79 岁,平均 65.5 岁。身体质量指数 21.6~26.8 kg/m²,平均 24.5 kg/m²。主要临床症状为腰背部并下肢疼痛,均经 6 周规范保守治疗后疼痛症状缓解不明显。影像学检查示椎间盘突出症伴腰椎管狭窄症;病变节段:L₄~S₁ 8 例,L₅/S₁ 17 例。该研究得到了我院伦理委员会的批准 (第 202404-21 号) 并征得病人及家属的知情同意。

三、手术方法

所有手术操作都在单一体位下进行,包括 OLIF 入路的椎间处理、OLIF 通道内镜直接减压,其中 17 例累及 L₅/S₁ 节段病人采用前路钢板固定,而 8 例责任节段为 L₄~S₁ 的病人采用后路经皮椎弓根螺钉固定。病人行全身麻醉,右侧卧位,左侧在上。在术前透视初步定位下,在腹部通过目标椎间盘中心和椎骨边缘绘制体表切口投影 (图 1 a)。

在 OLIF 皮肤切开前,首先在病人左侧的髂嵴上固定导航参考架并开始计算机导航注册 (图 1 b);在计算机辅助导航下,再次确认责任间隙,沿体表投影明确前外侧皮肤切口 (需要后路置钉的病人同时标记后路椎弓根螺钉穿刺点,在导航辅助下先行后路经皮置钉术)。行腹部斜外侧皮肤切口,并钝性分离三层腹肌进行分离,在腹膜后间隙内,术者通过食指确认腰大肌的前边界。沿着骨盆向下并越过腰大肌进行双指剥离,寻找搏动显著的髂总动脉并挑起髂总动脉,触摸 L₅/S₁ 椎间隙左外侧面并在计算机辅助导航下将导针插入责任椎间隙 (图 1 c),安装 OLIF 通道的三个叶片、保护动静脉血管并轻轻牵开,使用固定臂将牵开器进行妥善固定 (图 1 d)。

在通道下逐步进行椎间隙的处理,所有的步骤都在导航辅助下逐步进行 (图 1 e)。椎间盘处理完成以后,通过 OLIF 通道使用水介质内镜对突出椎管

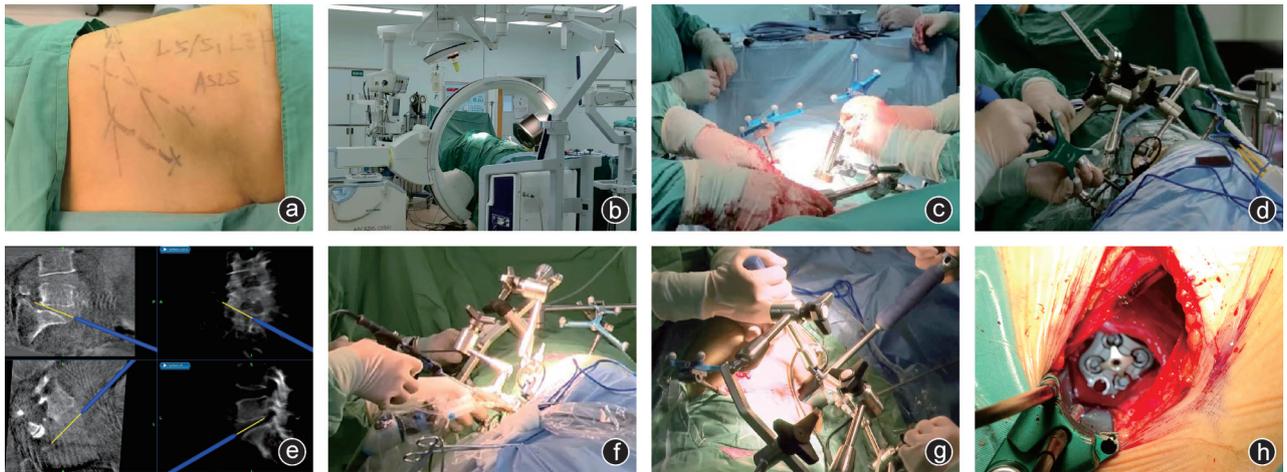


图1 手术流程 a:术中体位,取侧卧位,右侧在下左侧在上,标记手术切口;b:固定导航参考架,开始导航注册;c:在辅助导航下将导针插入椎间隙;d:安装通道并固定在手术台上;e:导航辅助下逐步进行椎间隙的处理;f:OLIF通道下通过椎间孔镜减压;g:OLIF通道置入椎间融合器;h:进行前路钉板系统内固定

腹侧的椎间盘进行处理(图1 f)。在椎间孔镜可视范围内处理椎间隙的后1/3部分及椎体后缘突出的椎间盘,直至减压满意。使用可弯曲的镜下髓核钳可以夹持突出到椎体后缘的椎间盘组织,扩大狭窄的椎管和侧隐窝;需要使用带角度的髓核钳处理向左侧突出的椎间盘。和常规的后路椎间孔镜术一样,在整个手术过程中,必要的时候使用射频消融电极。减压满意后,镜下通过Valsalva试验观察硬膜囊波动,确认椎管减压效果。撤离椎间孔镜设备,试模确定椎间隙大小并置入大小合适的椎间融合器(PEEK材料)(图1 g),视情况通过OLIF通道安放前路钉板系统或者后路使用经皮椎弓根钉棒系统进行内固定(图1 h)。

四、观察指标

观察指标包括责任椎体间高度、椎间孔高度、椎孔的矢状径、疼痛视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)评分、Oswestry功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI,采用50分制评分)、手术失血量、手术时间、下床时间、住院时间、椎间融合率(根据临床常用的腰椎融合的CT评价标准^[6],术后1年随访腰椎间CT显示的2级以上融合率)和椎间融合器下沉等。

结 果

25例病人均获1年以上随访,均未出现严重并发症;病人手术时间120~350 min,平均190 min;术中失血量50~500 mL,平均104 mL。术后24~96 h病人开始下床活动,平均54 h;住院时间9~15 d,平均10.6 d。术后1年随访期间腰椎CT显示2级以上(完全融合、坚固融合)融合率为92%(23/25),另外2例通过CT显示为“疑似未融合”,因病人腰背部局部无疼痛加重等不适、X线动力位片上无失稳等征象,嘱病人继续观察并按时复诊,无病人出现“未融合”CT表现。随访期间未出现椎间融合器下沉的CT表现。

从表1可见术后腰背痛VAS评分及腿痛VAS评分、ODI以及椎间高度、椎间孔高度、椎管矢状径均较术前明显改善(表1),术后1周、术后3个月、术后1年的各指标较术前均明显好转且在1年随访期间内维持稳定。

典型病例,男,62岁,主诉“腰痛伴右下肢疼痛麻木1年余,加重10天”,以右侧大腿、小腿后方疼痛显著;入院10天前因劳累上述症状加重。体检:右下肢直腿抬高试验呈阳性(50°),双下肢肌力和感觉未见异常。MRI显示L₅/S₁椎间盘突出,中央偏右,骶

表1 病人随访指标手术前后的变化($\bar{x}\pm s$)

指标	腰背痛VAS评分(分)	腿痛VAS评分(分)	ODI功能评分(分)	椎间高度(mm)	椎间孔高度(mm)	椎管矢状径(mm)
术前	5.00±0.82	5.25±0.50	37.50±5.42	10.80±1.26	17.43±1.51	14.13±1.22
术后1周	1.50±0.58*	1.75±0.50*	17.00±2.16*	14.40±2.23*	20.15±2.09*	20.08±3.02*
术后3个月	1.20±0.66*	1.25±0.79*	15.00±3.25*	13.40±2.56*	20.02±3.11*	20.29±2.53*
术后1年	1.05±0.75*	1.51±0.83*	12.23±1.78*	14.41±1.79*	18.45±2.97*	19.72±2.73*

注:术前比较,*P<0.05

1 右侧神经根受压,诊断为:腰椎间盘突出症(L₅/S₁)。采用导航辅助单一体位下 OLIF 间接减压联合内镜直接减压为病人行 L₅/S₁ 节段手术。病人手术前及随访期间图片资料见图 2~6。

讨 论

一、OLIF 手术不破坏腰椎 PLC

后路手术是目前腰椎融合手术的“金标准”^[7-8],然而通过后路进行腰椎融合手术,难免对脊柱 PLC (包括脊柱的棘上韧带、棘间韧带和黄韧带)造成一定程度的损伤^[9-10]。有研究认为 PLC 参与脊柱稳定性和神经的保护,PLC 约占脊柱稳定性的 30%~40%^[11]。

因 OLIF 不破坏腰背部肌肉和韧带,逐渐引起学者的重视并受到青睐^[12-14]。OLIF 入路以腰大肌和腹

主动脉的天然间隙作为操作窗口,一方面较大融合器可以增加黄韧带张力,增加椎间孔和椎管容积,实现间接减压^[15];另一方面较大融合器植骨量大(较 PLIF 和 TLIF),可提高椎间融合率^[3,16]。Zhao 等^[17]、Zhu 等^[18]通过比较 TLIF 和 OLIF 椎体间融合术治疗腰椎退行性疾病的中期随访结果表明,TLIF 和 OLIF 在治疗腰椎退行性疾病方面均显示出良好的中期疗效。而与 TLIF 相比,OLIF 在术后恢复、椎间隙高度和腰椎矢状平衡的改善以及早期椎间融合方面具有明显优势^[17-18]。

二、孔镜和 OLIF 手术相结合,充分弥补 OLIF 手术的局限

OLIF 手术原理主要通过间接减压缓解神经症状,无法直接去除硬膜囊及神经根前方引起神经受压的椎间盘,而难以直接完成椎管腹侧减压^[19]。正



图2 术前影像学表现 a,b:术前腰椎正侧位X线片;c,d:MRI矢状位及横断位示L₅/S₁椎间盘突出右侧并侧隐窝狭窄;e,f:CT软组织窗及骨窗示L₅/S₁椎间盘突出伴右侧侧隐窝狭窄,伴有轻度钙化



图3 术后1周影像学表现,椎间融合器、前路内固定板位置良好;L₅/S₁层面椎管通畅,侧隐窝狭窄解除 a,b:腰椎正、侧位X线片示前路钢板位置良好;c,d:CT矢状位及横断位示椎间融合器及前路钢板位置良好,CT横断面示侧隐窝狭窄减压彻底;e,f:MRI矢状位及横断位示椎管通畅,侧隐窝狭窄减压彻底

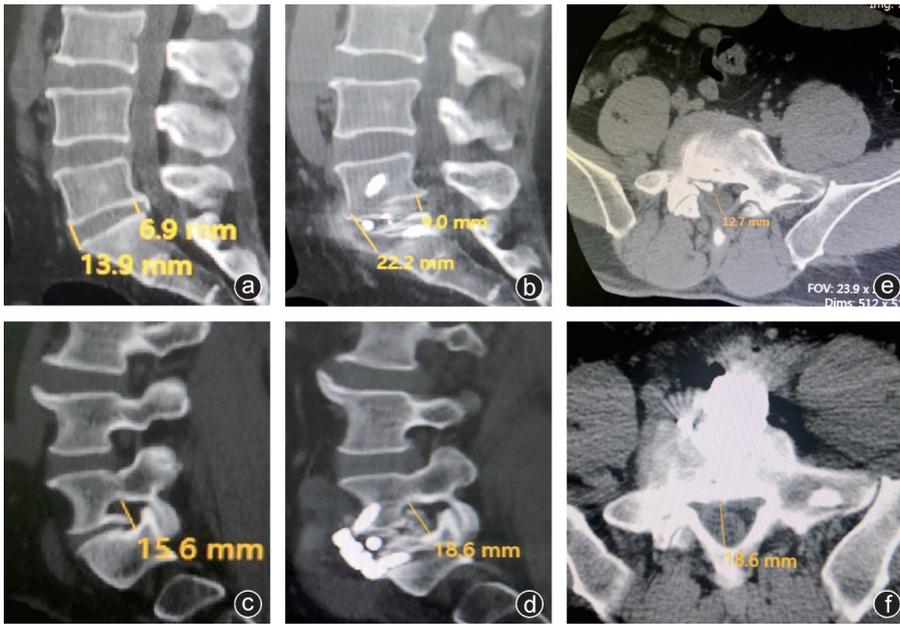


图4 术后1周和术前的影像学指标比较,椎间高度、椎间孔高度和椎管矢状径均较术前明显改善 a、b:CT矢状位示术后椎间隙高度较术前明显增加,前后缘平均值由术前的10.4 mm到术后的15.6 mm;c、d:CT矢状位示术后椎孔高度较术前明显增加,由术前的15.6 mm到术后的18.6 mm;e、f:CT横断位示术后椎管矢状径较术前明显增加,由术前的12.7 mm到术后的18.6 mm

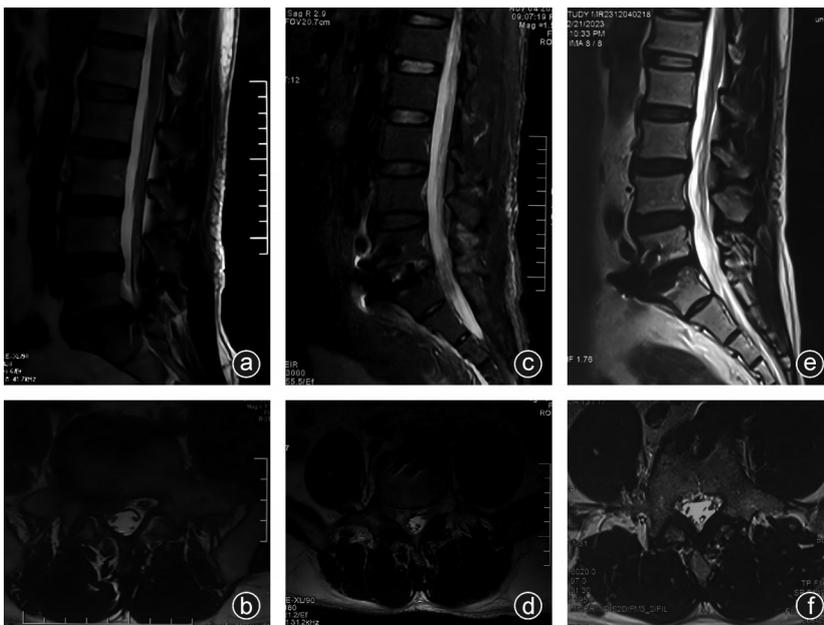


图5 MRI检查术前、术后1周、术后1年的减压效果比较,术后椎管内减压效果保持稳定 a、b:术前MRI矢状位及横断位示L₅/S₁椎间盘突出右侧并侧隐窝狭窄;c、d:术后1周MRI示L₅/S₁水平椎管通畅,侧隐窝狭窄减压彻底;e、f:术后1年MRI示L₅/S₁水平椎管通畅,侧隐窝无狭窄。和术后1周比较无明显变化,1年随访期间减压效果保持稳定

是由于OLIF手术明显的局限性是无法完成彻底直接减压,对于椎间盘突出引起的硬膜囊腹侧的受压则是OLIF手术的禁忌证^[20]。因此,OLIF手术具有明显的优点,但是也存在相对的局限性。基于此,能否突破OLIF手术的局限,充分发挥OLIF手术的优势,学者们展开了积极的探索和尝试。理论上讲,OLIF结合内镜手术可以充分发挥OLIF手术的优势,同时也可以补充OLIF手术的不足之处。

三、相关文献的回顾和经验借鉴

为了发挥OLIF和内镜手术相结合的优势,不同的学者尝试了不同的方法。Deng等^[21]为腰椎间盘突出合并腰椎不稳定的病人进行手术治疗,先在局

麻下行后路经皮内镜手术,而后变换体位在全麻下行OLIF手术。研究结果发现与MIS-TLIF相比,OLIF和内镜手术相结合能够实现满意的减压和融合,同时减少多裂肌损伤和术后下腰痛。但是这种手术方案需要变换体位、变换麻醉方式。

Zhou等^[22]回顾性比较采用经皮椎间孔镜联合OLIF(PTES-OLIF)和MIS-TLIF治疗伴有神经症状的腰椎滑脱病人。两种治疗方法的长期临床疗效和并发症发生率相当。研究认为PTES-OLIF术式几乎不会破坏脊柱旁肌肉和骨结构。

同样,为了避免后路开放手术对PLC的损伤,Du等^[23]曾于2020年提出了一种假设,即通过OLIF



图6 术后1周、1年融合效果,术后1年椎间融合 a、b:术后1周X线正、侧位片示L₅/S₁椎间融合器及前路钢板位置良好;c、d:术后1周CT冠状位及矢状位示L₅/S₁椎间融合器及前路钢板位置良好;e、f:术后1年X线正、侧位片示L₅/S₁椎间融合器及前路钢板位置良好;g、h:术后1年CT冠状位及矢状位示L₅/S₁椎间融合器及前路钢板位置良好,椎间可见骨长入

联合脊柱内镜,可以实现良好的腰椎管减压。不同于以前的手术方法,该假设是通过一个OLIF手术切口,同时实现椎间融合和内镜下减压。Jia等^[24]于2022年在10例重度腰椎管狭窄症病人身上进行了验证,OLIF和内镜相结合可以一次性实现腰椎椎管的完全腹侧减压和腰椎的牢固融合。

同样,有研究^[25]通过OLIF手术路径,借助脊柱内镜和带角度的镜下工具等,在直视下将椎间隙后方的椎间盘组织彻底切除,去除椎管前方致压物;同时可去除侧后方椎间盘组织并磨除侧后方椎体后缘的骨赘,实现侧隐窝的直接减压。和前面的研究相似,Kim等^[26]进行了OLIF手术,通过内镜直接减压治疗表现为马尾综合征的巨大腰椎间盘突出症,在2例病人中成功实现了神经减压。另一项研究^[27]通过OLIF结合内镜下椎间盘切除术,实现了直接神经减压,而无需进行后路手术。

四、精准导航的意义

传统OLIF术中以便后方椎弓螺钉的置入需将病人从侧卧位调整为俯卧位,增加了手术时间及麻醉风险^[28]。计算机导航辅助行OLIF,通过单一体位完成手术,不但可以缩短手术时间,同时可以避免因变换体位而引起的相关并发症。

导航下全程可视化操作快速精确,安全性高,无需反复透视,缩短手术时间^[29]。我们前期的研究表明导航辅助下OLIF联合内镜减压治疗L₅/S₁椎间盘突出伴椎管狭窄将内镜直接减压和OLIF微创融合

优势相结合,取得了初步满意疗效^[30]。本研究中同时、同一体位、同一通道下实现椎间处理和内镜下髓核摘除,得益于精准的计算机辅助导航的应用。

五、手术经验总结和展望

功能和影像学随访结果显示导航辅助下OLIF结合孔镜手术具有良好的手术效果和安全性。本研究25例病人的初步临床研究表明导航辅助OLIF联合内镜减压治疗腰椎间盘突出症具有明显的优势。该术式显著的降低PLC的损伤;病人可以早期下床活动,缩短康复时间。借助于导航辅助技术,术中精准定位,确保手术器械准确到达责任间隙;而且在不改变体位的情况下可以准确实施斜外侧椎间隙处理、椎间孔镜下减压和内固定。通过OLIF手术路径,可以有效地实现间接减压,而且大体积的Cage可以有效促进椎间融合率。通过内镜技术,医生可以直接处理突出的椎间盘,实现直接减压。导航辅助、斜外侧入路、椎间孔镜相结合,可以达到有效的微创融合和彻底的神经减压。

本研究是25例病例的总结,病例量较少且缺乏有效临床对照。有待于我们后期设计大宗病例的前瞻性对照研究,提供有意义的循证医学证据。

参 考 文 献

- [1] 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.
- [2] Silvestre C, Mac-Thiong JM, 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.
- [3] 张帆, 马晓生, 夏新雷, 等. 体位改变对腰椎前斜入路通道影响的影像学分析[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2016, 26(4): 310-315.
- [4] 蔡俊, 陶意, 张亮, 等. 斜外侧腰椎椎间融合术与 Quadrant 通道下改良后路腰椎椎间融合术治疗腰椎管狭窄症合并腰椎不稳的疗效比较[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2020, 30(7): 604-612.
- [5] 郝璐, 刘军辉, 陈意磊, 等. Pivox 固定系统在斜外侧腰椎椎间融合术治疗单节段腰椎疾患中的临床应用[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2024, 34(6): 568-575.
- [6] Xi X, Zeng ZL, Li FP, et al. Caudal insertion of pedicle screws facilitates interbody distraction during spondylolisthetic vertebrae restoration: a retrospective study[J]. *Pain Ther*, 2021, 10(2): 1537-1550.
- [7] Patel NP, Birch BD, DeMent SE, et al. The mini-open anterolateral approach for degenerative thoracolumbar disease[J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2010, 112(10): 853-857.
- [8] de Kunder SL, Rijkers K, Caelers IJM, et al. Lumbar interbody fusion: a historical overview and a future perspective[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2018, 43(16): 1161-1168.
- [9] Garfin SR, Bell GR, Fischgrund JS, et al. Rothman-Simeone and Herkowitz's the spine[M]. 7th ed. Philadelphia (PA): Elsevier, 2018.
- [10] Burke JF, Scheer JK, Lau D, et al. Failure in adult spinal deformity surgery: a comprehensive review of current rates, mechanisms, and prevention strategies[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2022, 47(19): 1337-1350.
- [11] Bizdikian AJ, El Rachkidi R. Posterior ligamentous complex injuries of the thoracolumbar spine: importance and surgical implications[J]. *Cureus*, 2021, 13(10): e18774.
- [12] Kim JS, Jung B, Lee SH. Instrumented minimally invasive spinal-transforaminal lumbar interbody fusion (mis-tlif): minimum 5-year follow-up with clinical and radiologic outcomes[J]. *Clin Spine Surg*, 2018, 31(6): E302-E309.
- [13] Abe K, Orita S, Mannoji C, et al. Perioperative complications in 155 patients who underwent oblique lateral interbody fusion surgery: perspectives and indications from a retrospective, multicenter survey[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2017, 42(1): 55-62.
- [14] Nakashima H, Kanemura T, Satake K, et al. Indirect decompression on MRI chronologically progresses after immediate postlateral lumbar interbody fusion: the results from a minimum of 2 years follow-up[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2019, 44(24): E1411-E1418.
- [15] Abbasi A, Khaghany K, Orandi V, et al. Clinical and radiological outcomes of oblique lateral lumbar interbody fusion[J]. *Cureus*, 2019, 11(2): e4029.
- [16] Kim JS, Choi WS, Sung JH. 314 minimally invasive oblique lateral interbody fusion for L4-5: clinical outcomes and perioperative complications[J]. *Neurosurgery*, 2016, 63: 190-191.
- [17] Zhao L, Xie T, Wang X, et al. Comparing the medium-term outcomes of lumbar interbody fusion via transforaminal and oblique approach in treating lumbar degenerative disc diseases[J]. *Spine J*, 2022, 22(6): 993-1001.
- [18] Zhu HF, Fang XQ, Zhao FD, et al. Comparison of oblique lateral interbody fusion (OLIF) and minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (MI-TLIF) for treatment of lumbar degeneration disease: a prospective cohort study[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2022, 47(6): E233-E242.
- [19] Phan K, Maharaj M, Assem Y, et al. Review of early clinical results and complications associated with oblique lumbar interbody fusion (OLIF)[J]. *J Clin Neurosci*, 2016, 31: 23-29.
- [20] Allain J, Dufour T. Anterior lumbar fusion techniques: ALIF, OLIF, DLIF, LLIF, IXLIF[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2020, 106(1S): S149-S157.
- [21] Deng C, Feng H, Ma X, et al. Comparing oblique lumbar interbody fusion with lateral screw fixation and percutaneous endoscopic transforaminal discectomy (OLIF-PETD) and minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (MIS-TLIF) for the treatment of lumbar disc herniation complicated with lumbar instability[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2022, 23(1): 1104.
- [22] Zhou T, Fan W, Gu Y, 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.
- [23] Du C, Wu T, Mao T, et al. From clinic to hypothesis, an innovative operation for the treatment of lumbar spinal stenosis in a minimal invasive way[J]. *Med Hypotheses*, 2020, 144: 110007.
- [24] Jia F, Dou X, Liu Y, et al. Oblique lateral endoscopic decompression and interbody fusion for severe lumbar spinal stenosis: technical note and preliminary results[J]. *Orthop Surg*, 2022, 14(12): 3400-3407.
- [25] Genevay S, Chevallier-Ruggeri P, Faundez A. [Lumbar spinal stenosis: clinical course, pathophysiology and treatment][J]. *Rev Med Suisse*, 2012, 8(332): 585-586, 588-589.
- [26] Kim JS, Seong JH. Endoscope-assisted oblique lumbar interbody fusion for the treatment of cauda equina syndrome: a technical note[J]. *Eur Spine J*, 2017, 26(2): 397-403.
- [27] Heo DH, Kim JS. Clinical and radiological outcomes of spinal endoscopic discectomy-assisted oblique lumbar interbody fusion: preliminary results[J]. *Neurosurg Focus*, 2017, 43(2): E13.
- [28] Blizzard DJ, Thomas JA. MIS Single-position lateral and oblique lateral lumbar interbody fusion and bilateral pedicle screw fixation: feasibility and perioperative results[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2018, 43(6): 440-446.
- [29] 任坤, 董鑫, 李爽, 等. 导航下单体位斜外侧椎间融合联合经椎弓根螺钉固定治疗腰椎退行性疾病的疗效[J]. *生物骨科材料与临床研究*, 2023, 20(4): 40-45.
- [30] 赵海恩, 任坤, 董鑫, 等. 单一体位下斜外侧腰椎椎间融合术联合椎间孔镜下减压治疗 L5、S1 椎间盘突出伴椎管狭窄四例[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2024, 38(7): 896-898.

(收稿日期: 2024-07-29)

(本文编辑: 龚哲妮)

引用格式

赵海恩, 董鑫, 任坤, 等. 计算机导航辅助单一体位下斜外侧椎间融合术联合内镜治疗腰椎间盘突出症合并腰椎管狭窄症的初步应用[J]. *骨科*, 2024, 15(5): 410-416. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2024.05.005.