

单侧双通道内镜技术治疗腰椎管狭窄症合并退行性脊柱侧弯的 2 种入路的比较研究*

于先凯 赵加庆 任佳彬 王志凌^① 苏炜良 李 瑞 耿晓鹏**

(滨州医学院附属医院脊柱外科, 滨州 256600)

【摘要】 目的 探讨单侧双通道内镜技术(unilateral biportal endoscopy, UBE)凹、凸侧 2 种入路治疗腰椎管狭窄症合并退行性脊柱侧弯(lumbar spinal stenosis with degenerative scoliosis, LSS-DS)的疗效。**方法** 回顾性分析我院 2020 年 10 月 ~ 2021 年 9 月 68 例凹侧症状 LSS-DS, 以患者侧弯方向分为凹、凸侧, 行凹侧入路单侧双通道内镜 32 例(凹侧入路组)或凸侧入路单侧双通道内镜 36 例(凸侧入路组), 比较 2 组手术时间、关节突关节保留率、疼痛视觉模拟评分(Visual Analogue Scale, VAS)、Oswestry 功能障碍指数(Oswestry Disability Index, ODI)、改良 MacNab 标准、术前后腰椎 Cobb 角、局部 Cobb 角及腰椎前凸角。**结果** 所有患者均顺利完成手术。凹侧入路组手术时间明显短于凸侧入路组($t = -9.190, P = 0.000$);凹、凸侧入路组小关节突关节保留率分别为 $(85.74 \pm 2.95)\%$ 、 $(84.75 \pm 1.88)\%$, 差异无显著性($t = 1.659, P = 0.102$)。2 组患者随访 (12.1 ± 3.2) 月, 与术前比较, 术后 2 组腰腿痛 VAS 评分和 ODI 均显著降低($P < 0.05$), 2 组间差异均无统计学意义($P > 0.05$)。按照改良 MacNab 标准, 凹侧入路组优良率 90.6% (29/32), 凸侧入路组优良率 94.4% (34/36), 差异无显著性($Z = -0.389, P = 0.697$)。末次随访 2 组术后腰椎 Cobb 角、局部 Cobb 角及腰椎前凸角与术前差异无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** 凹、凸侧 2 种入路 UBE 均可有效治疗 LSS-DS, 对腰椎稳定性影响均较小且无明显差异, 直接症状侧入路可显著缩短手术时间, 降低手术风险。

【关键词】 腰椎管狭窄症; 退行性脊柱侧弯; 单侧双通道内镜技术

文献标识:A 文章编号:1009-6604(2023)11-0807-06

doi:10.3969/j.issn.1009-6604.2023.11.002

Comparison of Two Approaches of Unilateral Biportal Endoscopic Treatment for Lumbar Spinal Stenosis Complicated With Degenerative Scoliosis Yu Xiankai, Zhao Jiaqing, Ren Jiabin, et al. Department of Spinal Surgery, Affiliated Hospital of Binzhou Medical College, Binzhou 256600, China

Corresponding author: Geng Xiaopeng, E-mail: gengxiaopeng1970@163.com

【Abstract】 Objective To investigate the difference of curative effect between concave and convex approaches of unilateral biportal endoscopy (UBE) in the treatment of lumbar spinal stenosis with degenerative scoliosis (LSS-DS). **Methods** A retrospective analysis was conducted on 68 patients with LSS-DS with concave side symptoms admitted to our hospital from October 2020 to September 2021. The patients were classified into concave side or convex side according to the direction of scoliosis, among which 32 patients underwent concave approach unilateral biportal endoscopy (concave approach group) and 36 patients underwent convex approach unilateral biportal endoscopy (convex approach group). The operation time, percentage of preserved facet, preoperative and postoperative visual analogue scale (VAS) and Oswestry disability index (ODI), modified MacNab criteria, as well as preoperative and postoperative lumbar Cobb angle, local Cobb angle, and lumbar lordosis angle of the two groups were compared. **Results** All the patients received the operation smoothly. The operative time of the concave approach group was significantly shorter than that of the

* 基金项目:山东省自然科学基金资助项目(ZR2017LH020)

** 通讯作者, E-mail: gengxiaopeng1970@163.com

① (滨州医学院烟台附属医院骨科, 烟台 264000)

convex approach group ($t = -9.190$, $P = 0.000$). The percentage of preserved facet was $(85.74 \pm 2.95)\%$ in the concave approach group and $(84.75 \pm 1.88)\%$ in the convex approach group, having no significant significance ($t = 1.659$, $P = 0.102$). Both groups were followed up for (12.1 ± 3.2) months. As compared to preoperation, the VAS score of low back and leg pain and ODI in both groups significantly decreased after surgery ($P < 0.05$), and there was no statistically significant difference between the two groups ($P > 0.05$). According to the modified MacNab criteria, the excellent and good rate was 90.6% (29/32) in the concave approach group and 94.4% (34/36) in the convex approach group, with no significant difference ($Z = -0.389$, $P = 0.697$). At the last follow-up, there was no significant difference in the Cobb angle, local Cobb angle and lumbar lordosis angle between the two groups ($P > 0.05$). **Conclusions** Both concave and convex approaches of UBE can effectively treat LSS-DS, and the two approaches have little influence on the stability of lumbar spine with no significant difference. Direct symptomatic approach can significantly shorten the operation time and reduce the risk of surgery.

【Key Words】 Lumbar spinal stenosis; Degenerative scoliosis; Unilateral biportal endoscopy

腰椎管狭窄症合并退行性脊柱侧弯 (lumbar spinal stenosis with degenerative scoliosis, LSS-DS) 是后天性脊柱退变而出现冠状位 Cobb 角 $> 10^\circ$ 的侧弯, 且合并腰椎中央椎管、侧椎管或神经根管腔内径不同程度的狭窄, 表现为腰腿疼痛、下肢乏力、间歇性跛行等临床症状, 当保守治疗无效或严重影响生活时可考虑手术治疗^[1-3]。LSS-DS 患者 Cobb 角 $> 30^\circ$, 通常行矫形融合手术; Cobb 角 $10^\circ \sim 30^\circ$, 可行单纯减压手术^[4-7]。近年来, 单侧双通道内镜技术 (unilateral biportal endoscopy, UBE) 快速发展, 目前已广泛应用于腰椎间盘突出、胸腰椎管狭窄及腰椎不稳需要椎间融合等复杂病例的脊柱内镜治疗^[8-11]。我们行 UBE 治疗单纯腰椎管狭窄症 (lumbar spinal stenosis, LSS) 体会到当行凸侧入路 UBE 对凹侧进行减压时, 操作难易度比直接症状侧入路大大升高, 且在探查凹侧减压是否充分时需要频繁拨开神经根及硬膜囊, 增加神经损伤机会^[12]。随着经验水平的不断提高, 潜行减压技术使所开骨窗越来越小, 关节突关节的去除也越来越少, 且凸侧症状患者凸侧入路手术疗效明确, 我们开始研究凹侧症状 LSS-DS 患者直接症状侧入路减压及对侧入路减压对腰椎稳定性的影响^[7]。本研究回顾性分析 2020 年 10 月 ~ 2021 年 9 月我院采用凹、凸侧入路 UBE 治疗 68 例凹侧症状 LSS-DS 的临床资料, 旨在探讨凹、凸侧入路的疗效差异及对腰椎结构稳定性的影响。

1 临床资料与方法

1.1 一般资料

本组 68 例, 男 26 例, 女 42 例。年龄 (62.2 ± 10.9) 岁。临床表现为单侧下肢放射痛伴间歇性跛

行, 行走距离 < 200 m。均行腰椎 CT、MRI 和腰椎正侧位及动力位检查, 确定腰痛及单侧下肢痛由责任节段引起, $L_{2/3}$ 7 例, $L_{3/4}$ 15 例, $L_{4/5}$ 46 例, 均为腰椎管狭窄症合并退行性脊柱侧弯。术前医生与患者充分沟通 2 种术式的优缺点及并发症, 患者自行选择手术方式, 其中 32 例选择凹侧入路 UBE (凹侧入路组), 36 例选择凸侧入路 UBE (凸侧入路组)。2 组患者一般资料比较差异无显著性 ($P > 0.05$), 有可比性, 见表 1。

病例选择标准: ①明显腰腿疼痛、下肢乏力或间歇性跛行, 且保守治疗无效, 严重影响生活; ②均为凹侧症状; ③X 线示腰椎 Cobb 角 $10^\circ \sim 30^\circ$ ^[4]; ④辅助检查明确提示单节段腰椎管狭窄。排除标准: ①特发性脊柱侧弯; ②合并腰椎滑脱; ③巨大椎间盘突出、结核、肿瘤等引起的腰椎管狭窄; ④身体质量差, 不耐受手术。

1.2 方法

以 $L_{4/5}$ 节段为例。2 组患者均采用气管内插管全麻静吸复合麻醉, 取俯卧位, 腹部悬空。常规术区皮肤消毒、铺巾。利用注射器针头透视定位 $L_{4/5}$ 椎间隙^[8]。入路侧棘突旁开 1 cm, 于责任椎间隙水平首尾侧各 1.5 cm 处做约 1.0 cm 大小横切口, 切至深筋膜, 逐级套管扩张。分别置入内镜和镜下等离子电极, 处理椎板间软组织, 清晰显露 L_4 椎板下缘、 L_5 椎板上缘及同侧关节突关节 (关节突关节因肥厚退变增生, 关节突关节的显露并不容易, 可在显露椎板间隙后利用初级扩张导管锚定后透视)。

凹侧入路组: 视手术情况适当调整手术台。用动力磨钻 (直径 4 mm, 贵州梓锐科技有限公司, 型号: QMTA40J-YC, 批文号: 黔/贵遵械备 20190020

表 1 2 组患者一般资料比较($\bar{x} \pm s$)

组别	年龄(岁)	性别		BMI	节段			ASA 分级		合并症*
		男	女		L _{2/3}	L _{3/4}	L _{4/5}	I 级	II 级	
凹侧入路组($n=32$)	63.1 ± 10.6	12	20	21.21 ± 3.22	4	6	22	25	7	7
凸侧入路组($n=36$)	61.4 ± 11.3	14	22	22.41 ± 3.72	3	9	24	30	6	6
$t(\chi^2)$ 值	$t=0.616$	$\chi^2=0.014$		$t=-1.406$	$\chi^2=0.597$			$\chi^2=0.297$		$\chi^2=0.297$
P 值	0.540	0.906		0.164	0.742			0.586		0.856
组别	腰腿痛 VAS 评分(分)	术前 ODI(%)		术前 Cobb 角(°)	术前局部 Cobb(°)		术前腰椎前凸角(°)			
凹侧入路组($n=32$)	6.0 ± 0.9	62.31 ± 3.09		13.11 ± 2.46	5.13 ± 1.21		14.15 ± 2.49			
凸侧入路组($n=36$)	6.0 ± 1.3	62.00 ± 2.70		12.95 ± 2.64	5.32 ± 1.15		14.01 ± 2.74			
$t(\chi^2)$ 值	$t=-0.213$	$t=0.444$		$t=0.252$	$t=-0.671$		$t=0.208$			
P 值	0.832	0.658		0.802	0.505		0.836			

* 凹侧入路组:2 例糖尿病,5 例原发性高血压;凸侧入路组:1 例糖尿病,5 例原发性高血压

VAS:视觉模拟评分;ODI:Oswestry 功能障碍指数

号)磨除凹侧棘突根部及上下椎板部分骨质,使骨窗尽量靠近中线,减少对凹侧关节突关节的磨除。先探寻上下椎板黄韧带附着处,咬骨钳咬除大部分黄韧带,后探查黄韧带外侧附着点,咬骨钳咬除关节突关节内侧少许骨质,尽可能保留更多关节囊,显露并松解神经根,即为潜行减压。探查见减压彻底后退出内镜及工作套管,切口处缝合,无菌包扎。

凸侧入路组:用动力磨钻磨除凸侧棘突根部及上下椎板部分骨质,使骨窗尽量靠近中线,减少对凸侧关节突关节的磨除。显露中线处黄韧带,向凹侧磨除 L₄ 椎板及 L₅ 椎板腹侧面,暴露凹侧关节突关节,在黄韧带保护下磨除其少量骨质,用咬骨钳咬除黄韧带,显露并松解神经根,即为潜行减压。探查见减压彻底后退出内镜及工作套管,切口处缝合,无菌包扎。

1.3 观察指标

手术时间(内镜进入至内镜退出的时间)、关节突关节保留率[参考 Matsumura 等^[6]测量方法,采用 image J 测量关节突关节的关节面重叠区曲线长度,关节突关节保留率=(术后关节突关节的关节面重叠区曲线长度/术前关节突关节的关节面重叠区曲线长度) × 100%];腰腿痛视觉模拟评分(Visual Analogue Scale, VAS)、Oswestry 功能障碍指数(Oswestry Disability Index, ODI)及改良 MacNab 标准评价临床疗效;影像学腰椎 Cobb 角、局部 Cobb 角及腰椎前凸角评价腰椎稳定性。

1.4 统计学处理

采用 SPSS26.0 软件对数据进行统计分析。正

态分布的计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用独立样本 t 检验、重复测量方差分析和配对 t 检验;计数资料采用 χ^2 检验。 $P<0.05$ 认为差异有统计学意义。

2 结果

2 组均顺利完成手术(图 1、2 分别为凹、凸侧入路)。凸侧入路组 2 例术中出现硬脊膜撕裂,保守治疗后未发生脑脊液漏。2 组均未出现永久性神经根损伤、感染及椎旁血肿等严重并发症。凸侧入路组手术时间明显长于凹侧入路组,末次随访 2 组关节突关节保留率差异无显著性($P>0.05$),见表 2。2 组患者随访(12.1 ± 3.2)月,与术前比较,术后 2 组腰腿痛 VAS 评分和 ODI 均显著降低($P<0.05$),但 2 组间差异均无统计学意义($P>0.05$),见表 3。根据改良 MacNab 标准,凹侧入路组优 28 例,良 1 例,可 2 例,差 1 例,优良率 90.6%;凸侧入路组优 31 例,良 3 例,可 1 例,差 1 例,优良率 94.4%,2 组比较差异无显著性($Z=-0.389$, $P=0.697$)。末次随访时 2 组术后腰椎 Cobb 角、局部 Cobb 角及腰椎前凸角较术前差异均无统计学意义($P>0.05$),见表 4。

表 2 2 组手术指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	手术时间(min)	末次随访关节突关节保留率(%)
凹侧入路组($n=32$)	54.1 ± 10.1	85.74 ± 2.95
凸侧入路组($n=36$)	77.7 ± 10.9	84.75 ± 1.88
t 值	-9.190	1.659
P 值	0.000	0.102

表 3 2 组患者术前后腰腿疼 VAS 评分和 ODI 比较($\bar{x} \pm s$)

组别	腰腿痛 VAS 评分(分)			
	术前	术后 1 个月	术后 6 个月	末次随访
凹侧入路组($n=32$)	6.0 ± 0.9	2.18 ± 1.22	1.59 ± 0.87	1.50 ± 0.95
凸侧入路组($n=36$)	6.0 ± 1.3	1.94 ± 1.09	1.52 ± 0.94	1.58 ± 0.84
F, P 值	$F_{\text{组间}}=0.046, P_{\text{组间}}=0.831; F_{\text{时间}}=277.707, P_{\text{时间}}=0.000; F_{\text{组间} \times \text{时间}}=1.032, P_{\text{组间} \times \text{时间}}=0.384$			
组别	ODI(%)			
	术前	术后 1 个月	术后 6 个月	末次随访
凹侧入路组($n=32$)	62.31 ± 3.09	25.00 ± 3.90	17.37 ± 2.23	14.18 ± 2.05
凸侧入路组($n=36$)	62.00 ± 2.70	24.38 ± 3.16	16.94 ± 2.26	14.44 ± 1.79
F, P 值	$F_{\text{组间}}=0.362, P_{\text{组间}}=0.549; F_{\text{时间}}=5621.997, P_{\text{时间}}=0.000; F_{\text{组间} \times \text{时间}}=0.613, P_{\text{组间} \times \text{时间}}=0.609$			

VAS:视觉模拟评分;ODI:Oswestry 功能障碍指数

腰腿痛 VAS 评分 2 组术后 6 个月与末次随访差异均无显著性($P>0.05$),其他时点两两比较差异均有显著性($P<0.05$);ODI 2 组内不同时点两两比较差异均有显著性($P<0.05$)

表 4 2 组患者术前后影像学指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	腰椎 Cobb 角		t, P 值
	术前	末次随访	
凹侧入路组($n=32$)	13.11 ± 2.46	12.97 ± 2.61	-1.704, 0.098
凸侧入路组($n=36$)	12.95 ± 2.64	13.05 ± 2.69	1.607, 0.117
t 值	0.252	-0.121	
P 值	0.802	0.904	
组别	局部 Cobb 角		t, P 值
	术前	末次随访	
凹侧入路组($n=32$)	5.13 ± 1.21	5.16 ± 1.20	-0.393, 0.697
凸侧入路组($n=36$)	5.32 ± 1.15	5.26 ± 1.13	0.668, 0.509
t 值	-0.671	-0.350	
P 值	0.505	0.727	
组别	腰椎前凸角		t, P 值
	术前	末次随访	
凹侧入路组($n=32$)	14.15 ± 2.49	14.06 ± 2.40	-1.806, 0.081
凸侧入路组($n=36$)	14.01 ± 2.74	14.14 ± 2.58	1.637, 0.111
t 值	0.208	-0.145	
P 值	0.836	0.885	

3 讨论

发生脊柱退变侧弯时,脊柱应力发生改变,凹侧所承受的纵向应力比凸侧大,为更好的抵抗或传导应力,凹侧应力集中区(椎间盘、关节突关节及其关节囊等)极易发生退变、增生或肥厚,导致中央椎管、侧椎管或神经根管腔狭窄,进而导致神经根性症状或狭窄症状,保守治疗无效或严重影响生活时可考虑手术治疗^[12,13]。单纯开放减压适应证需为相邻节段椎间孔狭窄导致的畸形凸面神经根痛患者,凸侧入路单纯减压术以保证脊柱后方结构的稳定性^[7]。

LSS-DS 患者凹侧症状往往比凸侧症状更严重^[12]。我们考虑到当症状侧为凹侧时,无论凸侧入路还是凹侧入路,均需要对凹侧应力区结构进行部

分去除,尤其是关节突关节及其关节囊。Pao 等^[14]认为只要对其去除适量,保证关节突关节保留 50%以上,不会对脊柱后方结构稳定性造成影响,还能提高操作便携度及安全性,因此,认为直接症状侧入路在理论上是可行的。

近年来,脊柱微创快速发展,UBE 在处理椎管狭窄时精确度高且范围小,操作通道通过椎板间隙进入椎管不需要对深层肌肉进行剥离,也不会过多破坏脊柱后方韧带复合体,因此,UBE 无论凹侧或凸侧入路均可使减压节段最大程度地保持稳定性。在进行凸侧入路或凹侧入路减压时,为保留更多同侧关节突关节,通过磨除更多棘突根部骨质,可使骨窗向对侧移动,以避免过多破坏同侧关节囊^[14]。但我们认为尽管凸侧入路可在避免关节突关节过多破坏的同时达到有效减压,但凸侧入路对中线深面骨质及凹侧椎板内面骨质的磨除使手术时间明显延长,且凸侧入路需要频繁的拨动硬膜囊,增加神经根损伤的可能性(图 4)。凸侧入路组术中频繁拨动硬膜囊造成 2 例硬膜囊撕裂,凹侧入路组未发生,考虑本研究样本量较少,有待进一步研究。本研究显示凹侧入路组手术时间明显短于凸侧入路组($t=-9.190, P=0.000$),且 2 组腰腿痛 VAS 评分、ODI 均较术前明显改善($P<0.05$),但 2 组间差异无统计学意义($P>0.05$)。影像学上,2 组腰椎 Cobb 角、局部 Cobb 角及腰椎前凸角较术前均无明显差异($P>0.05$)。因此,对于凹侧症状 LSS-DS 患者,行凹侧入路 UBE 既能保证脊柱后方稳定性,又能取得良好的手术疗效,同时又能缩短手术时间,降低手术风险,证实了我们设想。

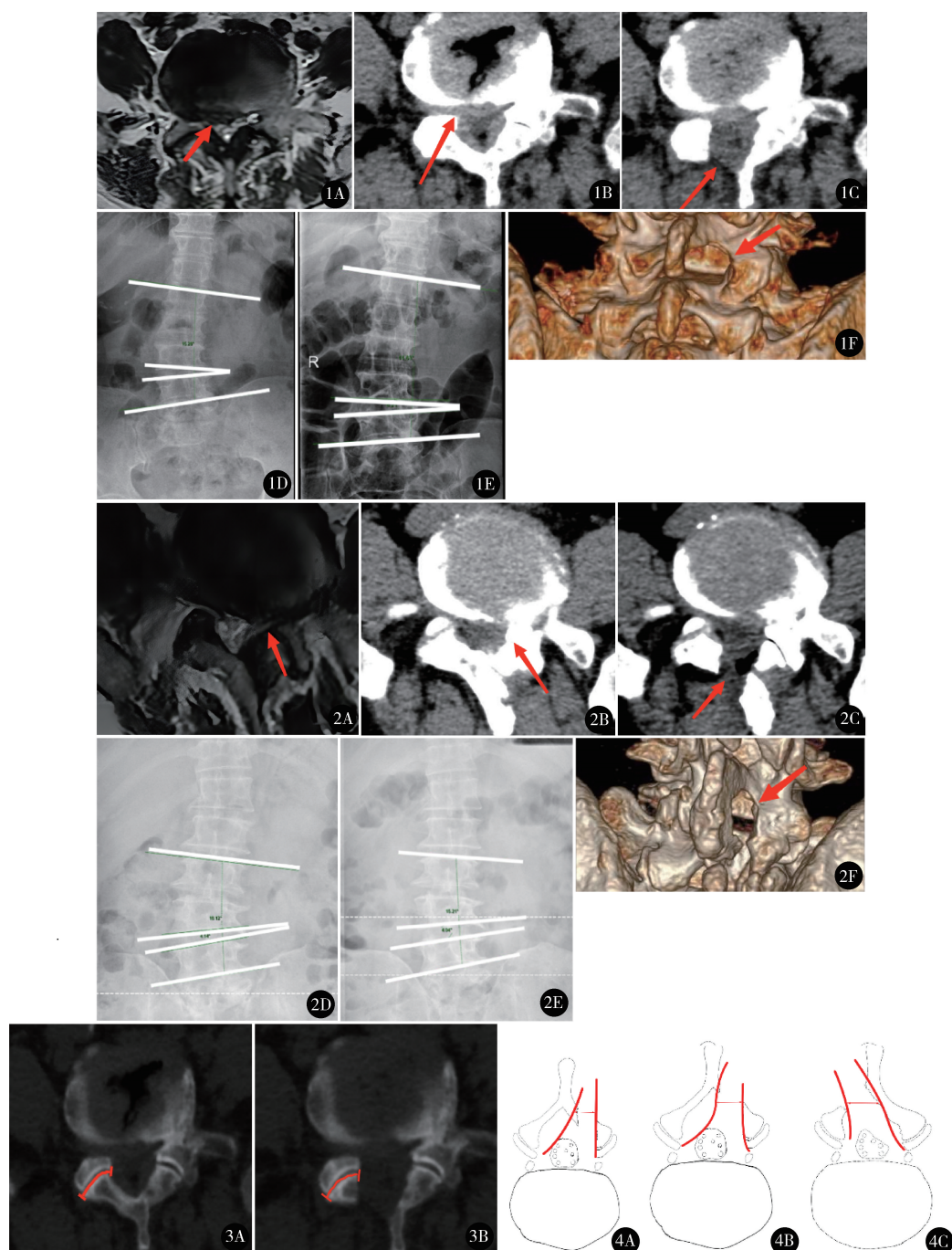


图1 女,63岁,腰痛伴左下肢麻木3个月,诊断为LSS-DS,行凹侧入路UBE A,B.术前 $L_{4/5}$ MR及CT轴位像示硬膜囊及右侧神经根受压;C.术后 $L_{4/5}$ CT轴位,箭头示手术磨除区域;D.术前腰椎正位测量腰椎Cobb角及局部Cobb角;E.术后腰椎正位测量腰椎Cobb角及局部Cobb角;F.术后腰椎两维重建,箭头示手术磨除区域 图2 男,57岁,腰痛伴左下肢麻木5个月,诊断为LSS-DS,行凸侧入路UBE A,B.术前 $L_{4/5}$ MR及CT轴位示硬膜囊左侧神经根受压;C.术后 $L_{4/5}$ CT轴位,箭头示手术磨除区域;D.术前腰椎正位测量腰椎Cobb角及局部Cobb角;E.术后腰椎正位测量腰椎Cobb角及局部Cobb角;F.术后腰椎二维重建,箭头示手术磨除区域 图3 利用image J软件测量同截面轴位CT术前与术后关节突关节重叠区曲线长度 图4 A.凹侧入路示意图,对于严重椎管狭窄患者,UBE凹侧直接减压术对关节突关节过度破坏不可避免;B.凹侧入路示意图,磨除更多棘突根部骨质会使骨窗向对侧移动,应用潜行减压技术能够减少对关节突关节的磨除;C.凸侧入路示意图,磨除更多棘突根部骨质会使骨窗向对侧移动,减少同侧关节突关节的磨除,同时潜行减压技术能够减少对侧关节突关节的磨除

Matsumura 等^[6]提出通过测量术后 CT 轴位片中剩余关节突关节宽度及术前相同截面 CT 轴位片中关节突关节宽度,以两者之比预测关节突关节保留率。我们认为单纯测量关节突关节宽度会受到增生、退变及肥厚等多方面因素的影响,尤其对于严重椎管狭窄患者,潜行减压使磨除关节突关节增生骨质后神经结构即可得到有效松解,关节突关节面相较于直接减压保留的更多,因此,并不能将关节突关节宽度作为关节突关节保留率的标准。我们认为应测量术后关节突关节面积与术前之比来预测关节突关节保留率,但其测量会受到退变增生等多方面的影响,所以我们利用 image J 测量术后及术前关节突关节重叠区曲线长度来预测关节突关节保留率(图 3),凹、凸侧入路 UBE 治疗凹侧症状 LSS-DS 患者关节突关节保留率并无明显差异($t = 1.659, P = 0.102$)。

另外,考虑到 LSS-DS 患者年龄相对偏大,骨量相对减低,好发骨质疏松症,我们建议术后规律抗骨质疏松治疗,尽可能减缓术后因骨量自然丢失而导致退行性侧弯的进一步加重。我们认为 UBE 下凹侧及凸侧 2 种入路均可有效治疗 LSS-DS,2 种入路对腰椎稳定性影响均较小且无明显差异,直接症状侧入路可显著缩短手术时间,降低手术风险。

参考文献

- 任磊,沈生军,郭鑫,等.退行性脊柱侧弯单节段椎管狭窄斜外侧椎间融合.中国矫形外科杂志,2022,30(14):1325-1327.
- 李新锋,王琨,靳林煜.脊柱内镜减压治疗高龄腰椎退变性脊柱侧凸合并神经根管狭窄.中国微创外科杂志,2020,20(2):151-155.
- 禹志军,白曼莫,王锋.责任段减压融合治疗腰椎退变侧弯椎管狭窄.中国矫形外科杂志,2021,29(3):202-206.
- Masuda K, Higashi T, Yamada K, et al. The surgical outcome of decompression alone versus decompression with limited fusion for degenerative lumbar scoliosis. J Neurosurg Spine, 2018, 29(3): 259-264.
- Schwab F, Ungar B, Blondel B, et al. Scoliosis Research Society-Schwab adult spinal deformity classification: a validation study. Spine (Phila Pa 1976), 2012, 37(12):1077-1082.
- Matsumura A, Namikawa T, Terai H, et al. The influence of approach side on facet preservation in microscopic bilateral decompression via a unilateral approach for degenerative lumbar scoliosis. Clinical article. J Neurosurg Spine, 2010, 13(6):758-765.
- Steven R. Garfin, Frank J. Eismont, Gordon R. Bell, 等主编. 罗思曼-西蒙尼脊柱外科学(英文影印版). 第 7 版. 北京:北京大学医学出版社, 2018. 12.
- 赵子豪,孙亦强,赵加庆,等.腰椎管狭窄症的双通道内镜与开放减压比较.中国矫形外科杂志,2022,30(11):973-978.
- Eun SS, Eum JH, Lee SH, et al. Biportal endoscopic lumbar decompression for lumbar disk herniation and spinal canal stenosis: A technical note. J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg, 2017, 78(4):390-396.
- Kim JE, Choi DJ, Park EJJ, et al. Biportal endoscopic spinal surgery for lumbar spinal stenosis. Asian Spine J, 2019, 13(2): 334-342.
- 张伟,党晨珀,姚彦斌,等.单侧双通道脊柱内镜治疗腰椎间盘突出症的临床疗效.西北国防医学杂志,2021,42(5):341-346.
- Liu H, Ishihara H, Kanamori M, et al. Characteristics of nerve root compression caused by degenerative lumbar spinal stenosis with scoliosis. Spine J, 2003, 3(6):524-529.
- Marty-Poumarat C, Scattin L, Marpeau M, et al. Natural history of progressive adult scoliosis. Spine (Phila Pa 1976), 2007, 32(11): 1227-1235.
- Pao JL, Lin SM, Chen WC, et al. Unilateral biportal endoscopic decompression for degenerative lumbar canal stenosis. J Spine Surg, 2020, 6(2):438-446.

(收稿日期:2022-12-10)

(修回日期:2023-09-01)

(责任编辑:李贺琼)