

# 关节突关节不对称对腰椎后路椎间融合术治疗 退行性腰椎滑脱临床疗效的影响

于浩, 阚顺利, 胡炜, 朱如森

天津市人民医院脊柱外科, 天津 300122

**【摘要】目的** 探讨关节突关节不对称(FT)对腰椎后路椎间融合术(PLIF)改善退行性腰椎滑脱脊柱参数和临床症状的影响。**方法** 回顾性分析 2016 年 1 月至 2020 年 12 月在我院接受 PLIF 手术治疗的退行性腰椎滑脱患者 76 例,以双侧关节突关节角差值超过  $10^\circ$  分为对照组与 FT 组各 38 例;对比两组手术前后的临床资料变化,影像参数评估包括滑脱率、椎间隙高度、腰椎前凸角、骶骨倾斜角、骨盆倾斜角、Cobb 角和腰椎活动度,临床症状评估包括疼痛视觉模拟评分、Oswestry 功能障碍指数和 MacNab 分级;分析影像学参数与临床症状的相关性,并根据术前 FT 的不同节段进行分组,比较各组与对照组之间的影像学参数和症状评分变化。**结果** 平均随访时间 23.63 个月,FT 组的腰椎活动度低于对照组 ( $P < 0.05$ ),其余术前临床资料比较差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ );手术治疗后两组的影像学参数和症状评分均较术前有所好转,FT 组的术后腰椎前凸和腰椎活动度低于对照组 ( $P < 0.01$ );FT 组随访时的 VAS 评分和 ODI 评分显著高于对照组 ( $P < 0.01$ );Pearson 相关性分析显示,骨脱率(SP)、椎间隙高度(IH)、腰椎前凸角(LL)、骶骨倾斜角(SS)和关节活动度(ROM)的矫正与两组患者的 VAS 改善和 ODI 改善均呈显著相关 ( $P < 0.05$ ),手术节段 FT 和多节段 FT 的腰椎前凸矫正程度显著低于对照组 ( $P < 0.05$ )。**结论** 采用 PLIF 手术治疗退行性腰椎滑脱能够恢复患者腰椎生理曲度,获得良好的症状改善,但患者术后出现腰椎活动受限。FT 阻碍了腰椎形态的矫正,是 PLIF 手术疗效欠佳的重要原因。

**【关键词】** 关节突关节不对称;退行性腰椎滑脱;腰椎融合术;腰椎影像参数

**【中图分类号】** R681.5

**【文献标志码】** A

**【文章编号】** 1672-6170(2024)03-0014-06

**The effect of facet tropism on the clinical efficacy of posterior lumbar intervertebral fusion (PLIF) surgery in the treatment of degenerative spondylolisthesis** YU Hao, KAN Shun-li, HU Wei, ZHU Ru-sen *Department of Spine Surgery, Tianjin Union Medical Center, Tianjin 300122, China*

**【Corresponding author】** ZHU Ru-sen

**【Abstract】Objective** To explore the effect of facet tropism (FT) on improving spinal parameters and clinical symptoms of degenerative lumbar spondylolisthesis (DLS) after posterior lumbar intervertebral fusion (PLIF) surgery. **Methods** Seventy-six DLS patients who received PLIF surgery in our hospital from January 2016 to December 2020 were retrospectively analyzed. The patients were divided into a non-facet tropism (NFT) group and a facet tropism (FT) group according to the difference of bilateral facet joint angles of more than  $10^\circ$ , 38 in each group. The changes of clinical data before and after operation were compared between the two groups. The evaluation of imaging parameters included slippage percentage (SP), intervertebral height (IH), lumbar lordosis (LL), sacral slope (SS), pelvic tilt (PT), Cobb angle and range of motion (ROM) in lumbar spine. The evaluation of clinical symptoms included Visual Analogue Scale (VAS), Oswestry Disability Index (ODI) and MacNab classification. The correlation between the imaging parameters and symptom scores was assessed. The patients were also grouped according to different segments of preoperative FT, and the changes of imaging parameters and symptom scores were compared between each group and the control group. **Results** The average follow-up time was 23.63 months. The ROM in the FT group was lower than that in the NFT group ( $P < 0.05$ ) while other preoperative clinical data were similar ( $P > 0.05$ ). The imaging parameters and clinical symptom scores of the two groups after PLIF surgery were improved when compared with those before surgery. The postoperative LL and ROM in the FT group were lower than those in the NFT group ( $P < 0.01$ ). The VAS score and ODI score of the FT group at follow-up were significantly higher than those of the control group ( $P < 0.01$ ). Pearson correlation analysis showed that the correction of SP, IH, LL, SS and ROM was significantly related to the improvement of VAS and ODI in both groups ( $P < 0.05$ ). The degree of LL correction in surgical segmental FT and multi-segment FT was significantly lower than that in the control group ( $P < 0.05$ ). **Conclusions** PLIF surgery can restore the physiological curvature of lumbar spine and improve the symptoms of DLS. However, the ROM is limited after operation. FT hampers the lumbar spine correction. This is an important reason for the poor efficacy of PLIF surgery.

**【Key words】** Facet tropism; Degenerative lumbar spondylolisthesis; Posterior lumbar intervertebral fusion; Lumbar imaging parameters

关节突关节不对称(facet tropism, FT)是指两侧腰椎关节突关节角存在方向上的差异,导致腰椎关节的生物力学参数改变、腰椎负荷模式异常,最终引起退行性腰椎滑脱(degenerative lumbar spondylolisthesis, DLS)、腰椎间盘突出、脊柱侧弯等疾

病<sup>[1]</sup>。腰椎滑脱可造成脊柱节段不稳定、椎管和神经通道狭窄,最终导致腰痛、间歇性跛行和根性疼痛等临床症状<sup>[2]</sup>。腰椎后路椎间融合术(posterior lumbar interbody fusion, PLIF)是目前治疗腰椎滑脱症应用最为普遍的手术方法之一,术后临床满意率

高达 74%<sup>[3]</sup>。然而,PLIF 术需要切除的后方结构较多,对于合并 FT 的患者,容易引起应力集中和脊柱稳定性降低,导致疗效不佳。目前关于 FT 对手术疗效影响的研究鲜有报道。基于有限元分析的生物力学研究表明邻近节段的 FT 会造成融合术后应力增加,导致术后并发症风险升高<sup>[4]</sup>。一项回顾性队列研究也报道了 FT 能够加速融合椎邻近节段退变的发展<sup>[5]</sup>。这些研究仅局限于 FT 对术后并发症的影响,关于 FT 对症状缓解、腰椎稳定性和活动能力恢复的影响还缺乏全面的评估。本研究回顾性分析 DLS 患者的临床和影像资料,旨在明确 FT 对 PLIF 术后脊柱形态和临床症状的影响,探讨 FT 对改善 DLS 患者预后措施的指导意义。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 回顾性分析我院 2016 年 1 月 1 日至 2020 年 12 月 31 日在我院接受 PLIF 治疗的 DLS 患者,纳入标准:①影像学确定为单节段 DLS,合并

腰椎不稳或腰椎管狭窄者;②出现腰骶部疼痛、间歇性跛行、下肢放射痛或大小便功能障碍者,经正规保守治疗效果不佳,接受 PLIF 手术治疗。排除标准:①以往存在腰椎外伤、严重脊柱畸形、脊柱肿瘤、感染等脊柱疾病;②既往腰椎手术史;③失访或随访时间不满 12 个月;④病例资料信息不完整。初期随访 105 例,其中 29 例患者被排除,最终共 76 例患者纳入本研究,男 24 例、女 52 例,年龄 42 ~ 72 岁(平均 57.51 岁)。I 度滑脱 50 例,II 度滑脱 26 例;随访 12 ~ 36 个月(平均 23.63 个月);症状持续时间 3 ~ 48 个月(平均 17.18 个月),经保守治疗无明显症状缓解。以双侧关节突关节角差值超过 10°分为对照组与 FT 组各 38 例,两组患者性别、年龄、滑脱节段、滑脱程度等一般资料比较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。见表 1。所有患者均签署知情同意书,本研究通过医院伦理委员会审核批准。

表 1 两组患者一般资料比较

一般资料	对照组( $n=38$ )	FT 组( $n=38$ )	$P$
年龄(岁)	57.68 ± 9.39	57.34 ± 8.80	0.747
性别(男/女)	13/25	11/27	0.622
身体质量指数(kg/m <sup>2</sup> )	24.97 ± 3.73	24.78 ± 2.96	0.800
骨密度(T 值)	0.56 ± 0.10	0.61 ± 0.13	0.499
病程(月)	17.29 ± 12.19	17.08 ± 12.05	0.847
滑脱节段( $n$ )			0.361
L4	33	30	
L5	5	8	
Meyerding 分级( $n$ )			0.629
1 级	24	26	
2 级	14	12	
3 级	0	0	
4 级	0	0	
手术节段( $n$ )			0.813
1 个	13	14	
2 个	25	24	
手术时间(min)	214.55 ± 48.99	215.45 ± 53.01	0.732
术中出血(ml)	214.47 ± 110.84	219.74 ± 91.20	0.837
随访时间(月)	22.52 ± 7.30	24.74 ± 5.49	0.075

【基金项目】天津市卫健委中西医结合重点项目(编号:2023057)

【通讯作者简介】朱如森,男,主任医师,硕士。中国医师协会神经修复专业委员会委员,中国医师协会骨科分会脊柱脊柱功能重建学组委员会委员,中国医师协会骨科分会骨质疏松学组委员,中华医学会骨科分会脊柱微创学组青年委员,中国康复医学会智能康复专业委员会委员,中国康复医学会脊柱脊髓专业委员会基础研究学组委员,中华预防医学会脊柱疾病预防与控制专业委员会脊髓损伤学组委员,中国医药教育协会专业委员会脊柱微创学组委员,天津市医师协会骨科医师分会委员,天津市医师协会骨科分会微创学组副主任委员,天津市康复医学会第四届修复重建专业委员会主任委员,天津市康复医学会脊柱脊髓专业委员会副主任委员,天津市康复医学会脊柱脊髓专业委员会微创学组主任委员。研究方向:脊柱疾患的临床治疗与基础研究。

**1.2 手术方法** 所有患者均接受标准 PLIF 手术治疗。全身麻醉下气管插管,取俯卧位常规消毒铺巾,经后正中入路暴露棘突、椎板及关节突,在滑脱椎体、下位椎体或上下邻椎置入椎弓根螺钉;根据患者症状及影像特点决定减压范围,切除椎板、关节突内侧及黄韧带,显露硬膜囊和神经根;切开椎间盘,清除髓核及上下终板,放置椎间融合器;减压完成后探查硬膜囊无压迹、神经根游离松弛;安装两侧连接棒,拧紧螺帽进行提拉复位,充分植骨,加压抱紧;若术前邻近节段退变明显且临床症状相符,则对邻近椎间隙也进行融合处理;再次检查减压是否彻底,透视满意后结束手术。

**1.3 诊断标准及评估指标** FT 诊断标准:在术前腰椎轴位 CT 上,定位于下位椎体上终板且平行于上位椎体下终板的层面,测量范围包括对应的术后固定节段及上下邻近两节段。通过椎体或椎间盘中心点与棘突基底部中点的连线作为脊柱矢状轴,通过上关节突关节面的前内侧端点与后内侧端点作一连线,将该连线与脊柱矢状轴的夹角作为该侧关节突关节角,相同方法测量对侧角度,两侧角度的平均值作为该节段关节突关节的平均角度<sup>[6]</sup>。根据以往研究,将双侧关节突关节角差值>10°定义为 FT<sup>[7, 8]</sup>。评估指标:临床症状指标包括:①疼痛视觉模拟评分(VAS):用于评估患者疼痛程度;② Oswestry 功能障碍指数(ODI):用于评估腰痛对患者日常活动的影响;③MacNab 标准:用于评估患者术后临床症状改善情况。脊柱影像参数包括:①滑脱率(slippage percentage, SP);②椎间隙高度(inter-vertebral height, IH);③腰椎前凸角(lumbar lordosis, LL);④骶骨倾斜角(sacral slope, SS);⑤骨盆倾斜角(pelvic tilt, PT);⑥cobb 角;⑦腰椎活动度。

**1.4 统计学方法** 应用 SPSS 26.0 统计学软件进行数据分析。连续变量资料以 均数 ±标准差表示,

若符合正态分布,两组间比较采用独立样本 *t* 检验,手术前后比较采用配对样本 *t* 检验,方差分析比较多组间差异,并以 LSD-*t* 检验进行两两比较;若连续变量不符合正态分布,采用 Mann-Whitney U 秩和检验比较两组间差异,Wilcoxon 符号秩检验比较手术前后差异。计数资料以例数(%)表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验;采用 Pearson 相关因素分析两个连续变量之间的相关性。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

**2 结果**

**2.1 两组影像学参数评估** FT 组的术前腰椎活动度小于对照组(*P*<0.05),其余术前影像学参数比较差异无统计学意义(*P*>0.05)。两组患者随访时 SP、PT、Cobb 角和腰椎活动度均较术前减小,差异有统计学意义(*P*<0.05);IH、LL 和 SS 较术前增加,其中对照组 LL 增加量较为显著,而 FT 组的术前-术后 LL 变化差异无统计学意义(*P*>0.05)。见表 2。对照组在随访时的 LL 和腰椎活动度大于 FT 组,差异有统计学意义(*P*<0.05)。典型病例:患者女,52 岁,双下肢麻木半年,L4 椎体退行性滑脱。行 L4 ~ L5 全椎板切除减压、髓核摘除、椎间植骨融合、椎弓根钉内固定术,术后双下肢麻木缓解。见图 1。

表 2 两组影像学参数比较

影像学资料		对照组( <i>n</i> =38)	FT 组( <i>n</i> =38)	统计量	<i>P</i>
术前	SP (%)	18.58 ± 7.26	17.56 ± 6.75	<i>U</i> =700.000	0.819
	IH (°)	8.52 ± 1.44	8.42 ± 1.51	<i>t</i> =0.295	0.769
	LL (°)	44.76 ± 12.20	41.21 ± 10.08	<i>t</i> =1.384	0.170
	SS (°)	32.08 ± 7.11	31.13 ± 8.64	<i>t</i> =0.522	0.603
	PT (°)	15.82 ± 9.84	18.84 ± 10.97	<i>U</i> =849.500	0.100
	Cobb (°)	2.32 ± 2.05	2.79 ± 1.92	<i>U</i> =854.000	0.165
	ROM (°)	30.84 ± 6.53	27.21 ± 5.33	<i>t</i> =2.656	0.010
术后	SP (%)	8.06 ± 7.95	8.12 ± 7.91	<i>U</i> =737.000	0.875
	IH (°)	13.09 ± 1.47	12.67 ± 1.36	<i>U</i> =630.500	0.342
	LL (°)	50.16 ± 13.31	42.32 ± 9.46	<i>t</i> =2.961	0.004
	SS (°)	36.34 ± 7.90	35.21 ± 8.93	<i>U</i> =623.000	0.303
	PT (°)	11.08 ± 10.42	15.11 ± 11.93	<i>U</i> =861.000	0.148
	Cobb (°)	0.76 ± 0.88	1.21 ± 1.28	<i>U</i> =857.000	0.136
	ROM (°)	22.68 ± 8.01	17.63 ± 8.26	<i>t</i> =2.706	0.008
术前-术后改变量	ΔSP (%)	-10.53 ± 8.57	-9.44 ± 6.01	<i>t</i> =-0.638	0.526
	ΔIH (°)	4.56 ± 1.73	4.25 ± 1.60	<i>t</i> =0.826	0.411
	ΔLL (°)	5.21 ± 6.46	1.29 ± 5.73	<i>U</i> =453.000	0.005
	ΔSS (°)	4.26 ± 4.51	4.08 ± 4.44	<i>U</i> =710.000	0.900
	ΔPT (°)	-4.74 ± 4.27	-3.74 ± 4.76	<i>t</i> =-0.964	0.338
	ΔCobb (°)	-1.55 ± 1.66	-1.58 ± 1.45	<i>U</i> =661.000	0.513
	ΔROM (°)	-7.82 ± 6.51	-10.00 ± 6.58	<i>t</i> =1.456	0.150

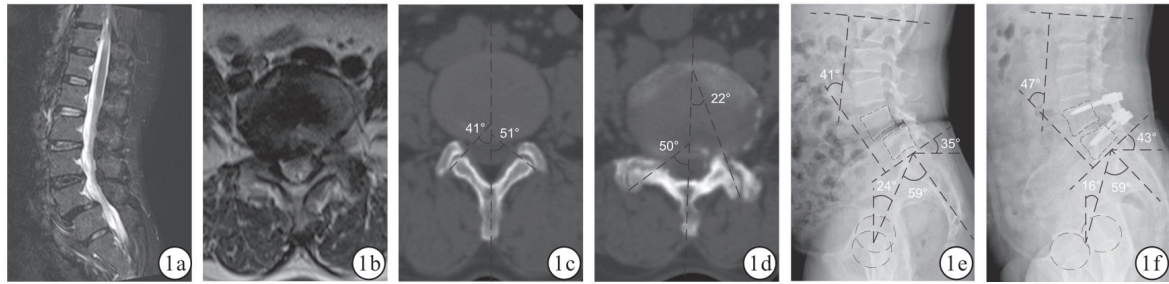


图1 典型病例影像学图片 a:术前MRI矢状位T2WI-STIR序列示L4椎体向前移位,L5骺化;b:术前MRI横断位T2WI序列示L4-L5椎间盘突出,双侧侧隐窝狭窄,双侧神经根受压;c:术前CT示L3-L4双侧关节突关节角差值10°;d:术前CT示L4-L5双侧关节突关节角差值18°;e:术前X射线片示LL=41°,SS=35°,PT=24°,PI=59°,IH=5.80 mm,SD=9.93 mm,SP=27.81%;f:术后半年X射线片示LL=47°,SS=43°,PT=16°,PI=59°,IH=7.77mm,SD=4.40mm,SP=13.14%

**2.2 两组临床症状评估比较** 两组患者术前VAS和ODI评分比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。采用MacNab标准评估两组的术后疗效,随访时对照组疗效为优30例、良5例、中2例、差1例,优良率92.11%;FT组为优25例、良9例、中2例、差2

例,优良率89.47%,两组的MacNab等级差异无统计学意义( $Z=-1.226, P=0.220$ )。对照组随访时的VAS评分和ODI评分均低于FT组,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。见表3。

表3 两组VAS及ODI评分比较

项目		对照组( $n=38$ )	FT组( $n=38$ )	统计量	$P$
术前	VAS评分(分)	$7.00 \pm 1.07$	$7.03 \pm 1.13$	$U=814.000$	0.320
	ODI(%)	$43.74 \pm 8.69$	$45.21 \pm 8.95$	$t=-0.728$	0.469
术后	VAS评分(分)	$2.16 \pm 1.31$	$2.97 \pm 1.22$	$U=989.500$	0.004
	ODI(%)	$21.53 \pm 7.48$	$25.63 \pm 5.58$	$t=-2.713$	0.008
术前-术后改变量	$\Delta$ VAS	$4.84 \pm 1.59$	$4.05 \pm 1.75$	$U=547.500$	0.118
	$\Delta$ ODI(%)	$22.21 \pm 9.75$	$19.58 \pm 7.92$	$U=679.000$	0.654

**2.3 影像学参数与临床症状的相关性分析** Pearson相关性分析显示,SP、IH、LL、SS和腰椎活动度(ROM)的矫正与两组患者的VAS改善和ODI改

善均呈显著相关( $P<0.05$ )。PT的改变与FT患者的症状改善具有密切关系,而Cobb角的纠正程度仅与NFT患者的ODI改善具有较强关联性。见表4。

表4 影像学参数改变量与症状评分的相关性分析

参数	对照组( $n=38$ )				FT组( $n=38$ )			
	$\Delta$ VAS		$\Delta$ ODI		$\Delta$ VAS		$\Delta$ ODI	
	$r$	$P$	$r$	$P$	$r$	$P$	$r$	$P$
$\Delta$ SP	-0.531	0.001	-0.480	0.002	-0.561	<0.001	-0.481	0.002
$\Delta$ IH	0.506	0.001	0.377	0.019	0.624	<0.001	0.515	0.001
$\Delta$ LL	0.287	0.081	0.597	<0.001	0.443	0.005	0.571	<0.001
$\Delta$ SS	0.363	0.025	0.372	0.002	0.407	0.011	0.436	0.006
$\Delta$ PT	-0.318	0.052	-0.303	0.064	0.410	0.011	-0.463	0.003
$\Delta$ Cobb	-0.103	0.540	-0.339	0.037	-0.288	0.079	-0.216	0.194
$\Delta$ ROM	0.344	0.034	0.590	<0.001	0.474	0.003	0.648	<0.001

**2.4 不同节段FT的影像学参数及症状评分变化比较** 根据FT发生节段的不同,将所有患者分为上位节段FT组、手术节段FT组、下位节段FT组和多节段FT组。以对照组患者为参照,分别采用方差分析和LSD- $t$ 检验进行多组间比较和两两比较,

发现手术节段FT和多节段FT的LL改变量明显低于对照组( $P<0.05$ ),上位节段FT和下位节段FT的影像学参数和症状评分差异无统计学意义( $P>0.05$ )。见表5。



表 5 不同节段 FT 的影像学参数及症状评分变化比较

指标	NFT	上位节段	手术节段	下位节段	多节段
△SP (°)	-10.41 ± 8.58	-8.60 ± 7.29	-11.01 ± 7.72	-7.09 ± 6.24	-9.98 ± 4.54
△IH (°)	4.52 ± 1.69	3.81 ± 1.47	3.89 ± 1.82	3.35 ± 0.74	4.97 ± 1.65
△LL (°)	5.24 ± 6.46	1.78 ± 5.52	-0.63 ± 4.03	3.25 ± 4.03	1.41 ± 6.88
△SS (°)	4.18 ± 4.45	6.56 ± 3.71	3.75 ± 4.30	4.25 ± 2.99	3.06 ± 5.06
△PT (°)	-4.71 ± 4.24	-6.22 ± 4.55	-4.13 ± 4.64	-2.75 ± 3.40	-2.53 ± 5.08
△Cobb (°)	-1.53 ± 1.66	-2.11 ± 1.62	-1.25 ± 1.04	-1.50 ± 2.38	-1.53 ± 1.33
△ROM (°)	-8.37 ± 6.36	-10.67 ± 7.4	-8.38 ± 7.95	-7.75 ± 10.81	-9.71 ± 5.42
△VAS	4.76 ± 1.55	4.44 ± 1.33	3.75 ± 2.43	3.50 ± 1.29	4.29 ± 1.90
△ODI (%)	21.58 ± 9.74	20.89 ± 8.55	21.00 ± 9.97	18.00 ± 6.32	20.00 ± 7.87

3 讨论

**3.1 FT 对 PLIF 术后脊柱形态的影响** DLS 是多种立体结构异常共同导致的临床结果,其中,FT 可影响脊柱的轴位平衡,但在临床诊断和术前评估中容易被医师忽视<sup>[9]</sup>。本研究中,两组患者接受 PLIF 手术治疗后均获得了明显的滑脱复位,但随访时 FT 组的 LL 矫正程度明显小于对照组,提示 FT 是影响 PLIF 手术矫形效果的危险因素。合并 FT 的 DLS 患者的腰椎后柱稳定性降低,导致前方椎体和椎间盘承受更大负荷,躯干重心代偿性前移,骨盆代偿性后倾,表现为 LL 和 SS 降低、PT 增大<sup>[10~12]</sup>。随着腰椎生理曲度的丢失,腰背伸肌的额外负荷增加,肌肉长期紧张和慢性劳损使得慢性腰痛症状无法彻底缓解<sup>[13]</sup>。

**3.2 FT 对 PLIF 术后腰椎活动功能的影响** FT 组术前腰椎活动度低于对照组,可能是 FT 患者的一侧关节突更趋近于冠状面,限制了脊柱功能单位的前屈和背伸运动<sup>[14]</sup>。下腰椎是承担体重负荷和参与腰椎活动的主要功能单位,也是 DLS 的好发区。本研究中的患者均接受 L3-S1 节段的 PLIF 治疗,术后两组患者均出现腰椎活动度降低。FT 组的术后腰椎活动度明显低于对照组,可能是由于手术邻近节段存在关节突关节角冠状化现象,导致腰椎屈伸受到限制。

**3.3 FT 对 PLIF 术后症状改善的影响** 本研究通过对比两组术前、术后的 VAS 评分与 ODI 评分,发现无论 DLS 患者是否存在 FT 现象,PLIF 手术均可明显改善患者的临床症状,两组平均 MacNab 评分相差不大。然而,FT 组随访时的 VAS 评分和 ODI 评分均高于对照组,提示 FT 是影响 DLS 患者症状改善的重要因素,这与 FT 患者的脊柱矫形效果较差、腰椎活动受限和长期肌肉劳损有关。FT 作为脊柱两侧应力不均的征象,往往伴有骨赘增生、椎间孔狭窄、黄韧带肥厚和神经粘连,以上因素均可影

响 PLIF 手术的治疗效果<sup>[15~17]</sup>。

**3.4 影像学参数与临床症状的相关性分析** 以往研究报道,PLIF 术后 5 年的邻近节段退变发生率高达 72.9%,是 DLS 症状无法根治和二次手术的重要原因<sup>[18,19]</sup>。本研究初期随访仅发现 1 例患者出现症状性邻近节段退变,可能是由于大部分邻近节段退变的病理进程缓慢,在本次较短的随访周期内尚未在影像和症状上有所表现。Takeda 等<sup>[20]</sup>认为腰椎平衡参数恢复不佳是邻近节段退变发生的高危因素。本研究发现除腰椎活动度较术前降低以外,SP、IH、LL、SS、PT 和 Cobb 均较术前有所改善,且所有腰椎参数改变程度均与 VAS 评分、ODI 评分具有明显相关性。FT 组患者的 LL 改善程度低于对照组、术后腰椎曲度欠佳和腰椎活动受限可能是 FT 患者疗效欠佳的重要原因。

**3.5 FT 现象与影像学参数及临床症状改善的相关性分析** 本研究发现对照组患者术后 LL 恢复理想,而 FT 患者的 LL 纠正较差,且以手术节段 FT 和多节段 FT 对 LL 的纠正影响最大。LL 与腰椎滑脱程度呈负相关,有学者建议在将滑脱椎体复位的同时应尽可能恢复腰椎前凸,且有助于邻近节段退变的预防<sup>[20,21]</sup>。对于手术节段和多节段存在 FT 现象的 DLS 患者,术中可尝试松解关节突关节,从而更有效地复位椎体,并恢复正常腰椎生理曲度<sup>[22]</sup>。

本研究的局限性在于:①回顾性研究按照是否存在 FT 进行分组,存在一定选择偏倚,但我们对患者资料进行了严格筛选,纳入了具有较强对比性的病例;②关节突关节是一个三维立体的关节,本研究仅选取了每个节段最具代表性的层面来诊断 FT,对于关节突关节的立体解剖存在测量偏倚。③不同地区人群的关节突关节角存在遗传性差异,本研究纳入的样本量较小,无法代表所有人群的实际情况,未来需要大数据流行病学研究来探讨 FT 对退行性脊柱滑脱的愈后影响。

综上, FT 现象在 DLS 患者中广泛存在。PLIF 术式可有效矫正伴 FT 患者的脊柱形态, 但矫正效果劣于对照组。多节段 FT 不利于腰椎-骨盆参数的矫正, 从而导致 FT 患者术后症状改善较差。因此, DLS 患者在术前应当完善 FT 的相关评估, 制定合适的手术矫形方案, 加强对脊柱活动功能的重视, 有助于取得更理想的治疗效果。

### 【参考文献】

- [1] Kim HJ, Chun HJ, Lee HM, et al. The biomechanical influence of the facet joint orientation and the facet tropism in the lumbar spine [J]. *Spine J*, 2013, 13(10): 1301-1308.
- [2] Bydon M, Alvi MA, Goyal A. Degenerative Lumbar Spondylolisthesis: Definition, Natural History, Conservative Management, and Surgical Treatment [J]. *Neurosurgery Clinics of North America*, 2019, 30(3): 299-304.
- [3] Ekman P, Moller H, Tullberg T, et al. Posterior lumbar interbody fusion versus posterolateral fusion in adult isthmic spondylolisthesis [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2007, 32(20): 2178-2183.
- [4] Kim HJ, Kang KT, Son J, et al. The influence of facet joint orientation and tropism on the stress at the adjacent segment after lumbar fusion surgery: a biomechanical analysis [J]. *Spine J*, 2015, 15(8): 1841-1847.
- [5] Okuda S, Oda T, Miyauchi A, et al. Lamina Horizontalization and Facet Tropism as the Risk Factors for Adjacent Segment Degeneration After PLIF [J]. *Spine*, 2008, 33(25): 2754-2758.
- [6] Grobler LJ, Robertson PA, Novotny JE, et al. Etiology of spondylolisthesis. Assessment of the role played by lumbar facet joint morphology [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1993, 18(1): 80-91.
- [7] Ishihara H, Matsui H, Osada R, et al. Facet joint asymmetry as a radiologic feature of lumbar intervertebral disc herniation in children and adolescents [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1997, 22(17): 2001-2004.
- [8] Chadha M, Sharma G, Arora SS, et al. Association of facet tropism with lumbar disc herniation [J]. *Eur Spine J*, 2013, 22(5): 1045-1052.
- [9] Toyone T, Ozawa T, Kamikawa K, et al. Facet joint orientation difference between cephalad and caudad portions: a possible cause of degenerative spondylolisthesis [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2009, 34(21): 2259-2262.
- [10] Hresko MT, Labelle H, Roussouly P, et al. Classification of high-grade spondylolistheses based on pelvic version and spine balance: possible rationale for reduction [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2007, 32(20): 2208-2213.
- [11] Jaumard NV, Welch WC, Winkelstein BA. Spinal facet joint biomechanics and mechanotransduction in normal, injury and degenerative conditions [J]. *Journal of Biomechanical Engineering*, 2011, 133(7): 071010.
- [12] Zehr JD, Barrett JM, Fewster KM, et al. Strain of the facet joint capsule during rotation and translation range-of-motion tests: an in vitro porcine model as a human surrogate [J]. *Spine J*, 2020, 20(3): 475-487.
- [13] Maciejczak A, Jablonska K, Baczek D, et al. Changes in spinopelvic alignment after surgical treatment of isthmic spondylolisthesis [J]. *Neurologia i neurochirurgia polska*, 2014, 48(1): 21-29.
- [14] Huang Z, Zhang Y, Rong X, et al. Investigation on the biomechanical behaviour of the lower cervical spine induced by facet tropism with respect to the sagittal plane [J]. *Med Eng Phys*, 2022, 102: 103779.
- [15] Boden SD, Riew KD, Yamaguchi K, et al. Orientation of the lumbar facet joints: association with degenerative disc disease [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1996, 78(3): 403-411.
- [16] Lau YY, Chan CL, Kwok KO, et al. Orientation and osteoarthritis of lumbar facet joints: association with degenerative disk disease [J]. *Global Spine Journal*, 2012, 2(1-suppl): s-0032-1319865.
- [17] Chaput C, Padon D, Rush J, et al. The significance of increased fluid signal on magnetic resonance imaging in lumbar facets in relationship to degenerative spondylolisthesis [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2007, 32(17): 1883-1887.
- [18] Gerling MC, Leven D, Passias PG, et al. Risk Factors for Reoperation in Patients Treated Surgically for Lumbar Stenosis: A Subanalysis of the 8-year Data From the SPORT Trial [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2016, 41(10): 901-909.
- [19] Cheh G, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Adjacent segment disease following lumbar/thoracolumbar fusion with pedicle screw instrumentation: a minimum 5-year follow-up [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2007, 32(20): 2253-2257.
- [20] Takeda K, Okada E, Shinozaki Y, et al. Risk factors for early-onset radiographical adjacent segment disease in patients with spondylolytic spondylolisthesis after single-level posterior lumbar interbody fusion [J]. *Spine J*, 2022, 22(7): 1112-1118.
- [21] Bredow J, Meyer C, Oikonomidis S, et al. Long-term Radiological and Clinical Outcome after Lumbar Spinal Fusion Surgery in Patients with Degenerative Spondylolisthesis: A Prospective 6-Year Follow-up Study [J]. *Orthopaedic Surgery*, 2022, 14(8): 1607-1614.
- [22] Zhu Z, Xu L, Zhu F, et al. Sagittal alignment of spine and pelvis in asymptomatic adults: norms in Chinese populations [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2014, 39(1): E1-6.

(收稿日期:2024-04-20;修回日期:2024-04-30)

(本文编辑:彭 羽)