

临床论著

退行性腰椎滑脱症的矢状面形态分型及其临床意义

李亚伟, 王 冰, 吕国华, 李 磊, 戴瑜亮, 涂志明

(中南大学湘雅二医院脊柱外科 410011 长沙市)

【摘要】目的:基于矢状面形态特点对退行性腰椎滑脱症(degenerative spondylolisthesis, DS)进行分型,评价其在腰椎侧前方入路手术治疗 DS 中的指导价值。**方法:**回顾性分析 2015 年 1 月~2016 年 12 月我院收治的 37 例 L4 DS 患者的临床资料,其中男 15 例,女 22 例;年龄 50~67 岁(58.5 ± 9.5 岁)。由 3 名观察者分别根据 DS 患者术前 L4/5 节段矢状面形态分为 3 型:(1)开口型,腰椎滑脱角(slip angle, SA) $>5^\circ$;(2)平行型, $0^\circ \leq SA \leq 5^\circ$;(3)闭口型,SA $<0^\circ$ 。所有患者均采用侧前方腰椎椎间融合术(anterolateral lumbar interbody fusion, ALLIF)治疗,术中参照患者矢状位形态分型调整手术体位摆放、cage 置入位置和固定等。测量术前及术后腰椎前凸角(lumbar lordosis, LL)、骨盆入射角(pelvic incidence, PI)、骨盆倾斜角(pelvic tilt, PT)、骶骨倾斜角(sacral slope, SS)和脊柱矢状面平衡(sagittal vertical axis, SVA);评估术前及术后末次随访时的腰痛和下肢痛疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)、腰椎 Oswestry 功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)和健康调查简表(the MOS item short form health survey, SF-36)评分。对 3 名观察者的分型结果进行 Kappa 一致性检验,并对各组患者临床资料进行统计学分析。**结果:**3 名观察者之间分型的一致性 Kappa 值为 0.826~0.894,观察者自身的一致性 Kappa 值为 0.875~0.916,均高度一致。37 例 DS 患者中开口型 12 例(A 组),平行型 17 例(B 组),闭口型 8 例(C 组),术前各组间 LL、PT、SS 具有统计学差异($P < 0.05$),C 组 LL、SS 显著性低于其余两组($P < 0.05$),各组间 PI、SVA 无统计学差异($P > 0.05$);术后 A、B 组脊柱-骨盆矢状面参数均较术前无显著性变化($P > 0.05$),而 C 组 PT 较术前显著性降低,SS、LL 显著性增加($P < 0.05$)。术前 C 组患者腰痛 VAS 显著大于其余两组($P < 0.05$),术后各组腰痛、腿痛 VAS、ODI 及 SF-36 评分均较术前显著性改善($P < 0.05$),其中 C 组腰痛 VAS、ODI 和 SF-36 心理健康评分改善幅度均大于其余两组($P < 0.05$)。**结论:**基于 DS 矢状面形态特点分型简单、方便且可信度高,根据 DS 不同分型制定相应的 ALLIF 治疗策略可以获得满意的临床疗效。

【关键词】退行性腰椎滑脱症;侧前方腰椎椎间融合术;矢状位形态分型;脊柱-骨盆参数

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2019.11.03

中图分类号:R681.5 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2019)-11-0977-07

Sagittal morphological classification of degenerative lumbar spondylolisthesis and its clinical significance/LI Yawei, WANG Bing, LÜ Guohua, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2019, 29 (11): 977-983

【Abstract】Objectives: To investigate a new classification of lumbar degenerative spondylolisthesis(DS) based on the features of sagittal morphology, and evaluate its value in anterolateral approach surgery for DS. **Methods:** From January 2015 to December 2016, 37 cases with L4 DS were analyzed retrospectively, including 15 males and 22 females. The age ranged from 50 to 67 years(58.5 ± 9.5 years). According to sagittal morphology, the patients were divided into three groups by 3 observers: opened type with SA (sagittal slipping angle) $>5^\circ$, parallel type with $0^\circ \leq SA \leq 5^\circ$, and closed type with SA $<0^\circ$. All patients were treated with anterolateral lumbar interbody fusion(ALLIF). In the surgical procedure, operative position, cage placement and fixation were adjusted according to sagittal morphology type. The followings were recorded: the pre- and postoperative spino-pelvic parameters including lumbar lordosis(LL), pelvic incidence(PI), pelvic tilt(PT), sacral slope(SS), sagittal vertical axis(SVA), and clinical scores including VAS for low-back and leg pain, ODI for functional disability, SF-36 for quality of life. The Kappa consistency test was performed on the classification results

基金项目:国家自然科学基金青年基金(81601868);湖南省自然科学基金青年项目(2018JJ3572)

第一作者简介:男(1982-),主治医师,医学博士,研究方向:脊柱微创基础与临床

电话:(0731)85295125 E-mail:liyawei1217@sina.com

通讯作者:王冰 E-mail:spineyoung@163.com

from the three observers, and the clinical data of each group was also statistically analyzed. **Results:** The Kappa of intra-observer agreement was 0.826–0.894, and the Kappa of intra-observer was 0.875–0.916, both of which were highly consistent. Of the 37 patients, 12 cases were open type(group A), 17 cases were parallel type(group B), and 8 cases were closed type(group C). There were significant differences of preoperative PT, SS and LL among the groups($P<0.05$), and closed type had the lowest LL and SS in all subtypes($P<0.05$), but no difference was found in PI and SVA ($P>0.05$). There was no significant change in spino-pelvic parameters of group A and B before and after surgery($P>0.05$). While in group C, PT decreased, and SS, LL increased significantly ($P<0.05$). The preoperative VAS for low back pain in group C was significantly higher than those in the other two groups($P<0.05$). The postoperative VAS for low back pain and leg pain, ODI, SF-36 scores were significantly improved($P<0.05$). The improvement of VAS for low back pain, ODI and SF-36 mental component summary(MCS) scores in group C were greater than those in the other two groups($P<0.05$).

Conclusions: This new sagittal morphological classification system is a simple and reliable method for classifying DS cases, based on which the ALLIF treatment can achieve satisfactory clinical outcomes.

[Key words] Lumbar degenerative spondylolisthesis; Anterolateral lumbar interbody fusion; Sagittal morphology classification; Spinopelvic parameters

[Author's address] Department of Spine Surgery, the Second Xiangya Hospital of Central South University, Changsha, Hu'nan, 410011, China

退行性腰椎滑脱症 (degenerative spondylolisthesis, DS) 常造成腰痛及根性神经痛,若保守治疗无效,外科手术减压、复位和融合被认为是治疗症状性 DS 最有效的方法^[1-3]。由于 DS 在影像学上具有较大的复杂性和差异性,不同类型 DS 对手术方式选择及临床预后可能产生显著影响。文献报道,采用腰椎侧前方入路经腹部大血管和腰大肌之间的天然间隙可直接抵达腰椎侧前方,完成椎间盘切除和椎间隙撑开,从而能够达到神经间接减压和滑脱椎体复位的目的^[4-5]。然而,目前国内针对 DS 的分型均存在一定的缺陷,尤其对设计具体手术策略缺少指导价值。如临床上普遍采用由 Meyerding 等^[6]报道的腰椎滑脱严重程度分级,但该分级无法精准体现不同 DS 患者之间的影像学差异,缺乏对脊柱-骨盆矢状位参数评估,无法精确指导制定手术策略和预后评估。Gille 等^[7]和 Kepler 等^[8]分别以整体矢状位平衡、脊柱-骨盆参数匹配、滑脱节段前凸角度及骨盆后旋代偿情况和椎间隙高度、滑脱节段位移大小、有无后凸及下肢临床症状表现为参照标准,提出了“French 分型”和“CARDS 分型”,但这两种分型均存在分型较为复杂、影像学测量烦琐、影响其可重复性及可信度等问题,且未考虑 DS 局部解剖位置关系变化导致应力改变对手术策略的影响^[9-11]。本研究回顾分析 37 例 L4 DS 患者临床资料,基于 DS 矢状面形态特点提出一种新的分型方法,并根据不同分型制定相应手术策略,采用自锁式

cage 进行侧前方腰椎椎间融合术 (anterolateral lumbar interbody fusion, ALLIF), 获得满意疗效,总结如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

2015 年 1 月~2016 年 12 月,在我院手术治疗的 37 例 L4 DS 患者纳入本研究,男 15 例,女 22 例;年龄 50~67 岁 (58.5 ± 9.5 岁)。病例纳入标准:(1) II 度以内 L4 DS 伴腰痛和/或下肢放射痛及间歇性跛行;(2)严格保守治疗 3 个月无效;(3)采用自锁式 cage 行 ALLIF 治疗,不附加后路内固定;(4)随访至少 24 个月。排除标准:(1)既往腰椎有手术史;(2)多节段腰椎存在滑脱;(3)合并退变性脊柱侧凸且 Cobb 角 $>20^\circ$;(4)合并其他类型疾病如腰椎峡部裂、感染、创伤、畸形或严重骨质疏松等。记录所有患者性别、年龄、糖尿病史、吸烟史、体重指数 (body mass index, BMI) 并行统计学分析。所有患者均签署知情同意书并经中南大学湘雅二医院医学伦理委员会批准。

1.2 影像学分型与测量

所有患者术前及术后均常规完成腰椎 X 线片、CT 扫描及 MRI 检查。3 名脊柱外科医师作为观察者,在腰椎侧位 X 线片上,根据 DS 患者术前 L4/5 节段矢状面形态分为 3 型 (图 1):(1) 开口型,腰椎滑脱角 (slip angle, SA) $>5^\circ$;(2) 平行型, $0^\circ \leq SA \leq 5^\circ$;(3) 闭口型, SA $<0^\circ$ 。SA 定义为滑脱椎

体下终板与下位椎体上终板的夹角, 角度向前为+, 向后为-。观察者之间分型不一致时, 由上级医师判定。在术前/后脊柱全长侧位 X 线片上测量所有患者的腰椎前凸角(lumbar lordosis, LL)、骨盆入射角(pelvic incidence, PI)、骨盆倾斜角(pelvic tilt, PT)、骶骨倾斜角(sacral slope, SS)和脊柱矢状位平衡(sagittal vertical axis, SVA)。

1.3 手术方法

所有患者均采用全身麻醉, 先取仰卧位, 根据 DS 矢状面分型不同来调整体位: 开口型降低患者腰背部, 使腰椎处于略屈曲状态从而减少腰椎前凸; 闭合型抬高并后伸腰背部以加大腰椎前凸; 平行型保持原腰椎曲度, 使 L4/5 椎间隙趋于平行。透视证实体位调整完毕后, 在腹前左外侧壁平行 L4/5 椎间隙的体表投影作一长约 4cm 皮肤切口, 钝性分离腹外斜肌、腹内斜肌和腹横肌。向内

推开腹膜后壁, 用“花生米”及手指钝性分离髂血管外壁, 在腰椎前外侧放置深部拉钩, 向内牵开血管和腹膜内脏器, 以另一个深部拉钩向外牵开腰大肌和交感神经, 在血管和腰大肌间暴露手术节段。C 型臂 X 线透视下确认 L4/5 椎间隙, 在头灯+放大镜或显微镜辅助下对椎间盘纤维环进行切开、髓核摘除和椎间隙松解, 对髓核突出到椎管者, 减压后沿椎体后壁再仔细探查防止髓核组织遗漏。处理终板后撑开椎间隙, 放入试模, 再次术中透视确认椎间隙撑开高度和 L4 椎体复位情况。取合适尺寸的自锁型 PEEK cage (ROI-A Oblique, LDR Médical 公司, 法国) 椎间融合器, 内填充多孔陶瓷人工骨 (Dragonbio 公司, 中国), 将 cage 从椎体侧前方置入椎间隙, 然后向前旋转操作杆尽量保证 cage 前后位置入。按 DS 矢状面分型, 在透视下确定 cage 的位置与深度(图 2), 置



图 1 DS 分型示意图 a 开口型, 椎间隙向前方张开 b 平行型, 椎间隙平行 c 闭口型, 椎间隙向前方闭合 图 2 放置 cage 位置示意图 a 张口型放置 cage 位置靠近 L4 椎体后缘 b 平行型放置 cage 于 L4 椎体中份 c 闭合型放置 cage 靠近 L4 椎体前缘

Figure 1 Schematic diagram of three types of DS a Disc space open anteriorly named as opened type b Disc space keep parallel named as parallel type c Disc space close anteriorly named as closed type **Figure 2** Schematic diagram of cage implantation a Cage placed close to the posterior edge of L4 in the opened type b Cage placed in the middle of L4 in the parallel type c Cage placed close to the anterior edge of L4 in the closed type

入 cage 后, 先固定下方 L5 上终板自锁嵌片, 以 L5 锁片为杠杆, 适当运用由前到后推压力量对滑脱进一步复位, 再置入上方 L4 下终板自锁嵌片。依次分层缝合切口, 不放置引流。

1.4 随访及疗效评价

记录各组患者的手术时间、出血量、住院时间及围手术期并发症。术前及末次随访时采用视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS) 评估腰痛及下肢疼痛, Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI) 评估腰椎功能, 健康调查简表 (the MOS item short form health survey, SF-36) 评价生活质量。

1.5 统计学分析

所有影像学资料均由 3 名脊柱外科医师作为观察者独立双盲分析, 对 3 名观察者的评估结果进行 Kappa 一致性检验。Kappa 值 0~0.2 为轻度一致, 0.21~0.40 一般, 0.41~0.60 中度一致, 0.61~0.80 中高度一致, ≥ 0.81 高度一致。采用 SPSS 23.0 (Chicago, IL) 软件进行统计学分析, 计量资料以均数 $\pm$ 标准差表示, 各组术前和术后以及组间比较采用 t 检验, 计数资料采用卡方检验, $n < 5$ 时采用确切概率法, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 DS 矢状面分型及一致性检验

根据腰椎侧位 X 线片上 DS 矢状面分型, 37 例 DS 患者中开口型 12 例 (A 组), 平行型 17 例 (B 组), 闭口型 8 例 (C 组)。3 位观察者分型之间一致性的 Kappa 值为 0.826~0.894, 高度一致; 3 位观察者自身一致性的 Kappa 值为 0.875~0.916, 也高度一致 (表 1)。

2.2 临床资料分析

37 例 DS 患者中, 男 15 例 (40.5%), 女 22 例 (59.5%); BMI 为 $30.8 \pm 0.5 \text{ kg/m}^2$; 年龄 58.5 ± 9.5 岁; 有吸烟史者 13 例 (35.1%)。3 组患者术前一般资料见表 2, 三组间比较无统计学差异 ($P > 0.05$)。

术前 A、B 组和 C 组的 LL、PT、SS 具有统计学差异 ($P < 0.05$), C 组 LL、SS 显著性低于 A、B 组 ($P < 0.05$), 3 组患者术前 PI、SVA 无统计学差异 ($P > 0.05$)。术后 A、B 组脊柱-骨盆矢状面参数均较术前无显著性变化 ($P > 0.05$), 而 C 组较术前 PT 显著性降低, SS、LL 增加 ($P < 0.05$)。术后三组间 LL、PT、SS 无统计学差异 ($P > 0.05$) (表 3)。

术前 A、B 组和 C 组腰痛 VAS 有统计学差异 ($P < 0.05$), C 组腰痛 VAS 显著性大于其余两组

表 1 观察者内和观察者间 DS 矢状面分型的可靠性分析

	Kappa 值 Kappa value	一致性 (%) Agreement
观察者内 Intra-observer		
A	0.916	90.7
B	0.899	89.2
C	0.875	86.1
观察者间 Inter-observer		
A-B	0.894	85.4
B-C	0.826	80.2
A-C	0.853	82.8

表 2 3 组 DS 患者临床资料对比

Table 2 Comparison of clinical data among the three groups with DS

	A 组 Group A	B 组 Group B	C 组 Group C	P 值 P value
年龄 (y) Age	57.8 $\pm$ 8.6	59.2 $\pm$ 9.2	58.6 $\pm$ 9.4	0.897
性别 (F/M) Gender	9/7	8/5	5/3	0.636
体重指数 (kg/m ²) BMI	31.2 $\pm$ 8.6	28.8 $\pm$ 4.5	29.4 $\pm$ 6.6	0.713
有吸烟史 (例) Smoking	6	4	3	0.882
手术时间 (min) Time	80.4 $\pm$ 12.3	78.4 $\pm$ 11.8	85.4 $\pm$ 12.6	0.374
出血量 (ml) Blood loss	96.5 $\pm$ 18.6	89.2 $\pm$ 19.8	102.8 $\pm$ 20.3	0.392
住院时间 (d) Hospital stay	10.3 $\pm$ 1.5	10.8 $\pm$ 1.2	10.1 $\pm$ 1.3	0.875

表 3 3 组 DS 患者手术前后脊柱-骨盆矢状面参数对比

Table 3 Comparison of pre- and post-operative spinal-pelvic sagittal parameters among the three groups with DS

	A 组 Group A	B 组 Group B	C 组 Group C	P 值 P value
术前 Pre-op				
LL (°)	55.3 $\pm$ 4.2	47.9 $\pm$ 4.4	35.2 $\pm$ 5.4	0.038
PI (°)	59.7 $\pm$ 3.1	57.2 $\pm$ 3.3	58.4 $\pm$ 4.0	0.764
PT (°)	18.3 $\pm$ 2.9	23.8 $\pm$ 2.1	29.7 $\pm$ 3.7	0.012
SS (°)	41.4 $\pm$ 2.5	33.4 $\pm$ 2.1	28.5 $\pm$ 3.2	0.041
SVA (mm)	-0.3 $\pm$ 15.2	12.5 $\pm$ 16.0	31.4 $\pm$ 19.6	0.062
术后 Post-op				
LL (°)	53.2 $\pm$ 4.6	53.5 $\pm$ 3.9	48.4 $\pm$ 4.9 ^①	0.452
PI (°)	59.9 $\pm$ 2.9	57.5 $\pm$ 3.1	56.3 $\pm$ 3.6	0.796
PT (°)	15.4 $\pm$ 1.8	18.6 $\pm$ 2.8	21.5 $\pm$ 2.3 ^①	0.691
SS (°)	44.4 $\pm$ 1.9	38.9 $\pm$ 2.8	35.8 $\pm$ 2.7 ^①	0.206
SVA (mm)	4.2 $\pm$ 10.4	24.7 $\pm$ 11.4	34.3 $\pm$ 11.6	0.313

注: 与术前比较 $P < 0.05$

Note: Compared with pre-op, $P < 0.05$

($P<0.05$); 而 3 组患者术前下肢痛 VAS 评分、ODI 和 SF-36 无统计学差异($P>0.05$)。术后末次随访时 3 组患者腰痛 VAS、腿痛 VAS、ODI 和 SF-36 量表评分均较术前显著性改善, 三组间比较无统计学差异($P>0.05$, 表 4), 其中 C 组腰痛 VAS、ODI 和 SF-36 量表心理健康评分(SF-36 MCS)改善幅度均大于 A、B 组, 差异有统计学意义($P<0.05$, 表 5)。

表 4 3 组 DS 患者手术前后的 VAS、ODI 和 SF-36 评分

Table 4 Comparison of Pre- and Post-operative VAS, ODI and SF-36 scores among the three groups with DS

	A组 Group A	B组 Group B	C组 Group C	P值 P value
术前 Pre-op				
腰痛 VAS Back pain VAS	6.3±2.2	5.8±1.8	7.6±2.0	0.024
腿痛 VAS Leg pain VAS	5.8±1.8	6.1±2.1	5.5±1.6	0.682
ODI(%)	51.8±18.6	50.3±19.2	59.6±19.4	0.116
SF-36 PCS	28.4±15.2	25.3±13.8	26.7±14.3	0.587
SF-36 MCS	52.6±24.2	54.1±22.4	47.4±25.8	0.172
术后 Post-op				
腰痛 VAS Back pain VAS	1.9±1.5 ^①	1.8±1.5 ^①	2.1±1.6 ^①	0.387
腿痛 VAS Leg pain VAS	1.6±1.3 ^①	1.5±1.2 ^①	1.4±1.1 ^①	0.665
ODI(%)	19.2±7.5 ^①	20.5±7.8 ^①	18.2±7.4 ^①	0.518
SF-36 PCS	59.2±21.6 ^①	60.6±22.8 ^①	61.4±23.2 ^①	0.842
SF-36 MCS	72.8±15.3 ^①	74.8±16.4 ^①	76.4±16.8 ^①	0.675

注: PCS, 躯体健康评分; MCS, 心理健康评分; ①与术前比较 $P<0.05$

Note: PCS, physical component summary; MCS, mental component summary; ①Compared with pre-op, $P<0.05$

所有患者在围手术期及随访期间未发生血管或神经损伤; 4 例患者发生 cage 沉降 (4/37, 10.8%), 但无临床症状, 予以持续观察; 末次随访时均获得良好的骨性融合, 未发现假关节、内固定失败等情况(图 3)。

3 讨论

DS 与腰椎关节和椎间盘退变密切相关, 随着进行性的矢状趋向, 其对抗水平剪力的能力明显下降, 引起相邻椎体间出现异常活动而导致椎体滑移。流行病学研究显示, DS 常见于 L4/5 节段, 好发于 50 岁以上女性^[12-14]。目前, 临床上普遍采用的 DS 分类是由 Meyerding 等^[6]在 1932 年报道的根据腰椎椎体间滑移严重程度的分级。尽管 Meyerding 滑脱分级几乎囊括了所有类型 DS, 但是大约 70% 的 DS 属于 II 度滑脱以内^[6,14], 无法精准体现不同 DS 患者之间的影像学差异。Anderson

表 5 3 组 DS 患者临床疗效改善情况对比

Table 5 Comparison of the improvement of clinical outcomes among the three groups with DS

	A组 Group A	B组 Group B	C组 Group C	P值 P value
腰痛 VAS Back pain VAS	4.3±1.6	4.0±1.1	5.5±1.2	0.021
腿痛 VAS Leg pain VAS	4.2±1.2	4.6±0.9	4.1±1.0	0.674
ODI(%)	32.6±12.7	29.7±11.7	41.4±13.2	0.048
SF-36 PCS	30.8±11.5	35.3±10.4	34.7±12.3	0.528
SF-36 MCS	20.2±8.2	20.7±9.6	29.0±25.8	0.039



图 3 a、b 开口型 DS 术前和术后腰椎侧位 X 线片, 术后 cage 位置良好, 复位满意 c、d 平行型 DS 术前和术后腰椎侧位 X 线片, 术后 L4 滑脱椎体复位 e、f 闭口型 DS 术前和术后腰椎侧位 X 线片, 术后 L4/5 椎间隙撑开, LL 增加

Figure 3 a, b Pre-op and post-op lumbar lateral X-ray in open type DS, cage is well in place and the spondylolisthesis reduction is satisfactory c, d Pre-op and post-op lumbar lateral X-ray in parallel type DS, L4 spondylolisthetic vertebra is restored e, f Pre-op and post-op lumbar lateral X-ray in closed type DS, L4/5 intervertebral space is distracted and LL is increased

等^[15]对 304 例 L4 DS 患者进行影像学资料分析,结果显示绝大多数 L4/5 间滑移距离小于 15mm,而矢状面 SA 变化值范围却在 $+23^{\circ}\sim-13^{\circ}$ 之间。因此,与椎体间滑移相比,DS 患者矢状面形态能够更加准确反映 DS 患者影像学特征。2014 年,法国学者 Gille 等^[7]通过一项多中心 670 例 DS 患者的影像学分析,参照脊柱-骨盆矢状面参数将 DS 分为五型:1 型, $SL>5^{\circ}$ 且 $LL>PI-10^{\circ}$;2 型, $SL<5^{\circ}$ 且 $LL>PI-10^{\circ}$;3 型, $LL<PI-10^{\circ}$;4 型, $LL<PI-10^{\circ}$ 且 $PT>25^{\circ}$;5 型,矢状位失平衡($SVA>4\text{cm}$)。尽管 Gille 等考虑了脊柱-骨盆矢状位因素,但其分型较为复杂、影像学测量也较为烦琐,临床实际应用不够简便^[9,10]。美国学者 Kepler 等^[8]按椎间隙高度($0, \leq 5\text{mm}$ 和 $>5\text{mm}$)及是否有局部后凸将 DS 分为 A、B、C、D 四型,每型按是否合并下肢根性疼痛又分为 3 个亚型(0,无;1,单侧;2,双侧)。尽管 Kepler 分型一定程度上稍有简化,并加入临床症状资料作为参考因素,但其仍存在分型重复性差、可信度低等缺陷(一致性检验 Kappa 值仅为 0.68)^[11]。本研究中,我们提出根据 DS 患者术前 L4 与 L5 椎体矢状面形态特点,将 L4 DS 划分为开口型、平行型和闭口型 3 种类型,一致性检验结果显示,3 名观察者之间 Kappa 值为 0.826~0.894,观察者自身 Kappa 值为 0.875~0.916,均为高度一致,表明该分型简单、方便且可信度高。另外,笔者认为提出该 DS 矢状面分型还有助于制定个体化、精准化的手术策略,指导由腰椎侧前方入路完成 L4 DS 减压、复位和融合术。

首先,根据 DS 矢状面分型不同对患者手术体位进行调整,使 L4/5 椎间隙趋于平行状态,有利于椎间隙处理、椎间融合器 cage 置入及矢状面 SA 体位纠正。第二,选择恰当的椎间融合器 cage 置入位置。DS 矢状面形态改变不仅体现为影像学差异,而且也反映了相邻椎体间应力载荷区域改变^[11]。因此,尽量将椎间融合器 cage 置入应力集中区域,开口型 DS 患者置入 cage 的位置尽量接近 L4 椎体后缘,平行型 DS 患者置入 cage 的位置处于 L4 椎体中份,而闭合型 DS 患者则需将 cage 位置接近 L4 椎体前缘。cage 置入位置恰当不仅有助于矫正矢状面形态,并且还有利于获得良好的骨性融合,减少术后内置物并发症的发生。第三,本研究所采用的自锁型 PEEK 椎间融合器包含上下两个固定嵌片,术中充分椎间处理后,置入

cage 时先固定下方 L5 上终板嵌片,以此为杠杆,通过前后加压有利于进一步滑脱复位。本组 37 例 DS 患者按 DS 矢状面分型采用所对应的术中处理策略,均获得满意减压、复位效果。

治疗 DS 除了强调减压、复位和牢固融合以外,脊柱-骨盆矢状位序列的纠正亦需要特别关注。下腰椎滑脱患者的脊柱-骨盆矢状面参数通常会发生改变^[16]。Barrey 等^[17]的研究发现,腰椎出现滑脱后人体躯干重心将前移,通过增大 PT 和减小 SS、LL 来代偿重心前移。其中 LL 作为评估脊柱-骨盆矢状面是否平衡的一个重要参数,尽管 LL 的丢失可能不会立即导致脊柱-骨盆矢状面失衡,但可以通过 LL 丢失的相邻节段曲度改变和骨盆旋转来代偿,而这些代偿性变化无疑将增加腰椎后方结构的牵引载荷,可以引起腰痛等症状^[1,18]。本研究结果与上述报道一致,C 组患者术前 LL 为 $35.2^{\circ}\pm 5.4^{\circ}$,显著低于其他组,且该组患者腰痛症状也明显较其他组严重。既往文献报道 DS 患者术后脊柱-骨盆矢状位参数匹配度与临床症状改善率密切相关^[18-21]。因此,术中需要尽可能恢复 DS 患者正常 LL、重建脊柱-骨盆矢状面平衡,有利于提高术后的临床疗效^[22-24];也有研究报道 PT 与 DS 患者生活质量相关^[19,25],较大 PT 值的腰椎滑脱症患者临床症状明显偏重,手术矫正后减小 PT、增大 SS,从而重建 DS 患者脊柱-骨盆矢状面平衡,而且术后临床疗效改善状况很大程度上依赖于术中恢复正常的矢状面脊柱-骨盆关系^[26]。本研究中,3 组患者术后 PT 均相应减小,SS 相应增大,所有患者术后临床症状均获得改善,但 C 组术后临床症状改善幅度明显大于其他两组。笔者分析认为可能是因为大尺寸解剖型 cage 置入偏椎间隙前方,其 LL 和 SS 分别由术前 $35.2^{\circ}\pm 5.4^{\circ}$ 、 $28.5^{\circ}\pm 3.2^{\circ}$ 增加至 $48.4^{\circ}\pm 4.9^{\circ}$ 、 $35.8^{\circ}\pm 2.7^{\circ}$,而 PT 由术前 $29.7^{\circ}\pm 3.7^{\circ}$ 降至 $21.5^{\circ}\pm 2.3^{\circ}$,重新恢复了脊柱-骨盆矢状位参数匹配度。

综上,DS 矢状面形态分型简单、方便,可信度高。采用 ALLIF 治疗 DS 时,该矢状面分型有助于选择精细化的手术减压与复位方案,从而获得满意的临床与影像学疗效。然而,本研究亦存在不足,如病例样本量少、单中心且随访时间短,其中 C 组(闭口型)仅纳入 8 例 L4 DS 患者,可能对结果造成选择性偏倚,仍需大样本量的长期随访结果;另外,本研究为单中心回顾性总结,尚需开展

多中心、前瞻性研究来验证其可靠性和有效性。

4 参考文献

1. Bydon M, Alvi MA, Goyal A. Degenerative lumbar spondylolisthesis: definition, natural history, conservative management, and surgical treatment[J]. *Neurosurg Clin N Am*, 2019, 30(3): 299–304.
2. Sugiura T, Okuda S, Matsumoto T, et al. Surgical outcomes and limitations of decompression surgery for degenerative spondylolisthesis[J]. *Global Spine J*, 2018, 8(7): 733–738.
3. Spiker WR, Goz V, Brodke DS. Lumbar interbody fusions for degenerative spondylolisthesis: review of techniques, indications, and outcomes[J]. *Global Spine J*, 2019, 9(1): 77–84.
4. Sato J, Ohtori S, Orita S, et al. Radiographic evaluation of indirect decompression of mini-open anterior retroperitoneal lumbar interbody fusion: oblique lateral interbody fusion for degenerated lumbar spondylolisthesis[J]. *Eur Spine J*, 2017, 26(3): 671–678.
5. 涂志明, 王冰, 吕国华, 等. 侧前方腰椎椎间自锁式融合技术治疗退行性腰椎滑脱症[J]. *中华骨科杂志*, 2018, 38(20): 1240–1248.
6. Meyerding HW. Spondylolisthesis [J]. *Surg Gynecol Obstet*, 1932, 54: 371–377.
7. Gille O, Challier V, Parent H, et al. Degenerative lumbar spondylolisthesis: cohort of 670 patients, and proposal of a new classification[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2014, 100(6 Suppl): S311–S315.
8. Kepler CK, Hilibrand AS, Sayadipour A, et al. Clinical and radiographic degenerative spondylolisthesis (CARDS) classification[J]. *Spine J*, 2015, 15(8): 1804–1811.
9. 盛亚超, 孙旭, 朱泽章, 等. 退变性腰椎滑脱 French 分型和 CARDS 分型的可重复性与可信度研究[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2017, 27(3): 228–234.
10. Ghailane S, Bouloussa H, Challier V, et al. Radiographic classification for degenerative spondylolisthesis of the lumbar spine based on sagittal balance: a reliability study[J]. *Spine Deform*, 2018, 6(4): 358–365.
11. Sobol GL, Hilibrand A, Davis A, et al. Reliability and clinical utility of the CARDS classification for degenerative spondylolisthesis[J]. *Clin Spine Surg*, 2018, 31(1): E69–E73.
12. Steiger F, Becker HJ, Standaert CJ, et al. Surgery in lumbar degenerative spondylolisthesis: indications, outcomes and complications: a systematic review[J]. *Eur Spine J*, 2014, 23(5): 945–973.
13. Weinstein JN, Lurie JD, Tosteson TD, et al. Surgical versus nonsurgical treatment for lumbar degenerative spondylolisthesis[J]. *N Engl J Med*, 2007, 356(22): 2257–2270.
14. Rosenberg NJ. Degenerative spondylolisthesis: predisposing factors[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1975, 57(4): 467–474.
15. Anderson DG, Limthongkul W, Sayadipour A, et al. A radiographic analysis of degenerative spondylolisthesis at the L4–5 level[J]. *J Neurosurg Spine*, 2012, 16(2): 130–134.
16. Zúrate-Kalfópulos B, Reyes-Tarrago F, Navarro-Aceves LA. Characteristics of spinopelvic sagittal alignment in lumbar degenerative disease[J]. *World Neurosurg*, 2019, 126: e417–e421.
17. Barrey C, Jund J, Noseda O, et al. Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases: a comparative study about 85 cases[J]. *Eur Spine J*, 2007, 16(9): 1459–1467.
18. Radovanovic I, Urquhart JC, Ganapathy V, et al. Influence of postoperative sagittal balance and spinopelvic parameters on the outcome of patients surgically treated for degenerative lumbar spondylolisthesis[J]. *J Neurosurg Spine*, 2017, 26(4): 448–453.
19. Kim MK, Lee SH, Kim ES, et al. The impact of sagittal balance on clinical results after posterior interbody fusion for patients with degenerative spondylolisthesis: a pilot study[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2011, 12: 69.
20. Tempel ZJ, Gandhoke GS, Bolinger BD, et al. The influence of pelvic incidence and lumbar lordosis mismatch on development of symptomatic adjacent level disease following single-level transforaminal lumbar interbody fusion [J]. *Neurosurgery*, 2017, 80(6): 880–886.
21. Lazennec JY, Ramare S, Arafati N, et al. Sagittal alignment in lumbosacral fusion: relations between radiological parameters and pain [J]. *Eur Spine J*, 2000, 9(1): 47–55.
22. 吕国华, 王正光, 王冰, 等. 重度腰椎滑脱术后骨盆-脊柱参数与临床症状的相关分析 [J]. *中国骨科临床与基础研究杂志*, 2013, 5(4): 207–213.
23. 申鹏飞, 郑翰林, 李树怀, 等. 腰椎滑脱术后脊柱骨盆矢状面参数变化与临床疗效的相关性分析[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2017, 32(9): 920–923.
24. Funao H, Tsuji T, Hosogane N, et al. Comparative study of spinopelvic sagittal alignment between patients with and without degenerative spondylolisthesis[J]. *Eur Spine J*, 2012, 21(11): 2181–2187.
25. Lafage V, Schwab F, Patel A, et al. Pelvic tilt and truncal inclination: two key radiographic parameters in the setting of adults with spinal deformity[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2009, 34(17): E599–E606.
26. Kuhta M, Bošnjak K, Vengust R. Failure to maintain segmental lordosis during TLIF for one-level degenerative spondylolisthesis negatively affects clinical outcome 5 years postoperatively: a prospective cohort of 57 patients[J]. *Eur Spine J*, 2019, 28(4): 745–750.

(收稿日期:2019-10-03 末次修回日期:2019-11-02)

(英文编审 唐翔宇/谭 啸)

(本文编辑 卢庆霞)