

DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20220472

· 论 著 ·

完全复位对单节段 L_{4/5} 退行性腰椎滑脱症的疗效分析

卢春闻[△], 杜诗尧[△], 王 勇, 王亮亮, 常 住, 王振伟, 许天明*

中国人民解放军海军第 905 医院骨科, 上海 200050

[摘要] **目的** 探讨单节段 L_{4/5} 退行性腰椎滑脱症患者行腰椎后路椎间融合术治疗时完全复位对临床疗效及矢状位力线的影响。**方法** 纳入 2015 年 1 月至 2018 年 1 月于我院因 L_{4/5} 腰椎退行性滑脱症行腰椎后路椎间融合术治疗的患者, 根据术中是否对滑脱行完全复位随机选取完全复位者 35 例和部分复位者 35 例。对比分析两组患者术前一般资料、手术情况、影像学参数及临床疗效指标。**结果** 两组患者性别、年龄、BMI、滑脱程度, 以及术前胸椎后凸角 (TK)、腰椎前凸角 (LL)、骨盆入射角 (PI)、骨盆倾斜角 (PT)、骶骨倾斜角 (SS)、矢状位偏移距 (SVA)、疼痛视觉模拟量表 (VAS) 评分、Oswestry 功能障碍指数 (ODI) 评分差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。完全复位组患者术中出血量多于部分复位组 [(230.1±67.6) mL vs (182.5±56.3) mL], 手术时间长于部分复位组 [(176.4±35.2) min vs (152.6±23.4) min], 滑脱矫正率高于部分复位组 [(89.5±10.2)% vs (30.5±20.5)%], 差异均有统计学意义 ($P < 0.001$)。与术前相比, 术后两组患者 TK、PT、SVA 均减小, LL 均增大。术后 3 个月, 完全复位组 SVA 小于部分复位组 [(26.5±21.2) mm vs (34.5±24.6) mm, $P = 0.012$]; 末次随访时, 完全复位组 LL、PT 和 SVA 均小于部分复位组 [(45.3±5.9)° vs (48.2±6.3)°, (16.4±6.8)° vs (18.3±7.1)°, (26.8±23.2) mm vs (36.5±26.2) mm, $P < 0.05$]。末次随访时, 完全复位组的 VAS 和 ODI 评分均小于部分复位组 [(1.2±0.5) 分 vs (2.2±0.8) 分, (14.5±4.5) 分 vs (20.9±6.4) 分, $P < 0.05$]。**结论** 对于 L_{4/5} 单节段退行性腰椎滑脱症患者而言, 无论完全复位或部分复位均能取得较好的临床疗效。较之部分复位, 完全复位的患者出血量相对较多、手术时间相对延长, 但远期临床疗效较好, 且能够保证更好的矢状位力线。

[关键词] 退行性腰椎滑脱症; 完全复位; 矢状位; 临床疗效**[中图分类号]** R 681.53 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 2097-1338(2022)10-1176-05

Efficacy of complete reduction on single segment L_{4/5} degenerative lumbar spondylolisthesis

LU Chun-wen[△], DU Shi-yao[△], WANG Yong, WANG Liang-liang, CHANG Zhu, WANG Zhen-wei, XU Tian-ming*

Department of Orthopaedics, No. 905 Hospital of PLA Navy, Shanghai 200050, China

[Abstract] **Objective** To study the effect of complete reduction on the clinical efficacy and sagittal alignment of patients with single segment L_{4/5} degenerative lumbar spondylolisthesis undergoing posterior lumbar interbody fusion. **Methods** A total of 70 patients who underwent posterior lumbar interbody fusion for L_{4/5} lumbar degenerative spondylolisthesis in our hospital from Jan. 2015 to Jan. 2018 were included. They were divided into complete reduction group and partial reduction group, with 35 cases in each group. The general data, operation parameters, radiographical parameters and clinical efficacy of the 2 groups were analyzed. **Results** There were no significance in gender, age, body mass index, spondylolisthesis degree, or preoperative thoracic kyphosis (TK), lumbar lordosis (LL), pelvic incidence (PI), pelvic tilt (PT), sacral slope (SS), sagittal vertical axis (SVA), visual analogue scale (VAS) score, or Oswestry disability index (ODI) score between the 2 groups (all $P > 0.05$). Compared with the partial reduction group, the complete reduction group had more intraoperative blood loss [(230.1±67.6) mL vs (182.5±56.3) mL], longer operative time [(176.4±35.2) min vs (152.6±23.4) min], and higher correction rate [(89.5±10.2)% vs (30.5±20.5)%] (all $P < 0.001$). Compared with those before operation, TK, PT and SVA in the 2 groups were decreased, while LL was increased. At 3 months after operation, SVA in the complete reduction group was smaller than that in the partial reduction group [(26.5±21.2) mm vs (34.5±24.6) mm, $P = 0.012$). At the last follow-up, LL, PT and SVA in the complete reduction group were smaller than those in the partial reduction group [(45.3±5.9)° vs (48.2±6.3)°, (16.4±6.8)° vs (18.3±7.1)°, (26.8±23.2) mm vs (36.5±26.2) mm, all $P < 0.05$]; and

[收稿日期] 2022-06-05 **[接受日期]** 2022-08-26**[基金项目]** 上海市自然科学基金 (22ZR1476600), 海军军医大学 (第二军医大学) 远航计划 (18X3301). Supported by Natural Science Foundation of Shanghai (22ZR1476600) and "Long Voyage" Project of Naval Medical University (Second Military Medical University) (18X3301).**[作者简介]** 卢春闻, 博士, 主治医师. E-mail: luchunwench@163.com; 杜诗尧, 硕士, 主治医师. E-mail: dushiyaoyao@163.com[△]共同第一作者 (Co-first authors).

*通信作者 (Corresponding author). Tel: 021-81819101, E-mail: xutmsmmu@126.com

the VAS and ODI scores in the complete reduction group were lower than those in the partial reduction group (1.2 ± 0.5 vs 2.2 ± 0.8 , 14.5 ± 4.5 vs 20.9 ± 6.4 , both $P < 0.05$). **Conclusion** As for patients with L_{4/5} single segment degenerative lumbar spondylolisthesis, either complete reduction or partial reduction can achieve better clinical efficacy. Compared with partial reduction, patients with complete reduction have more blood loss and longer operative time, but they have better long-term clinical efficacy and can restore a better sagittal profile.

[**Key words**] degenerative lumbar spondylolisthesis; complete reduction; sagittal profile; clinical efficacy

[Acad J Naval Med Univ, 2022, 43(10): 1176-1180]

退行性腰椎滑脱症是脊柱滑脱的常见类型,常表现为腰痛、神经根性症状和间歇性跛行,其中L_{4/5}节段滑脱者症状最为显著^[1]。退行性腰椎滑脱症常伴随骨关节炎、椎间盘退变和椎管狭窄,严重者可引起骨盆及矢状位参数改变,从而降低患者的生活质量。随着临床技术的革新,斜前方入路腰椎椎间融合术^[2]、微创经椎间孔腰椎椎间融合术^[3]和导航下腰椎后路椎间融合术 (posterior lumbar interbody fusion, PLIF)^[4]等新技术被用于退行性腰椎滑脱症的治疗。尽管新技术的改良对于腰椎滑脱症的治疗有一定的意义,但传统PLIF被认为在前柱支持、神经根减压和恢复脊柱序列方面优于其他融合方式^[5-6],仍然是应用最广泛的手术方式。

对于腰椎滑脱症的患者而言,除解除由滑脱导致的椎管狭窄与神经根压迫,其矢状位力线的恢复亦是临床医师需要重点考虑的问题。Lenz等^[7]对于退行性腰椎滑脱症行腰椎手术的患者进行了长达3年的随访研究,结果表明无论前路还是后路手术,恢复矢状位力线均能够使临床疗效得到显著改善。Shao等^[8]通过比较单节段或双节段椎弓根螺钉固定治疗L₅/S₁腰椎滑脱症的影像学参数和临床疗效,认为双节段椎弓根螺钉固定对患者的脊柱矢状位力线及稳定性的恢复效果更佳。

目前关于复位程度在退行性腰椎滑脱症治疗中的意义尚存争议。黄卫国和海涌^[9]对II、III度成年人腰椎滑脱症患者手术治疗效果进行回顾性研究,结果表明复位程度越完全越有利于患者症状解除和改善,未复位组原位融合与完全复位和部分复位相比临床疗效差异显著。曾清明^[10]通过对94例腰椎滑脱症患者进行回顾性研究,认为术后复位程度不会对脊柱矢状面形态带来较大的影响。本研究纳入具有完整全脊柱影像学资料且随访时间超过2年的因L_{4/5}单节段退行性腰椎滑脱症行PLIF的患者,通过分析影像学参数和临床疗效指标,探讨完全复位对矢状位力线恢复及远期疗效的影响。

1 资料和方法

1.1 研究对象 回顾性纳入2015年1月至2018年1月因L_{4/5}腰椎退行性滑脱症于我院行PLIF的患者。纳入标准:(1)诊断为L_{4/5}退行性腰椎滑脱症;(2)患者经历单侧/双侧坐骨神经痛或间歇性跛行症状,伴有腰痛,保守治疗6个月以上无反应;(3)行PLIF,且随访时间超过2年;(4)具有完整全脊柱影像学资料及临床疗效评估结果。排除标准:(1)其他节段或其他类型的腰椎滑脱症患者;(2)行其他术式进行治疗;(3)随访时间不足或无充足临床疗效评估与影像学资料。在有效样本量的基础上,根据术中是否对滑脱行完全复位,随机选取完全复位患者35例、部分复位患者35例。本研究通过我院伦理委员会审批(NMU2018054)。

1.2 手术方法 所有手术均由两位经验丰富的脊柱外科医师进行,以尽量减少不同手术技术的影响。患者全身麻醉后,于后正中切口暴露棘突,在C臂X线机引导下将椎弓根螺钉置入L₄、L₅椎体双侧椎弓根,并使用棘突剪去除L₄棘突,保留相关棘上韧带与棘间韧带。完全复位:在行患侧椎间盘摘除和终板处理后,采用提拉复位及椎间撑开,待术中透视对复位效果满意后行椎间融合;部分复位:充分减压后直接行椎间融合。术毕,放置1根引流管,并依次对肌肉、筋膜、皮肤逐层缝合。

1.3 数据收集

1.3.1 一般资料 记录患者的一般资料,包括性别、年龄、BMI、手术时间及术中出血量。

1.3.2 影像学参数 收集患者术前、术后3个月及末次随访时的脊柱全长侧位片。使用Surgimap软件测量影像学参数,包括滑脱距离、滑脱程度分级^[11]、胸椎后凸角(thoracic kyphosis, TK)、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)和矢状位偏移距

(sagittal vertical axis, SVA)。计算滑脱矫正率,滑脱矫正率=(术前滑脱距离-末次随访时滑脱距离)/术前滑脱距离×100%。

1.3.3 临床疗效指标 采用视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)评分^[12]评估患者术前、术后3个月及末次随访时腰背部的疼痛程度。采用Oswestry功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)评分^[13]评估患者术前、术后3个月及末次随访时的功能障碍程度,评价内容包括性生活、行走、提物、社会活动、生活自理能力、睡眠、疼痛程度和站立等。

1.4 统计学处理 采用SPSS 22.0软件进行统计学分析。服从正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,两组间数据的比较采用独立样本 t 检验;计数资料以频数和百分数表示,两组间数据的比较采用 χ^2 检验。检验水准(α)为0.05。

2 结果

2.1 两组患者基本特征比较 共计70例退行性腰椎滑脱症患者纳入本研究。完全复位组纳入35例患者,男12例、女23例,年龄为(54.2±9.6)岁,BMI为(24.9±3.76) kg/m²,滑脱程度I度5例、II度30例;部分复位组纳入35例患者,男14例、女21例,年龄为(55.7±8.7)岁,BMI为

(25.2±4.12) kg/m²,滑脱程度I度7例、II度28例。两组患者年龄、性别、BMI和滑脱程度差异均无统计学意义(P 均>0.05)。

2.2 两组患者手术指标比较 完全复位组患者术中出血量多于部分复位组[(230.1±67.6) mL vs (182.5±56.3) mL],手术时间长于部分复位组[(176.4±35.2) min vs (152.6±23.4) min],滑脱矫形率高于部分复位组[(89.5±10.2)% vs (30.5±20.5)%],差异均有统计学意义(P 均<0.001)。

2.3 两组患者影像学参数比较 术前两组患者TK、LL、PI、PT、SS和SVA差异均无统计学意义(P 均>0.05)。与术前相比,术后3个月和末次随访时两组患者TK、PT、SVA均减小,LL均增大。术后3个月,完全复位组SVA小于部分复位组,差异有统计学意义($P=0.012$);末次随访时,完全复位组LL、PT和SVA均小于部分复位组,差异均有统计学意义(P 均<0.05)。见表1。

2.4 两组患者临床疗效比较 术前两组患者VAS和ODI评分差异均无统计学意义(P 均>0.05)。与术前相比,术后两组患者VAS和ODI评分均逐渐减小。术后3个月,两组患者VAS和ODI评分差异均无统计学意义(P 均>0.05);末次随访时,完全复位组VAS和ODI评分均小于部分复位组,差异有统计学意义(P 均<0.05)。见表2。

表1 两组L_{4/5}腰椎退行性滑脱症患者手术前后影像学参数比较

Tab 1 Comparison of radiographic parameters of patients with L_{4/5} degenerative lumbar spondylolisthesis between 2 groups before and after surgery

Parameter	Preoperatively			At 3-month follow-up			At final follow-up		
	CR group	PR group	P value	CR group	PR group	P value	CR group	PR group	P value
TK/(°)	37.2±8.9	36.3±9.3	0.792	34.1±7.5	34.5±7.0	0.672	32.5±7.2	33.7±6.9	0.234
LL/(°)	42.5±8.4	43.4±7.9	0.721	46.2±6.4	47.1±6.1	0.842	45.3±5.9	48.2±6.3	0.045
PI/(°)	61.4±9.5	60.5±10.2	0.913	60.2±9.2	61.0±9.5	0.824	59.5±9.8	60.4±10.1	0.235
PT/(°)	19.2±7.3	19.8±8.5	0.482	17.2±6.5	18.1±7.5	0.082	16.4±6.8	18.3±7.1	0.022
SS/(°)	40.2±9.7	41.1±10.2	0.762	42.4±7.9	43.5±8.6	0.342	42.5±6.7	43.2±8.2	0.169
SVA/mm	51.2±26.7	53.2±29.7	0.752	26.5±21.2	34.5±24.6	0.012	26.8±23.2	36.5±26.2	0.005

CR: Complete reduction; PR: Partial reduction; TK: Thoracic kyphosis; LL: Lumbar lordosis; PI: Pelvic incidence; PT: Pelvic tilt; SS: Sacral slope; SVA: Sagittal vertical axis.

表2 两组L_{4/5}腰椎退行性滑脱症患者手术前后临床疗效比较

Tab 2 Comparison of clinical efficacy of patients with L_{4/5} degenerative lumbar spondylolisthesis between 2 groups before and after surgery

Parameter	Preoperatively			At 3-month follow-up			At final follow-up		
	CR group	PR group	P value	CR group	PR group	P value	CR group	PR group	P value
VAS score	7.2±1.1	7.5±0.9	0.669	2.3±0.7	2.4±0.6	0.452	1.2±0.5	2.2±0.8	0.012
ODI score	56.2±8.7	57.5±9.2	0.562	23.5±6.2	24.4±5.7	0.540	14.5±4.5	20.9±6.4	0.035

CR: Complete reduction; PR: Partial reduction; VAS: Visual analogue scale; ODI: Oswestry disability index.

3 讨论

退行性腰椎滑脱症是脊柱在退行性变过程中(无任何峡部缺损),上椎体相对于下椎体发生滑动^[14]。退行性腰椎滑脱症往往在出现腰椎不稳、神经根受压及间歇性跛行时才考虑需要手术治疗,手术中临床医师更多关注的是解除压迫、稳定椎体,而是否需要患者的滑脱行完全复位目前仍具有争议。腰椎滑脱症作为一种脊柱畸形,会引起PT增大,从而导致矢状位发生失衡^[15-16]。脊柱本身遵循动态平衡,除腰弯外,骨盆及胸弯也会发生相应代偿,从而保证整体平衡^[17]。部分患者在行腰椎后路手术后,仍存在长期的腰背痛,研究发现PLIF治疗退行性腰椎滑脱症可显著改善矢状面平衡参数和临床疗效,PT的充分改善可能对降低术后腰背痛有积极作用^[18]。一项关于PLIF治疗轻度L₅/S₁腰椎滑脱症后矢状位脊柱-骨盆平衡与持续性腰痛关系的研究结果显示,伴有术后持续性腰痛的患者SS降低、PT升高^[19]。因而我们考虑,尽管脊柱存在动态代偿效应,是否在手术一期实现完全复位能获得更好的临床疗效及影像学效应呢?

本研究为减少相关变量因素干扰,针对退行性腰椎滑脱症好发的L_{4/5}节段纳入患者进行回顾性研究。一般资料显示,完全复位和部分复位组纳入患者的年龄、性别、BMI和滑脱程度差异均无统计学意义,基线资料具有可比性。手术资料显示,完全复位组手术时间相对较长,术中出血量相对较多,该结果可能与手术过程中增加了提拉复位的时间及术中需要去除更多骨性连接有关。对比患者对症状缓解的主观评价,结果显示术前及术后3个月两组的VAS和ODI评分差异均无统计学意义,说明尽管手术能够缓解患者大部分的疼痛与生活不便,但手术本身带来的不适仍有存留,短期内两组的差异并不明显。末次随访时,完全复位组的VAS和ODI评分均小于部分复位组,提示在术后较长时间的随访过程中完全复位可在一定程度上恢复原有的脊柱序列,减少应力的集中,因而尽管较生理状态下仍有不适,但较之部分复位的患者,其腰痛症状得到一定程度改善。

在矢状位力线方面,两组患者术前的矢状位参数差异无统计学意义,术后两组患者TK、PT、SVA均有减小趋势而LL有增大趋势,术后3个月

时完全复位组SVA小于部分复位组,末次随访时完全复位组LL、PT和SVA均小于部分复位组。通常我们认为退行性腰椎滑脱症患者PI相对更大,随着滑脱程度的增加,其LL减小、PT增大,因而使失衡进一步加重。复位手术的目的是逆转这种改变,因而术后两组患者的LL均有一定程度的增大,以逆转PI-LL的匹配失衡。部分复位组末次随访时LL大于完全复位组,可能与部分复位组维持矢状位平衡的代偿有关。此外,据Kim等^[20]的报道,PT与良好的临床结果有很强的相关性,PLIF后PT的改善可能是腰椎滑脱症患者腰痛缓解的原因之一。本研究中,两组患者术后的PT和SVA减小,整体平衡有所恢复。而对比两组患者术后矢状位参数,可以看到完全复位组的PT减小更为明显,从一定程度上印证了完全复位对于远期矢状位力线平衡更有意义,且可以解释末次随访时完全复位组的VAS和ODI评分较部分复位组更优。

本研究仍存在一些局限性。首先,本研究仅纳入了常见的L_{4/5}节段退行性腰椎滑脱症患者,并未考虑其他单节段或多节段退行性腰椎滑脱症患者;其次,本研究的完全复位只是恢复滑脱椎体之间的相对序列,但并没有对手术中具体操作进行优化;此外,本研究为单中心回顾性研究,样本量相对较小,拟在今后扩大样本量进一步验证。

综上所述,对于L_{4/5}单节段退行性腰椎滑脱症患者而言,无论完全复位抑或部分复位均能取得较好的临床疗效。较之部分复位,完全复位的患者出血量相对较多,手术时间相对延长,但在远期临床疗效上获益更大,且能够保证更好的矢状位力线。

[参考文献]

- [1] JACOBSEN S, SONNE-HOLM S, ROVSING H, MONRAD H, GEBUHR P. Degenerative lumbar spondylolisthesis: an epidemiological perspective: the Copenhagen osteoarthritis study[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2007, 32: 120-125.
- [2] LEE Y S, LEE D H, CHO D C, HAN I, KIM C H, KWON H D, et al. The change of spinal canal according to oblique lumbar interbody fusion in degenerative spondylolisthesis: a prospective observational study[J]. *Neurospine*, 2022, 19: 492-500.
- [3] LIANG Z Y, XU X J, RAO J, CHEN Y, WANG R, CHEN C M. Clinical evaluation of paraspinal minimally invasive

- transforaminal lumbar interbody fusion for lumbar spondylolisthesis grade I with lumbar spinal stenosis: a cohort study[J/OL]. *Front Surg*, 2022, 9: 906289. DOI: 10.3389/fsurg.2022.906289.
- [4] KARASIN B, RIZZO G, HARDINGE T, GRZELAK M, ESKUCHEN L, WATKINSON J. Robotic-assisted lumbar fusion: an effective technique for pedicle screw placement[J]. *AORN J*, 2022, 115: 251-260.
- [5] LI Y C, WU Z F, GUO D Z, YOU H, FAN X. A comprehensive comparison of posterior lumbar interbody fusion versus posterolateral fusion for the treatment of isthmic and degenerative spondylolisthesis: a meta-analysis of prospective studies[J/OL]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2020, 188: 105594. DOI: 10.1016/j.clineuro.2019.105594.
- [6] YOSHIHARA H, YONEOKA D. National trends in the surgical treatment for lumbar degenerative disc disease: United States, 2000 to 2009[J]. *Spine J*, 2015, 15: 265-271.
- [7] LENZ M, OIKONOMIDIS S, HARTWIG R, GRAMSE R, MEYER C, SCHEYERER M J, et al. Clinical outcome after lumbar spinal fusion surgery in degenerative spondylolisthesis: a 3-year follow-up[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2022, 142: 721-727.
- [8] SHAO X F, LIU H, WU J, QIAN Z L, QU R, LIU T. A retrospective comparative study of postoperative sagittal balance in isthmic L₅-S₁ spondylolisthesis using single segment or two-segment pedicle screw fixation[J/OL]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2022, 23: 145. DOI: 10.1186/s12891-022-05098-y.
- [9] 黄卫国,海涌. 成人腰椎滑脱症复位程度对临床疗效的影响[J]. *实用骨科杂志*, 2014, 20: 293-298.
- [10] 曾清明. 腰椎滑脱患者术后复位程度对脊柱矢状面形态的影响及疗效观察[J]. *世界最新医学信息文摘*, 2018, 18: 45-46.
- [11] KALICHMAN L, KIM D H, LI L, GUERMAZI A, BERKIN V, HUNTER D J. Spondylolysis and spondylolisthesis: prevalence and association with low back pain in the adult community-based population[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2009, 34: 199-205.
- [12] DANTAS F, DANTAS F L R, BOTELHO R V. Effect of interbody fusion compared with posterolateral fusion on lumbar degenerative spondylolisthesis: a systematic review and meta-analysis[J]. *Spine J*, 2022, 22: 756-768.
- [13] ZHOU X Y, XU X M, FAN J P, WANG F, WU S Y, ZHANG Z C, et al. Cross-cultural validation of simplified Chinese version of spine functional index[J/OL]. *Health Qual Life Outcomes*, 2017, 15: 203. DOI: 10.1186/s12955-017-0785-7.
- [14] SENGUPTA D K, HERKOWITZ H N. Degenerative spondylolisthesis: review of current trends and controversies[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2005, 30(6 Suppl): S71-S81.
- [15] NAKAMAE T, NAKANISHI K, KAMEI N, ADACHI N. The correlation between sagittal spinopelvic alignment and degree of lumbar degenerative spondylolisthesis[J]. *J Orthop Sci*, 2019, 24: 969-973.
- [16] LAI Q, GAO T, LV X, LIU X Q, WAN Z M, DAI M, et al. Correlation between the sagittal spinopelvic alignment and degenerative lumbar spondylolisthesis: a retrospective study[J/OL]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2018, 19: 151. DOI: 10.1186/s12891-018-2073-z.
- [17] CHEN Y C, ZHANG L, LI E N, DING L X, ZHANG G N, HOU Y, et al. Comparison of posterolateral fusion and posterior lumbar interbody fusion in the treatment of lumbar spondylolisthesis: a meta-analysis[J]. *J Invest Surg*, 2019, 32: 290-297.
- [18] HE S J, ZHANG Y J, JI W, LIU H, HE F, CHEN A, et al. Analysis of spinopelvic sagittal balance and persistent low back pain (PLBP) for degenerative spondylolisthesis (DS) following posterior lumbar interbody fusion (PLIF)[J/OL]. *Pain Res Manag*, 2020, 2020: 5971937. DOI: 10.1155/2020/5971937.
- [19] YUAN J J, LI G, LIU Y, ZHANG Q, REN Z S, TIAN R. The association between sagittal spinopelvic alignment and persistent low back pain after posterior lumbar interbody fusion for treatment of mild L₅-S₁ spondylolisthesis: a retrospective study[J]. *Int J Gen Med*, 2022, 15: 4807-4816.
- [20] KIM M K, LEE S H, KIM E S, EOH W, CHUNG S S, LEE C S. The impact of sagittal balance on clinical results after posterior interbody fusion for patients with degenerative spondylolisthesis: a pilot study[J/OL]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2011, 12: 69. DOI: 10.1186/1471-2474-12-69.

[本文编辑] 孙岩