

骨科学

DOI: 10.13406/j.cnki.cyx.003027

腰后路减压复位环形融合治疗腰椎双节段椎体滑脱的临床疗效评估

王 晨, 李 明

(海南医学院第一附属医院关节创伤外科, 海南 570100)

【摘要】目的:探讨腰后路减压复位环形融合治疗腰椎双节段椎体滑脱后临床疗效及腰椎-骨盆矢状位拟合关系的变化。**方法:**回顾性纳入 2014 年 1 月至 2018 年 1 月海南医学院第一附属医院关节创伤外科收治的接受腰后路减压复位环形融合内固定术且资料完整的 67 例双节段腰椎滑脱症患者。记录患者术前和末次随访时腰腿疼痛视觉模拟 (visual analogue scale, VAS) 评分及腰椎功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI) 评分, 计算腰椎前凸角 (lumbar lordosis, LL)、骶骨倾斜角 (sacral slope, SS)、骨盆倾斜角 (pelvic tilt, PT) 及骨盆入射角 (pelvic incidence, PI) 并进行分析比较。**结果:**术后 12 个月, 患者腰痛 VAS 评分由 (5.1 ± 0.6) 分降至 (2.1 ± 0.5) 分, ODI 评分由 (44.5 ± 2.2) 分降至 (18.6 ± 1.0) 分, 两者变化差异均具有统计学意义 ($P < 0.001$)。腰椎 LL 由 $47.3^\circ \pm 5.1^\circ$ 降至 $32.1^\circ \pm 6.0^\circ$, SS 由 $40.3^\circ \pm 3.3^\circ$ 降至 $26.8^\circ \pm 7.5^\circ$, PT 由 $34.5^\circ \pm 3.0^\circ$ 降至 $13.6^\circ \pm 5.0^\circ$, PI 由 $63.2^\circ \pm 8.1^\circ$ 降至 $43.3^\circ \pm 6.6^\circ$, 4 个参数变化差异均有统计学意义 ($P < 0.001$)。术前 LL 与 SS、PT 及 PI 之间无明显相关性 ($P > 0.05$)。术后 12 个月时, LL 与 SS 呈正相关性 ($P < 0.05$), SS 与 PT 呈负相关性 ($P < 0.05$), SS 与 PI 呈负相关性 ($P < 0.05$)。**结论:**腰后路减压复位环形融合内固定治疗腰椎双节段椎体滑脱有利于缓解患者腰腿痛, 促进患者脊髓神经功能恢复, 同时恢复腰椎-骨盆矢状位序列。

【关键词】腰椎滑脱症; 腰后路减压融合内固定; 脊柱序列

【中图分类号】R687

【文献标志码】A

【收稿日期】2020-07-02

Clinical efficacy evaluation of posterior decompression and reduction and circular fusion for the treatment of lumbar double-segment spondylolisthesis

Wang Cheng, Li Ming

(Department of Joint Trauma Surgery, First Affiliated Hospital of Hainan Medical College)

【Abstract】Objective: To investigate the clinical effect of posterior decompression and reduction of lumbar spine and circular fusion for the treatment of lumbar double-segment spondylolisthesis and the changes in the sagittal fitting relationship between lumbar spine and pelvis. **Methods:** A total of 67 patients with double-segment lumbar spondylolisthesis who underwent posterior decompression, reduction, circular fusion and internal fixation of the lumbar spine in the Department of Joint Trauma Surgery, First Affiliated Hospital of Hainan Medical College from January 2014 to January 2018 were retrospectively included in this study. The patient's preoperative and final follow-up for lumbar and leg pain visual analogue scale (VAS) and lumbar spine dysfunction Oswestry disability index (ODI) scores were recorded, and their lumbar lordosis (LL), sacral slope (SS), pelvic tilt (PT) and pelvic incidence (PI) were determined and comparatively analyzed. **Results:** Twelve months after the operation, the VAS score of the patient's low back pain decreased from (5.1 ± 0.6) points to (2.1 ± 0.5) points, and the ODI decreased from (44.5 ± 2.2) points to (18.6 ± 1.0) points. The differences between the two changes were all statistically significant ($P < 0.001$). LL decreased from $47.3^\circ \pm 5.1^\circ$ to $32.1^\circ \pm 6.0^\circ$, SS decreased from $40.3^\circ \pm 3.3^\circ$ to $26.8^\circ \pm 7.5^\circ$, PT decreased from $34.5^\circ \pm 3.0^\circ$ to $13.6^\circ \pm 5.0^\circ$, and PI decreased from $63.2^\circ \pm 8.1^\circ$ to $43.3^\circ \pm 6.6^\circ$, with significant differences among the four parameters ($P < 0.001$). There was no significant correlation between LL and SS, PT and PI before operation ($P > 0.05$). At 12 months postoperatively, LL was positively correlated with SS ($P < 0.05$), SS was negatively correlated with PT ($P < 0.05$), and SS was negatively correlated with PI ($P < 0.05$). **Conclusion:** Posterior lumbar decompression, reduction, circular

fusion and internal fixation for the treatment of lumbar double-segment spondylolisthesis is beneficial to alleviate lumbar and leg pain, promote the recovery of spinal nerve function, and restore the lumbar-pelvic sagittal alignment.

【Key words】 lumbar spondylolisthesis; posterior lumbar decompression, fusion and internal fixation; spinal alignment

作者介绍: 王 晨, Email: 372009106@qq.com,

研究方向: 关节创伤外科。

通信作者: 李 明, Email: 372009106@qq.com。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (编号: 81260271)。

优先出版: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1046.R.20220516.1806.008.html>

(2022-05-17)

腰椎滑脱症由多种因素致使腰椎椎体相对邻近腰椎向前/后滑移,从而出现脊髓神经根受到压迫而出现腰腿痛、感觉异常等症状。腰椎多椎体同时滑移并不多见;双椎体滑脱导致局部解剖结构更加复杂,腰椎序列失衡,腰椎-骨盆矢状位序列失拟合,同时治疗难度也会相应增加。临床实践中,各种腰椎后方、侧方入路手术对腰椎滑脱患者腰椎序列恢复、神经症状缓解具有显著疗效,但关于腰椎双椎体术后腰椎序列恢复的报道并不多见^[1-2]。本研究回顾性纳入近 5 年腰椎双椎体滑脱患者进行研究,旨在探讨腰椎后路减压提拉复位环形植骨融合内固定手术治疗腰椎双椎体滑脱的临床疗效及其影像学变化。

1 资料与方法

1.1 纳入及排除标准

纳入标准:①所选择患者均经腰椎 X 片、计算机断层扫描术(computer tomography,CT)及磁共振成像(magnetic resonance imaging,MRI)检查确诊,均为腰 3、4、5 节段滑脱;②经保守治疗 3 个月无效,临床症状无缓解或进行性加重;③无脊柱侧弯畸形,可耐受手术;④患者或家属签订知情同意书。排除标准:①脊柱创伤、骨折和感染者;②伴随严重骨质疏松者;③既往有腰椎手术史者;④因代谢性疾病、肿瘤诱发的腰椎滑脱者。

1.2 一般资料

回顾性纳入 2014 年 1 月至 2018 年 1 月海南医学院第一附属医院关节创伤外科收治的接受腰椎后路减压复位环形融合内固定术且资料完整的 67 例双节段腰椎滑脱患者,

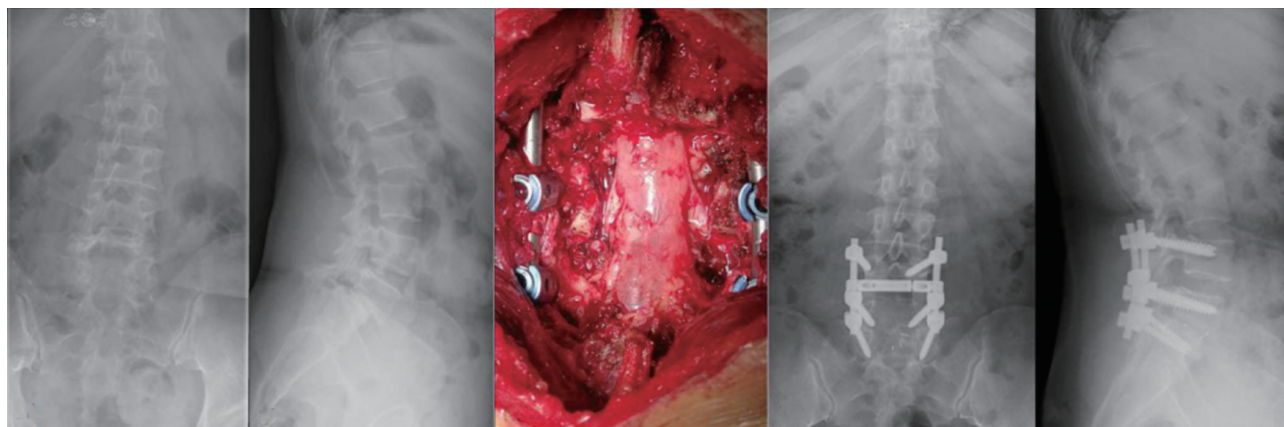
男性 30 例,女性 37 例,年龄 41~64 岁,平均年龄(52.5 ± 10.1)岁,病程 6~12 个月,平均病程 6~10 个月。滑脱类型:退变型 61 例,峡部裂型 6 例。Meyerding 滑脱程度:I 度 54 例、II 度 13 例,L3+L4 滑脱 17 例,L4+L5 滑脱 49 例。随访时间 13~18 个月,平均(15.3 ± 3.2)个月。

1.3 手术方法

所有手术均由同一位资深脊柱外科医师完成,均使用同一厂家内固定。患者全麻后呈俯卧位,用 C 型臂 X 线机行正位透视,定位,标记,以滑脱节段为中心沿线作纵切口,暴露,依次钻孔、插针定位、C 型臂透视,确认定位针自椎弓根入椎体 80%,并依次将相应长度椎弓根螺钉拧入后进行椎管减压处理,将椎板、棘突分别切除,显露椎管,将增生肥厚的黄韧带与病变节段部分下关节突切除,彻底扩大神经根管;于直视下松解受压硬膜囊、神经根,以神经根拉勾将显露的神经根及其硬膜囊牵开,切开后纵韧带与纤维环,将病变节段椎间盘组织与椎体终板软骨去除,及至可见终板广泛渗血位置。滑脱椎体提拉复位后将连接椎弓根钉棒系统,将椎间隙逐步撑开,选择合适大小 Cage 植入椎间隙,人工硬脊膜覆盖椎板切除减压区,磨钻于双侧横突及关节突表面造植骨床后行横突-关节突-人工硬脊膜背侧-对侧关节突及横突植骨(图 1);采用 C 型臂 X 线机检查复位效果良好后加压固定。冲洗、缝合伤口,置负压引流管。手术完成后 3 d 即可将其拔除,术后 2~3 d 指导患者行双下肢主被动锻炼,术后 2 周则可协助患者带腰围下地活动。

1.4 影像学参数及评估指标

采用 X 线机行腰椎-骨盆正侧位 X 片检查并测量矢状位参数:①腰椎前凸角(lumbar lordosis,LL):L1 椎体上椎板切线与 S1 椎体上椎板切线之间的夹角。②骶骨倾斜角(sacral slope,SS):S1 上终板与水平线的夹角。③骨盆倾斜角(pelvic tilt,PT):S1 上终板中点和股骨头中心连线与垂直线的夹角。④骨盆入射角(pelvic incidence,PI):股骨头中心和



A. 术前腰椎正位 X 线片

B. 术前腰椎侧位 X 线片

C. 术中腰后路全椎板切除减压

D. 术后 1 年腰椎正位 X 线片

E. 术后 1 年腰椎侧位 X 线片

图 1 腰椎滑脱患者手术前后腰椎序列变化

S1 上终板的中点连线与垂直于 S1 上终板并过 S1 上终板中点的直线所成的角。评估指标:视觉模拟(visual analogue scale, VAS)评分,分值 0~10 分,分值越高即患者疼痛程度越严重;腰椎 Oswestry 功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)评分,分值越低则表明患者腰椎功能障碍改善效果越理想。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 20.0 进行数据录入和统计分析。计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示。各组资料正态性采用 Kolmogorov-Smirnov 检验(K-S 检验),配对样本 t 检验比较手术前后计量资料间差异,Spearman 相关性分析评估手术前后各矢状位参数间的相关性。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 纳入患者的一般资料

纳入患者年龄、性别、体质指数、手术时间、术中出血量、住院及随访时间等情况见表 1。

表 1 患者一般资料情况($\bar{x} \pm s$)

项目	指标
年龄/岁	52.5 $\pm$ 10.1
性别(男:女)	30 : 37
体质指数/(kg·m ⁻²)	20.3 $\pm$ 2.6
手术时间/min	130.8 $\pm$ 27.8
出血量/mL	330.7 $\pm$ 57.8
住院时间/d	7.2 $\pm$ 2.1
随访时间/月	15.3 $\pm$ 3.2

2.2 手术前后患者疼痛及神经功能变化情况

术后 12 个月时,患者腰痛 VAS 评分由(5.1 $\pm$ 0.6)分降至(2.1 $\pm$ 0.5)分,ODI 评分由(44.5 $\pm$ 2.2)分降至(18.6 $\pm$ 1.0)分,两者变化差异均具有统计学意义($P<0.001$)。腰椎 LL 由 47.3° $\pm$ 5.1°降至 32.1° $\pm$ 6.0°,SS 由 40.3° $\pm$ 3.3°降至 26.8° $\pm$ 7.5°,PT 由 34.5° $\pm$ 3.0°降至 13.6° $\pm$ 5.0°,PI 由 63.2° $\pm$ 8.1°降至 43.3° $\pm$ 6.6°,4 个参数变化差异均有统计学意义($P<0.001$) (表 2)。

表 2 手术前后患者 VAS 及 ODI 评分变化情况($\bar{x} \pm s$)

项目	术前	末次随访	t 值	P 值
VAS 评分/分	5.1 $\pm$ 0.6	2.1 $\pm$ 0.5	32.065	0.000
ODI 评分/分	44.5 $\pm$ 2.2	18.6 $\pm$ 1.0	90.324	0.000
LL/(°)	47.3 $\pm$ 5.1	32.1 $\pm$ 6.0	17.415	0.000
SS/(°)	40.3 $\pm$ 3.3	26.8 $\pm$ 7.5	12.882	0.000
PT/(°)	34.5 $\pm$ 3.0	13.6 $\pm$ 5.0	28.454	0.000
PI/(°)	63.2 $\pm$ 8.1	43.3 $\pm$ 6.6	15.792	0.000

2.3 手术前后腰椎-骨盆拟合关系变化情况

腰椎-骨盆矢状位参数相关性分析提示,术前 LL 与 SS、PT 及 PI 之间无明显相关性($P>0.05$)。术后 12 个月时,LL 与 SS 呈正相关性($P<0.05$),SS 与 PT 呈负相关性($P<0.05$),SS 与 PI 呈负相关性($P<0.05$) (表 3)。

3 讨论

腰椎滑脱症是脊柱外科常见疾病,且会继发腰椎管狭窄症状,导致患者出现下腰痛、双下肢感觉异常、间歇性跛行等症状,严重者出现大小便功能障碍等^[3],影响患者生存质量。滑脱症患者腰椎正侧位 X 片提示腰椎矢状位序列紊乱并局部失衡,腰椎-骨盆拟合关系改变。临床实践中发现,单椎体腰椎滑脱患者较多,但由于滑脱症病因及分型复杂^[4-5],亦不乏双椎体滑脱患者出现;且相较于单椎体滑脱,双椎体滑脱患者症状更严重,治疗难度更大,治疗方案更复杂^[6-7]。严重腰椎滑脱患者,腰椎-骨盆参数 PI、PT、SS 及 LL 均较正常生理情况下增大,腰椎-骨盆失代偿后出现下腰痛等症状。手术治疗双椎体滑脱症,不仅要考虑脊髓神经功能恢复,还要关注腰椎-骨盆拟合关系的变化。故双椎体滑脱手术方案的选择尤为慎重。

表 3 腰椎-骨盆矢状位参数相关性分析

项目	术前 LL	末次随访 LL	术前 SS	末次随访 SS	术前 PT	末次随访 PT	术前 PI
末次随访 LL	0.040						
术前 SS	0.071	-0.023					
末次随访 SS	-0.143	0.257 ^a	-0.102				
术前 PT	0.101	0.226	-0.035	0.165			
末次随访 PT	-0.020	0.039	0.129	-0.307 ^a	0.056		
术前 PI	0.059	-0.072	-0.064	0.024	-0.144	0.005	
末次随访 PI	0.110	0.102	0.045	-0.263 ^a	0.081	0.167	0.031

注:a 示 $P<0.05$

3.1 腰后路减压复位环形融合与双椎体滑脱患者神经功能恢复

腰椎双椎体发生滑脱,X线片上均会出现不等位前后位移。腰椎中后柱骨性及软组织异常增生,尤其是发生位移的相邻椎体上下关节突的骨质增生,且常伴有双侧腰椎弓的峡部断裂,局部解剖结构难以辨认。腰段椎体后缘出现阶梯征,脊髓受到叠瓦状压迫,此时若予单纯开窗或是半椎板切除不能充分减压,且会影响复位。本研究纳入病例均采用全椎板切除减压,可在直视下对脊髓受压区充分减压。全椎板切除,有利于充分暴露减压区,进一步方便对双侧神经根管减压;同时最大限度松解,更有利于提拉复位,恢复腰椎矢状位序列及腰椎-骨盆拟合关系,促进脊髓神经功能恢复。

腰后路减压复位环形植骨融合可显著改善腰椎双节段椎体滑脱症患者脊髓神经功能。腰椎滑脱症保守治疗效果往往不佳,而外科手术治疗主要目的在于解除脊髓神经压迫,重建腰椎序列,恢复腰椎-骨盆矢状位拟合关系^[8-10]。临床实践中发现,脊柱外科医生更多的是减压融合内固定,原位和提拉复位再融合^[11]是腰椎滑脱症患者的手术治疗中是2个正确选项。虽然在植骨的方式上,国内外学者存在诸多争议,但一定要考虑到患者的整体身体状况、术前腰椎局部脊髓神经根压迫程度及腰椎局部序列,这样才有可能达到临床预期^[12-14]。曾希银等^[15]研究证实腰后路手术治疗双节段腰椎滑脱效果显著,且环形融合优于单纯椎间和后外侧融合。Luo JQ 等^[16]也指出,在双椎体或多椎体滑脱腰后路手术中,多点植骨有利于重建腰椎稳定性,最大限度恢复患者脊髓神经功能,提高患者生存治疗。鉴于双节段腰椎体滑脱症患者局部解剖复杂,脊髓神经压迫严重,结合年龄相关性退变及姿势代偿等因素导致腰椎体冠状位旋转畸形、退变侧弯等情形,本研究所有患者均采用腰后外侧植骨融合 (posterior lateral lumbar fusion, PLF) 结合后外侧及椎间植骨融合内固定 (posterior lumbar interbody fusion, PLIF) 手术方式。本研究术中采取滑脱椎体全椎板切除减压并探查双侧神经根,确保脊髓神经根减压充分;且术后

随访过程中发现患者腰椎固定节段融合率达到95%以上。术后12个月VAS评分及ODI评分大幅度降低,说明患者腰背部及双下肢疼痛明显缓解,脊髓神经根压迫症状亦显著改善。

3.2 腰后路减压复位环形融合与腰椎-骨盆拟合关系

双节段腰椎滑脱症要因人施术。腰椎滑脱造成相邻椎体间轴向剪切力增加,滑脱节段应力集中,椎体倾斜旋转趋势增强,进而导致骨盆代偿性倾斜,患者屈髋屈膝。脊柱-骨盆形态和空间的改变会引起脊柱-骨盆矢状位平衡^[17]。腰椎滑脱患者术前骨盆后旋倾斜,导致腰椎-骨盆正常生理拟合失衡。手术治疗一定要充分纠正腰椎生理曲度和椎间隙高度,减少腰椎力学破坏,维持脊柱长期稳定性,否则可能出现融合节段内部或者邻近节段再发滑脱^[18]。临床脊柱外科医生采用椎间、后外侧及其混合式植骨融合方式,亦有改变融合器植入方式及置入数量、内固定材料等措施来达到坚强内固定效果,继而重建腰椎序列,恢复腰椎-骨盆矢状位拟合关系^[19]。本研究患者术前腰椎-骨盆参数PI、PT、SS及LL均比正常生理状态下参数大,不仅表明双腰椎体滑脱患者矢状位序列的特殊性,更说明在矢状位序列上,存在腰椎失稳、腰椎-骨盆矢状位失拟合。故手术治疗双节段腰椎滑脱症,术前务必做好充分准备,不仅要考虑脊髓神经根的压迫,还要关注腰椎-骨盆的匹配关系,从而选择最佳手术方案。

腰后路减压复位环形植骨融合内固定可有效恢复腰椎序列及腰椎-骨盆拟合关系。生理状态下,LL则是腰椎矢状面的平衡指标;SS提示体位情况及骨盆的空间位置;PT反映脊柱骨盆倾斜角度。双腰椎滑脱症患者,腰椎前凸LL增大,骨盆后倾,腰椎-骨盆失去正常拟合。本研究中,腰后路提拉复位手术后,末次随访时患者腰椎前凸角度减小,骨盆入射角减小,说明术后双节段滑脱患者腰椎矢状位恢复平衡,骨盆后倾代偿得到纠正。结合参数间相关性评价我们发现,术后LL与SS呈正相关,SS与PI及PT呈负相关,说明术后12个月时,患者腰椎-骨盆拟合关系得到纠正。

综上所述,腰后路减压提拉复位环形植骨融合内固定治疗腰椎双节段椎体滑脱,不仅可以有效缓解患者腰腿疼痛,促进脊髓神经功能恢复,还可以重建腰椎序列,恢复腰椎-骨盆拟合关系。但本研究仍存在以下不足:①在样本筛选、脊柱矢状位平衡参数的测量上可能存在偏倚。②目前对双节段腰椎滑脱术后腰椎-骨盆拟合关系变化探讨较少,该结论尚需更长时间的随访论证。

参 考 文 献

- [1] Chan AK, Sharma V, Robinson LC, et al. Summary of guidelines for the treatment of lumbar spondylolisthesis[J]. *Neurosurg Clin N Am*, 2019, 30(3): 353-364.
- [2] Alfieri A, Gazzeri R, Prell J, et al. The current management of lumbar spondylolisthesis[J]. *J Neurosurg Sci*, 2013, 57(2): 103-113.
- [3] Ghogawala Z, Dunbar MR, Essa I. Lumbar spondylolisthesis; modern registries and the development of artificial intelligence[J]. *J Neurosurg Spine*, 2019, 30(6): 729-735.
- [4] 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.
- [5] Gille O, Bouloussa H, Mazas S, et al. A new classification system for degenerative spondylolisthesis of the lumbar spine[J]. *Eur Spine J*, 2017, 26(12): 3096-3105.
- [6] Beck AW, Simpson AK. High-grade lumbar spondylolisthesis[J]. *Neurosurg Clin N Am*, 2019, 30(3): 291-298.
- [7] Campbell PG, Nunley PD, Cavanaugh D, et al. Short-term outcomes of lateral lumbar interbody fusion without decompression for the treatment of symptomatic degenerative spondylolisthesis at L4-5[J]. *Neurosurg Focus*, 2018, 44(1): E6.
- [8] Goyal A, Kerezoudis P, Alvi MA, et al. Outcomes following minimally invasive lateral transpoas interbody fusion for degenerative low grade lumbar spondylolisthesis; a systematic review[J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2018, 167: 122-128.
- [9] Chan AK, Bisson EF, Bydon M, et al. Laminectomy alone versus fusion for grade 1 lumbar spondylolisthesis in 426 patients from the prospective Quality Outcomes Database[J]. *J Neurosurg Spine*, 2018, 30(2): 234-241.
- [10] Nakamae T, Nakanishi K, Kamei N, et al. The correlation between sagittal spinopelvic alignment and degree of lumbar degenerative spondylolisthesis[J]. *J Orthop Sci*, 2019, 24(6): 969-973.
- [11] de Kunder SL, Rijkers K, van Kuijk SMJ, et al. A protocol of a randomized controlled multicenter trial for surgical treatment of lumbar spondylolisthesis; the Lumbar Interbody Fusion Trial (LIFT)[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2016, 17(1): 417.
- [12] Jaeger A, Giber D, Bastard C, et al. Risk factors of instrumentation failure and pseudarthrosis after stand-alone L5-S1 anterior lumbar interbody fusion; a retrospective cohort study[J]. *J Neurosurg Spine*, 2019, 31(3): 338-346.
- [13] Tumialán LM. Future studies and directions for the optimization of outcomes for lumbar spondylolisthesis[J]. *Neurosurg Clin N Am*, 2019, 30(3): 373-381.
- [14] Noorian S, Sorensen K, Cho W. A systematic review of clinical outcomes in surgical treatment of adult isthmic spondylolisthesis[J]. *Spine J*, 2018, 18(8): 1441-1454.
- [15] 曾希银, 柯珍勇, 王 璨, 等. 后路椎间融合术治疗两节段双侧峡部裂型腰椎滑脱症的效果分析[J]. *实用临床医药杂志*, 2018, 22(15): 64-66, 79.
- Zeng XY, Ke ZY, Wang C, et al. Effect of posterior interbody fusion on the treatment of two segments lumbar spondylolisthesis caused by bilateral isthmus crack[J]. *J Clin Med Pract*, 2018, 22(15): 64-66, 79.
- [16] Luo JQ, Cao K, Yu T, et al. Comparison of posterior lumbar interbody fusion versus posterolateral fusion for the treatment of isthmic spondylolisthesis[J]. *Clin Spine Surg*, 2017, 30(7): E915-E922.
- [17] Berven S, Wadhwa R. Sagittal alignment of the lumbar spine[J]. *Neurosurg Clin N Am*, 2018, 29(3): 331-339.
- [18] Sutovsky J, Sutovska M, Kocmalova M, et al. Degenerative lumbar spondylolisthesis; biochemical aspects and evaluation of stabilization surgery extent in terms of adjacent segment disease theory[J]. *World Neurosurg*, 2019, 121: e554-e565.
- [19] Bozzio AE, Johnson CR, Fattor JA, et al. Stand-alone anterior lumbar interbody, transforaminal lumbar interbody, and anterior/posterior fusion; analysis of fusion outcomes and costs[J]. *Orthopedics*, 2018, 41(5): e655-e662.

(责任编辑:冉明会)