

椎体间融合术结合单枚或双枚椎间融合器治疗 双侧峡部裂型Ⅱ度腰椎滑脱症的对比研究

白露露^{1,2} 王剑锋^{1,2} 王文涛² 郝定均²

【摘要】 目的 对比椎体间融合术(posterior lumbar interbody fusion, PLIF)结合单枚或双枚椎间融合器治疗双侧峡部裂型Ⅱ度腰椎滑脱症的临床效果。**方法** 回顾性收集 2017 年 1 月至 2017 年 12 月在西安交通大学医学院附属红会医院脊柱病院接受 PLIF 手术治疗双侧峡部裂型Ⅱ度腰椎滑脱症的 172 例病人的临床资料,根据椎间融合器的数量,将病人分为单枚组(97 例)和双枚组(75 例)。采用疼痛视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)、Oswestry 功能障碍指数(oswestry disability index, ODI)问卷表、健康调查简表(the Medical Outcomes Study 36-item short-form health survey, SF-36)等功能评分及腰椎滑脱率、椎间隙高度、腰椎生理前凸角、椎间融合率等影像学指标来评估两组病人的临床效果。**结果** 单枚组随访 24~36 个月,平均 29.7 个月;双枚组随访 24~36 个月,平均 28.8 个月。与单枚组相比,双枚组的手术时间明显延长,术中出血量显著增多。所有病人术后及末次随访时的 VAS 评分、ODI、SF-36 评分、腰椎滑脱率、椎间隙高度、腰椎生理前凸角均较术前有明显改善,差异有统计学意义($P < 0.05$),但组间比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。末次随访时,双枚组的椎间融合率较单枚组高,但两组差异无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** PLIF 结合单枚或双枚椎间融合器治疗双侧峡部裂型Ⅱ度腰椎滑脱症均可取得良好的临床结果,但单枚组较双枚组具有手术时间短、手术创伤小及术中出血量少等优势。

【关键词】 峡部裂型腰椎滑脱症;椎体间融合术;椎间融合器

Efficacy of Posterior Lumbar Interbody Fusion Combined with One versus Two Cages for Treatment of Bilateral Isthmic II Degree Spondylolisthesis. BAI Lu-lu^{1,2}, WANG Jian-feng^{1,2}, WANG Wen-tao², HAO Ding-jun². ¹Xi'an Medical University, Xi'an 710021, China; ²Department of Spinal Surgery, Honghui Hospital Affiliated to Medical College of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710054, China

Corresponding author: HAO Ding-jun, E-mail: hdjhhy@126.com

【Abstract】 Objective To compare the clinical curative effect of posterior lumbar interbody fusion (PLIF) combined with one versus two cages for treatment of bilateral isthmic II degree spondylolisthesis. **Methods** From January 2017 to December 2017, 172 patients with bilateral isthmic II degree spondylolisthesis treated by PLIF were analyzed retrospectively. A total of 97 patients (one-cage group) were treated by PLIF combined with one cage, and the rest (two-cage group) were treated by PLIF combined with two cages. The visual analogue scale (VAS), Oswestry disability index (ODI), the Medical Outcomes Study 36-Item short-form health survey (SF-36), as well as lumbar spondylolisthesis rate, average height of intervertebral space, lumbar physiological kyphosis angle and interbody fusion rate were recorded and compared between the two groups. **Results** The patients in one-cage group were followed up for 29.7 months (from 24 to 36 months), and patients in two-cage group were followed up for 28.8 months (from 24 to 36 months). Except for the operative time, blood loss ($P < 0.05$), there was no significant difference in the baseline data between the two groups. The VAS scores, ODI scores, SF-36 scores, lumbar spondylolisthesis rate, average height of intervertebral space and lumbar physiological kyphosis angle were significantly different from those preoperation in both groups ($P < 0.05$), but there was no significant difference between the two groups ($P > 0.05$). Further analysis showed that the interbody fusion rate in the two-cage group was higher than that in the one-cage group at the last follow-up, but there was no statistically significant difference between the two groups ($P > 0.05$). **Conclusion** PLIF combined with one or two cages can achieve great clinical results for treatment

DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2021.04.002

基金项目:国家自然科学基金重点项目(81830077)

作者单位:1. 西安医学院,西安 710021;2. 西安交通大学医学院附属红会医院脊柱病院,西安 710054

通信作者:郝定均, E-mail:hdjhhy@126.com

of bilateral isthmic II degree spondylolisthesis, but one cage has the advantages of short operative time, less trauma and less blood loss.

【Key words】 Isthmic spondylolisthesis; Posterior lumbar interbody fusion; Cage

峡部裂型腰椎滑脱和退行性腰椎滑脱是腰椎滑脱症中最为常见的类型^[1],其中峡部裂型腰椎滑脱的发生约占总人口的 5%~6%,且常常累及 L₅/S₁或 L_{4/5}^[2]。有研究认为峡部裂发生的原因可能是峡部长期持续遭受过大应力而造成局部慢性或疲劳性骨折,使得上、下关节突和横突间连接的骨结构分为上下两部分,中间失去骨性连接,腰椎稳定性减低或丧失,在此基础上发生躯干重心前移,躯体失去矢状位平衡,椎体遭受了较多的前滑应力,使得椎管矢状径容积减小,黄韧带肥厚,关节突周围骨赘增生形成,合并硬脊膜和神经根的机械压迫、化学、免疫炎症刺激,导致慢性腰腿疼痛^[3]。

对有明确腰痛或腿痛症状且经腰背肌锻炼、理疗、牵引等方法严格保守治疗后无效或症状反复发作的病人,需采取手术治疗^[4]。手术的主要目标包括神经根减压、稳定滑脱节段、恢复椎间盘高度和矫正畸形。目前,大部分研究集中在手术方式的选择,关于单枚或双枚椎间融合器的研究相对较少^[5]。本研究旨在探讨椎体间融合术(posterior lumbar interbody fusion, PLIF)结合单枚或双枚椎间融合器治疗双侧峡部裂型 II 度腰椎滑脱症病人的临床效果,为其治疗提供依据。

资料与方法

一、纳入标准及排除标准

纳入标准:①符合腰椎滑脱症的诊断标准且经影像学资料证实为双侧峡部裂型腰椎滑脱;②Meyerding 滑脱程度分级标准^[6]为 II 度;③腰痛病史超过 2 年,伴或不伴有下肢根性症状;④经严格保守治疗(>3 个月)无效或症状反复发作的病人;⑤随访资料完整。

排除标准:①退变型腰椎滑脱症;②伴有严重骨质疏松症、肿瘤、感染等;③合并脊柱畸形者。

二、一般资料

回顾性收集西安交通大学医学院附属红会医院脊柱病院 2017 年 1 月至 2017 年 12 月采用 PLIF 手术治疗双侧峡部裂型 II 度腰椎滑脱症的病人 172 例。根据椎间融合器的数量,将病人分为两组。单枚组 97 例,其中男 29 例,女 68 例,年龄为(48.91±5.62)岁,身体质量指数(body mass index, BMI)为(24.29±

2.85) kg/m²;双枚组 75 例,其中男 25 例,女 50 例,年龄为(49.48±5.48)岁, BMI 为(24.08±2.91) kg/m²。两组的年龄、性别、BMI 比较,差异均无统计学意义($t=-0.670$, $P=0.504$; $\chi^2=0.232$, $P=0.630$; $t=0.466$, $P=0.641$)。

三、手术方法

病人全身麻醉后取俯卧位作后正中切口,以病变节段椎体棘突为中心向两侧显露至小关节及横突基底部。于“人”字嵴顶点区域植入椎弓根螺钉,近端为长臂螺钉,透视确认椎弓根螺钉位置满意后,安装预弯的连接棒,提拉复位撑开病变节段椎体。两侧用骨刀切除关节突解除侧隐窝和神经根管的狭窄,切除椎间盘组织,清理椎体后缘骨赘,待神经根充分松解、彻底减压后选择大小合适的椎间融合器,将切除下来的自体骨制成合适大小的骨粒植入椎间隙并夯实,待椎体的前柱植骨满意后,从后外侧沿与椎体矢状轴成 30°~45°方向植入单枚或双枚椎间融合器。最后,透视确认滑脱复位满意及内植物位置良好后,冲洗切口,放置引流管 1 根,伤口逐层缝合。

四、术后处理

术后常规应用抗生素 24~48 h;持续引流 24~48 h 后拔除引流管;术后 24 h 开始行腰背肌功能锻炼并佩戴腰部支具适当下床活动;术后 3~5 d 出院,出院后尽量避免弯腰动作并佩戴腰部支具 3 个月。

五、功能评价

记录手术时间、术中出血量及手术并发症等,采用疼痛视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)、Oswestry 功能障碍指数(oswestry disability index, ODI)、健康调查简表(the Medical Outcomes Study 36-item short-form health survey, SF-36)对病人术前、术后及随访时的功能进行评价。所有评估均由同一研究助理独立完成。

六、影像学评估

基于病人术前、术后及随访时的腰椎正侧位 X 线片测量相关指标(图 1)。①腰椎滑脱率:滑移程度占邻近下位椎体上终板长度的百分比;②椎间隙平均高度^[7]:椎间隙前、中、后缘高度的平均值;③腰椎生理前凸角:L₁椎体上终板的垂线与 S₁椎体上终板的垂线所形成的夹角;④椎间融合临床标准^[8]:腰椎正侧位 X 线片上显示椎间融合器与上下终板骨面



图1 影像学指标测量示意图:腰椎滑脱率 $=ae/ab \times 100\%$,椎间隙平均高度 $=(A+B+C)/3$,腰椎生理前凸角(LL)即为 L_4 椎体上终板的垂线与 S_1 椎体上终板的垂线所形成的夹角

模糊且有骨小梁生长,过伸过屈位X线片示融合器无位移,融合角度变化 $\leq 4^\circ$,滑移距离 ≤ 3 mm。

七、统计学分析

采用SPSS 18.0统计软件(IBM公司,美国)进行处理,符合正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组内手术前后的数据比较采用配对 t 检验,组间比较采用独立样本 t 检验;计数资料以率表示,采用 χ^2 检验或Fisher检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、一般资料

单枚组和双枚组的手术时间分别为($141.91 \pm$

12.19) min、(151.47 ± 12.78) min,术中出血量分别为(330.41 ± 49.48) mL、(408.13 ± 60.38) mL,双枚组显著高于单枚组,两组间比较,差异均有统计学意义($t = -4.993, P < 0.001; t = -9.277, P < 0.001$)。单枚组随访(29.68 ± 3.31)个月,双枚组随访(28.85 ± 3.32)个月,组间差异无统计学意义($t = 1.622, P = 0.107$)。

二、功能评估

术后1个月及末次随访时的VAS评分、ODI、SF-36评分均较术前改善明显,与同组术前比较,差异均有统计学意义(P 均 < 0.05),但组间比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),详见表1。

三、并发症

单枚组出现脑脊液漏5例(5.2%),神经根牵拉症状7例(7.2%);双枚组出现脑脊液漏7例(9.3%),术后神经根牵拉症状9例(12.0%),经对症处理后均恢复良好;两组并发症发生率比较,差异无统计学意义(12.4% vs. 21.3%, $P = 0.114$)。在术后及随访过程中,两组均未发生术后感染、假关节形成、内固定松动断裂及腰椎滑脱加重、复发等并发症。

四、影像学评估

两组病人术后1个月及末次随访时的腰椎滑脱率、椎间隙高度、腰椎生理前凸角均较术前明显改善,差异均有统计学意义(P 均 < 0.05),但组间比较,差异均无统计学意义(P 均 > 0.05),详见表2。末次随访时单枚组的融合率为91.7%,双枚组融合率为94.7%,差异无统计学意义($P > 0.05$)。

典型病例见图2、3。

表1 单枚组和双枚组手术前后的VAS评分、ODI及SF-36评分的比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	VAS评分(分)			ODI(%)			SF-36评分(分)		
		术前	术后1个月	末次随访	术前	术后1个月	末次随访	术前	术后1个月	末次随访
单枚组	97	7.95 $\pm$ 0.846	2.23 $\pm$ 0.884*	2.15 $\pm$ 0.833*	39.99 $\pm$ 3.184	8.93 $\pm$ 1.932*	8.84 $\pm$ 1.760*	23.62 $\pm$ 2.651	35.33 $\pm$ 3.030*	35.45 $\pm$ 3.035*
双枚组	75	7.75 $\pm$ 0.902	2.05 $\pm$ 0.957*	1.97 $\pm$ 0.915*	39.35 $\pm$ 2.840	9.39 $\pm$ 2.033*	9.28 $\pm$ 1.997*	23.99 $\pm$ 2.719	34.96 $\pm$ 2.457*	35.07 $\pm$ 2.379*
t 值	-	1.507	1.231	1.356	1.376	-1.510	-1.550	-0.893	0.861	0.909
P 值	-	0.134	0.220	0.177	0.171	0.133	0.123	0.373	0.391	0.365

注:与同组术前比较,* $P < 0.05$

表2 单枚组和双枚组手术前后的影像学指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	滑脱率(%)			椎间隙高度(mm)			腰椎前凸角($^\circ$)		
		术前	术后1个月	末次随访	术前	术后1个月	末次随访	术前	术后1个月	末次随访
单枚组	97	31.89 $\pm$ 3.668	3.87 $\pm$ 2.003*	3.99 $\pm$ 1.966*	5.15 $\pm$ 1.140	11.40 $\pm$ 1.205*	11.28 $\pm$ 1.205*	36.75 $\pm$ 4.166	43.68 $\pm$ 2.782*	43.37 $\pm$ 2.841*
双枚组	75	32.49 $\pm$ 3.449	4.39 $\pm$ 1.958*	4.56 $\pm$ 1.940*	5.12 $\pm$ 0.972	11.73 $\pm$ 1.308*	11.59 $\pm$ 1.326*	35.99 $\pm$ 4.203	43.21 $\pm$ 2.548*	42.97 $\pm$ 2.132*
t 值	-	-1.104	-1.707	-1.898	0.211	-1.722	-1.592	1.191	1.132	0.986
P 值	-	0.271	0.090	0.059	0.833	0.087	0.113	0.235	0.259	0.326

注:与同组术前比较,* $P < 0.05$



图2 病人,男,55岁,因峡部裂型腰椎滑脱症入院,完善相关术前检查,排除手术禁忌证,行PLIF手术治疗 a~d:术前正侧位X线片、CT显示L₅椎体双侧峡部裂型Ⅱ度滑脱;e、f:术后1个月正侧位X线片显示复位良好且单枚椎间融合器位置良好;g、h:末次随访时正侧位X线片显示未见明显滑脱加重及复发

讨 论

峡部裂型腰椎滑脱症采用PLIF手术治疗具有稳定性好、融合率高等优点^[9]。在本研究中,我们回顾性分析了双侧峡部裂型Ⅱ度腰椎滑脱症病人采用单枚或双枚椎间融合器的治疗效果,结果显示:PLIF结合单枚或双枚椎间融合器治疗双侧峡部裂型Ⅱ度腰椎滑脱症病人均可获得足够的内在稳定和支撑作用,使病变节段椎体复位,椎间隙高度恢复,可显著降低病人疼痛,改善功能,提高生活质量。

本研究中,我们发现两组病人术后的VAS评分、ODI、SF-36评分均较术前明显改善(P 均 < 0.05),但组间差异均无统计学意义(P 均 > 0.05),其原因可能是双侧峡部断裂后导致腰椎稳定性丧失或降低,椎体向前滑移并伴发韧带增厚和关节突关节改变,从而产生椎管和椎间孔狭窄^[10]。在本研究

中,我们采用全椎板减压,部分或全部去除双侧椎间关节,使神经根得到充分的松解,达到彻底减压目的。因此,术前神经受损的程度,是否减压彻底等因素是影响术后临床疗效的重要原因^[11],与椎间融合器数量关系不大。另外,单枚组与双枚组术后并发症比较,差异并无统计学意义,我们在手术过程中充分保护上下位神经根,减少了对无症状侧神经根及硬膜囊的骚扰,精细操作及细节处理是手术成功的关键。

除此之外,我们发现末次随访时双枚组的融合率较单枚组高,但差异无统计学意义。对于双侧峡部裂型Ⅱ度腰椎滑脱症的手术治疗,融合率是评价手术效果的重要指标^[12]。2005年,McAfee等^[13]报道了120例腰椎滑脱病人采用单侧椎间融合器行经椎间孔腰椎间融合术的融合率为97.5%,Zhao等^[14]也得出了整体良好的手术结果,并指出使用单枚融合



图3 病人,女,48岁,因峡部裂型腰椎滑脱症入院,完善相关术前检查,排除手术禁忌证,行PLIF手术治疗 a~d:术前正侧位X线片、CT显示L₄椎体双侧峡部裂型Ⅱ度滑脱;e、f:术后1个月正侧位X线片显示复位良好且双枚椎间融合器位置良好;g、h:末次随访时正侧位X线片未见明显滑脱加重及复发

器的病人与使用双枚融合器的病人融合率接近。椎间融合器的弹性模量接近人体的皮质骨,直接作用于脊柱的前中柱,重建滑脱节段的稳定性,改善椎体的滑移度及椎间隙高度,为骨融合生长提供良好的力学环境^[15]。有研究发现单枚椎间融合器与双枚椎间融合器在生物力学方面无明显差异^[16]。也有研究得出单枚椎间融合器和双枚椎间融合器均可取得满意的临床结果且组间差异无统计学意义^[17-18]。本研究中,我们在植入椎间融合器前,均在前方及侧方植入自体骨碎块并夯实,但双枚组末次随访时融合率较单枚组高,可能原因是由于双侧植入椎间融合器,在增加稳定性的同时对称地撑开椎间隙,植入双枚融合器虽然限制了可用于植骨的面积,但增加了骨与骨接触的面积,同时增加了植入自体骨的体积和应力分布平台,以帮助稳定和减少局部后凸,最大限度地增加了与椎体接触的面积,为融合提供了最

有利的环境^[19-20]。

双侧峡部裂型Ⅱ度腰椎滑脱是否需要复位,目前尚无一致意见。有学者认为解剖复位后可能会导致神经根被过度牵拉,且原位融合可以稳定腰椎,取得满意的治疗效果^[21],但我们发现双侧Ⅱ度峡部裂型滑脱病人的椎间隙高度往往明显变窄,甚至出现椎间隙高度完全消失而导致原位融合难以实施,无法恢复腰椎的生物力学性能和生理曲度。有研究认为,解剖复位可去除椎管和神经根管的狭窄,解除神经根和硬脊膜的牵拉和压迫,恢复脊柱矢状面的生物力学功能,改善脊柱外观和功能^[22]。但我们认为应根据具体病情进行适度滑脱复位,但不可为了达到解剖复位而增加手术创伤。对于Ⅱ度以上双侧峡部裂型腰椎滑脱症病人如要求完全解剖复位,可能会发生神经牵拉损伤以及螺钉松动断裂等并发症。相对于完全解剖复位,更重要的是解除神经症状,适

度恢复椎间隙的高度,稳固椎体间融合,重建生物力学内环境^[23]。

本研究存在以下几方面局限性。首先,本研究为一项回顾性对比研究,在病例的选择上可能存在一定程度的偏差,但本研究结果对临床工作有一定的指导价值,且我们获得了较为长期的随访。其次,我们的纳入病例是从单一中心获取且数量相对较少,产生的结论可能有所偏倚,因此需要进行大数据的多中心前瞻性研究以进一步支持我们的发现。另外,本研究纳入的病例中并未包含重度滑脱(Ⅳ度和Ⅴ度)的病人,因此对于重度滑脱病人采用不同手术方式的临床效果仍需进一步深入研究观察与论证。最后,病人的影像资料测量评估方法从来都不是完美的,可能对数据测量及研究结果产生部分偏倚。

虽然我们通过研究发现单枚组与双枚组治疗双侧峡部裂型Ⅱ度腰椎滑脱症的疗效差异无统计学意义,但单枚组病人在手术创伤、手术时间及术中出血量等方面有明显优势。

参 考 文 献

- [1] Wiltse LL, Newman PH, Macnab I. Classification of spondylolysis and spondylolisthesis [J]. Clin Orthop Relat Res, 1976(117): 23-29.
- [2] Kalichman L, Kim DH, Li L, et al. Spondylolysis and spondylolisthesis: prevalence and association with low back pain in the adult community-based population [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2009, 34(2): 199-205.
- [3] Kasliwal MK, Smith JS, Kanter A, et al. Management of high-grade spondylolisthesis [J]. Neurosurg Clin N Am, 2013, 24(2): 275-291.
- [4] Leonidou A, Lepetos P, Pagkalos J, et al. Treatment for spondylolysis and spondylolisthesis in children [J]. J Orthop Surg (Hong Kong), 2015, 23(3): 379-382.
- [5] Cunningham JE, Elling EM, Milton AH, et al. What is the optimum fusion technique for adult isthmic spondylolisthesis—PLIF or PLF? A long-term prospective cohort comparison study [J]. J Spinal Disord Tech, 2013, 26(5): 260-267.
- [6] Henry W. Spondylolisthesis: Surgical treatment and results [J]. Surg Gynecol Obstet, 1932, 54(9): 599-606.
- [7] Diedrich O, Perlick L, Schmitt O, et al. Radiographic characteristics on conventional radiographs after posterior lumbar interbody fusion: comparative study between radiotranslucent and radiopaque cages [J]. J Spinal Disord, 2001, 14(6): 522-532.
- [8] Suk SI, Lee CK, Kim WJ, et al. Adding posterior lumbar interbody fusion to pedicle screw fixation and posterolateral fusion after decompression in spondylolytic spondylolisthesis [J]. Spine (Phila Pa 1976), 1997, 22(2): 210-219.
- [9] 赵新建, 谭家驹, 廖绪强, 等. 腰椎滑脱的减压、内固定与融合术 [J]. 中华骨科杂志, 2002, 22(2): 72-75.
- [10] Herkowitz HN. Degenerative lumbar spondylolisthesis: a surgeon's perspective of 30 years in practice [J]. Spine J, 2010, 10(10): 916-917.
- [11] Kim S, Mortaz Hedjri S, Coyte PC, et al. Cost-utility of lumbar decompression with or without fusion for patients with symptomatic degenerative lumbar spondylolisthesis [J]. Spine J, 2012, 12(1): 44-54.
- [12] Lee CS, Hwang CJ, Lee DH, et al. Fusion rates of instrumented lumbar spinal arthrodesis according to surgical approach: a systematic review of randomized trials [J]. Clin Orthop Surg, 2011, 3(1): 39-47.
- [13] McAfee PC, DeVine JG, Chaput CD, et al. The indications for interbody fusion cages in the treatment of spondylolisthesis: analysis of 120 cases [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2005, 30(6 Suppl): S60-S65.
- [14] Zhao J, Wang X, Hou T, et al. One versus two BAK fusion cages in posterior lumbar interbody fusion to L4-L5 degenerative spondylolisthesis: a randomized, controlled prospective study in 25 patients with minimum two-year follow-up [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2002, 27(24): 2753-2757.
- [15] Enker P, Steffee AD. Interbody fusion and instrumentation [J]. Clin Orthop Relat Res, 1994(300): 90-101.
- [16] 范子文, 黄文铎, 张美超. 腰椎单、双 Cage 置入加椎弓根钉内固定的三维有限元分析比较 [J]. 广州医学院学报, 2005, 33(5): 36-39, 57.
- [17] Molinari RW, Sloboda J, Johnstone FL. Are 2 cages needed with instrumented PLIF: a comparison of 1 versus 2 interbody cages in a military population [J]. Am J Orthop (Belle Mead NJ), 2003, 32(7): 337-343.
- [18] Fogel GR, Toohey JS, Neidre A, et al. Is one cage enough in posterior lumbar interbody fusion: a comparison of unilateral single cage interbody fusion to bilateral cages [J]. J Spinal Disord Tech, 2007, 20(1): 60-65.
- [19] Soriano-Baron H, Newcomb AG, Malhotra D, et al. Biomechanics of Nested Transforaminal Lumbar Interbody Cages [J]. Neurosurgery, 2016, 78(2): 297-304.
- [20] Postigo S, Schmidt H, Rohlmann A, et al. Investigation of different cage designs and mechano-regulation algorithms in the lumbar interbody fusion process—a finite element analysis [J]. J Biomech, 2014, 47(6): 1514-1519.
- [21] Poussa M, Remes V, Lamberg T, et al. Treatment of severe spondylolisthesis in adolescence with reduction or fusion in situ: long-term clinical, radiologic, and functional outcome [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2006, 31(5): 583-590.
- [22] Kawakami M, Tamaki T, Ando M, et al. Lumbar sagittal balance influences the clinical outcome after decompression and posterolateral spinal fusion for degenerative lumbar spondylolisthesis [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2002, 27(1): 59-64.
- [23] Goyal N, Wimberley DW, Hyatt A, et al. Radiographic and clinical outcomes after instrumented reduction and transforaminal lumbar interbody fusion of mid and high-grade isthmic spondylolisthesis [J]. J Spinal Disord Tech, 2009, 22(5): 321-327.

(收稿日期: 2020-09-30)

(本文编辑: 陈姗姗)

引用格式

白露露, 王剑锋, 王文涛, 等. 椎体间融合术结合单枚或双枚椎间融合器治疗双侧峡部裂型Ⅱ度腰椎滑脱症的对比研究 [J]. 骨科, 2021, 12(4): 300-305. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2021.04.002.