

临床论著

微创手术治疗 I、II 度腰椎滑脱症的疗效观察

刘 涛,李长青,周 跃,王 建,黄 博,张 东

(第三军医大学新桥医院骨科 400037 重庆市)

【摘要】目的:探讨不同微创手术方式治疗 I、II 度腰椎滑脱症的临床效果。**方法:**2004 年 2 月~2007 年 10 月采用 3 种微创手术治疗 I、II 度腰椎滑脱症患者 62 例,其中 27 例伴有中央型椎间盘突出、椎管继发性狭窄或双侧侧隐窝狭窄患者应用可扩张通道系统经后路椎体间植骨融合术(A 组),20 例腰椎滑脱节段伴有椎间盘退变、一侧隐窝或椎间孔狭窄患者在改良内窥镜下经椎间孔椎体间植骨融合联合经皮椎弓根螺钉固定术(B 组),15 例滑脱节段有明显节段性不稳、椎间盘变性或轻度膨出、临床表现为以腰痛为主而无下肢放射痛患者行前路小切口椎体间植骨融合联合经皮椎弓根螺钉固定术(C 组)。参照视觉模拟评分(VAS)系统评价术前、术后疼痛情况,采用 Oswestry 功能障碍指数(ODI)评价术前、术后腰部功能。**结果:**A 组中 1 例术后 4d 发现切口深部血肿而行血肿清除术,术后切口未出现感染;2 例术中硬膜撕裂患者未行修补术,术后无明显脑脊液漏。B 组 1 例假关节形成,未行特殊处理。C 组 1 例术后第 1 天出现腹股沟区间歇性疼痛、大腿外侧感觉麻木,给予营养神经、对症处理,3 个月后消失。随访 6~28 个月,平均 15.7 个月。3 组术后第 1 天 VAS 与术前比较及 A、B 组术后第 3 天与术后第 1 天比较均明显降低($P<0.05$),A、B 组术后 1 个月与术后第 3 天比较及 C 组术后第 3 天与术后第 1 天比较无显著性差异($P>0.05$),C 组术后 1 个月与术后第 3 天比较显著降低($P<0.05$)。3 组患者术后 3 个月 ODI 与术前比较、术后 12 个月与术后 3 个月比较均明显降低($P<0.05$)。A、B、C 组术后椎体滑脱复位率分别为 94.6%、97.3%、96.6%,术后 12 个月融合率分别为 96.3%、93.6%、100%。**结论:**采用不同的微创手术个体化治疗 I、II 度腰椎滑脱症患者的临床效果明显。

【关键词】腰椎滑脱症;微创;腰椎融合术;经皮椎弓根固定

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2009.05.09

中图分类号:R681.5,R616 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2009)-05-0354-06

The clinical effects of minimally invasive surgery for grade I and II lumbar spondylolisthesis/LIU Tao,LI Changqing,ZHOU Yue,et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord,2009,19(5):354~359

【Abstract】 Objective:To evaluate the clinical effects of different minimally invasive surgery for individualized management of lumbar spondylolisthesis(grade I or II).**Method:**Between February 2004 and October 2007,a consecutive of 62 patients with lumbar spondylolisthesis(grade I or II) underwent one-level lumbar interbody fusion procedure of 3 different minimally invasive protocols.Among those cases,27 cases suffering from lumbar spondylolisthesis accompanied by central lumbar disc herniation,or secondary spinal canal stenosis,or bilateral lateral recess stenosis underwent PLIF under the guidance of the X-Tube systems (group A),20 cases suffering from spondylolysis accompanied by intervertebral disc degeneration,or unilateral lateral recess stenosis,or foramen stenosis experienced modified endoscopic combined with percutaneous pedicle screw fixation(group B),15 cases who complained of mainly low back pain with no leg radicular pain experienced mini invasive ALIF followed by percutaneous pedicle screw fixation due to lumbar spondylolisthesis combined with significant segmental instability,or disc degeneration,or slight disc bulge(group C).Pre- and postoperative back pain was assessed by using visual analogue scale (VAS),and the postoperative lumbar function was evaluated by Oswestry disability index (ODI).**Result:**In group A,one case had deep hematoma under the skin incision at fourth-day postoperatively which necessitated reoperation,and 2 cases with intraoperative dural tear underwent no tear matter repairing.One patient in group B showed pseudoarthrosis while had no clinical symptom.One case having intermittent pain in inguinal region and numbness in lateral side of thigh postoperatively under-

第一作者简介:男(1975-),博士在读,研究方向:脊柱外科

电话:(023)68755608 E-mail:liutao750528@163.com

通讯作者:周跃

went conservative treatment, with symptoms disappeared at 3 months postoperatively. The mean follow-up was 15.7 months (range, 6 to 28 months). In the first day after operation, VAS scores significantly improved in 3 groups compared with preoperatively, while significantly decreased in group A and B in the third day postoperatively compared with in the first day preoperatively ($P < 0.05$). However no significant differences on VAS scores were found between the first month postoperatively and the third day postoperatively in group A and B, and the third day postoperatively compared with the first day postoperatively in group C ($P > 0.05$). But VAS scores significantly decreased in group C in the first month postoperatively compared with in the third day postoperatively ($P < 0.05$). ODI scores significantly decreased in 3 groups at 3th months postoperatively compared with preoperatively and at 12th months postoperatively compared with at 3th months postoperatively ($P < 0.05$). The reduction of spondylolisthesis was 94.6%, 97.3% and 96.6% for group A, B and C respectively, and the fusion rate was 96.3%, 93.6%, and 100% respectively at 12th months postoperatively. **Conclusion:** Patients with variety of clinical symptoms and radiographic features due to lumbar spondylolisthesis (grade I or II) should undergo individualized minimal invasive surgery, which can ensure good or excellent clinical results.

[Key words] Spondylolisthesis; Minimally invasive; Lumbar interbody fusion; Percutaneous pedicle screw fixation

[Author's address] Department of Orthopedics, Xinqiao Hospital, the Third Military Medical University, Chongqing, 400037, China

腰椎滑脱症是骨科常见病之一, 主要采用非手术治疗, 对于保守治疗效果不佳者, 目前常用切开减压复位、内固定融合术。在开放手术过程中需要剥离、损伤椎旁肌肉和周围软组织, 术后患者疼痛重、恢复时间长, 也是腰椎手术后出现慢性腰痛的重要原因。脊柱微创手术可以减少常规手术对肌肉的剥离和牵拉所致的医源性损伤, 具有创伤小、出血少、术后疼痛轻、恢复快等特点, 受到患者的欢迎^[1]。我院骨科从 2004 年 2 月~2007 年 10 月采用扩张通道管系统 (X-Tube) 微创后路减压椎体间植骨融合术 (PLIF)、改良内窥镜下 (METRx) 经椎间孔减压椎体间融合 (TLIF) 联合经皮椎弓根螺钉固定术 (Sextant) 及前路小切口植骨融合联合经皮椎弓根螺钉固定术 (Sextant) 三种微创术式个体化治疗腰椎滑脱症 (I、II 度) 患者共 62 例, 效果满意, 报告如下。

1 资料与方法

1.1 病例纳入标准

所有纳入微创手术的患者均有腰痛或腰腿痛, 经保守治疗至少 6 个月无效, 影响日常生活; 没有腰椎手术病史, 腰椎及其他部位没有感染灶; ODI 评分 > 30 分; 患者同意行微创手术治疗。

1.2 一般资料

本组 62 例患者中, 男 32 例, 女 30 例, 年龄 19~73 岁, 平均 52.5 岁。均有腰痛, 经 CR 片检查证实 L4 滑脱 32 例, L5 滑脱 30 例, I 度滑脱 46

例, II 度滑脱 16 例。其中 27 例伴有间歇性跛行 (11 例)、双下肢放射痛 (19 例)、感觉异常 (14 例), CT 或 MRI 检查证实滑脱伴有中央型椎间盘突出 (8 例)、椎管继发性狭窄或双侧侧隐窝狭窄 (19 例) 患者, 采用扩张通道管系统 (X-Tube) 微创后路减压、椎体间植骨融合术治疗 (A 组)。20 例伴有单侧下肢放射痛 (15 例)、影像学检查 (CT 或 MRI) 显示腰椎滑脱节段均有椎间盘退变、一侧隐窝或椎间孔狭窄患者, 在改良内窥镜 (METRx) 下经椎间孔行减压椎体间融合联合经皮椎弓根螺钉固定 (B 组)。15 例无下肢放射痛, 影像学检查 (CT) 显示无明显椎管或侧隐窝狭窄, 动力位 X 线片显示滑脱节段均有明显节段性不稳、椎间盘变性或轻度膨出, 椎间盘造影证实后侧纤维环破裂并可诱发患者就诊时相似的临床症状患者, 采用前路小切口植骨融合联合经皮椎弓根螺钉固定 (C 组)。

3 组患者的性别、年龄和滑脱的部位与程度见表 1。

1.3 手术方法

均采用全身麻醉, 患者俯卧于可透 X 线手术床上, 前路小切口椎体间植骨融合联合经皮椎弓根

表 1 3 组患者的一般资料

	n	性别		年龄 (岁)	L4 滑脱		L5 滑脱	
		男	女		I 度	II 度	I 度	II 度
A 组	27	15	12	36~73	12	5	6	4
B 组	20	8	12	31~68	8	4	5	3
C 组	15	9	6	19~57	3	0	12	0

螺钉固定术患者先仰卧位,然后俯卧位。C 型臂 X 线机定位滑脱节段,常规消毒铺巾。

A 组: C 型臂 X 线机监视下在体表标出滑脱椎及邻近下位椎体左、右两侧椎弓根中点的纵连线,和两条上、下椎弓根中点的横连线,四条线交叉点间的纵向线为手术切口。先在髂后上嵴取适量松质骨备用。沿纵线做一长约 2.5cm 切口,插入定位导针,沿导针逐级插入肌肉扩张管和 X-Tube 工作通道,并用自由臂锁定在手术床上。取出扩张管,用撑开器张开 X-Tube 通道下端口至 4.0cm,暴露椎间小关节与椎板连接部。在 C 型臂 X 线机透视下置入椎弓根螺钉。咬除大部分椎板及棘突基底部骨质,切除下关节突的下 1/2 和上关节突内侧 2/3,咬除黄韧带,显露硬脊膜和神经根,探查神经根出口情况,如有压迫即咬除压迫神经根的骨性和肉芽组织减压。切除椎间盘髓核,刮除椎体软骨终板,将备用松质骨植入椎间隙或置入椎间融合器(PEEK),其中单独植入松质骨 4 例,应用椎间融合器 23 例。用同样方法处理对侧,最后安装预弯的连接板并提拉复位固定。

B 组: 病变节段及手术切口定位与扩张通道管系统(X-Tube)下后路椎体间融合术相似,不同之处是两条纵连线靠外侧,为左、右两侧椎弓根外侧缘的连线,同样先在髂后上嵴取适量松质骨备用。选择症状较重侧切开皮肤、筋膜,从切口将导针斜向内侧插入并抵达滑脱椎椎板下缘,沿导针逐级插入肌肉扩张管,将自行设计的大号工作通道(直径为 2.6cm)插入关节突部,沿关节突外侧缘向内侧咬除上、下关节突,显露神经根管后侧壁,咬除黄韧带,显露神经根并咬除压迫神经根的骨性和纤维肉芽组织,清除椎间盘髓核及软骨终板,植入备用的松质骨和椎间融合器(PEEK)。透视下确定椎间融合器位置良好后取出工作通道。手术减压侧螺钉固定经同一切口,采用 Sextant 经皮椎弓根螺钉系统,螺钉进针点选择横突上缘和上关节突外缘交叉处,在 C 型臂 X 线机透视下将固定在 Sextant 系统延长杆远端的螺钉置入椎弓根,同样方法在下位椎体置入椎弓根螺钉,将 2 枚螺钉延长杆紧密对合,安装螺钉连接棒;减压对侧采用 PAK 脊柱穿刺针确定皮肤进针点,应用 Sextant 系统常规经皮椎弓根螺钉提拉复位固定。

C 组: 于中下腹作一长约 5cm 的纵行切口,从腹直肌外缘进入腹膜后,显露目标椎间隙,再次

透视确认滑脱节段后安装外科牵拉系统(EN-DORING),摘除椎间盘,刮除上、下软骨终板,根据处理好的椎间隙情况在髂前上棘取合适全厚髂骨块植入,检查骨块位置满意、固定牢靠,彻底止血、冲洗切口并缝合。将患者改为俯卧位,后路经皮椎弓根螺钉固定操作同上。

1.4 评价方法

参照视觉模拟评分(VAS)^[2]对患者术前和术后第 1 天、第 3 天及 1 个月问卷评分;采用 Oswestry 功能障碍指数(ODI)^[3]评价患者术前和术后 3、12 个月腰部功能情况;患者术前均摄腰椎正侧位、斜位、动力位 X 线片和 CT 或 MRI 检查,术后 1 周内及出院后第 1、3、6、12 个月复查 X 线片,评估滑脱复位率、内固定物位置及融合率情况,滑脱复位率(%)=(术前滑脱距离-术后滑脱距离)/术前滑脱距离×100%。根据融合评价标准^[4]将椎间融合情况分为融合、可能融合和假关节形成 3 种。

1.5 统计学处理

由于 3 种微创手术有各自相对独立的手术适应证,因此不进行组间比较。应用 SPSS.V 13.0 统计软件进行处理,所得数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,VAS、ODI 的组内比较采用方差分析(ANOVA),设定 $P < 0.05$ 为有显著性差异。

2 结果

3 组患者的手术时间、术中出血量、术后住院日见表 2,VAS 和 ODI 见表 3 和表 4。A 组 1 例 L5/S1 II 度滑脱患者术后疼痛缓解不明显,于术后第 4 天行开放手术彻底减压后疼痛缓解;1 例患者术后 4d 出现切口深部血肿,再次手术行血肿清除,术后切口未出现感染;2 例术中出现硬膜撕裂,未行修补术,术后无明显脑脊液漏。C 组 1 例术后第 1 天出现腹股沟区间歇性疼痛、大腿外侧感觉麻木,给予营养神经、对症处理,3 个月后消失。

3 组患者随访 6~28 个月,平均 15.7 个月。A、B、C 组术后第 1 天 VAS 与术前比较均明显降低($P < 0.05$),A、B 组术后第 3 天与术后第 1 天比较明显降低($P < 0.05$),术后 1 个月与术后第 3 天比较无显著性差异($P > 0.05$);C 组术后第 3 天与术后第 1 天比较无明显变化($P > 0.05$),术后 1 个月与术后第 3 天比较有显著性差异($P < 0.05$)。3 组术后 3、12 个月 ODI 均较术前明显下降($P < 0.05$),

表 2 3 组患者手术时间、术中出血量和术后住院日
($\bar{x} \pm s$)

	<i>n</i>	术中出血量(ml)	手术时间(min)	术后住院日(d)
A组	27	234.2±45.7	188.4±16.5	5.0±2.6
B组	20	179.9±18.1	181.7±11.0	4.7±0.8
C组	15	286.7±29.9	202.3±13.0	5.9±2.1

表 3 3 组患者术前和术后 VAS ($\bar{x} \pm s$)

	<i>n</i>	术前	术后第 1 天	术后第 3 天	术后 1 个月
A组	27	7.6±1.0	4.1±0.7 ^①	2.4±0.2 ^②	1.8±0.4 ^④
B组	20	7.8±0.7	4.0±0.7 ^①	2.4±0.6 ^②	1.8±0.6 ^④
C组	15	7.3±0.6	4.2±1.0 ^①	3.1±1.0 ^③	1.9±0.7 ^⑤

注:①与术前比较 $P<0.05$;与术后第 1 天比较,② $P<0.05$,③ $P>0.05$;与术后第 3 天比较,④ $P>0.05$,⑤ $P<0.05$

表 4 3 组患者术前和术后 ODI ($\bar{x} \pm s$)

	术前	术后 3 个月	术后 12 个月
A组	35.7±1.9	14.6±2.0 ^①	8.8±1.7 ^{①②}
B组	34.8±1.5	12.9±1.4 ^①	8.3±1.0 ^{①②}
C组	33.5±1.7	13.1±1.0 ^①	7.7±0.8 ^{①②}

注:①与同组术前比较 $P<0.05$;②与同组术后 3 个月比较 $P<0.05$ (术后 12 个月 A、B、C 组随访病例数分别为 22、16、12 例)

术后 12 个月与术后 3 个月比较亦下降明显 ($P<0.05$)。根据美国 FDA 标准,手术前后 ODI 评分变化超过 15 分有临床意义^[4],术后 3 个月 A、B、C 组有效率分别为 92.6%、100%、93.3%。A、B、C 组患者术后椎体滑脱复位率分别为 94.6%、97.3%、96.6%;术后 6 个月随访融合率分别为 78.4%、71.9%、82.1%,12 个月随访融合率分别为 96.3%、93.6%、100%,B 组有 1 例假关节形成,但患者无腰痛或下肢痛等临床表现,未行特殊处理。末次随访时所有患者无融合器移位、沉降及钉、板断裂和松动现象(图 1、2、3)。

3 讨论

自 1997 年 Foley 在北美骨科年会首次报道显微内窥镜下椎间盘切除(MED)治疗腰椎间盘突出症获得成功以来,微创脊柱外科技术日益受到重视,其应用范围不断扩展。特别是近几年来,随着脊柱生物力学研究的不断深入和对椎旁肌在维持脊柱后方稳定性上起着重要作用的进一步认识^[5-6],为防止脊柱融合病^[7]的发生,微创脊柱椎间融合联合椎弓根螺钉固定技术在国内外逐步开展起来^[8-10],并且逐步应用于椎体滑脱等脊柱复杂手

术。

范顺武等^[11]应用 X-Tube 系统经椎间孔行腰椎间融合治疗腰椎疾病,术后第 1 天患者肌酸激酶水平明显低于开放手术组,他们认为微创手术可以减小术中对椎旁肌肉的损伤和减轻术后疼痛。我们对于 I、II 度椎体滑脱伴有继发性椎管狭窄或双侧侧隐窝狭窄,临床表现为腰痛伴有间歇性跛行或双下肢放射痛需要双侧减压的患者,应用可扩张通道管系统(X-Tube)从后方经两个小切口行双侧椎管彻底减压,同时行椎体间植骨融合和椎弓根螺钉复位内固定术,取得较好的临床效果。本组病例术后 VAS、ODI 较术前明显降低,差异有显著性。笔者认为,该术式可减少术中对椎旁肌的过度剥离、减轻术后疼痛、减少术中出血量和术后瘢痕形成,使患者术后恢复更快,有助于腰背肌功能的恢复和维持脊柱的稳定性。同时,通过内窥镜影像系统可放大手术区解剖结构,可以减少神经、血管意外损伤。

但由于 X-Tube 工作通道限制,手术视野比较局限,术中操作有一定难度,学习曲线陡峭,在开展初期容易出现并发症。特别是双侧峡部裂型椎体滑脱伴椎管狭窄时,当滑脱椎体复位后,增生的瘢痕组织回缩可能会对神经根产生二次压迫,在 X-Tube 工作通道中很难发现。本组 1 例 L5 椎体峡部裂 II 度椎体滑脱患者,术后第 2 天一侧肢体疼痛加剧,CT 检查示椎弓根螺钉位置良好,但 S1 神经根有受压征象,术后第 4 天再次行 S1 神经根探查发现是滑脱椎复位后,峡部增生纤维瘢痕组织压迫并导致 S1 神经根明显充血水肿,术当天下肢疼痛明显缓解,术后 2 周疼痛完全消失。因此,笔者认为对双侧峡部裂型腰椎滑脱症患者,微创手术减压应分为治疗性减压和预防性减压,对腰椎滑脱程度超过 I 度、术前 CT 显示峡部有大量瘢痕纤维组织增生、需术中提拉复位者,无论患者术前是否存在神经根性疼痛,都应行双侧峡部的预防性减压,以防滑脱椎复位发生神经根嵌压性损伤。

对于腰椎滑脱节段伴有一侧侧隐窝或椎间孔狭窄、临床表现为腰痛及向单侧下肢放射痛、只需单侧减压者,我们采用自行设计的(直径为 2.6cm)改良内窥镜系统行椎管减压+椎间隙植骨融合+经皮椎弓根螺钉固定术治疗,取得较好的临床效果。该术式通过大号工作通道便于对症状



图 1 患者,男性,62岁,应用扩张通道管(X-Tube)系统后路减压、椎间植骨融合术 **a** 术前腰椎侧位 X 线片示 L4 椎体滑脱(I度) **b** 术前 CT 横断面扫描示 L4/5 椎间盘向后侧突出伴椎管狭窄 **c、d** 术后 9 个月腰椎正侧位 X 线片示内固定物位置良好,L4 滑脱已复位 **图 2** 患者,女性,42 岁,应用改良大号内镜(管径 2.6cm)经椎间孔减压、椎间植骨融合联合经皮椎弓根螺钉固定术 **a** 术前腰椎侧位 X 线片示 L4 椎体 I 度滑脱 **b** 术前 CT 横断面扫描示 L4/5 椎间盘向右后侧突出伴神经根狭窄 **c、d** 术后 18 个月腰椎正侧位 X 线片示内固定物及椎间融合器位置良好,L4 滑脱已复位 **图 3** 患者,女性,50 岁,应用外科牵拉系统(ENDORING)经前路行椎间盘切除、椎间植骨融合联合经皮椎弓根螺钉固定术 **a** 术前腰椎侧位 X 线片示 L5 椎体 I 度滑脱 **b** 术前 CT 横断面扫描示 L5/S1 椎间盘向后膨出、椎管无明显狭窄 **c、d** 术后 15 个月腰椎正侧位 X 线片示椎间融合器、内固定物位置良好,L5 滑脱已复位

侧行彻底减压,同时行椎间植骨或置入椎间融合器,联合经皮椎弓根螺钉固定可最大限度保存对

侧脊柱稳定性结构。但该术式需要两套微创手术设备,特别是经皮椎弓根螺钉固定术(Sextant),螺

钉容易穿破椎弓根内侧壁造成神经根损伤,手术比较精细,需要外科医生掌握多种手术技巧。本组有 1 例早期手术患者术后 12 个月随访发现椎间融合不良,但患者无腰痛或下肢痛等临床表现,无需特殊处理。其原因可能是虽然采用大号工作通道操作,但在处理椎间隙、植骨或置入椎间融合器时仍然较困难,需要手术者细心处理植骨床,置入椎间融合器困难时可适当调整通道的位置和方向,便于手术操作。

前路小切口椎间植骨联合经皮椎弓根螺钉固定术主要适用于 I 度腰椎滑脱节段有明显节段性不稳、CT 横断面显示无明显椎管和侧隐窝狭窄、临床以腰痛为主而无下肢放射痛者。该技术先从前方作小切口、通过 ENDORING 外科牵拉系统从前方行椎间盘切除、椎间植骨,再从后方行经皮椎弓根螺钉固定。该术式的优点是对椎间盘和终板的处理比较彻底,不需要牵拉神经根和硬膜囊,可以最大限度保存脊柱后方稳定结构。但该术式需要两个手术过程,前路手术需要处理椎体前方的大血管及椎体旁神经丛,而且需要专门的外科牵拉设备,与传统后路开放手术相比,手术难度较大,具有一定风险。文献^[12]报道有逆行性射精、大血管损伤等并发症。本组病例没有出现该类并发症,末次随访植骨块与椎体终板融合良好,可能与我们所选的患者均为 I 度滑脱,血管、神经的解剖位置相对正常,同时我们采用自体髂骨全厚骨块植入椎间隙有关。但有 1 例患者术后腹股沟区出现间歇性疼痛、大腿外侧感觉麻木,考虑为前路小切口入路和髂前上嵴取骨时牵拉神经所致,给予营养神经、对症处理 1 个月后症状减轻,3 个月后消失。

综上所述,根据患者腰椎滑脱程度、临床特点,选用不同的微创技术个体化治疗腰椎 I、II 度滑脱症,具有手术创伤小、术中出血少、术后疼痛轻、住院时间短等优点,近期临床效果满意。但脊柱微创手术作为一种新技术,也不可避免存在一些挑战:有限的手术视野使手术操作有一定难度,学习曲线陡峭,需要专门的手术设备,需要手术医生掌握、熟知每种术式的适应证和手术风险,才能达到腰椎滑脱症微创手术的个体化治疗,获得最

佳临床效果。由于 3 种微创手术有各自相对独立手术适应证,故未作微创组间的比较。此外,不同微创术式治疗腰椎滑脱症的远期效果如何还需要进一步跟踪随访。

4 参考文献

1. Park Y, Ha JW. Comparison of one-level posterior lumbar interbody fusion performed with a minimally invasive approach or a traditional open approach[J]. Spine, 2007, 32(5):537-543.
2. Melzack R. The McGill pain question naire; major properties and scoring methods[J]. Pain, 1975, 1(3):277-299.
3. Roland M, Fairbank J. The Roland-Morris disability question-naire and the Oswestry disability questionnaire[J]. Spine, 2000, 25(24):3115-3124.
4. Schulte TL, Leistra F, Bullmann V, et al. Disc height reduction in adjacent segments and clinical outcome 10 years after lumbar 360° fusion[J]. Eur Spine, 2007, 16(12):2152-2158.
5. Hyun SJ, Kim YB, Kim YS, et al. Postoperative changes in paraspinal muscle volume: comparison between paramedian interfascial and midline approaches for lumbar fusion[J]. Korean Med Sci, 2007, 22(4):646-651.
6. Levin DA, Hale JJ, Bendo JA. Adjacent segment degeneration following spinal fusion for degenerative disc disease [J]. Bull NYU Hosp Jt Dis, 2007, 65(1):29-36.
7. Schwender JD, Holly LT, Rouben DP, et al. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF): technical feasibility and initial results [J]. Spinal Disord Tech, 2005, 18(Suppl 1):S1-6.
8. 王建, 周跃, 初同伟, 等. 改良内窥镜下行后路腰椎间融合和经皮椎弓根螺钉固定治疗腰椎退变性疾患 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2007, 17(12):908-912.
9. 周跃, 王建, 初同伟, 等. 经皮椎弓根螺钉固定、内窥镜下腰椎管减压、椎间融合的临床应用 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2007, 17(5):333-336.
10. Khoo LT, Palmer S, Laich DT, et al. Minimally invasive percutaneous posterior lumbar interbody fusion[J]. Neurosurgery, 2002, 51(Suppl 2):S166.
11. 范顺武, 方向前, 赵兴. 微创经椎间孔腰椎椎体间融合术治疗下腰椎疾病[J]. 中华骨科杂志, 2007, 27(2):81-85.
12. Vazquez RM, Gireesan GT. Balloon-assisted endoscopic retroperitoneal gasless (BERG) technique for anterior lumbar interbody fusion (ALIF)[J]. Surg Endosc, 2003, 17(2):268-272.

(收稿日期:2008-09-03 修回日期:2009-03-05)

(英文编审 蒋欣)

(本文编辑 李伟霞)