

临床论著

插入型椎间融合器在老年腰椎滑脱症患者中的应用

王大林¹, 曾逸文¹, 王黎明¹, 吴小涛², 蒋纯志¹, 桂鉴超¹, 徐杰¹, 王钢锐¹, 郑圣鼎¹, 费俊良¹

(1 南京医科大学附属南京第一医院脊柱外科中心 210006 南京市; 2 东南大学附属中大医院骨科 210009 南京市)

【摘要】目的:评估插入型椎间融合器在老年腰椎滑脱症患者手术治疗中的应用效果。**方法:**自 2001 年 3 月至 2006 年 2 月应用全椎板减压、插入型椎间融合器撑开复位、椎弓根钉棒系统补充复位和固定治疗老年腰椎滑脱症患者 36 例,男 25 例,女 11 例,年龄 60~72 岁,平均 64.7 岁。所有病例进行定期随访和影像学检查,对椎间隙高度、椎间孔高度、滑脱距离、滑脱率、滑脱角及临床 Oswestry 功能障碍评分进行测量和评估,并观察椎间融合情况。**结果:**21 例置入融合器后达到复位或基本复位,15 例通过提拉螺钉进行补充复位。术中硬脊膜撕裂 3 例,1 例裂口较小,术中未予处理;2 例裂口较长,术中缝合后以脑棉片覆盖,紧密缝合腰背筋膜及皮肤切口,术后采取去枕头低脚高位,未见脑脊液漏出。术后出现神经根刺激症状 2 例,予以脱水、营养神经治疗,均恢复满意,未遗留神经症状。术后所有患者滑脱节段生理曲度恢复,椎间隙高度由术前 $4.5\pm 0.6\text{mm}$ 增加至术后 $9.8\pm 1.5\text{mm}$,椎间孔高度由术前 $9.9\pm 1.0\text{mm}$ 增加至术后 $13.2\pm 1.2\text{mm}$,滑脱角由术前 $25.1^\circ\pm 8.2^\circ$ 改善至术后 $15.8^\circ\pm 2.5^\circ$,术后与术前相比差异均有统计学意义($P<0.01$)。随访 15~76 个月,平均 34.5 个月,矫正程度无明显丢失。33 例融合成功,融合率 91.7%。Oswestry 功能障碍评分由术前 35.4 ± 5.2 分降至术后 19.5 ± 4.8 分,术后优良率及末次随访优良率分别为 87.3% 及 92.5%。**结论:**采用后路腰椎椎体间融合术治疗老年腰椎滑脱症时应用插入型椎间融合器可发挥撑开复位和融合的双重作用,安全有效。

【关键词】腰椎;脊椎滑脱症;脊柱融合术;骨移植

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2009.06.07

中图分类号:R681.5 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2009)-06-0621-06

The clinical application of insert cage in posterior lumbar interbody fusion for spondylolisthesis in aged patients/WANG Dalin, ZENG Yiwen, WANG Liming, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2009, 19(6): 621~626

【Abstract】 Objective: To evaluate the role of insert cage in reduction and fusion in posterior lumbar interbody fusion (PLIF) for spondylolisthesis in aged patients. **Method:** The clinical outcomes and radiological data was assessed retrospectively in a series of 36 patients with spondylolisthesis in aged patients who underwent surgical treatment from March 2001 to February 2006. The study group consisted of 25 males and 11 females aged 60~72 years (average 64.7 years). Surgical procedure was modified, and the definitive reduction of the spondylolisthesis was made by insert cages augmented with pedicle screw instrumentation after decompressive laminectomy. The clinical outcomes were determined by Oswestry disability questionnaire and the radiographic evaluation including height of intervertebral disc and foramen, slipping degree, and slipping angle. **Result:** In 21 cases the slips were completely or partially reduced after inserting the cage, however, in other 15 cases complementary reduction of the slip by pedicle screw was needed. Dural sac laceration occurred in 3 cases, one was dural sac fissure, no repairing was needed, other 2 cases were long lacerated wound, which were sutured properly, then lumbodorsal fascia was tightly closed. The patients underwent trendelenburg position after operation, no leakage of cerebrospinal fluid was found postoperatively. There were 2 cases with neurological deficit, dehydration and nerve nourishment were performed, and result was satisfied without remaining of any neurological deficit. All cases of the slipping degree were reduced and the normal sagittal plane alignment were restored. The height of intervertebral disc and foramen, and slip angle before and after operation were $4.5\pm 0.6\text{mm}$ and $9.8\pm 1.5\text{mm}$, $9.9\pm 1.0\text{mm}$ and $13.2\pm 1.2\text{mm}$, $25.1^\circ\pm 8.2^\circ$ and $15.8^\circ\pm 2.5^\circ$ respectively, there were all significantly dif

第一作者简介:男(1978-),主治医师,医学硕士,研究方向:脊柱外科

电话:(025)52271040 E-mail:wangdarling@163.com

通讯作者:曾逸文

ferences in the height of intervertebral disc and foramen, and slip angle between pre- and post-operation respectively ($P < 0.01$). The radiographic data showed no obvious loss of the correction in a mean follow-up time of 34.5 months (range, 15–76 months). The fusion was successfully in 33 cases with a fusion rate of 91.7%. The Oswestry disability index (ODI) decreased on an average from 35.4 ± 5.2 preoperatively to 19.5 ± 4.8 postoperatively, and the excellent and good rate was 87.3% after operation and 92.5% at last follow-up. **Conclusion:** The application of insert cage proved to be dual effects of reduction and fusion for spondylolisthesis in aged patients treated by lumbar interbody fusion through posterior approach, it is a safe and convenience method in clinical use.

[Key words] Lumbar vertebrae; Spondylolisthesis; Spinal fusion; Bone transplantation

[Author's address] Department of Orthopaedics, Affiliated Nanjing First Hospital, Nanjing Medical University, Nanjing, 210006, China

经后路椎体间融合术 (posterior lumbar interbody fusion, PLIF) 治疗腰椎滑脱症已在国内外广泛应用^[1-3], 其优点是能有效恢复椎间隙高度和前、中柱载荷, 提高融合率。经典 PLIF 多数先采用椎弓根内固定系统对滑脱椎体进行复位和固定, 然后再行椎体间融合。然而对于老年病例, 多伴有明显骨质疏松、重度滑脱和椎间隙明显狭窄等, 单靠钉棒系统复位较困难, 若强行复位, 螺钉可能会切割椎体而发生松动, 导致内固定失败等。近年来, 随着插入型椎间融合器的出现, 我们对经典 PLIF 手术进行了改良, 对于老年腰椎滑脱症患者采用全椎板切除减压, 先置入插入型椎间融合器行椎间隙撑开复位, 后进行椎弓根钉棒系统补充复位和固定。从 2001 年 3 月至 2006 年 2 月, 我们采用此法治疗老年腰椎滑脱症患者 36 例, 疗效满意, 报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

36 例患者中男 25 例, 女 11 例, 年龄 60~72 岁, 平均 64.7 岁。滑脱类型: 退变性滑脱 13 例, 峡部裂性滑脱 23 例。L4 滑脱 15 例, L5 滑脱 21 例。患者均有顽固性腰痛, 其中 12 例伴有下肢放射痛, 15 例伴有间歇性跛行, 下肢肌力减弱 10 例, 下肢痛觉减退 22 例。无大小便功能障碍。病程 8 个月~7 年, 平均 26 个月, 均经正规保守治疗 1 年以上症状无明显缓解。腰椎正侧位 X 线片示椎间隙狭窄; 峡部裂性滑脱病例斜位 X 线片上均有一侧或双侧项圈征阳性; 腰椎动力位 X 线片示相关节段明显不稳。术前常规双能 X 线检查骨密度, 将 T 值 -2.5 以下或/和伴有一处或一处以上骨折的患者排除在外。根据 Meyerding 分级标准^[4], I

度滑脱 8 例, II 度滑脱 20 例, III 度滑脱 8 例。

1.2 手术方法

患者全身麻醉, 俯卧位, 以滑脱椎棘突为中心取后正中切口, 显露相邻上至下节段的椎板及小关节突, 峡部裂者切除峡部裂处的纤维增生组织, 行全椎板切除术, 切除部分关节突关节, 显露上、下位神经根, 并扩大狭窄的侧隐窝和神经根管, 予彻底减压。牵开并保护神经根及硬膜囊, 显露位于滑脱椎与下位椎体椎间形成台阶样改变的椎间盘, 分别于纤维环两侧对称各开一方形切口, 摘除部分变性髓核组织后应用专用撑开器从小到大左右交替撑开狭窄的椎间隙。当椎间隙达一定高度 (一般为 9~11mm) 后, 检查两侧神经根的松紧度, 如神经根松弛, 活动度达 10mm, 伴行曲张静脉也随之恢复, 提示神经根松解满意, 可进一步调整椎间隙撑开高度。彻底清除变性的髓核组织, 刮除上下椎体的终板软骨, 保留终板软骨下骨, 反向刮匙打磨融合器植骨区。在一侧撑开器撑开的前提下, 于对侧插入 1 枚比撑开器小一号的已填满髂骨松质骨屑的融合器 (碳纤维或聚醚醚酮多聚体材料)。拔除撑开器, 在该侧间隙前 1/3 部充填碎骨块后, 置入与对侧同规格的融合器。C 型臂 X 线机透视观察滑脱椎的复位情况和融合器的位置。应用后路椎弓根钉棒系统于滑脱椎与下位椎两侧椎弓根进针处开孔, 置入定位针, C 型臂 X 线机透视证实位置无误后, 置入椎弓根螺钉 (其中滑脱椎为 2 枚提拉螺钉)。若复位满意, 则预弯连接棒后直接固定椎弓根钉棒系统; 若复位欠佳, 则利用 2 枚提拉螺钉进行补充复位和固定, 再次确定复位情况及融合器位置, 若融合器向后方移位, 需进一步调整。C 型透视证实钉棒及融合器位置满意后, 于两侧椎弓根钉尾部环抱加压融合器, 并恢复

腰椎的生理弧度。置负压引流后关闭切口。

1.3 术后处理

切口负压引流 2~3d,地塞米松、甘露醇脱水治疗 3d,抗感染治疗 1 周,卧床 2~3 个月,2 个月在腰围保护下适当下床活动,腰围保护 3~6 个月,禁止腰部弯曲和扭转。

1.4 影像学和疗效评判

所有病例均在术前、术后及每次随访时摄 X 线片,并在 X 线片上测量术前、术后 3 个月随访时融合节段的椎间隙高度、椎间孔高度、滑脱距离、滑脱率及滑脱角(图 1),并观察椎间融合情况。根据 Quint 法^[9]以椎间隙前、中、后缘高度的平均值作为椎间隙高度,应用 Taillard 指数^[6] [Taillard 指数上位椎体在下位椎体上的相对滑脱距离(B)/上位椎体的水平长度(A)]计算滑脱率。对经济条件允许的 8 例患者自术后 3 个月以上随访时进行融合节段的薄层 CT 扫描及矢状位和冠状位三维重建,观察融合情况。融合成功的评定标准^[7]为:融合区有连续的骨小梁形成,过伸过屈位 X 线片上椎体间角度活动域 $<5^{\circ}$ 。融合器松动、移位,超过 50%的融合器表面出现 $>2\text{mm}$ 的透亮带或过伸过屈位 X 线片上椎体间角度活动域 $>5^{\circ}$ 均判为融合失败。

临床疗效评估采用 Oswestry 功能障碍评定标准^[8]对患者术前、术后的症状进行评分,(术后分-术前分)/术前分 $>15\%$ 为效果优良。

1.5 统计学分析

使用 SPSS 12.0 软件对数据进行统计学分析,两组间比较采用两样本 Student's *t* 检验, $P < 0.01$ 为差异有统计学意义。

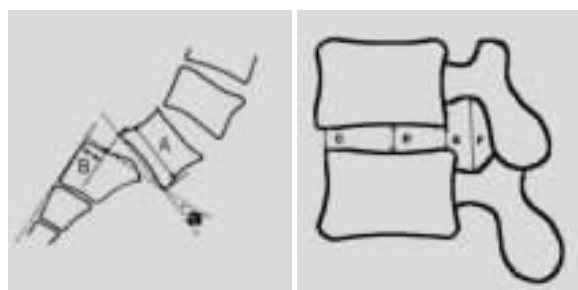


图 1 影像学测量示意图(A:滑脱椎体下缘宽度,B:滑脱距离,a:滑脱角,C:椎间隙前缘高度,D:椎间隙中缘高度,E:椎间隙后缘高度,F:椎间孔高度)

2 结果

36 例患者中 21 例置入椎间融合器后达到复

位或基本复位;15 例通过提拉螺钉进行补充复位,其中有 2 例提拉复位后融合器向后移位少许,后调整至满意位置。术中硬脊膜撕裂 3 例,占 8.3%,均为椎板减压过程中发生,均发生于硬膜外粘连严重的病例,患者均有保守治疗时间长,有骶管注射治疗史。1 例裂口较小,术中未予处理;2 例裂口较长,约达 8mm,术中缝合后以脑棉片覆盖,继续进行手术,术毕移除脑棉片,紧密缝合腰背筋膜及皮肤切口,术后采取去枕头低脚高位 3d,均未见脑脊液漏出。2 例出现神经根刺激症状,占 5.6%,表现为术前没有的下肢麻木,肌力无减退,考虑为术中刺激神经根所一过性炎性水肿所致,予以脱水、营养神经治疗,均恢复满意,未遗留神经症状。术后 3 个月复查腰椎 X 线片示椎间隙高度基本恢复,滑脱椎体复位,滑脱角明显减少(表 1,图 2~4),术前滑脱率为 $34.6\% \pm 13.8\%$,术后 3 个月时为 $4.9\% \pm 2.8\%$,复位率为 91%;末次随访时为 $5.1\% \pm 2.5\%$,复位率为 90.5%,丢失率为 0.5%。

本组病例全部获得随访,随访时间 15~76 个月,平均 34.5 个月,在至少 1 年以上的随访中,无一例出现融合器后移、塌陷;无断钉、断棒和松动现象发生。33 例融合成功,3 例融合区未见明显的骨小梁形成,融合率为 91.7%。8 例患者自术后 3 个月以上不同时期进行螺旋 CT 薄层扫描重建观察到椎体终板与 cage 融合界面形成骨小梁,但完全的骨小梁连接要在术后 1 年以上获得。术前平均 ODI 分值为 (35.4 ± 5.2) 分,术后 3 个月及末次随访分别为 (19.5 ± 4.8) 分和 (10.8 ± 4.4) 分,与术前相比差异均有统计学意义($P < 0.05$)。按照 ODI 评分疗效判定法,术后优良率及末次随访优良率分别为 87.3%及 92.5%。

表 1 手术前、后影像学测量指标 ($\bar{x} \pm s$)

	术前	术后 3 个月
椎间隙高度(mm)	4.5 ± 0.6	9.8 ± 1.5
椎间孔高度(mm)	9.9 ± 1.0	13.2 ± 1.2
滑脱距离(mm)	20.5 ± 9.1	3.5 ± 1.4
滑脱率(%)	34.6 ± 13.8	4.9 ± 2.8
滑脱角($^{\circ}$)	25.1 ± 8.2	15.8 ± 2.5

3 讨论

治疗腰椎滑脱症的手术方法有多种,传统的后路减压复位固定加后外侧植骨融合术(PLF)缺



图 2 患者女, 68 岁 **a** 术前 MRI 示 L4 椎体 II 度退变性滑脱伴 L4/5 椎间隙严重狭窄, Modic 改变 III 型 **b** L4/5 椎间隙插入椎间隙扩张器后滑脱椎部分复位 **c** 插入型碳纤维融合器置入后滑脱椎部分复位, 椎间隙高度恢复 **d** 通过钉棒系统进行补充复位, 滑脱椎完全复位 **e** 术后 3.5 个月 CT 冠状位和矢状位三维重建示椎体和 cage 融合界面有连续的骨小梁通过

图 3 患者男, 60 岁 **a** 术前侧位 X 线片示 L4 I 度后滑脱, 腰椎曲度反弓 **b** 术前 MRI 示 L4 退变性滑脱伴椎间隙严重狭窄, Modic 改变 II 型 **c** 插入型碳纤维融合器置入 L4/5 椎间隙后滑脱椎完全复位, 椎间隙高度恢复 **d** 术后侧位 X 线片示滑脱椎完全复位, 腰椎生理曲度恢复 **图 4** 患者男, 75 岁 **a** 术前侧位 X 线片示 L5 I 度滑脱, 椎间隙狭窄明显 **b** 术后 X 线片示滑脱完全复位, 腰椎生理弧度和椎间隙高度恢复 **c, d** 术后 8 个月 CT 冠状位和矢状位三维重建示椎体和 cage 融合界面有连续的骨小梁通过

乏对脊柱前、中柱的支撑和融合,存在椎弓根螺钉断裂、复位丢失及植骨融合失败等发生率较高的缺点。后路椎体间 cage 融合术(PLIF)因能恢复脊柱前、中柱的负荷,能恢复椎间隙的高度和脊柱的生理曲度,融合率高,可减少内固定失败和腰椎再滑脱的发生率,近年来在国内外得到广泛应用。最早应用于临床的椎间融合器是以 BAK、TFC 为代表的钛制螺纹旋入式椎间融合器,并取得了较好的早期疗效,但远期随访显示融合器沉降率较高,易出现椎间隙高度的再丢失^[9]。Burkus 等^[10]通过对圆柱形旋入式和梯形插入式融合器的应用比较,发现后者远期疗效优于前者。本组使用的插入型椎间融合器依靠置入椎间隙后撑开所形成的“牵张-压缩”带而获得初始固定,避免了旋入式椎间融合器对终板切割造成的破坏。

经典 PLIF 手术多数先采用椎弓根内固定器械对滑脱椎体进行复位和固定,然后再行椎体间融合。复位方式主要有单节段撑开提拉复位和两节段提吊复位两种,前者不破坏相邻的椎间隙,更具有优越性。然而对于老年病例,多伴有明显骨质疏松、重度滑脱和椎间明显狭窄等,单独通过单节段撑开提拉复位或两节段提吊复位均较困难,若强行复位,螺钉可能切割椎体发生松动、内固定失败等。为此,我们对经典 PLIF 手术步骤进行改良,采用先置入插入型融合器行椎间隙撑开复位,后进行椎弓根钉棒系统补充复位和固定。我们在术中发现依次使用从小到大与此种融合器配套的撑开器,在逐渐撑开椎间的过程中,对腰椎滑脱有即刻复位作用。本组病例采用此种手术方式,21 例置入融合器后即达到复位或基本复位,15 例部分复位,说明在撑开椎间隙的同时可对滑脱的椎体进行即刻复位。其作用机制是撑开-牵拉整复作用和撑开-压缩的张力带作用,即在恢复椎间隙高度的同时,紧张椎体周围的纤维韧带组织,使其处于张力状态,处于张力状态的纤维韧带组织可产生牵拉整复滑脱椎的作用,同时类似于张力带作用的纤维韧带组织对融合器产生压缩稳定作用,即撑开-压缩的张力带作用;前者能对滑脱的椎体进行复位,后者可为融合器提供稳定性。Keith 等^[11]对 37 例腰椎滑脱症患者行站立侧位及动力位、休息位及休息位牵引下 X 线片检查,证实取俯卧位牵引滑脱能得到最大程度复位,俯卧位牵引可使原已松弛的纤维环及周围韧带恢复张力,

通过张力作用间接复位滑脱椎体。与本研究有相似结论。

腰椎 cage 最初用于椎间盘源性腰痛及 I 度腰椎滑脱症,但随着临床应用的增加以及新材料、新设计的出现,适应证有逐渐增大的趋势,如用于关节突病变所致的神经根性痛、椎间盘手术失败后二次手术、获得性椎间失稳、椎管狭窄症、II 度以上滑脱等。Kuslich 等^[12]认为,cage 适用证包括:1 个或 2 个节段退行性椎间盘疾病(degenerative disc disease,DDD),患者有慢性腰痛影响日常工作,病程超过 6 个月,经正规非手术治疗无效、椎间盘病变不超过 2 个节段等。禁忌证有:严重的骨质疏松、合并脊柱侧凸畸形、重度椎间隙狭窄以及感染、恶性肿瘤等。本组病例也将严重骨质疏松病例排除在外。Lim 等^[13]的研究表明,保留终板完整的前提下骨密度与融合界面的抗压强度密切相关,随着骨密度的降低融合器下沉的风险增加。有鉴于此,我们术前常规检查骨密度(BMD),尤其对老年女性患者更应重视此问题。由于老年人腰椎退变严重常发生增生硬化,单纯腰椎骨密度检查往往掩盖已发生的严重骨质疏松,因而对老年人的 BMD 测定应结合其他部位椎体和股骨多部位结果来判定。对于重度滑脱椎间隙明显狭窄的老年病例,其终板多呈 Modic III 型改变,在 MRI T1、T2 加权像上均表现为低信号,并与 X 线片上致密骨硬化相对应;组织学上表现为终板下骨硬化,融合器插入椎间隙行撑开复位一般不易损伤终板下骨,在术前排除椎体严重骨质疏松病例的前提下不易发生 cage 下沉。本组病例中无终板损伤及 cage 下沉现象发生。本组 2 例患者发生一过性神经根刺激症状,Oswestry 功能障碍评分与术前相比差异有统计学意义,术后优良率及末次随访优良率分别为 87.3%及 92.5%,说明在减压充分的基础上,应用插入型椎间融合器撑开复位并不增加硬脊膜撕裂和神经损伤的风险。

对于老年腰椎滑脱症是否需要复位尚存在争议。大多数学者认为由于腰椎滑脱可导致腰骶部剪切应力明显增加,对于老年患者,常伴有骨质疏松,多合并慢性疾病,耐受麻醉和手术时间有限,手术不应强求解剖复位,但随着现代生活条件的不断提高,老年人平均寿命在逐年不断提高,至少应将腰椎剪切力恢复至生理水平,减少腰椎再滑脱的发生率,提高远期疗效。目前老年腰椎滑脱需

在充分减压基础上争取最大限度复位已在学术界达成共识。

PLIF手术最终目标是达到椎体间的骨性融合,获得长期稳定。相对而言插入型椎间融合器较螺纹状融合器与椎体终板具有更大的接触面,所用材料更接近骨的弹性模量,从理论上应该具有更好的融合效果。由于应用透X线材料,术后可方便观察融合情况。目前尚无一种公认的最佳无创性评价术后腰椎椎间融合的方法。腰椎正侧位X线片和过伸过屈动力位X线片仍是目前临床应用最广泛和较廉价的评价椎间融合的方法。但正侧位X线片和动力位X线片受软组织及内固定器械等因素影响,存在部分假阳性率。CT对骨组织具有良好的分辨率,能清楚显示融合椎间的骨性结构变化及是否有桥接骨小梁形成,近年已成为评价腰椎椎间融合的重要方法之一。随着薄层扫描、三维重建、冠状位扫描等新技术的出现可消除传统CT扫描金属内固定伪影的影响,使得椎间融合的显示更为清楚;非金属融合器的应用为CT评价椎间融合提供了新的发展空间,这些融合器在CT下无伪影,可清楚显示融合器内骨小梁。相对于X线平片,CT评价椎间融合具有明显的技术优势。许多学者^[14,15]采用螺旋CT薄层扫描,并在冠状位和矢状位上重建,观察碳纤维cage的融合情况,在重建片上可清晰地观察到骨性融合,cage内的骨小梁连续地通过椎间隙,并能发现某些X线片上骨愈合良好病例的假关节现象。本组8例患者进行了术后3个月后定期行CT冠状位和矢状位三维重建,可以清楚反映椎体间融合界面不同时期骨愈合和爬行替代的情况。说明该方法是一种无创性检查透X线的插入型椎间融合器有无骨性愈合的精确方法。相关研究结果有待于进一步总结。

4 参考文献

1. Okuda S, Oda T, Miyauchi A, et al. Surgical outcomes of posterior lumbar interbody fusion in elderly patients[J]. J Bone Joint Surg Am, 2006, 88(12): 2714-2720.
2. Okuyama K, Kido T, Unoki EC. PLIF with a titanium cage and excised facet joint bone for degenerative spondylolisthesis: in augmentation with a pedicle screw [J]. J Spinal Disord Tech, 2007, 20(1): 53-59.
3. Kai Y, Oyama M, Morooka M. Posterior lumbar interbody fusion using local facet joint autograft and pedicle screw fixation[J]. Spine, 2004, 29(1): 41-46.
4. Meyerding H. Low backache and sciatic pain associated with spondylolisthesis and protruded intervertebral disc: incidence, significance and treatment [J]. J Bone Joint Surg Am, 1947, 29(3): 461-470.
5. Diedrich O, Perlick L, Schmitt O. 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.
6. Brantigan JW, Steffee AD. A carbon fiber implant to aid interbody lumbar fusion: two-year clinical results in the first 26 patients[J]. Spine, 1993, 18(9): 2106-2117.
7. Lee C, Dorcil J, Radomski TE. Nonunion of the spine: a review [J]. Clin Orthop Relat Res, 2004, 419: 71-75.
8. Fairbank JCT, Pynsent PB. The Oswestry disability index[J]. Spine, 2000, 25(22): 2940-2953.
9. Bentler WJ, Walter C. Anterior lumbar fusion with paired BAK standard and paired BAK proximity cages: subsidence, subsidence factors and clinical outcome[J]. Spine J, 2003, 13(2): 289-293.
10. Burkus JK, Schuler TC, Gornet MF, et al. Anterior lumbar interbody fusion for the management of chronic lower back pain: current strategies and concepts [J]. Orthop Clin Am, 2004, 35(1): 25-32.
11. Luk KD, Chow DH, Holmes A. Vertical instability in spondylolisthesis: a traction radiographic assessment technique and the principle of management[J]. Spine, 2003, 28(8): 819-827.
12. Kuslich SD, Ulstrom CL, Frimith SL, et al. The Bagby and Kuslich method of lumbar interbody fusion: history, techniques, and 2-year follow-up results of a United States prospective, multi-center trial [J]. Spine, 1998, 23(1): 1267-1279.
13. Lim TH, Kwon H, Jeon CH, et al. Effect of endplate conditions and bone mineral density on the compressive strength of the graft-end-plate interface in anterior cervical spine fusion[J]. Spine, 2001, 26(8): 951-956.
14. Brantigan JW, Steffee AD, Lewis ML, et al. Lumbar interbody fusion using the brantigan I/F cage for posterior lumbar interbody fusion and the variable pedicle screw placement system[J]. Spine, 2000, 25(11): 1437-1446.
15. Santos ER, Goss DG, Moreom RK, et al. Radiologic assessment of interbody fusion using carbon fiber cages[J]. Spine, 2003, 28(10): 997-1001.

(收稿日期: 2009-03-11 修回日期: 2009-04-23)

(英文编审 郭万首)

(本文编辑 卢庆霞)