

# 椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折疼痛的疗效分析

孙强 徐杰 邹雪琴 王黎明 曾逸文 王钢锐 郑圣鼎

中图分类号: R683.2 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2009)11-0820-06

**摘要:**目的 评估经皮椎体后凸成形术(PKP)治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折(OVCF)的疗效。方法

本组 OVCF 共 468 例,采用单球囊双侧扩张 PKP 治疗,累及 T6~L<sub>5</sub> 共 608 个椎体。其中男性 93 例 120 椎,女性 375 例 488 椎,年龄 54~94 岁,平均 68.2 岁。单椎体 360 例,双椎体 76 例,三椎体 32 例。采用疼痛视觉类比评分(VAS),止痛药使用评分,活动能力评分,伤椎高度测定及胸腰段脊柱后凸角度等指标评估 PKP 术的疗效,同时观察并发症。结果 412 例(540 椎)术后得到 6 个月~5 年随访,平均 3.6 年。本组术后疼痛明显缓解,术前 VAS 评分( $8.26 \pm 0.98$ )分,术后 2 天降低到( $1.63 \pm 0.83$ )分,末次随访时( $1.85 \pm 0.89$ )分( $P < 0.01$ )。止痛药使用评分由术前的( $1.62 \pm 0.94$ )分下降到术后 2 天的( $0.18 \pm 0.45$ )分,末次随访时( $0.21 \pm 0.54$ )分( $P < 0.01$ )。活动能力评分由术前的( $3.15 \pm 0.83$ )分改善到术后 2 天的( $1.41 \pm 0.56$ )分,末次随访时( $1.47 \pm 0.62$ )分( $P < 0.01$ )。术后 X 线检查,压缩骨折的椎体高度恢复满意,术前椎体前、中份高度分别为( $19.39 \pm 2.22$ )mm、( $19.19 \pm 2.06$ )mm,术后 2 天改善到( $24.47 \pm 2.04$ )mm、( $24.38 \pm 1.93$ )mm,末次随访时( $23.88 \pm 2.25$ )mm、( $23.57 \pm 2.12$ )mm( $P < 0.01$ )。胸腰段脊柱后凸 Cobb 角术前  $20.28^\circ \pm 4.64^\circ$ ,术后 2 天  $12.2^\circ \pm 4.36^\circ$ ,末次随访时  $13.12^\circ \pm 3.38^\circ$ ( $P < 0.01$ )。本组 73 椎(12%)发生骨水泥渗漏,除 2 例术后出现神经损害表现经对症治疗缓解外,其余均无不适主诉。末次随访时,18 例(4.4%)出现疼痛复发或出现新的疼痛,16 例(3.9%)出现邻近椎体骨折,再次行 PKP 治疗。结论 PKP 治疗 OVCF 是一种安全、复位可靠、止痛效果确切的脊柱微创外科技术。

**关键词:**椎体后凸成形术;骨质疏松;椎体压缩性骨折

DOI: 10.3969/j.issn.1006-7108.2009.11.007

## The efficacy of percutaneous kyphoplasty in relieving painful osteoporotic vertebral compression fractures

SUN Qiang, XU Jie, ZOU Xueqin, et al. Spine surgery, The Affiliated Nanjing First Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210006, China

**Abstract:** **Objective** To evaluate the efficacy of percutaneous kyphoplasty in relieving pain caused by osteoporotic vertebral compression fractures. **Methods** 468 patients whose average age was 68.2 years old (range 54 to 94), with osteoporotic vertebral compression fracture were treated with percutaneous kyphoplasty. 608 consecutive procedures (male 93 cases of 120 procedures, and female 375 cases of 488 procedures) were performed including single insertion of inflatable balloon through bilateral pedicle of vertebral arch to make fracture reduction. The single vertebral body was 360 cases, the double of 76 cases, and the triple of 32 cases. The clinical effect was evaluated by observing the changes of visual analog scale (VAS), the use of pain-killer scale, locomotor activity scale, the Cobb's angle and the height of vertebral bodies. The complication was recorded simultaneously. **Results** 412 cases (540 procedures) were followed up for 3.6 years (range 6 months to 5 years). The back pain was markedly relieved postoperatively. VAS pain score improved from  $8.26 \pm 0.98$

基金项目:南京医科大学科技发展基金资助项目(07NMUM110)

作者单位:210006 南京 南京医科大学附属南京第一医院脊柱外科(孙强、徐杰、王黎明、曾逸文、王钢锐、郑圣鼎)南京市市级机关医院骨科(邹雪琴)

通讯作者:徐杰,Email: vipjy@163.com

preoperatively to  $1.63 \pm 0.83$  postoperatively and  $1.85 \pm 0.89$  at the last follow up ( $P < 0.01$ ). The use of pain-killer scale and locomotor activity scale were respectively improved from  $1.62 \pm 0.94$ ,  $3.15 \pm 0.83$  preoperatively to  $0.18 \pm 0.45$ ,  $1.41 \pm 0.56$  postoperatively and  $0.21 \pm 0.54$ ,  $1.47 \pm 0.62$  at the last follow up ( $P < 0.01$ ). The mean height of the anterior edge vertebral body was from  $19.39 \pm 2.22$  mm preoperatively to  $24.47 \pm 2.04$  mm postoperatively and  $23.88 \pm 2.25$  mm at final follow-up ( $P < 0.01$ ). The media vertebral bodies was increased from  $19.19 \pm 2.06$  mm to  $24.38 \pm 1.93$  mm, and at final follow-up  $23.57 \pm 2.12$  mm ( $P < 0.01$ ). The mean kyphosis was improved from  $20.28^\circ \pm 4.64^\circ$  to  $12.2^\circ \pm 4.36^\circ$ , and  $13.12^\circ \pm 3.38^\circ$  at final follow-up ( $P < 0.01$ ). 73 vertebral bodies (12%) had cement leakage, in which 2 cases with nervous lesion were obviously relieved by symptomatic treatment, and the others without adverse events. At the final follow-up, 18 cases had old or novel back pain, and neighborhood vertebral compression fracture occurred in 16 cases which were treated with kyphoplasty. **Conclusion** Kyphoplasty for treatment of osteoporotic vertebral compression fracture can restore the height of fractured vertebra; relieve pain immediately, which is a safe and effective minimal invasion spinal intervention.

**Key words:** Kyphoplasty; Osteoporosis; Vertebral compression fracture

骨质疏松性椎体压缩性骨折 (Osteoporotic Vertebral Compression Fractures, OVCF) 是老年骨质疏松症患者最常见, 同时也是危害严重的并发症之一, 严重影响老年患者的生存和生活质量。传统治疗方法包括卧床休息、体位训练、支具外固定和抗骨质疏松药等, 但疗效不确定<sup>[1,2]</sup>。经皮椎体后凸成形术 (Percutaneous Kyphoplasty, PKP) 是在椎体成形术基础上发展而来的脊柱外科新型微创治疗技术, 1994 年由 Reiley<sup>[3]</sup> 医生首创。其不仅能迅速缓解 OVCF 患者的胸腰背痛, 而且可以恢复伤椎的解剖学形态, 同时可使患者早期离床活动, 减少长期卧床所致的各种并发症<sup>[4]</sup>。我院脊柱外科自 2004 年 5 月 ~ 2009 年 5 月采用单球囊双侧扩张 PKP 治疗 OVCF 患者共 468 例, 疗效满意, 报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

本组 OVCF 患者共 468 例, 累及 T6 ~ L<sub>5</sub> 共 608 个椎体。男性 93 例 120 椎, 女性 375 例 488 椎, 其中 T6 8 个, T7 10 个, T8 17 个, T9 24 个, T10 32 个, T11 66 个, T12 130 个, L<sub>1</sub> 212 个, L<sub>2</sub> 48 个, L<sub>3</sub> 25 个, L<sub>4</sub> 20 个, L<sub>5</sub> 16 个。单椎体 360 例, 双椎体 76 例, 三椎体 32 例。年龄 54 ~ 94 岁, 平均 68.2 岁。致伤原因为跌伤或无明确外伤史。患者因胸腰背疼痛而就诊。体检除伤椎叩击痛外, 无神经系统的阳性体征。X 线及 CT 示椎体压缩呈楔形变, 胸腰段脊柱不同程度后凸畸形 (图 1、2), 伤椎后壁无损伤, 脊髓无压迫, 为单纯压缩骨折。MRI 检查示: 骨折椎体在 T1 加权像上呈低信号 (图 3), 在 T2 加权及脂肪抑制像上呈高信号。病因学诊断排除椎体肿瘤性疾病 (如:

转移性肿瘤、多发性骨髓瘤、椎体血管瘤、骨囊肿等)。本组术前骨密度检查 (DEXA) 测定患者左髋关节 (股骨颈) 骨密度。骨质疏松的评价参照刘忠厚教授中国人原发性骨质疏松症诊断标准 (试行)<sup>[5,6]</sup>。其中 M-25% 且既往无一处或多处骨折设为中度骨质疏松, M-25% 伴一处或多处骨折设为重度骨质疏松 (M 为峰值骨量的均值)。本组左髋部 (股骨颈) 骨密度的测量值范围  $0.58 \sim 0.74$  g/cm<sup>2</sup>, 平均  $(0.68 \pm 0.13)$  g/cm<sup>2</sup>。骨密度测量值提示本组存在中、重度骨质疏松。实验室检查证实无明确手术禁忌。

### 1.2 治疗方法

本组均采用 0.5% 利多卡因行靶椎两侧椎弓根穿刺点局部浸润阻滞麻醉, 患者俯卧位, 腹部悬空。采用上海凯利泰公司提供的微创器械及特制球囊。手术全程在“C”臂 X 线机监控下进行, 经皮穿刺从靶椎两侧椎弓根进入椎体, 建立直径 4.5 mm 中空工作通道, 置入可扩张球囊, 注入造影剂 (欧乃派克) 加压扩张球囊, 行靶椎椎体液压撑开复位。透视确认椎体复位满意后, 记录球囊扩张压力、体积。抽出造影剂退出球囊, 经工作通道用推杆低压注入合适剂量的丙烯酸树脂骨水泥 III, 拔出工作通道, 术毕。

术后患者常规使用抗生素预防感染 2 ~ 3 d, 并使用鲑鱼降钙素行抗骨质疏松治疗。本组鲑鱼降钙素的使用要求按规范进行, 每个疗程持续 12 周。具体方案如下: 第 1 周, 50 u (中度) 或 100 u (重度), 肌注, 每日 1 次。第 2 周, 50 u (中度) 或 100 u (重度), 肌注, 隔日 1 次。第 3 ~ 12 周, 50 u (中度) 或 100 u (重度), 肌注, 每周 1 次。同时每天补充钙剂 0.5 ~ 1.0 g, 维生素 D 400 u。一般建议术后规范使用鲑鱼降钙素 2 ~ 3 个疗程。

1.3 评估指标

分别在术前、术后 2 天、随访时对本组行疼痛视觉类比评分( VAS )。止痛药使用评分<sup>[7]</sup> 0 分,不使用药物;1 分,使用非甾体类消炎药;2 分,不定时口服麻醉类镇痛药;3 分,定时口服麻醉类镇痛药;4 分,静脉或肌肉注射麻醉类镇痛药。活动能力评分<sup>[7]</sup> 1 分,行动无明显困难;2 分,行走困难;3 分,需使用轮椅或只能坐立;4 分,被迫卧床。分别在术前、术后 2 天、末次随访 3 个时点行脊柱标准正侧位摄片,根据比例尺在标准侧位片上分别测量椎体前、中份高度和胸腰段脊柱后凸 Cobb 角。

1.4 并发症观察

术中观察有无肺栓塞及骨水泥渗漏发生,并准确记录骨水泥渗漏的部位、观察术后有无神经损害发生。随访时观察患者是否仍存在疼痛,是否发生邻近椎体骨折等。

1.5 统计学处理

数据以均数 ± 标准差(  $\bar{x} \pm s$  )表示,采用 SPSS 13.0 统计软件处理,术前、术后 2 天、末次随访时行组间配对 *t* 检验分析,以 *P* < 0.05 判断差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

本组均完全耐受 PKP 治疗。手术时间( 35.5 ± 7.5 ) min/椎( 20 ~ 45 min/椎 ),出血量( 25.5 ± 3.5 ) ml/椎( 20 ~ 30 ml/椎 ),骨水泥灌注量( 5.83 ± 0.74 ) ml/椎( 4.5 ~ 7.0 ml/椎 )。412 例( 540 椎 )术后得到 6 个月 ~ 5 年随访,平均 3.6 年。

2.2 VAS 评分、止痛药使用评分、活动能力评分

本组术后疼痛明显缓解,术后 24 ~ 48 h 均能在腰围保护下离床活动,疼痛缓解率和功能改善率 95%。术后 2 天、末次随访时 VAS 评分显著低于术前水平( *P* < 0.01 )。末次随访时与术后 2 天比较 VAS 评分无统计学差异( *P* > 0.05 )。止痛药使用评分、活动能力评分变化与 VAS 评分相似(表 1)。

表 1 手术前后患者疼痛评分情况(  $\bar{x} \pm s$  )

项目	VAS 评分	止痛药使用评分	活动能力评分
术前	8.26 ± 0.98	1.62 ± 0.94	3.15 ± 0.83
术后 2 天	1.63 ± 0.83 <sup>①</sup>	0.18 ± 0.45 <sup>①</sup>	1.41 ± 0.56 <sup>①</sup>
末次随访	1.85 ± 0.89 <sup>①②</sup>	0.21 ± 0.54 <sup>①②</sup>	1.47 ± 0.62 <sup>①②</sup>

注:与术前比较<sup>①</sup> *P* < 0.01;与术后 2 天比较<sup>②</sup> *P* > 0.05

2.3 椎体前、中份高度

术后 X 线及 CT 检查,压缩骨折的椎体高度恢复满意,骨水泥充填均匀,左右对称(图 4 ~ 8)。术

后 2 天、末次随访时椎体前、中份高度较术前有显著改善( *P* < 0.01 )。末次随访时椎体前、中份高度与术后 2 天比较无明显丢失( *P* > 0.05 )(表 2)。

2.4 胸腰段后凸角度

术后 2 天、末次随访时胸腰段脊柱后凸 Cobb 角较术前明显改善( *P* < 0.01 )。末次随访时脊柱后凸 Cobb 角与术后 2 天比较无统计学差异( *P* > 0.05 )(表 2)。

表 2 手术前后患者椎体高度、Cobb 角情况(  $\bar{x} \pm s$  )

项目	椎体前份( mm )	椎体中份( mm )	Cobb 角( ° )
术前	19.39 ± 2.22	19.19 ± 2.06	20.28 ± 4.64
术后 2 天	24.47 ± 2.04 <sup>①</sup>	24.38 ± 1.93 <sup>①</sup>	12.2 ± 4.36 <sup>①</sup>
末次随访	23.88 ± 2.25 <sup>①②</sup>	23.57 ± 2.12 <sup>①②</sup>	13.12 ± 3.38 <sup>①②</sup>

注:与术前比较<sup>①</sup> *P* < 0.01;与术后 2 天比较<sup>②</sup> *P* > 0.05

2.5 并发症情况

术中无肺栓塞等严重并发症发生。2 例患者术后出现神经损害表现,经对症治疗后缓解。本组 73 椎( 12% )术中出现骨水泥渗漏,按渗漏部位分布:椎旁软组织渗漏 41 椎( 56.2% );椎旁静脉丛渗漏 14 椎( 19.2% );椎间隙渗漏 9 椎( 12.3% );椎弓根渗漏( 拖尾 )7 椎( 9.6% );椎管内硬膜外或椎间孔渗漏 2 椎( 2.7% )。末次随访时,18 例( 4.4% )出现疼痛复发或出现新的疼痛,16 例( 3.9% )出现邻近椎体骨折,再次行 PKP 治疗。

3 讨论

3.1 骨质疏松性椎体压缩性骨折的危害

骨质疏松症是老年人多发病,也是临床上最常见的代谢性骨病。目前已被医学界公认为是世界上发病率、死亡率最高以及医疗保健费用消耗量最大的疾病之一。这种世纪性疾病被称之为“无声无息的流行病”。美国 NIH 研究表明:骨质疏松症是一种对患者生理、心理以及经济等诸多方面造成严重负面影响极具破坏性的疾病。随着人类社会逐渐步入老龄化,骨质疏松症的发病率逐年增高,已成为严重威胁中老年人健康的疾患之一。该疾患极易发生脆性骨折,其中尤以胸腰椎椎体压缩性骨折最为常见。患者出现不同程度的椎体后凸畸形、慢性胸腰背部疼痛等症状。疼痛性 OVCF 还可引起呼吸功能下降、消化不良、自理能力丧失、精神性格改变等表现,使致残率和病死率明显增加。因此,采用微创方法尽早缓解患者胸腰背痛、恢复骨折椎体高度、重建脊柱矢状面平衡,使患者尽早恢复伤前生活状态,是治疗高龄 OVCF、降低致残率、病死率的关键。

3.2 PKP 的止痛效果及与传统疗法的比较



图 1 术前腰椎影像学检查



图 2 术后腰椎影像学检查

注 ①、②术前腰椎正侧位片示:腰 1 椎体压缩性骨折,椎体压缩 1/3。③术前腰椎 MRI(T1WI)示:腰 1 椎体内低信号改变。④、⑤术后腰椎正位片提示:椎体高度恢复满意,骨水泥充填均匀,左右对称。⑥、⑦、⑧术后腰椎 CT 平扫及三位重建示:椎体内骨水泥充填均匀,左右对称

PKP 是由美国医生 Reiley 在 1994 年首次提出并逐渐发展起来的微创脊柱外科技术。1998 年得到美国 FDA 批准应用于临床。基本原理是通过球囊液压撑开的力量将骨折椎体复位到适当高度并形成一个空腔充填骨水泥,以增强椎体的刚度和强度,达到缓解疼痛和矫正脊柱后凸畸形的目的<sup>[1]</sup>。文献报道<sup>[8]</sup>,OVCF 经 PKP 治疗后,80%~100% 患者胸腰背痛能够得到明显缓解。本组对 468 例采用 PKP 治疗的 OVCF 患者进行临床观察,评估方法综合 VAS 评分、止痛药使用评分、活动能力评分等主观指标,以及椎体前、中份高度、脊柱后凸 Cobb 角等客观指标。发现 PKP 镇痛效果满意,术后 24~48 h 患者即可佩戴腰围离床活动,生活质量得到显著提高。自理能力也较术前有显著改善。疼痛缓解率和功能改善率达 95%。本组 412 例术后得到 6 个月至 5 年的随访。除 18 例(4.4%)随访时出现疼痛复发或出现新的疼痛外,椎体前、中份高度及 Cobb 角无明显丢失。追问病史,分析疼痛原因,除 1 例术后 5 个月出现腰椎间盘突出症的表现外,其余 17 例均存在未能

坚持规范化抗骨质疏松治疗的状况,后经严格执行规范化抗骨质疏松治疗后疼痛症状逐步缓解。与 PKP 相比,传统的姑息性治疗方法如绝对卧床 3 个月、口服止痛药、佩戴支具等,治疗效果慢且疗效不确定,而且长期卧床可造成骨量进一步丢失、再发骨折,形成“恶性循环”。此外,长期卧床还可造成褥疮、肺部感染、泌尿系感染等并发症发生风险增高。切开复位内固定术对于老年患者而言,创伤大,术中出血多,椎体骨质疏松导致内固定物锚定困难,此外还存在脊髓损伤、脑脊液漏、感染等风险。患者往往由于全身状况不佳而难以耐受。

### 3.3 与椎体成形术比较

PKP 是在椎体成形术基础上发展而来的。但就 OVCF 的治疗而言,前者明显优于后者。主要是因为治疗原理方面,椎体成形术是通过经皮穿刺向病椎内“高压”注入低黏度的骨水泥,将病椎在畸形位置上固定,虽可缓解疼痛,但不能恢复椎体的解剖学形态,矫正后凸畸形。此外,由于“井喷效应”具有一定的危险性,骨水泥渗漏发生率较高,文献报

道达 41%<sup>[9]</sup>。相比较而言 PKP 则具有较大优势,其利用球囊液压撑开被压缩的椎体,从而使椎体解剖学形态得以恢复,改善后凸畸形,恢复脊柱正常的力线。尤其 PKP 是通过向病椎液压扩张后形成的空腔内“低压”注入黏度较高的骨水泥,其渗漏发生率显著减低。Eck 等<sup>[10]</sup>报道骨水泥渗漏率仅为 7%,且渗漏较为局限,无明显的临床症状,安全性较前者明显提高。

### 3.4 关于骨水泥渗漏

骨水泥渗漏是 PKP 最常见的并发症,虽然发生率已明显较椎体成形术减低,但其造成的后果可能是相当严重的。Cortet 等<sup>[7]</sup>报道,骨水泥渗漏发生率为 10%。Hulme 等<sup>[9]</sup>报道骨水泥渗漏发生率为 9%。Eck 等<sup>[10]</sup>行 Meta 分析得出 PKP 术中骨水泥渗漏率为 7%。Voggenreiter 等<sup>[11]</sup>报道 PKP 术中无症状性骨水泥渗漏的发生率为 19.3%。本组 72 椎(12%)术中发生骨水泥渗漏,发生率与文献类似。其中 2 例渗漏到椎管内硬膜外出现神经损害表现。我们认为,术中不能盲目地追求过量骨水泥的填充,患者胸腰背痛的缓解程度与骨水泥的注入量无相关关系,但骨水泥的渗漏却和骨水泥的过量注入相关。此外,骨水泥还具有一定的单体毒性,过量使用还会增加患者心血管不良事件的发生率。本组每个椎体骨水泥灌注量为(5.83±0.74)ml。我们的体会是将骨水泥在团状期推注入病椎内,骨水泥的充填量等于或略多于两侧球囊扩张的体积之和即可。

### 3.5 关于邻近椎体再发骨折

本组 16 例(3.9%)患者随访过程中发生邻近椎体再发骨折。Mudano 等<sup>[12]</sup>认为,椎体成形术或 PKP 术后患者发生再发骨折的风险甚至要高于未进行手术治疗的患者。Eck 等<sup>[10]</sup>通过 Meta 分析得出:椎体成形术后再发骨折的风险为 17.9%,而 PKP 术后再发骨折的风险为 14.1%。Voggenreiter 等<sup>[11]</sup>报道 PKP 术后新发骨折率高达 26%。分析原因可能包括 ①再次外伤。因为任何轻微的外力都有可能导骨质疏松症患者椎体再发脆性骨折。②生物力学因素。PKP 术后,由于骨水泥的注入导致椎体承载能力减弱,相邻椎间盘负荷增加,通过传导引起相邻椎体应力和张力增加,导致邻近椎体再发骨折<sup>[13]</sup>。③骨水泥外渗。骨水泥外渗至椎间盘,通过改变椎间盘的承载负荷,亦能增加邻近椎体再发骨折的机会<sup>[14]</sup>。④骨质疏松症自身的严重程度及抗骨质疏松治疗是否规范,在很大程度上影响再次骨折的发生率<sup>[15]</sup>。为此我们认为应采取以下措施加以预防:

①终身避免外伤。②坚持正确规范的抗骨质疏松治疗<sup>[16]</sup>。③术中细致操作,避免骨水泥外渗。④尽可能减少骨水泥的用量以减少再骨折的发生<sup>[16]</sup>。⑤寻找弹性模量与椎体匹配的充填材料替代现有的骨水泥材料。

综上所述,PKP 治疗 OVCF,虽然术中存在骨水泥渗漏,远期存在邻近椎体再发骨折的风险,但作为一种微创脊柱外科技术,其具有复位可靠、止痛效果确切、可使患者早期离床活动,减少长期卧床所致并发症等优点。

### 【参考文献】

- [1] Da Fonseca K, Baier M, Grafe I, et al. Balloon kyphoplasty in the treatment of vertebral fractures. *Unfallchirurg*, 2006, 109(5):391-399.
- [2] Burton AW, Rhines LD, Mendel E. Vertebroplasty: a comprehensive review. *Neurosurg Focus*, 2005, 18(3):1-9.
- [3] Wong W, Reiley MA, Garfin S. Vertebroplasty/Kyphoplasty. *J Women's Imagin*, 2000, 2(1):117-124.
- [4] Wardlaw D, Cummings SR, Van Meirhaeghe J, et al. Efficacy and safety of balloon kyphoplasty compared with non-surgical care for vertebral compression fracture (FREE): a randomised controlled trial. *Lancet*, 2009, 373(9668):1016-1024.
- [5] 刘忠厚. 中国人原发性骨质疏松症诊断标准(试行). *中国骨质疏松杂志*, 1999, 2(1):1-3.
- [6] 朴俊红, 庞莲萍, 刘忠厚, 等. 中国人口状况及原发性骨质疏松症诊断标准和发生率. *中国骨质疏松杂志*, 2002, 8(1):1-7.
- [7] Cortet B, Cotton A, Boutry N, et al. Percutaneous vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures: an open prospective study. *J Rheumatol*, 1999, 26(10):2222-2228.
- [8] Bouza C, Lopez T, Magro A, et al. Efficacy and safety of balloon kyphoplasty in the treatment of vertebral compression fractures: a systematic review. *Eur Spine J*, 2006, 15(7):1050-1067.
- [9] Hulme PA, Krebs J, Ferguson SJ, et al. Vertebroplasty and kyphoplasty: a systematic review of 69 clinical studies. *Spine*, 2006, 31(17):1983-2001.
- [10] Eck JC, Nachtigall D, Humphreys SC, et al. Comparison of vertebroplasty and balloon kyphoplasty for treatment of vertebral compression fractures: a meta-analysis of the literature. *Spine J*, 2008, 18(3):488-497.
- [11] Voggenreiter G, Brocker K, Rohrl B, et al. Results of balloon kyphoplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fracture. *Unfallchirurg*, 2008, 111(6):403-412.
- [12] Mudano AS, Bian J, Cope JV, et al. Vertebroplasty and kyphoplasty are associated with an increased risk of secondary vertebral compression fractures: a population-based cohort study. *Osteoporos Int*, 2009, 20(5):819-826.
- [13] Wilcox RK. The biomechanical effect of vertebroplasty on the adjacent vertebral body: a finite element study. *Proc Inst Mech Eng*, 2006, 220(4):565-572.

( 上接第 824 页 )

- [ 14 ] Komemushi A , Tanigawa N , Kariya S , et al. Percutaneous vertebroplasty for osteoporotic compression fracture : multivariate study of predictors of new vertebral body fracture. Cardiovasc Intervent Radiol , 2006 , 29( 4 ) 580-585 .
- [ 15 ] Villarraga ML , Bellezza AJ , Harrigan TP , et al. The biomechanical

effects of kyphoplasty on treated and adjacent nontreated vertebral bodies. J Spinal Discord Tech , 2005 , 18( 1 ) 84-91 .

- [ 16 ] Moon ES , Kim HS , Park JO , et al. The incidence of new vertebral compression fractures in women after kyphoplasty and factors involved. Yonsei Med J , 2007 , 48( 4 ) 645-652 .

( 收稿日期 : 2009-07-12 )