

# 经椎弓根单球囊跨中线扩张椎体后凸成形术的临床初步研究

孙钢 金鹏 刘训伟 郝润松 谢志勇 李凡东 易玉海 张绪平

**【摘要】** 目的 探讨经椎弓根单球囊跨中线扩张椎体后凸成形术治疗多发性骨质疏松脊柱压缩骨折的临床价值。方法 36 例疼痛性骨质疏松脊柱压缩骨折患者,累及椎体 61 个。在 X 线监测下,经一侧椎弓根将单球囊置入椎体的中线区,使单球囊在椎体内跨中线扩张,骨水泥在椎体内跨中线分布。术后观察患者视觉模拟疼痛评分(VAS)和 Oswestry 功能障碍指数(ODI)变化以及椎体高度恢复和后凸畸形矫正情况,并采用配对 t 检验对上述指标进行比较。随访 6.0~12.0 个月(平均 9.2 个月)。结果 36 例患者手术顺利,平均每个椎体手术时间为(37.4 ±9.6) min,术后 96 h 疼痛明显缓解,功能改善显著,无严重临床并发症发生。患者 VAS 由术前平均(7.3 ±1.0)分降至术后(2.7 ±0.8)分(t=19.53, P<0.01); ODI 由术前平均(71.1 ±10.9)% 降至术后(26.6 ±6.4)% (t=18.54, P<0.01)。术前病椎椎体前缘和中部高度丢失平均分别为(14.3 ±2.8) mm 和(10.2 ±2.7) mm, 术后分别为(10.0 ±1.8) mm 和(5.9 ±1.8) mm, 两者差异均有统计学意义(t 值分别为 14.68 和 16.44, P 值均 <0.01)。Cobb 角术前平均 23.4° ±5.0°; 术后矫正至 16.2° ±2.8° (t=15.60, P<0.01)。2 例分别在椎体前缘和椎间隙内发现少许骨水泥渗漏, 但无临床症状, 其余椎体 X 线检查未发现骨水泥渗漏的表现。术后随访期间, 患者无疼痛加重或椎体再次塌陷以及邻近椎体发生骨折的情况。结论 经椎弓根单球囊跨中线扩张椎体后凸成形术治疗骨质疏松性脊柱压缩骨折疗效满意, 手术时间与放射暴露时间短。

**【关键词】** 放射学, 介入性; 骨质疏松; 骨折, 压缩性; 脊柱骨折

The preliminary study on a single balloon cross-midline expansion using unipedicular approach in kyphoplasty SUN Gang, JIN Peng, LIU Xun-wei, HAO Run-song, XIE Zhi-yong, LI Fan-dong, YI Yu-hai, ZHANG Xu-ping. Department of Medical Imaging, PLA Jinan Military General Hospital, Jinan 250031, China

**【Abstract】** Objective To evaluate the clinical efficacy and safety of kyphoplasty with single balloon cross-midline expansion using unipedicular approach for osteoporotic vertebral body compressive fracture (OVCF). Methods Thirty six cases of painful OVCF were included in the study, with 61 vertebrae involved. Under X-ray fluoroscopy monitoring, kyphoplasty was performed using a unilateral, single, balloon via a unilateral transpedicular approach. A final balloon position was in the midline of the vertebral body with the balloon cross-midline expansions and bone cement filled. Clinical outcomes were determined by comparison of preoperative and postoperative VAS and ODI scores. Radiographic assessment included vertebral height restoration and correction of kyphosis. Follow-up was conducted for 6.0—12.0 months (mean 9.2 months). Results Thirty-six consecutive patients with 61 vertebrae were successfully operated with an operative time of (37.4 ±9.6) min per vertebra. All patients had significant pain relief and functional recovery within 96 h after the procedure with no surgery- and device-related complications. VAS score improved from (7.3 ±1.0) preoperatively to (2.7 ±0.8) postoperatively (t=19.53, P<0.01). ODI score was decreased from(71.1 ±10.9)% preoperatively to(26.6 ±6.4)% postoperatively(t=18.54, P<0.01). The average anterior body height loss was (14.3 ±2.8) mm before procedure and (10.0 ±1.8) mm after procedure (t=14.68, P<0.01). The average middle body height loss was(10.2 ±2.7) mm before procedure and (5.9 ±1.8) mm after procedure (t=16.44, P<0.01). The Cobb s angle was corrected from 23.4° ±5.0° to 16.2° ±2.8° (t=15.60, P<0.01). Some leakages of cement around the anterior margin of vertebra and inter-vertebral space were found in 2 patients, but there were no clinical symptoms. X-ray examination indicated there were no cement leakages in other vertebra. The pain relief and

functional recovery were substantial and maintained to the last follow up without any re-collapse or adjacent level fracture. Conclusions A single-balloon cross-midline expansion using unipedicular approach in kyphoplasty for OVCF is effective and safety, less operation time, less radiation exposure compared to the conventional kyphoplasty technique.

【Key words】 Radiology, interventional; Osteoporosis; Fractures, compression; Spinal fractures

椎体后凸成形术 (percutaneous kyphoplasty, PKP) 是治疗骨质疏松性脊柱压缩骨折 (osteoporosis vertebral body compression fracture, OVCF) 的一种新的微创技术。常规 PKP 的操作方法需要双侧穿刺和置入球囊,并在椎体内协调扩张<sup>[1]</sup>,手术时间较长、费用高。近年来,单球囊双侧扩张椎体后凸成形术的应用,降低了手术费用,但仍未解决手术和放射暴露时间较长的问题<sup>[2]</sup>。为此,笔者尝试在 PKP 中应用一侧椎弓根穿刺单球囊跨中线扩张技术,以降低手术费用,减少手术和放射暴露时间,并探讨该技术的可行性和安全性。

#### 资料与方法

1. 病例资料:本组共 36 例患者,男 10 例,女 26 例;年龄 60 ~81 岁,平均 74 岁。患者均为疼痛性骨质疏松椎体压缩骨折,病程 1 周至 20 个月。根据 MR 检查结果,判断疼痛源的骨折节段。临床检查无脊髓和神经根受损征象,穿刺区域无感染,实验室及影像检查证实无出凝血功能障碍与椎弓根破坏等手术禁忌证。单椎体骨折 15 例,双椎体骨折 17 例,3 椎体骨折 4 例,共有病椎 61 个。疼痛源性骨折椎体: T11 椎体 3 个, T12 椎体 21 个, L1 椎体 18 个, L2 椎体 9 个, L3 椎体 7 个, L4 椎体 3 个。患者的腰背部疼痛和功能状况,采用 10 分制视觉模拟疼痛评分 (visual analogue pain scale, VAS) 和 Oswestry 功能障碍指数 (oswestry disability index,

ODI) 进行评价<sup>[3]</sup>。

2. 手术方法:在 DSA 机检查床上,患者取俯卧位, X 线透视定位靶椎体,调整 X 线投照方向,使 X 线与椎体终板保持平行,即正侧位透视均显示终板呈一线影,正位透视显示双侧椎弓根对称并与棘突等距。局部麻醉后,采用国产椎体后凸成形专用器械的尖端呈斜坡形穿刺针<sup>[4]</sup>,取与人体矢状面成 20°~30°;自椎弓根投影外上缘经单侧椎弓根穿刺靶椎体。穿刺针抵达椎体后 1/3 处时,在侧位透视监测下,应用精细骨钻建立工作通道,钻头抵达椎体前 1/4 处时,正位透视应显示钻头与棘突重叠 (图 1, 2)。常规将球囊置入椎体内,并在 X 线持续透视监测下扩张球囊,正位透视可观察到球囊越过中线向对侧扩张 (图 3, 4)。完成球囊扩张后取出球囊。调配国产骨水泥<sup>[5]</sup>,当骨水泥呈牙膏状时,在侧位 X 线透视监测下,用逐步后退的方式向空腔内注入,当骨水泥充满空腔,或骨水泥有外溢征象时即停止注射,取出工作套管针。在正位透视下可观察到骨水泥在椎体内呈跨越中线分布 (图 5, 6)。局部包扎,手术完毕。记录球囊最大压力、骨水泥注入量和手术时间。术后患者卧床 6 ~12 h 后下地行走,常规应用抗生素 48 h,术后 4 ~5 d 出院,并随访 6.0 ~12.0 个月,平均 9.2 个月。

3. 观察指标与统计学方法:术中观察患者的生命体征、骨水泥在椎体内的分布和渗漏情况。对手术前后的 VAS 和 ODI 评分进行比较;在 X 线侧位片

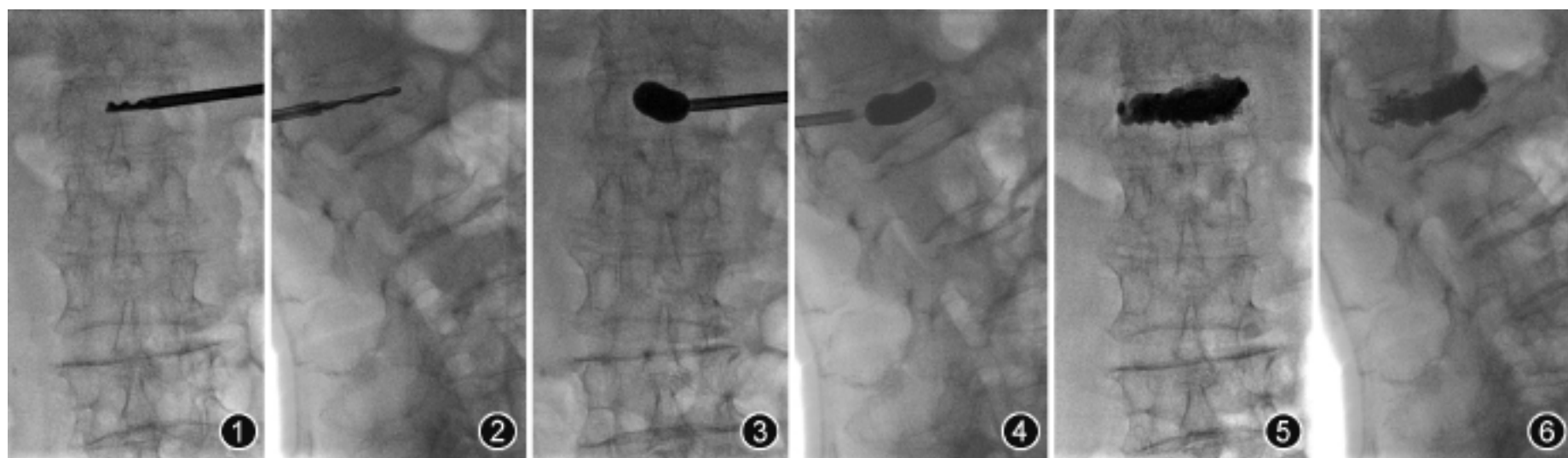


图 1, 2 分别为 X 线正侧位透视像, 正位像显示钻头与棘突重叠的同时, 侧位像显示精细骨钻抵达椎体前 1/4 处 图 3, 4 与图 1, 2 为同一患者。X 线正侧位透视像显示球囊在 L1 椎体内扩张, 正位像显示球囊跨中线扩张 图 5, 6 与图 1 ~4 为同一患者。X 线正侧位透视像显示骨水泥在椎体内的分布, 正位像显示骨水泥跨中线分布, 椎体上终板较球囊扩张前有明显抬高, 几乎呈水平状

上测量手术前后病椎前缘与中部高度及 Cobb 角的变化<sup>[4,6]</sup>。所得数据进行配对 t 检验,  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

36 例患者手术均成功, 手术时间为 24 ~ 95 min, 平均每个椎体为  $(37.4 \pm 9.6)$  min。球囊最大压力为 120.0 ~ 300.0 psi (1 psi = 6.89 kPa), 平均 222.5 psi。单椎体骨水泥填充量 2.5 ~ 3.5 ml, 平均 3.1 ml。本组仅 2 例分别在 1 个椎体前缘和 1 个椎间隙内发现少许骨水泥渗漏, 无其他临床并发症发生。患者术后 96 h 内疼痛均明显缓解。术后随访患者无疼痛加重或椎体再次塌陷以及邻近椎体发生骨折的现象。患者术前与术后 VAS 评分、ODI、椎体高度及 Cobb 角变化见表 1。

## 讨 论

常规 PKP 的操作方法需要双侧穿刺和置入球囊, 并在椎体内协调扩张, 对于多椎体病变的骨质疏松性脊柱压缩骨折需用多个球囊双侧扩张<sup>[7]</sup>, 手术时间长, 手术费用昂贵。近年来, 单球囊双侧扩张椎体后凸成形术的应用<sup>[2]</sup>, 降低了手术费用, 但仍未解决手术和放射暴露时间较长的问题。Ryu 等<sup>[8]</sup>报道, 后外侧入路途径单侧穿刺, 单球囊扩张治疗椎体骨质疏松性压缩骨折, 术后椎体前部高度由术前原椎体高度的  $(60.9 \pm 14.3)\%$  恢复至  $(81.9 \pm 12.8)\%$ , 椎体中部高度由术前  $(63.1 \pm 14.4)\%$  恢复至  $(80.9 \pm 18.4)\%$ ; 术后 Cobb 角由术前  $16.1^\circ \pm 5.2^\circ$  矫正至  $8.8^\circ \pm 3.9^\circ$ ; 效果良好。郑召民和李佛保<sup>[9]</sup>尝试应用特制探针向对侧穿刺 4 ~ 6 次, 引导球囊向对侧扩张, 在部分患者中获得成功。但笔者认为非椎弓根入路途径, 由于直接经椎体后外侧进针, 穿刺路径短, 易导致骨水泥沿针道向椎旁渗漏。术前根据影像资料, 设计合理的椎弓根入路途径, 不用特殊器械, 即可达到球囊跨中线扩张的目的。因此,

笔者尝试在 PKP 中应用单侧椎弓根入路途径放置球囊, 并使球囊跨越中线扩张治疗 OVCF, 即采用“椎弓根入路单球囊跨中线扩张”的新方法, 以期降低患者手术费用, 并减少手术和放射暴露时间。本组病例显示, 应用“椎弓根入路单球囊跨中线扩张”椎体, 在椎体高度恢复、后凸畸形矫正方面效果满意。平均每个椎体手术时间为  $(37.4 \pm 9.6)$  min, 术后患者疼痛明显缓解, 活动功能改善, VAS 由术前的  $(7.3 \pm 1.0)$  分降至术后  $(2.7 \pm 0.8)$  分; ODI 由术前  $(71.1 \pm 10.9)\%$  降至术后  $(26.6 \pm 6.4)\%$ , 治疗效果明显。随访 6.0 ~ 12.0 个月无疼痛加重。

“椎弓根入路单球囊跨中线扩张”技术成功的关键在于将球囊放置于椎体的中线部位。笔者体会影响治疗成功的主要因素有: (1) 穿刺技术: 术前应认真阅读轴面 CT 片, 观察椎弓根走行及其直径, 制定穿刺角度。经椎弓根穿刺针进入骨质的位置应尽量位于椎弓根投影的最外缘, 并应用尖端呈斜坡形穿刺针, 斜坡面朝向椎弓根内缘。由此, 可在保证不损伤病椎弓根内缘的基础上, 在椎弓根狭小的空间内得到穿刺针的最大外展角。笔者体会, 一般采用与人体矢状面成  $20^\circ \sim 30^\circ$  角较为适宜。穿刺针的外展角度是否适当, 能否保证将球囊放置于椎体中线, 以达到球囊跨中线扩张的目的, 可在应用精细骨钻建立工作通道的步骤中得到验证。在侧位透视监测下, 精细骨钻抵达椎体前 1/4 处时, 正位透视显示钻头与棘突重叠, 说明穿刺角度适当。下胸椎与腰椎的椎弓根相对粗大, 只要术前仔细观察影像资料、设计穿刺途径, 该技术均能获得成功, 本组病例尚未出现穿刺不到位, 球囊位置放置不理想的情况。(2) 球囊放置与扩张: 在侧位透视监测下, 根据球囊的 X 线标记点, 沿工作通道尽可能将球囊放置于椎体前缘, 以利于球囊在中线区向对侧扩张。球囊的跨中线扩张是由于球囊依靠液态压力膨胀, 在椎体内向阻力较小的方向膨胀。对侧塌陷部分得到抬高后, 通过后退球囊的方式抬高穿刺侧的塌陷部分, 使

表 1 骨质疏松性脊柱压缩骨折患者手术前后各指标结果比较(  $\bar{x} \pm s$  )

时间	视觉模拟疼痛评分(分)	Oswestry 功能障碍指数(%)	椎体前缘高度丢失(mm)	椎体中部高度丢失(mm)	Cobb 角
术前	7.3 ± 1.0	71.1 ± 10.9	14.3 ± 2.8	10.2 ± 2.7	23.4° ± 5.0°
术后	2.7 ± 0.8	26.6 ± 6.4	10.0 ± 1.8	5.9 ± 1.8	16.2° ± 2.8°
t 值	19.53	18.54	14.68	16.44	15.60
P 值	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

注: 针对 36 例患者进行视觉模拟疼痛评分和计算 Oswestry 功能障碍指数; 针对 61 个椎体进行评价椎体前缘或中部高度丢失指标和 Cobb 角

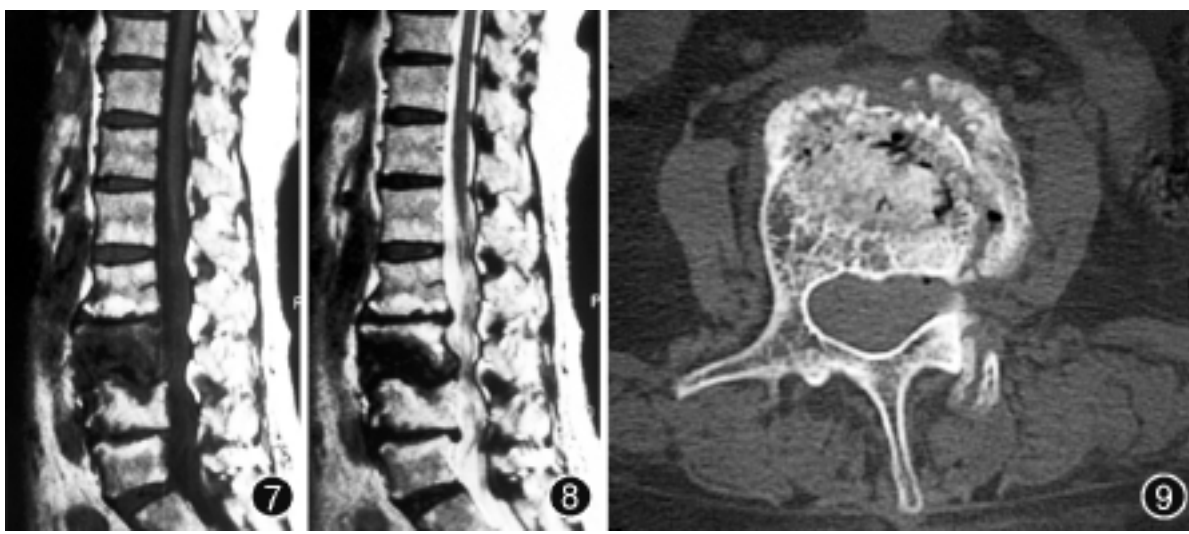


图 7, 8 T<sub>1</sub>WI 与 T<sub>2</sub>WI 显示 L3 椎体压缩骨折, 椎体大部分呈低信号 图 9 与图 7, 8 为同一患者。CT 扫描显示 L3 椎体内见有骨折线及气体

塌陷病椎双侧高度得到恢复。(3) 病例选择: 笔者的体会是新鲜骨质疏松压缩骨折, 病程在 2 周内, 或病程较长, 疼痛症状加重在 2 周内者; Kümmell 病<sup>[10]</sup>, 此病 MRI 检查病椎在 T<sub>2</sub>WI 水肿信号明显, 或在 T<sub>1</sub>WI 与 T<sub>2</sub>WI 均呈低信号, CT 片示病椎的椎体内见有骨折线及气体(图 7~9)。有上述征象患者的病椎通过液态压力膨胀的球囊扩张时阻力较小, 手术易获成功。Peh 等<sup>[11]</sup>报道, 应用 PKP 治疗 18 例 19 个椎体 Kümmell 病, 获得良好止痛效果, 椎体高度亦有所恢复, 但有 15 个节段的邻近椎间隙和 8 个节段的椎旁软组织出现骨水泥渗漏。从理论上讲, 应用 PKP 治疗此病, 不仅可较好地止痛和恢复椎体高度, 而且, 具有减少骨水泥渗漏的优点。(4) 注意事项: 不应盲目加大穿刺针的外展角, 导致椎弓根内侧骨皮质的损伤等手术并发症发生。

“椎弓根入路单球囊跨中线扩张”作为一种新技术, 尚缺乏与球囊双侧扩张技术严格的、随机的大样本对照研究, 远期疗效有待于进一步随访观察。Steinmann 等<sup>[12]</sup>在人的尸体研究中发现, 单侧球囊扩张 PKP 与双侧球囊同时扩张 PKP 对椎体生物力学特性以及高度的恢复方面差异无统计学意义。Belkoff 等<sup>[13]</sup>在体外实验中发现, 相对少量的骨水泥灌注剂 (2 ml) 即可重建椎体强度, 重建刚度的需要量依据部位的不同而不同。Berlemann 等<sup>[14]</sup>应用骨质疏松性双椎体脊柱功能单元, 对比性测试椎体的屈服应力、抗压强度及刚性, 发现强化后上方相邻脊椎的屈服应力降低, 并与骨水泥灌注量呈负相关。“经单侧椎弓根入路单球囊跨中线扩张”技术减少了骨水泥的灌注量, 理论上讲, 即可重建椎体的强度与刚度, 又相对

减少了强化后邻近脊椎屈服应力的降低。本组资料显示, 患者疼痛症状缓解明显, 后凸畸形矫正效果满意, 随访期内无疼痛加重和治疗部位邻近椎体发生压缩骨折的病例出现。

#### 参 考 文 献

- [1] Garfin SR, Yuan HA, Reiley MA. New technologies in spine: kyphoplasty and vertebroplasty for the treatment of painful osteoporotic compression fractures. *Spine*, 2001, 26: 1511-1515.
- [2] 杨惠林, 赵刘军, 陆俭, 等. 单球囊双侧扩张椎体后凸成形术技术的探讨. *中华骨科杂志*, 2004, 24: 657-659.
- [3] Hakkinen A, Kautiainen H, Jarvenpaa S, et al. Changes in the total Oswestry index and its ten items in females and males pre- and post-surgery for lumbar disc herniation: a 1-year follow-up. *Eur Spine J*, 2007, 16: 347-352.
- [4] 孙钢, 金鹏, 易玉海, 等. 用国产器械行椎体后凸成形术治疗老年骨质疏松脊柱压缩骨折的价值. *中华放射学杂志*, 2006, 40: 1089-1092.
- [5] 孙钢, 金鹏, 刘训伟, 等. 球囊扩张椎体后凸成形术: 技术操作及相关问题的探讨. *中华放射学杂志*, 2007, 41: 1224-1227.
- [6] Phillips FM, Ho E, Campbell-Hupp M, et al. Early radiographic and clinical results of balloon kyphoplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine*, 2003, 28: 2260-2267.
- [7] Theodorou DJ, Theodorou SJ, Duncan TD, et al. Percutaneous balloon kyphoplasty for the correction of spinal deformity in painful vertebral body compression fractures. *Clin Imaging*, 2002, 26: 1-5.
- [8] Ryu KS, Park CK, Kim MK, et al. Single balloon kyphoplasty using far-lateral extrapedicular approach: technical note and preliminary results. *J Spinal Disord Tech*, 2007, 20: 392-398.
- [9] 郑召民, 李佛保. 经皮椎体成形术和经皮椎体后凸成形术: 问题与对策. *中华医学杂志*, 2006, 86: 1878-1880.
- [10] Brower AC, Downey EF Jr. Kümmell disease: report of a case with serial radiographs. *Radiology*, 1981, 141: 363-364.
- [11] Peh WC, Gelbart MS, Gilula LA, et al. Percutaneous vertebroplasty: treatment of painful vertebral compression fractures with intraosseous vacuum phenomena. *AJR*, 2003, 180: 1411-1417.
- [12] Steinmann J, Tingey CT, Cruz G, et al. Biomechanical comparison of unipedicular versus bipedicular kyphoplasty. *Spine*, 2005, 30: 201-205.
- [13] Belkoff SM, Mathis JM, Jasper LE, et al. The biomechanics of vertebroplasty. The effect of cement volume on mechanical behavior. *Spine*, 2001, 26: 1537-1541.
- [14] Berlemann U, Ferguson SJ, Nolte LP, et al. Adjacent vertebral failure after vertebroplasty. A biomechanical investigation. *J Bone Joint Surg Br*, 2002, 84: 748-752.

(收稿日期: 2007-11-21)

(本文编辑: 高宏)