

- 5: 382 - 384.
- [12] 王爱洁. 白花蛇舌草和半枝莲微粉配伍对小鼠 H₂₂ 肝癌细胞 PCNA 表达的影响 [J]. 时珍国医医药, 2012, 23: 907 - 908.
- [13] Song GC, Xu W, Zhang J, et al. Experiments on efficiency and toxicity reducing of scutellariabarabata polysaccharides on cytoxan an its immunology mechanism [J]. Acta Chin Med Pharmacol, 2010, 38: 48 - 50.
- [14] 李虎子, 郭志, 王海涛, 等. 肝细胞癌患者 TACE 后外周血调节性 T 细胞水平对预后的影响[J]. 介入放射学杂志, 2012, 12: 998 - 1001.
- (收稿日期: 2013-09-12)
(本文编辑: 俞瑞纲)

·临床研究 Clinical research·

经皮椎体后凸成形术治疗椎体转移瘤中 C 臂 CT 的临床应用

高嵩, 朱旭, 张宏志, 郭建海, 陈辉, 王晓东, 曹广,
徐海峰, 刘鹏, 杨仁杰

【摘要】目的 探讨经皮椎体后凸成形术(PKP)治疗椎体转移瘤中 C 臂 CT 的应用价值。**方法** 分析 2009 年 8 月—2013 年 8 月行 PKP 治疗的伴有不同程度胸、腰背部疼痛的椎体转移瘤患者 69 例。所有患者行 PKP 前均行 C 臂 CT 检查, 指导制订椎体穿刺计划; 术中结合 X 线透视和 C 臂 CT 保证椎体穿刺及活检准确性; 术后立即使用 C 臂 CT 检查评估骨水泥渗漏情况; 术后 3 ~ 5 d 根据 WHO 标准疼痛疗效评价及视觉模拟评分(VAS)变化评估 PKP 镇痛疗效。对 VAS 评分变化使用配对 *t* 检验进行统计学分析 ($P < 0.05$) (SPSS19 统计学软件)。**结果** ① 共对 154 个骨转移椎体进行治疗, 穿刺均获成功。② 对 50 例患者的 93 个椎体行椎体穿刺活检, 59 个椎体获得阳性病理诊断, 椎体活检阳性率 63.4%。③ 术后 C 臂 CT 检查共发现 67 个椎体发生骨水泥渗漏, 渗漏发生率为 43.5%。④ 据 WHO 标准疼痛疗效评价, 有效率为 76.8%; 患者术前 VAS 疼痛评分为 6.9 ± 1.6 分, 术后 VAS 疼痛评分为 3.0 ± 2.3 分。患者术前、术后疼痛评分有显著统计学差异 ($P < 0.01$)。**结论** C 臂 CT 在 PKP 前可指导制订椎体转移瘤穿刺计划, 术中可引导准确穿刺及活检, 术后可及时、可靠地评估骨水泥渗漏。

【关键词】 C 臂 CT; 经皮椎体后凸成形术; 椎体转移瘤; 疼痛

中图分类号: R736.2 文献标志码: B 文章编号: 1008-794X(2014)-02-0167-05

Clinical application of C-arm CT in percutaneous kyphoplasty due to vertebral metastases GAO Song, ZHU Xu, ZHANG Hong-zhi, GUO Jian-hai, CHEN Hui, WANG Xiao-dong, CAO Guang, XU Hai-feng, LIU Peng, YANG Ren-jie. Department of Interventional Therapy, Key Laboratory of Carcinogenesis and Translational Research (Ministry of Education), Cancer Hospital & Institute of Peking University, Beijing 100142, China

Corresponding author: ZHU Xu, E-mail: drzhuxu@163.com

【Abstract】Objective To evaluate the clinical application of C-arm CT in percutaneous kyphoplasty for the treatment of vertebral metastases. **Methods** During the period from Aug. 2009 to Aug. 2013, a total of 69 patients with different degree of chest, waist and back pain caused by vertebral metastases were

admitted to authors' hospital to receive percutaneous kyphoplasty. Before the operation C-arm CT was performed for every patient in order to make proper vertebral puncturing plan. During the procedure C-arm CT together with X-ray fluoroscopy was employed to ensure a

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2014.02.020

作者单位: 100142 北京 北京大学肿瘤医院暨北京市肿瘤防治研究所介入治疗科; 恶性肿瘤发病机制及转化研究教育部重点实验室

通信作者: 朱旭 E-mail: drzhuxu@163.com

correct vertebral puncturing and biopsy. Immediately after the surgery, C-arm CT was performed to check the bone cement leakage. According to WHO standard of curative effect and visual analogue scale (VAS) changes, the anti-pain effect of percutaneous kyphoplasty was evaluated. The changes of VAS scores were statistically analyzed by using paired t-test. **Results** A total of 154 vertebral metastases were treated. Unilateral pedicle puncturing was carried out in 137 vertebral bodies, while bilateral pedicle puncturing was performed in 17 vertebral bodies. All punctures were successfully accomplished. Puncture biopsy was conducted for 93 vertebral bodies of 50 patients, with a positive rate of 63.4%. Postoperative C-arm CT examination showed that bone cement leakage was found in 67 vertebral bodies, with a leakage rate of 43.5%. According to WHO standard of pain assessment, the effective rate was 76.8%. The preoperative and postoperative VAS scores were (6.9 ± 1.6) and (3 ± 2.3) respectively, and the difference between the two was statistically significant ($P < 0.01$). **Conclusion** For the treatment of vertebral metastases, C-arm CT can help make vertebral puncturing plan before percutaneous kyphoplasty, correctly guide puncturing and biopsy during the operation, and timely and reliably assess the bone cement leakage after the surgery. (J Intervent Radiol, 2014, 23: 167-171)

【Key words】 C-arm CT; percutaneous kyphoplasty; vertebral metastasis; pain

经皮椎体后凸成形术 (percutaneous kyphoplasty, PKP) 是在经皮椎体成形术 (percutaneous vertebroplasty, PVP) 基础上通过引入球囊发展而来, 球囊可纠正病变椎体的后凸畸形, 并在椎体内形成一个空腔, 保证在低压下注入骨水泥, 明显降低了骨水泥渗漏率, 从而进一步提高临床疗效和安全性^[1], 现与 PVP 治疗一起被广泛应用于骨质疏松症合并椎体压缩性骨折、椎体转移瘤、血管瘤、骨髓瘤等良恶性疾病的治疗^[2]。

PVP、PKP 常在 DSA 透视下引导穿刺和治疗, 其操作简便, 可实时监测穿刺及治疗过程, 但对判断引导穿刺的准确性, 准确评估骨水泥渗漏尚有不足。经螺旋 CT 引导 PVP、PKP 治疗定位精确, 可清晰显示穿刺准确性及骨水泥分布, 但无法做到实时监测。

C 臂 CT (旋转平板 DSA 三维重建技术) 是一项新的成像技术, 它融合了 DSA 透视和螺旋 CT 两种影像学方法的优点。可对软组织结构清晰显示, 对感兴趣区任意角度立体观察病变部位的形态、大小、结构、与周边组织之间的关系, 现已被日益广泛地应用于神经介入、肿瘤介入以及非血管介入治疗^[3-5], 在 PVP、PKP 治疗中的临床应用已有报道^[6-9]。

本文通过分析骨转移瘤患者 PKP 治疗过程, 探讨 C 臂 CT 在 PKP 治疗椎体转移瘤过程中的临床应用, 评估其术前、术中制订指导穿刺计划的准确性、术后评估骨水泥渗漏方面的应用价值。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 一般资料 2009 年 8 月—2013 年 8 月共收治椎体转移性肿瘤患者 69 例, 年龄 15 ~ 81 岁, 平均 59 岁。所有患者均有腰背部疼痛病史, 其中 4 例曾行椎体转移瘤放疗, 19 例术前口服芬必得等甾体抗炎类、阿片类镇痛药物治疗, 所有 69 例患者均经影像学检查、骨扫描等检查提示椎体骨转移。

1.1.2 设备及治疗器材 INNOVA 4100 IQ 数字减影血管造影系统 (USA, GE 公司), Advantage Workstation 4.2 工作站。使用美敦力专用 PKP 治疗器械 (USA, Medtronic 公司): 13 G 骨穿刺针套装、球囊、球囊扩张压力泵、工作套管、高精度骨钻、骨填充器; 克氏针, 骨水泥: 聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA: GER, Heraeus Medical 公司)。

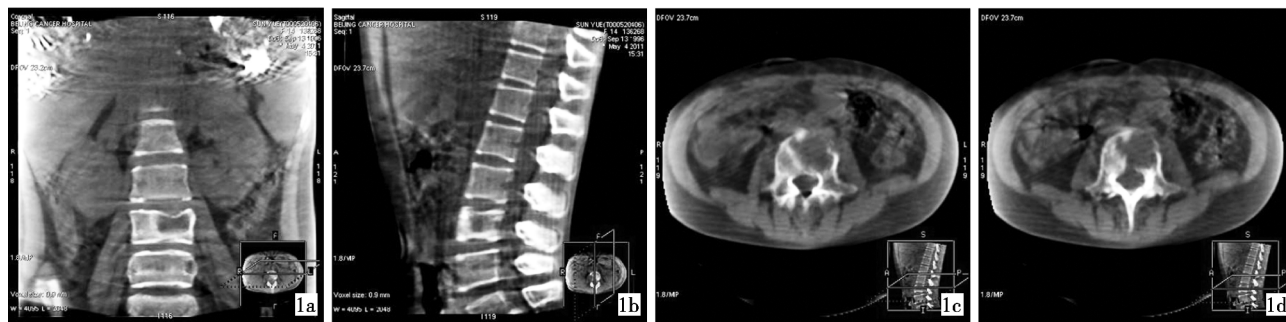
1.2 方法

1.2.1 C 臂 CT 引导下治疗过程 患者术前均摄脊柱正侧位 X 线片并行 CT 或 MRI 检查; 术前 30 min 予地西洋 10 mg 肌肉注射。患者取俯卧位, 控制台进入 3D-CT 模式, 选择采集参数: FOV 40 cm, 旋转速度为 40°/s, 帧频 30 fps。患者制动屏气完成三维图像采集。通过 Workstation 4.2 工作站处理, 将得到的三维图像经多平面重建 (MPR)、最大密度投影法 (MIP) 重建产生三维断面图像, 观察椎体骨破坏程度, 结合临床体征判断可能导致疼痛的责任椎体, 制订椎体穿刺计划。

常规消毒、铺巾, 对拟行治疗椎体体表划线标记; DSA 透视引导下使用 13 G 骨穿刺针套装穿刺, 当穿刺针针尖到达椎体后缘, 交换克氏针后, 通过 C 臂 CT 再次扫描并重建三维断面图像 (图 1), 观察穿刺路径, 预测穿刺针能否准确到达骨质破坏区域,

根据需要调整或重新穿刺进针。穿刺成功到位后,经克氏针交换置入工作通道,使用高精度骨钻行骨转移瘤活检。在侧位 DSA 透视监视下交换引入球

囊,给予球囊扩张,压力控制 < 300 psi;配置骨水泥,取出球囊,使用骨填充器将处于牙膏期的骨水泥注入,治疗结束后,插入针芯拔除工作通道。



术前 3D Innova CT 扫描并重建冠状位、矢状位、轴位椎体图像;L3 左侧椎体骨质破坏,上缘板轻度塌陷;左侧椎弓根完整,未见椎旁软组织肿块,椎体后缘骨质不完整,指导制订 PKP 治疗计划,选择左侧椎弓根穿刺,测量穿刺针外展角度,选定皮肤穿刺点,测量穿刺进针距离

图 1 肝母细胞瘤,L3 椎体骨转移的术前图像

患者穿刺点局部压迫止血 5 ~ 10 min 后,再次以上述方法采集重建横断面、冠状面、矢状面和三

维立体图像,观察评估骨水泥分布及渗漏情况(图

1.2.2 疼痛症状评估 术后第 3 ~ 5 天采用根据



2a 冠状面 2b 矢状面 2c 横断面

术后 C 臂 CT 检查三维重组的冠、矢、横断面等影像观察骨水泥分布较好,无明显渗漏

图 2 L3 椎体骨转移术后图像

WHO 标准疼痛疗效评价^[10](CR + PR 为有效)及视觉模拟评分(VAS)变化评估 PKP 治疗后镇痛疗效。

① 完全缓解(CR),指疼痛症状完全缓解,生活完全自理;② 部分缓解(PR),指疼痛缓解明显,偶有症状,无需使用口服镇痛药,生活大部分自理;③ 轻微缓解(MR),指时有疼痛症状,使用口服止痛剂能止痛,生活部分自理;④ 无效(NR),指疼痛无缓解,使用口服止痛剂不能止痛,依赖强止痛剂。

1.3 统计学方法

采用 SPSS19 统计学软件进行统计学分析。对 PKP 术前、术后 VAS 疼痛评分数值进行正态性检验,使用均数 \pm 标准差进行统计学描述;对 VAS 评分变化使用配对 t 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者一般情况

69 例椎体转移性肿瘤患者中,原发灶为肺癌 22 例,肝癌 18 例,结肠直肠癌 4 例,胃癌、乳腺癌 3 例,前列腺癌、鼻咽癌、胆管癌、黑色素瘤各 2 例,其他部位少见恶性肿瘤共计 11 例。

2.2 C 臂 CT 引导下 PKP 技术成功率

共行 PKP 治疗病变椎体 154 个,137 个椎体行单侧椎弓根穿刺,17 个椎体行双侧椎弓根穿刺,穿刺均获成功。单个椎体骨水泥注射量 1 ~ 12 ml,平均 3.8 ml。

2.3 PKP 术中穿刺活检结果

术中对 50 例患者的 93 个椎体使用高精度骨

钻行肿瘤组织活检,34 例患者 59 个椎体获得阳性诊断,椎体活检阳性率 63.4%,患者活检阳性率为 68.0%。

2.4 不良反应

术中,1 例患者球囊破裂、1 例出现无症状骨水泥肺栓塞;术后,使用 C 臂 CT 观察共有 67 个椎体发生骨水泥渗漏,渗漏发生率为 43.5%。其中:椎旁静脉血管内渗漏(14 处);椎旁及椎间盘组织内渗漏(41 处);椎管内少量渗漏(7 处);同时发生椎旁软组织及静脉血管内渗漏(5 处);所有患者无椎体感染、神经根损伤等不良反应发生。

2.5 疼痛症状评估

据 WHO 标准疼痛疗效评价:CR 6 例;PR 47 例;MR 9 例;NR 7 例。有效率(CR + PR 为有效):76.8%。19 例口服镇痛药物治疗患者中,11 例术后停止服用止痛药物,5 例减量 50%继续服用,3 例无效病例继续止痛药物治疗。

所有患者术前 VAS 评分为(6.9 ± 1.6)分,术后 VAS 评分为(3.0 ± 2.3)分,患者术前、术后疼痛 VAS 评分差异有显著统计学意义($P < 0.01$)。

3 讨论

3.1 C 臂 CT 成像的特点

相对于传统的螺旋 CT,包括 Innova CT 在内的 C 臂 CT 是低辐射剂量的术中影像导引系统。相比于多层螺旋 CT 的亚毫米级的空间分辨率以及小于 3 Hu 的密度分辨率,C 臂 CT 图像还有很大的差别^[11-12]。C 臂 CT 图像的密度分辨率已能够分辨出肌肉、视神经和出血灶等软组织;在小血管成像的很多方面,得益于其平板探测器技术,其图像质量更明显优于多层螺旋 CT 扫描。对于 PKP 治疗来说,椎体 CT 值为 300 ~ 1 000 Hu,骨水泥 CT 值在 1 000 Hu 以上,与周围软组织均可形成强烈对比,使用 C 臂 CT 引导病变穿刺、评估骨水泥渗漏等不存在因密度差异较小而出现显示不清的情况。C 臂 CT 缺点主要是检查中 C 臂旋转采集速度慢,旋转采集约需 20 s^[6],对于屏气较差的患者,呼吸运动伪影可能影响图像的质量。

3.2 C 臂 CT 行 PKP 术前评估、引导术中穿刺及活检

近年来,PVP 及 PKP 治疗在稳固椎体、缓解疼痛等方面显示出良好的临床疗效^[2,8]。应用术前 C 臂 CT 扫描,可以直观显示转移椎体的骨质破坏程度、椎体后缘完整性以及脊柱生理曲度变化情况,可进

一步确定导致疼痛的“责任椎体”。根据椎体骨质破坏的位置、程度,可以制订诸如皮肤穿刺点的位置、单侧还是双侧、穿刺针外展或向头、向足侧倾斜的角度等具体椎弓穿刺计划。另外,C 臂 CT 可对椎体后缘的完整性进行术前评估,对骨水泥可能发生的渗漏进行预判^[8]。

与普通 DSA 比较,C 臂 CT 术中扫描能清晰准确显示穿刺针的路径,可不同角度、不同断面观察穿刺针与椎弓根后缘、内缘的位置关系,对能否准确穿刺肿瘤骨质破坏区进行预估,如穿刺出现偏差,可及时进行调整^[13]。经工作套管于 3D Innova CT 引导下还可进行椎体转移瘤的穿刺活检,帮助获取肿瘤病理诊断,指导肿瘤的临床个体化治疗。

3.3 C 臂 CT 对 PKP 治疗后骨水泥渗漏的评估

骨水泥渗漏是 PKP 治疗的主要不良反应,或根据骨水泥渗漏不同路径,或根据骨水泥渗漏的部位来定义渗漏类型^[14]。虽然在 PKP 术中使用球囊扩张,在椎体肿瘤破坏区内形成一个空腔,从而在低压下注入骨水泥有望减少渗漏的发生,但本组骨水泥渗漏率仍高达 43.5%,主要为椎间盘或椎旁软组织渗漏、血管内渗漏,原因考虑为椎体转移瘤发生溶骨性骨质破坏或骨折导致骨皮质的缺损^[15]、引流静脉增粗,在骨水泥注入过程中,随注射压力、剂量的增加导致渗漏发生率增高。C 臂 CT 因有较高的密度分辨率,术后可及时迅速地从三维重组的矢状、冠状、横断面观察骨水泥的分布,也增加了发现微小骨水泥渗漏的概率,同时对椎体后缘的硬膜外或椎间孔渗漏和胸膜腔损伤^[8],C 臂 CT 具有明显的优势。

传统上认为椎体肿瘤致椎体后缘广泛破坏是 PKP 治疗的相对禁忌证。得益于 C 臂 CT 的精确引导和显示,我们对部分椎体后缘骨质破坏的椎体成功进行了 PKP 治疗,部分患者术后 C 臂 CT 虽然发现了少量的骨水泥渗漏,但均未发生明显的临床症状。本研究中包含少数骶椎(S1、S2)或椎弓根破坏骨转移瘤病例,经 C 臂 CT 引导下安全地进行了 PKP 治疗,术后患者疼痛缓解程度满意,未发现骨水泥椎管内渗漏,结果与最近文献报道^[7,16]的 C 臂 CT 联合透视引导行 PVP 治疗骶椎或椎弓根破坏临床报道相似。

PVP 或 PKP 术后疼痛缓解的机制目前尚未明了,多数学者认为骨水泥的细胞毒性导致肿瘤组织坏死、周围组织中神经末梢敏感性的下降、脊柱稳定性加强以及对理化、机械刺激反应性降低是其主要原因。文献报道镇痛作用与骨水泥注入量并不成

正比,而机械支撑作用与注入的骨水泥有正相关,因而不必将整个椎体注满骨水泥^[17]。在本组临床实践中,我们单个椎体骨水泥注射量 1 ~ 12 ml,平均 3.8 ml,疼痛缓解有效率(CR + PR)为 76.8%,术后疼痛 VAS 评分较术前有显著降低。

本研究通过 C 臂 CT,可获得更多的影像学信息,避免术中过多的透视,提高了经椎弓穿刺的安全性和准确性,可能减少了患者接受的 X 线剂量;但是过度地使用 C 臂 CT 功能,仍可能会导致患者的曝光量增加^[18],需要在今后的临床实践中进行监测评估并合理地应用。

本临床观察属回顾性临床研究。因颈椎、高位胸椎椎弓根较细小及寰椎、枢椎的特殊解剖结构,其发生骨转移瘤一般不选择 PKP 治疗,故本组观察中未纳入相应的病例;虽然骨水泥的聚合热及单体细胞毒作用可对其分布到的肿瘤组织产生一定的抑制杀伤,但却不能持续抑制肿瘤的生长、骨质的破坏和向外扩散,如何科学有序地结合诸如放疗、核素内照射、射频、粒子植入等治疗方法^[19-23],进一步提高椎体骨转移瘤的治疗疗效仍需更多前瞻性的临床研究。

[参 考 文 献]

- [1] Robinson Y, Tschoke SK, Stahel PF, et al. Complications and safety aspects of kyphoplasty for osteoporotic vertebral fractures: a prospective follow-up study in 102 consecutive patients [J]. Patient Saf Surg, 2008, 2: 2.
- [2] Liu JT, Liao WJ, Tan WC, et al. Balloon kyphoplasty versus vertebroplasty for treatment of osteoporotic vertebral compression fracture: a prospective, comparative, and randomized clinical study [J]. Osteoporos Int, 2010, 21: 359 - 364.
- [3] Mordasini P, Al-Senani F, Gralla J, et al. The use of flat panel angio CT (Dyna CT) for navigation through a deformed and fractured carotid stent [J]. Neuroradiology, 2010, 52: 629 - 632.
- [4] 孙勤学,董海波,张贵军,等. C 臂 CT 在肝癌介入治疗中的应用 [J]. 介入放射学杂志, 2010, 19: 988 - 991.
- [5] Iwazawa J, Ohue S, Hashimoto N, et al. Detection of hepatocellular carcinoma: comparison of angiographic C-arm CT and MDCT [J]. J Vasc Interv Radiol, 2010, 195: 882 - 887.
- [6] 顾一峰,吴春根,程永德,等. 旋转 DSA 的软组织断层重建技术在经皮椎体成形术后并发症诊断中的价值 [J]. 介入放射学杂志, 2006, 15: 547 - 551.
- [7] Sun G, Jin P, Li M, et al. Three-dimensional C-arm computed tomography combined with fluoroscopic guided pediculoplasty for treatment of vertebral body metastasis with lytic pedicle [J]. Technol Cancer Res Treat, 2012, 11: 169 - 174.
- [8] 陈 颀,颜志平,王建华,等. Dyna CT 在经皮椎体成形术治

- 疗椎体转移性肿瘤中的应用价值 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2009, 19: 104 - 107.
- [9] 李 臻,韩新巍,焦德超,等. C 臂 CT 引导下靶向穿刺术在非血管介入诊疗中的应用 [J]. 介入放射学杂志, 2011, 20: 544 - 547.
- [10] 孙 燕,石远凯. 临床肿瘤内科手册 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2008: 251 - 287.
- [11] Rafferty MA, Siewersden JH, Chan Y, et al. Intraoperative cone-beam CT for guidance of temporal bone surgery [J]. Otolaryngol Head Neck Surg, 2006, 134: 801 - 808.
- [12] Wallace MJ. C-arm computed tomography for guiding hepatic vascular interventions [J]. Tech Vasc Interv Radiol, 2007, 10: 79 - 86.
- [13] Leschka SC, Babic D, El Shikh S, et al. C-arm cone beam computed tomography needle path overlay for image-guided procedures of the spine and pelvis [J]. Neuroradiology, 2012, 54: 215 - 223.
- [14] 童培建,黄忠名,厉 驹,等. 经皮椎体后凸成形术并发骨水泥渗漏防治的探讨 [J]. 中华外科杂志, 2007, 45: 1432 - 1433.
- [15] 王宏伟,何仕诚,滕皋军,等. 经皮椎体成形术治疗椎体转移性肿瘤的疗效分析 [J]. 介入放射学杂志, 2010, 19: 784 - 787.
- [16] Sun G, Jin P, Li M, et al. Three-dimensional C-arm computed tomography reformation combined with fluoroscopic-guided sacroplasty for sacral metastases [J]. Support Care Cancer, 2012, 20: 2083 - 2088.
- [17] Kaufmann TJ, Trout AT, Kallmes DF. The effects of cement volume on clinical outcomes of percutaneous vertebroplasty [J]. Am J Neuroradiol, 2006, 27: 1933 - 1937.
- [18] 肖运平,肖恩华. C 臂 CT 在介入诊疗中的应用 [J]. 介入放射学杂志, 2011, 20: 249 - 252.
- [19] Hirsch AE, Jha RM, Yoo AJ, et al. The use of vertebral augmentation and external beam radiation therapy in the multimodal management of malignant vertebral compression fractures [J]. Pain Physician, 2011, 14: 447 - 458.
- [20] 王卫国,吴春根,程永德,等. 射频消融术联合经皮椎体成形术治疗脊柱转移性肿瘤 [J]. 介入放射学杂志, 2009, 21: 362 - 366.
- [21] Lane MD, Le HB, Lee S, et al. Combination radiofrequency ablation and cementoplasty for palliative treatment of painful neoplastic bone metastasis: experience with 53 treated lesions in 36 patients [J]. Skeletal Radiol, 2011, 40: 25 - 32.
- [22] 谢小西,吕银祥,张胜初,等. CT 引导下 I125 粒子植入联合经皮椎体成形术治疗椎体转移性肿瘤 [J]. 放射学实践, 2012, 27: 902 - 906.
- [23] 何成建,李永东,顾一峰,等. 经皮椎体成形术联合介入肿瘤摘除术治疗有神经压迫症状的恶性椎体压缩性骨折 [J]. 介入放射学杂志, 2013, 22: 914 - 919.

(收稿日期:2013-11-15)

(本文编辑:俞瑞娟)