

临床论著

SPECT-CT 图像融合技术对老年椎体压缩骨折患者
选择椎体强化术靶椎体的应用价值

江晓兵, 罗耀武, 梁 德, 唐永超, 姚珍松, 张顺聪, 晋大祥, 杨志东, 丁金勇

(广州中医药大学 广州中医药大学第一附属医院脊柱专科 510405 广州市)

【摘要】目的:探讨单光子发射计算机断层摄像联合 CT 扫描(single photon emission computed tomography and computer tomography, SPECT-CT) 图像融合技术对老年椎体压缩骨折患者选择椎体强化术靶椎体的应用价值。方法:2010 年 6 月~2011 年 4 月对 4 例因体内置入顺磁性材料而不能接受 MRI 的老年椎体压缩骨折患者应用 Infinia Hawkeye 4 图像融合系统行 SPECT 全身平面骨显像, 然后对感兴趣区病灶行同机 CT 检查, 用图像融合软件完成 SPECT-CT 图像融合, 在 SPECT-CT 融合图像上出现核素浓集的椎体考虑为病椎, 在同机 CT 重建图像上仔细分析病椎 CT 图像、排除肿瘤或感染性骨破坏可能, 从而确立骨质疏松性椎体压缩骨折的临床诊断, 并定位椎体强化术靶椎体。男 1 例, 女 3 例; 年龄 59~79 岁, 平均 67.4 岁; 病程 8d~2 个月, 平均 17d; 因冠心病安装冠状动脉金属支架 2 例、心脏起搏器 1 例, 体内置入不锈钢股骨头假体 1 例; 诊断确立后实施椎体强化术, 记录术前、术后 2d 的 VAS 和 Oswestry 功能障碍指数(ODI)以评估手术疗效, 放射学检查随访以进一步证实 SPECT-CT 图像融合检查的准确性。结果:SPECT-CT 融合图像中, 3 例患者单个椎体、1 例 2 个椎体出现核素浓集, 其中 T12 2 例、L1 1 例、L2 1 例、L3 1 例, 同机 CT 重建图像提示病变椎体中无肿瘤或感染性骨破坏征象。术前、术后 2d VAS 分别为 8~9 分、1.5~2.5 分, 术前、术后 2d ODI 分别为 80%~90%、20%~30%, 术后 2d 与术前相比改善明显。随访 8~13 个月, 平均 10 个月, 影像学随访病椎未出现迟发性骨破坏。结论:对于不能接受 MRI 检查的老年椎体压缩骨折患者, SPECT-CT 图像融合技术可清楚定位核素浓集区的病变节段, 通过分析核素浓集区骨结构特点可确定疾病性质; SPECT-CT 图像融合技术在选择椎体强化术靶椎体上有一定实用价值。

【关键词】椎体压缩骨折; 单光子发射计算机断层摄像联合 CT 扫描; 椎体强化术; 靶椎体

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2012.04.09

中图分类号:R683.2, R817.4, R814.42 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2012)-04-0330-05

The value of SPECT-CT fusion image in selection of target vertebrae for percutaneous vertebral augmentation for the aged patients of vertebral compression fracture/JIANG Xiaobing, LUO Yaowu, LIANG De, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2012, 22(4): 330-334

【Abstract】 Objectives: To analyze the value of single photon emission computed tomography and computer tomography(SPECT-CT) fusion image in selection of target vertebrae for percutaneous vertebral augmentation for the aged patients of vertebral compression fracture. Methods: 4 elderly cases suffering from vertebral compression fracture from June 2010 to April 2011 were reviewed retrospectively, all cases were not suitable for MRI due to paramagnetic metal instrument in their bodies previously. The SPECT-CT fusion image was used as alternative to MRI. The whole skeletal image of SPECT was performed by Infinia Hawkeye 4 machine, then CT scan was performed to evaluate the area of interest by the same machine and the fusion image of SPECT and CT was finished by fusion image software. The lesion vertebrae were determined based on the area of nuclide accumulation in the whole skeletal image of SPECT, then the clinical diagnosis of osteoporosis vertebral compression fracture(OVCF) was confirmed by excluding the probability of neoplasm or infection after analyzing the CT image of local bone lesion, and the target vertebrae for percutaneous vertebral augmentation were located clearly by SPECT-CT fusion image. There were 1 male and 3 females, with the mean age of

第一作者简介:男(1984-),主治医师,在职博士研究生,研究方向:脊柱伤病与骨质疏松症

电话:(020)36591604 E-mail:spinedrjxb@sina.com

通讯作者:梁德 E-mail:374595810@qq.com

67.4 years(59~79 years) and mean duration of 17 days(8~60 days). All cases were not suitable for MRI due to implanted paramagnetic metal instrument including coronary artery metal stent in 2 cases, heart metal pacemaker in 1 case and artificial femur head made of stainless steel in 1 case. The clinical outcomes were evaluated by visual analog scale(VAS) and Oswestry disability index(ODI) at preoperation and 2 days after operation. All cases accepted radiographic examination in follow-up to exclude the spinal neoplasm and infection. **Results:** Based on the SPECT-CT fusion image, nuclide accumulation was found in 1 segment of 3 cases, 2 segments of 1 case. The lesions included T12 in 2 cases, L1 in 1 case, L2 in 1 case and L3 in 1 case. No spinal neoplasm and infection were noted in CT scan. The VAS scores and ODI in baseline was 8~9 and 80%~90% at preoperation respectively; while 1.5~2.5 and 20%~30% for 2 days after operation, which showed significant improvement. During the average follow-up of 10 months, spinal neoplasm and infection were not noted. **Conclusions:** For the aged patients of vertebral compression fracture who are unsuitable for accepting MRI examination, SPECT-CT fusion image can be used to locate clearly the lesion vertebrae and determine the clinical diagnosis of OVCF by analyzing the bone structure in the area of nuclide collection; SPECT-CT fusion image is useful for selection of the target vertebrae for percutaneous vertebral augmentation. **[Key words]** Vertebral compression fracture; Single photon emission computed tomography and computer tomography; Fusion image; Percutaneous vertebrae augmentation; Target vertebrae **[Author's address]** Department of Spine Surgery, the First Medicine College, Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou, 510405, China

椎体强化术治疗新鲜骨质疏松性椎体压缩骨折的疗效已得到证实^[1],准确定位新鲜骨折椎体是保证治疗成功的关键,目前主要利用 MRI 中的骨髓水肿像来定位新鲜骨折椎体^[2]。但部分患者可能因体内置入顺磁性金属材料而不宜接受 MRI 检查,由于 X 线平片及 CT 只能从形态上对椎体结构进行分析,难以区分新鲜骨折椎体及陈旧畸形愈合椎体,临床医生常难以准确定位新鲜骨折椎体。既往研究认为,SPECT 全身骨显像发现应力性骨折或隐匿性骨折处出现核素浓集,这与骨折后局部骨代谢及血液循环活跃有关^[3,4],但全身骨显像检查不能准确地对病变骨骼局部解剖结构进行定位分析,因而不宜用于定性诊断及选择椎体强化术的靶椎体^[5]。为此,我们尝试使用单光子发射计算机断层摄像联合 CT 扫描(single photon emission computed tomography and computer tomography,SPECT-CT)的图像融合技术,利用 SPECT 图像中的放射性核素浓集部位来确定病椎所处区域,通过融合 CT 重建图像判断病椎,仔细分析病椎局部 CT 图像,在排除肿瘤性或感染性骨破坏后确定新鲜骨质疏松性椎体压缩骨折(OVCF)的诊断,并在这一技术的指导下为 4 例患者实施了椎体强化术,取得了良好的临床效果,报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

2010 年 6 月~2011 年 4 月,我们对 4 例不能实施 MRI 检查的老年椎体压缩骨折患者,利用 SPECT-CT 图像融合检查判断为新鲜 OVCF 并确定靶椎体后实施椎体强化术。男 1 例,女 3 例;年龄 59~79 岁,平均 67.4 岁。病程 8d~2 个月,平均 17d。所有患者均有低能量外伤史,均表现为剧烈腰背疼痛、活动受限。4 例合并冠心病、高血压,1 例合并糖尿病。因冠心病安装冠状动脉金属支架 2 例、心脏起搏器 1 例,因股骨颈骨折置换不锈钢股骨头假体 1 例。查体胸腰段均存在显著叩击痛。术前疼痛视觉模拟评分(VAS)为 8~9 分,Oswestry 功能障碍指数(ODI)为 80%~90%。使用美国 Hologic 骨密度仪(型号:QDR-4500W)行双能 X 线吸收法测定腰椎骨密度,平均值为 $-2.9SD$ 。术前均行标准正侧位 X 线片检查,提示可疑椎体压缩骨折(图 1a,b)。

1.2 SPECT-CT 图像融合检查

患者行 SPECT-CT 图像融合检查前均书面签署知情同意书。均采用 GE 公司 Infinia Hawkeye 4 图像融合系统进行 SPECT 检查及同机 CT 扫描。扫描前经肘静脉注射骨显像剂 ^{99m}Tc -MDP 740~1110MBq,饮水 400~500ml,4h 后排空膀胱进行图像采集。先行全身平面骨显像,采用自动人体轮廓轨迹,双探头同时完成前、后位显像,采集时间 12~15min;然后对感兴趣区病灶进行局

部同机断层显像,CT 扫描层厚 1.25mm,层距 0.9mm,螺距 1mm。用 GE 公司 Infinia Hawkeye 4 随机工作站图像融合软件完成 SPECT-CT 图像融合。肉眼观察分析图像,观察脊柱出现放射性核素异常浓聚的区域(图 1c),再对病变区域的同机 CT 图像进行图像融合,根据核素浓集部位判断病椎节段(图 1d,e);通过同机扫描的 CT 图像分析病椎形态(图 1f,g),排除成骨性或溶骨性骨破坏及终板骨破坏、椎体周围脓肿等征象,以鉴别脊柱肿瘤及脊柱感染性骨破坏,利用排除法判断核素浓集椎的疾病性质。结果由两位核医学及两位脊柱专科医师共同商议后确定。

1.3 治疗方法

综合 SPECT-CT 检查结果及临床特征确立临床诊断,在排除肿瘤及感染类疾病后,参考核素浓集椎选择椎体强化术的靶椎体。经讨论协商后,4 例患者均同意行椎体强化术并签署书面知情同意书,强化椎体为 SPECT-CT 图像融合检查中出现核素浓集的椎体。

1.4 观察指标

于术后 2d 时观察下列指标:(1)用 VAS 评估患者疼痛程度;(2)用 ODI 评估腰椎功能障碍程度。随访时通过标准正侧位 X 线片检查,评估手术椎体形态,排除手术椎体出现迟发性感染、肿瘤类疾病。因样本例数少,未行统计学检验。

2 结果

在 SPECT-CT 融合图像上,3 例患者单个椎体、1 例 2 个椎体出现核素浓集,其中 T12 2 例, L1 1 例, L2 1 例, L3 1 例。通过同机 CT 扫描图像对所有出现核素浓集的病椎结构进行仔细分析,均未发现成骨性或溶骨性骨破坏及终板骨破坏等征象,可排除脊柱肿瘤及感染疾病,结合临床特征,从而确定骨质疏松性椎体压缩骨折(OVCF)的临床诊断,出现核素浓集的椎体定义为新鲜骨折椎体,即椎体强化术的靶椎体。所有患者均顺利完成手术,骨水泥注入量 3.4~7.6ml,平均 4.6ml。术后 2d 时,VAS 为 1.5~2.5 分,ODI 为 20%~30%,均较术前改善。术后腰椎正侧位 X 线片检查示强化椎体内骨水泥充填良好(图 1h,i)。随访 8~13 个月,平均 10 个月,随访时标准正侧位 X 线片检查提示手术椎体未出现迟发性骨破坏(图 1j,k),可进一步除外病椎发生肿瘤或感染的可能,

SPECT-CT 图像融合检查判断的准确性得到证实。

3 讨论

老年脊柱骨折的常见原因依次为骨质疏松、肿瘤、感染等,其中骨质疏松性椎体骨折约占老年椎体骨折的 85%^[6]。微创椎体强化术(PVP/ PKP)已成为治疗 OVCF 的有效技术,研究证实其可减轻症状、改善患者生存质量及降低病死率^[7]。目前,椎体强化术主要推荐用于新鲜骨折椎体^[1]。大多数骨折可以根据病程长短来判定是否为新鲜骨折,但我们在临床中发现很多骨质疏松性椎体骨折常因日常生活中的低能量损伤导致,常无法准确判断病程,并且一些患者发生骨折时可能在椎体形态上的变化不大^[8],单纯依靠临床特征及常规 X 线及 CT 检查常难以准确判定新鲜骨折椎体。另外,由于老年人椎体骨折病因较多^[9],在确立 OVCF 这一临床诊断之前,需要鉴别感染或肿瘤引起的病理性骨折。

排除肿瘤、感染源性椎体骨折从而确定 OVCF,并判断新鲜骨折椎体,是椎体强化术治疗成功的关键问题。目前,除了临床特征判断、X 线及 CT 检查等方法外,主要用 MRI 检查来判断新鲜骨折椎体,MRI 根据组织内氢质子含量差异而产生不同成像,不仅可以准确评估骨折椎体的病理性质,鉴别肿瘤、感染引起的病理性骨折,而且还可以根据伤椎内骨髓水肿像来定位新鲜骨折椎体^[2],因此在诊断老年脊柱骨折时,常首选 MRI 检查。但一些患者因其他疾病曾在体内安装有顺磁性材料内置物而不能接受 MRI 检查,例如冠状动脉金属支架、不锈钢假体及内固定器材等,当他们发生脊柱骨折时,单纯进行 X 线平片及常规 CT 检查只能判断脊柱形态结构,难以准确判断新鲜骨折椎体。因此,有必要为这类患者选择一种合适的检查方法。

SPECT 全身骨显像诊断骨关节疾病一直是核医学的优势项目之一,由于成像原理与 MRI 不同,这一检查不会因体内置入顺磁性内置物而受到限制。SPECT 检查中使用的 ^{99m}Tc-MDP 是一种亲骨钙盐的放射性显像剂,它在骨骼中聚集程度主要取决于骨质代谢活跃程度和局部血流状况。当局部骨骼出现病损时,如肿瘤、炎症、骨折等,局部血流量和骨骼无机盐代谢变得活跃,亲骨钙盐

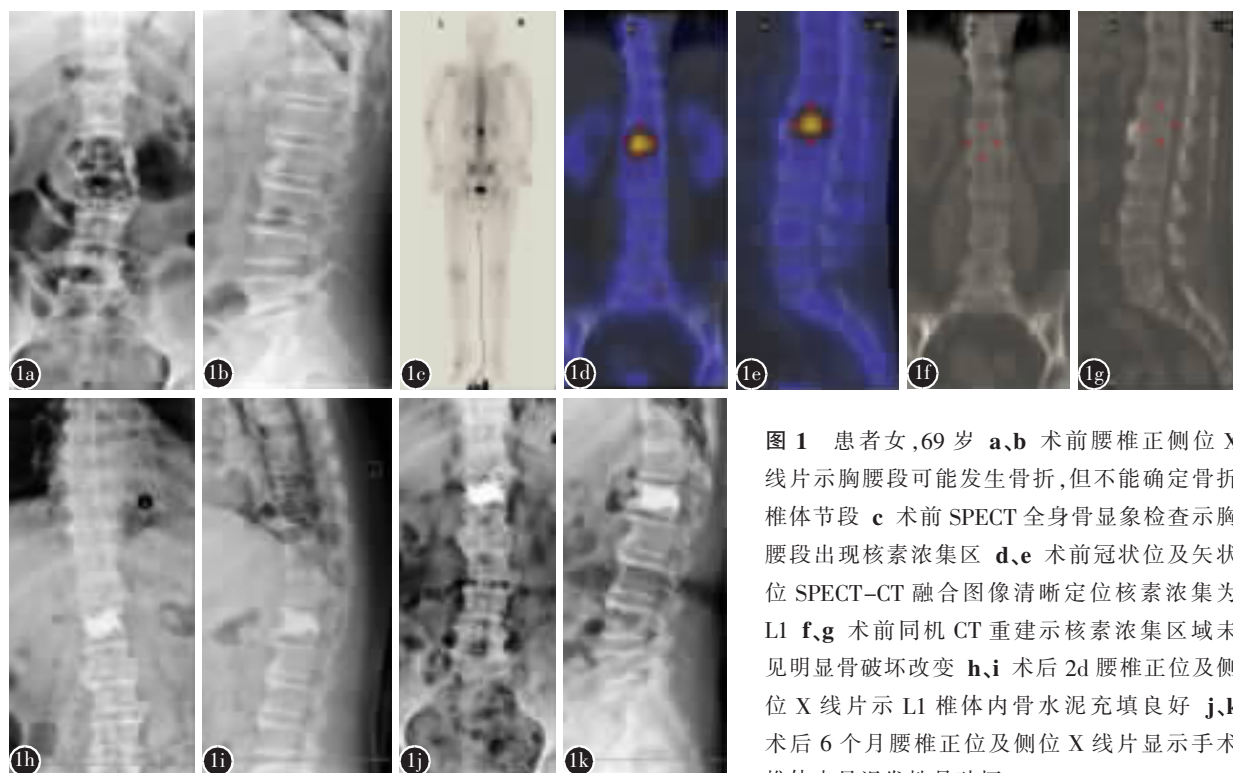


图 1 患者女, 69 岁 a、b 术前腰椎正侧位 X 线片示胸腰段可能发生骨折, 但不能确定骨折椎体节段 c 术前 SPECT 全身骨显像检查示胸腰段出现核素浓集区 d、e 术前冠状位及矢状位 SPECT-CT 融合图像清晰定位核素浓集为 L1 f、g 术前同机 CT 重建示核素浓集区域未见明显骨破坏改变 h、i 术后 2d 腰椎正位及侧位 X 线片示 L1 椎体内骨水泥充填良好 j、k 术后 6 个月腰椎正位及侧位 X 线片显示手术椎体未见迟发性骨破坏

Figure 1 Female, 69 years a, b The lateral and anterior-posterior radiograph of lumbar spine before operation show thoracolumbar spine fracture, however, which segment is involved remain uncertainty c The SPECT before operation showed nuclide accumulation in thoracolumbar junction d, e The sagittal and coronal fusion images of SPECT-CT before operation show clear nuclide accumulation in L1 vertebral body f, g The sagittal and coronal CT reconstruction show no vacuum sign or bone lesion in the area of nuclide concentration h, i The lateral and anterior-posterior radiograph of lumbar spine in 2 days after operation, bone cement was noted well-distributed in L1 vertebrae j, k The lateral and anterior-posterior radiograph of lumbar spine in 6 months after operation showed no late bone lesion

的放射性核素遂在病变周围聚集形成“放射性浓集区”,从而可以早期区分正常骨结构及病变部位^[8]。目前,这一技术已广泛用于恶性肿瘤骨内转移的评估^[8]。虽然 SPECT 较少用于骨折等良性病变的定位,但从其原理分析,SPECT 也适用于定位骨折部位。既往亦有研究认为 SPECT 可用来判断应力性骨折^[9],发现应力骨折可使骨折局部血流增加和/或骨代谢活跃,从而在骨折局部会形成放射性浓集的“热区”。Pham 等^[4]报道了 SPECT 全身骨显像中新鲜的骨质疏松性椎体骨折也可以出现“核素浓集区”,这也与骨折后局部血流增加、骨代谢活跃有关。结合 SPECT 的原理及既往研究结论,我们认为 SPECT 可以用于判断脊柱骨折。

传统 SPECT 全身骨成像虽然可用于判断 OVCF,但如前所述,它对多种骨骼病损都非常敏感、特异性较差,很难单纯根据 SPECT 中核素浓

集程度或形态来准确鉴别肿瘤、感染及 OVCF。同时,由于传统全身骨显像以平面成像为主,难以做到精确的解剖定位,这使临床医生在准确判断病变节段时面临困难^[9]。为明确诊断、精确定位,患者在接受 SPECT 检查后常需要接受 CT 多平面重建等检查,用 CT 图像来定位病椎及分析病椎皮质骨、松质骨结构特点。随着科技进步,SPECT 机器逐步发展至同机配备诊断级别的 CT 扫描机^[9],允许患者同时完成 SPECT 及 CT 检查,并使用软件对 SPECT 及 CT 图像进行融合,称之为 SPECT-CT 图像融合,相比分别实施 SPECT 及 CT 检查来说,SPECT-CT 图像融合技术提高了检查的效率。赵祯等^[10]曾在恶性肿瘤骨转移病灶的诊断中比较 SPECT-CT 图像融合技术与单纯 SPECT 及分别进行 SPECT+CT 检查,发现与 SPECT 及 SPECT+CT 相比,SPECT-CT 同机图像

融合技术的特异性显著提高;他们认为这与 SPECT-CT 可以引导读片者有针对性地分析可疑部位有关,而 SPECT+CT 检查时需要依靠读片者的记忆力及主观定位将两种检查的信息进行整合,这可能导致漏诊率增加;SPECT-CT 同机图像融合技术不是 SPECT 及 CT 两种机器的简单相加,而是有效整合了解剖影像及功能影像的关系,一次检查提供多种信息,可提高读片的效率和增加诊断的特异性。在本组患者中,我们也采用了 SPECT-CT 图像融合技术,简化了诊断流程,既做到了清晰定位、又达到了鉴别诊断的目的。

使用 SPECT-CT 图像融合技术选择椎体强化术的靶椎体是一种新的尝试,但基于 SPECT-CT 的成像原理^[8]及既往在恶性骨骼病变中的应用经验^[5,8,10],我们认为对不适宜接受 MRI 检查而又发生椎体骨折的患者,可以使用 SPECT-CT 图像融合技术。椎体骨折发生后局部骨代谢发生改变,使核素趋向集中于骨折区域,从而形成骨折区域核素浓集征象。根据 SPECT 的成像原理分析,如果某一椎体曾发生骨折但现已愈合或接近愈合,该椎体核素浓集程度将弱于新鲜骨折椎体的浓集程度,因此,当某个患者合并多个椎体骨折时,可根据核素浓集程度来鉴别陈旧椎体骨折及新鲜椎体骨折。在本组患者的判断分析中,我们首先根据 SPECT 全身骨显像中出现的核素浓集区来确定病椎。然后,利用融合成像技术清晰定位病椎的具体节段,在融合成像技术的指导下仔细分析核素浓集区的 CT 重建图像,通过分析核素浓集区的皮质骨及松质骨结构,可排除肿瘤的特征性改变(成骨性或溶骨性骨破坏)及感染的特征性改变(终板破坏、周围脓肿形成、软组织肿胀),从而通过病因排除法及结合临床特征确立骨质疏松性椎体骨折的临床诊断,达到准确定位及确定疾病性质的目的。另外,通过 CT 重建图像还可以观察到椎体形态结构,从而可判断患者是否适合接受椎体强化术。本组患者均在 SPECT-CT 图像融合技术的指导下确定椎体强化术靶椎体,术后疗效显著,同时经过临床随访,没有发现手术椎体出现肿

瘤或感染引起的迟发性骨破坏,进一步证实了这一检查技术的准确性。

总之,我们认为 SPECT-CT 图像融合技术对老年椎体压缩骨折患者选择椎体强化术靶椎体上具有一定的实用价值,尤其适用于不宜接受 MRI 检查的患者。但由于本研究纳入样本量有限,并为回顾性研究,将来还应采用前瞻性对照的大样本研究对 SPECT-CT 的临床判断价值进行分析。

4 参考文献

1. Garfin SR, Yuan HA, Reily ME. New technologies in spine: kyphoplasty and vertebroplasty for the treatment of painful osteoporotic compression fractures [J]. Spine, 2001, 26(14): 1511-1515.
2. Spiegl UJ, Beisse R, Hauck S, et al. Value of MRI imaging prior to a kyphoplasty for osteoporotic insufficiency fractures [J]. Eur Spine J, 2009, 18(6): 1287-1292.
3. 齐宗利,董兆申,吴端宗,等. 兔应力性骨折过程中骨骼及骨骼肌组织的形态学改变[J]. 第四军医大学学报, 2000, 21(6): 705-706.
4. Pham T, Azulay-Parrado J, Champsaur P, et al. "Occult" osteoporotic vertebral fractures vertebral body fractures without radiologic collapse[J]. Spine, 2005, 30(21): 2430-2435.
5. 马玉波,王忠,顾爱春,等. SPECT/CT 图像融合鉴别诊断疑似骨转移灶良恶性的价值 [J]. 上海交通大学学报(医学版), 2010, 30(10): 1246-1250.
6. Silverman A. The clinical consequences of vertebral compression fractures[J]. Bone, 1992, 13(Suppl 2): 261-267.
7. Edidin AA, Ong KL, Lau E, et al. Mortality risk for operated and nonoperated vertebral fracture patients in the medicare population[J]. J Bone Miner Res, 2011, 26(7): 1617-1626.
8. 张敏,张斌青,郭会利,等. 图像融合技术在骨与关节疾病诊断中的应用价值[J]. 中医正骨, 2011, 23(9): 660-665.
9. Seo Y, Mari C, Hasegawa BH. Technological development and advances in single-photon emission computed tomography/computed tomography[J]. Semin Nucl Med, 2008, 38(3): 177-198.
10. 赵祯,李林,李芳兰,等. SPECT-CT 同机融合显像鉴别诊断骨良恶性病灶的价值[J]. 四川大学学报(医学版), 2008, 39(6): 1036-1039.

(收稿日期:2012-01-10 修回日期:2012-02-18)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 李伟霞)