

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2014.34.021

符合线路 SPECT/CT 融合图像对全身骨显像单发“热区”鉴别诊断的临床价值

温暖¹, 李广宙^{2△}

(1. 山东中医药大学附属潍坊市中医院核医学科, 山东潍坊 261041;

2. 潍坊医学院附属医院核医学科, 山东潍坊 261031)

摘要:目的 探讨符合线路单光子发射计算机断层成像术(SPECT)/CT 融合图像对全身骨显像单发“热区”鉴别诊断的临床价值。方法 对 50 例恶性肿瘤患者全身骨显像单发“热区”进行符合线路 SPECT/CT 检查。通过与病理学检查、CT、MRI 检查及 6 个月以上随访的结果进行比较, 计算 SPECT、同机 CT 及 SPECT/CT 的灵敏度、特异度及准确性。结果 SPECT 显像诊断的灵敏度、特异度、准确性分别为 94%、23%、63%; 同机 CT 的灵敏度、特异度、准确性分别为 47%、87%、66%; SPECT/CT 的灵敏度、特异度、准确性分别为 95%、80%、88%。SPECT/CT 诊断的特异度及准确性显著高于 SPECT($P < 0.05$), 同时灵敏度及准确性显著高于同机 CT($P < 0.05$)。结论 符合线路 SPECT/CT 融合图像可显著提高对骨显像单发“热区”诊断的灵敏度、特异度及准确性, 具有较高的临床应用价值。

关键词: 全身骨显像; 符合线路 SPECT/CT 融合图像; 单发热区

中图分类号: R445

文献标识码: A

文章编号: 1671-8348(2014)34-4620-03

The diagnosis value of whole body bone imaging with coincidence SPECT/CT fusion imaging for solitary “hotspots”

Wen Nuan¹, Li Guangzhou^{2△}

(1. Department of Nuclear Medicine, Weifang Traditional Chinese Medicine Hospital, the Affiliated Hospital of Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Weifang, Shandong 261041, China;

2. Department of Nuclear Medicine, the Affiliated Hospital, Weifang Medical College, Weifang, Shandong 261031, China)

Abstract: **Objective** To evaluate the differentiating diagnosis value of coincidence SPECT/CT fusion imaging used in the solitary “hotspots” in the whole body bone imaging. **Methods** Fifty patients with malignancy were selected to have examination, the sensitivity, specificity and accuracy of these imaging methods were calculated by contrasting the pathology examination, CT and MRI examination, more than 6 months follow-up results between the cases. **Results** The sensitivity, specificity and accuracy of SPECT imaging were 94%, 23%, and 63%, respectively, and that of CT were 47%, 87%, 66%; the sensitivity, specificity and accuracy of SPECT/CT were 95%, 80%, 88%, respectively. The specificity and accuracy of SPECT/CT was significantly higher than SPECT ($P < 0.05$) and its sensitivity and accuracy was higher than that of CT ($P < 0.05$). **Conclusion** Coincidence SPECT/CT hybrid imaging could raise the sensitivity, specificity and accuracy of diagnosis of solitary “hotspot” in whole bone imaging, which is of high clinical application value.

Key words: whole bone imaging; coincidence SPECT/CT fusion imaging; solitary “hotspot”

^{99m}Tc-亚甲基二磷酸盐(^{99m}Tc-MDP)骨显像是早期诊断恶性肿瘤骨转移常用的检查方法。骨显像一次成像能显示全身骨骼, 探测灵敏度高, 但特异度较低, 假阳性相对较高。在临床工作中, 骨显像对单发“热区”病灶则更难做出准确诊断^[1-2]。近年来, 随着单光子发射计算机断层成像术(SPECT)/CT 的应用, 将反映组织代谢功能的 SPECT 与显示组织结构的 CT 相结合, 使两种影像信息实现了互补, 提高骨骼病变鉴别诊断的准确性^[3]。本文通过对全身骨显像单发“热区”的 SPECT、同机 CT 及符合线路 SPECT/CT 融合图像进行分析, 探讨符合线路 SPECT/CT 融合图像对全身骨显像单发“热区”鉴别诊断的应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析 2011 年 6 月至 2012 年 6 月潍坊医学院附属医院核医学科全身骨显像中表现为单发“热区”的具有骨外原发恶性肿瘤史的患者 50 例, 其中男 29 例, 女 21 例, 年龄 36~82 岁, 平均 60 岁。骨骼单发“热区”部位: 椎骨 17 例, 肋骨及髂骨各 5 例, 颅骨、胸骨及股骨各 4 例, 关节部位 3

例, 锁骨、骶骨及耻骨各 2 例, 肱骨及距骨各 1 例。所有单发“热区”部位既往无原发恶性肿瘤、恶性肿瘤转移灶及手术史。所有单发“热区”的最后诊断主要依据病理检查、CT、MRI 检查或 6 个月以上随访证实。

1.2 方法

1.2.1 显像仪器 采用 GE 公司 Infinia Hawkeye IV SPECT/CT, 配备低能高分辨型准直器, 同机 CT 为具有定位价值的 4 排螺旋 CT(X 线球管电压为 140 kV, 电流为 2.5 mA)。

1.2.2 图像采集方法 常规静脉注射^{99m}Tc-MDP 925 MBq, 嘱患者饮水 500 mL, 3 h 后行常规全身骨显像, 扫描时间 15 min。由经验丰富的核医学医师阅片后, 然后对全身骨显像发现的单发“热区”行 SPECT/CT 断层显像。SPECT 采集条件: 能峰 140 kV, 视野 40 cm, 矩阵 128 mm×128 mm。低剂量 CT 采集条件: 电压 140 kV, 电流 2.5 mA, 视野 40 cm, 矩阵 256 mm×256 mm, 层厚 1 cm, 图像重建层厚 5 mm。采集的原始图像均经 Xeleris 工作站处理, 并应用 GE 公司配备的融合软件实现 SPECT 图像与 CT 图像的融合。

1.2.3 图像分析 由 2 位经验丰富的核医学科医师共同进行规范化阅片,分别对单发“热区”的 SPECT 图像、同机 CT 图像、符合线路 SPECT/CT 融合图像进行分析并做出诊断。将所有病灶的诊断与其最后诊断比较,作出符合与不符合的结论。

1.3 统计学处理 采用 SPSS17.0 软件分别对上述 3 种方法对单发“热区”鉴别诊断效能进行分析,采用 χ^2 检验分别比较 SPECT 断层与同机 CT 断层、SPECT 断层与 SPECT/CT 融合图像及同机 CT 断层与 SPECT/CT 融合图像的灵敏度、特异度及准确性。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 3 种方法的诊断结果 50 例单发“热区”中,34 例通过符合线路 SPECT/CT 融合图像确诊;其余 16 例中,2 例通过 SPECT/CT 复查确诊,2 例通过病理学检查确诊,4 例通过诊断及 CT 检查确诊,2 例通过 MRI 检查确诊,6 例通过 6 个月以上随访确诊。最终 23 例确诊为骨转移灶,27 例为良性骨病。

“热区”的初步诊断见表 1。由统计学分析得出,SPECT 的灵敏度显著优于同机 CT ($\chi^2 = 7.94, P < 0.05$),而同机 CT 的特异度显著优于 SPECT 断层 ($\chi^2 = 11.50, P < 0.05$),两者的诊断准确性差异无统计学意义 ($\chi^2 = 0.16, P > 0.05$)。符合线路 SPECT/CT 融合图像与 SPECT 相比,能够显著提高鉴别诊断的特异度 ($\chi^2 = 9.07, P < 0.05$) 及准确性 ($\chi^2 = 6.34, P < 0.05$);而与同机 CT 相比,SPECT/CT 融合图像能够显著提高鉴别诊断的灵敏度 ($\chi^2 = 10.17, P < 0.05$) 及准确性 ($\chi^2 = 4.80, P < 0.05$)。SPECT、同机 CT 与 SPECT/CT 融合图像对 50 例单发“热区”的最终诊断的灵敏度,特异度及准确性见表 2。

表 1 SPECT、同机 CT 及 SPECT/CT 融合图像对 50 例单发“热区”的初步诊断 (n)

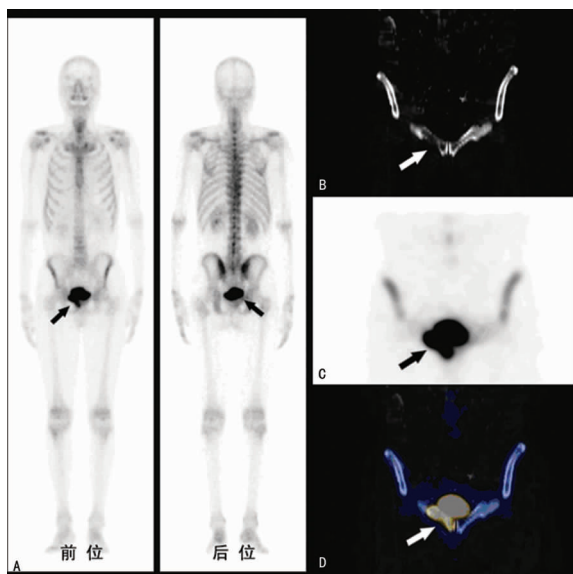
方法	骨转移	良性病变/无病变	性质待定
SPECT	15	13	22
同机 CT	17	15	18
SPECT/CT 融合图像	19	15	16

SPECT、同机 CT 与 SPECT/CT 融合图像对 50 例单发

表 2 SPECT、同机 CT 及 SPECT/CT 融合图像对 50 例单发“热区”的最终诊断^a

方法	骨转移灶 (n=23, n)			非转移灶 (n=27, n)			灵敏度 (% , n/n)	特异度 (% , n/n)	准确性 (% , n/n)
	骨转移	良性病变/无病变	性质待定	骨转移	良性病变/无病变	性质待定			
SPECT	14	1	8	10	3	14	94(14/15)	23(3/13)	63(17/28)
同机 CT	8	9	6	2	13	12	47(8/17)	87(13/15)	66(21/32)
SPECT/CT 融合图像	18	1	4	3	12	12	95(18/19)	80(12/15)	88(30/34)

^a: 计算灵敏度、特异度及准确性时,不将“性质待定”病灶计算入内,只计算已作出良、恶性判断的病灶。

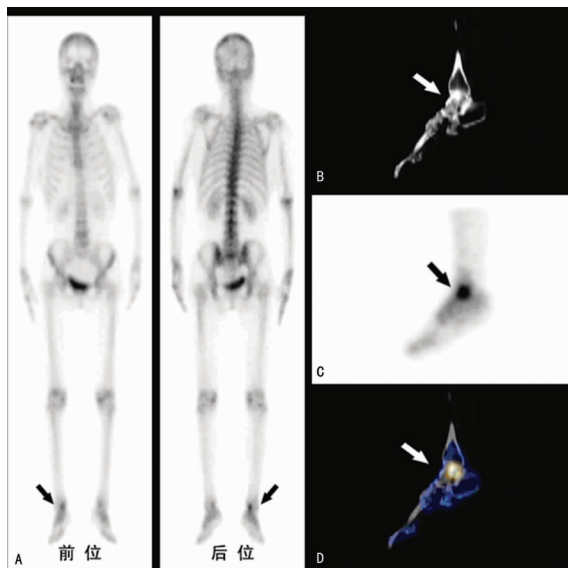


A: 全身骨显像; B: 同机 CT 图像; C: SPECT 图像; D: SPECT/CT 融合图像。

图 1 典型病例 1

2.2 典型病例 典型病例 1: 患者,性别男,年龄 68 岁,左肺小细胞癌保守治疗,全身骨显像示右侧耻骨部位放射性增高(图 1A);同机 CT 示局部骨质呈溶骨性骨质破坏(图 1B);SPECT 表现为右侧耻骨支放射性增高(图 1C);SPECT/CT 融合图像示右侧耻骨支放射性增高并局部骨质呈溶骨性骨质破坏(图 1D),诊断为骨转移。典型病例 2: 患者,性别女,年龄 60

岁,乳腺癌术后 10 年,全身骨显像示右侧踝部放射性增高(图 2A);同机 CT 示胫、腓骨下端及距骨滑车部位局部关节面硬化、骨质增生(图 2B);SPECT 示右侧踝关节部位放射性增高(图 2C);SPECT/CT 融合图像示右侧胫、腓骨下端及距骨滑车部位放射性增高并局部关节面硬化、骨质增生(图 2D),诊断为退行性病变。



A: 全身骨显像; B: 同机 CT 图像; C: SPECT 图像; D: SPECT/CT 融合图像。

图 2 典型病例 2

3 讨 论

^{99m}Tc -MDP 骨显像的基本原理决定了其对骨转移瘤诊断的非特异性。骨骼的任何部位发生可引起局部血流、代谢变化的因素时,如外伤、炎症或肿瘤等,均可导致局部 ^{99m}Tc -MDP 呈现浓聚或减低,骨显像表现为“热区”或“冷区”^[4]。虽然全身骨平面显像中单发“热区”的发生率较低,但鉴别其良恶性十分困难。单发“热区”可能是早期骨转移,也可能是良性骨病所致。根据文献记载, ^{99m}Tc -MDP 骨显像判定多发病灶是否为恶性的准确率为 79%~90%,而对于病灶少或单发病灶,判定其恶性的准确率不足 50%^[5]。因此,骨显像单发“热区”的鉴别诊断一直是困扰核医学医务工作者的问题之一。

SPECT 显像弥补了平面骨显像的诸多不足,在一定程度上可以辨别病变位置、显示病灶的放射性分布形态及范围。椎骨转移瘤 SPECT 显像特点多为圆形或椭圆形、放射性高或较高浓聚,病灶多累及椎体后部和(或)椎弓根或累及椎骨大部;而骨关节病、骨质增生、压缩性骨折等多发生在椎体或椎小关节,病灶多呈点状或条形浓聚,位于椎骨一侧或对称分布于椎骨两侧,这也与王建方等^[6]的发现相似。陈曼等^[7]曾提出,除压缩骨折表现为明显浓聚外,一般良性病变常仅表现为轻度浓聚。但本研究中 11 例良性椎骨病灶中,有 6 例表现为放射性明显浓聚,与前者的意见有明显出入,故考虑对于放射性浓聚灶,不能凭借其浓聚程度进行经验性诊断,相当一部分增生明显的良性病变,也可以出现放射性明显浓聚。位于肋骨的放射性浓聚灶,沿肋骨走行的长条状放射性浓聚灶可以认为是转移灶,而垂直于肋骨的或点状的浓聚灶则往往无法准确诊断。而位于骨盆或关节周围的放射性浓聚灶,由于解剖结构较为复杂或膀胱遮挡、尿液污染等因素的影响,通过 SPECT 显像诊断就更加困难。本研究中,SPECT 的灵敏度为 94%,而特异度仅为 23%,这与文献^[8-9]的结果相近,说明 SPECT 对单发“热区”的鉴别诊断仍存在一定的局限性,分析其特异度低的原因可能为:SPECT 图像分辨率较低,无法观察病灶局部较精细的组织结构变化;当病灶放射性聚集明显、浓聚灶范围较大或存在解剖结构重叠时,SPECT 显像就无法准确定位病灶、辨别病灶解剖结构的改变,从而降低了鉴别诊断的特异度及准确性。

SPECT/CT 兼容了 SPECT 的高灵敏度和 CT 高特异度两大优势,为临床诊断提供了全面、准确的信息。Schillaci 等^[10]在一项涵盖 81 例患者的研究中发现,SPECT/CT 融合图像明显提高了影像资料的诊断价值。本次回顾性研究发现,符合线路 SPECT/低剂量 4 排螺旋 CT 融合显像较传统平面骨显像及 SPECT 显像可明显提高鉴别诊断的准确性及特异度($P<0.05$),尤其是可以反映局部骨转移灶的解剖结构和骨质密度的变化,同时可以排除局部的生理性摄取,对骨质增生、骨囊肿、血管瘤及骨折等良性骨病有较好的诊断能力,因而减少了诊断的不确定性^[11]。本次回顾性研究观察了符合线路 SPECT/CT 融合图像对全身单发“热区”诊断的准确性,结果发现其对全身单发“热区”诊断的准确性明显高于单纯的 SPECT 和 CT 图像($P<0.05$)。

研究发现符合线路 SPECT/CT 融合图像对全身单发“热区”鉴别诊断有以下几个特点:(1)同机 CT 可较准确地鉴别诊断良性病灶的放射性摄取,如骨质增生、骨赘、骨囊肿、骨折等引起的放射性浓聚,尤其是对于关节部位的放射性浓聚灶,可

以了解病灶与其周边组织结构的毗邻关系^[12],如图 2 所示,患者骨显像示右踝部位放射性轻度增高,SPECT 无法清晰显示局部结构并做出诊断,同机 CT 发现为局部骨质增生,并诊断为退行性改变。(2)融合图像为“热区”,CT 发现有骨质改变(成骨性、溶骨性和混合性)或其周围伴有软组织肿块,即可考虑骨转移病变。对于肋骨、胸骨、横突、棘突、椎小关节、胸锁关节、骶髂关节、外周关节及骨盆等部位的单发“热区”,CT 显示上述改变,对诊断骨转移灶起决定性作用。如图 1 所示,患者骨显像示右侧耻骨部位放射性增高,SPECT 也仅能显示局部放射性异常浓聚,同机 CT 清晰显示局部耻骨支呈溶骨型骨质破坏,诊断为骨转移。(3)对于融合图像为“热区”,而 CT 未显示骨质改变的单发病灶,可依据 SPECT 显像对具有特征性表现的某些部位单发“热区”作出诊断,如局限于椎体或侵及椎弓根的浓聚灶,沿肋骨走行的条状浓聚灶,沿骨长轴走行的四肢骨浓聚灶等,虽 CT 显示无骨质改变,亦考虑骨转移灶;而某些部位的“热区”,如非对称性关节部位单发病灶或形态不典型的病灶,因为缺乏影像学特征,便有可能出现误诊或无法诊断,本研究中 4 例误诊及性质待定病例便属于此类。此时,则需采用诊断级 CT、MRI、病理活检或随访等手段协助诊断。(4)CT 显示骨质改变,融合图像未见放射性异常浓聚的病灶,一般考虑为良性病变,但此时亦不能完全排除代谢水平偏低的转移性病灶,需结合其他检查进一步排除。

综上所述,符合线路 SPECT/CT 同机融合图像可对病灶进行准确的解剖结构定位,显示出病灶的特征性影像学改变,对全身骨显像单发“热区”的良恶性鉴别有重要的临床价值。

参考文献:

- [1] 秦永德,李肖红,王塞岗,等. SPECT/CT 骨显像在肿瘤患者可疑脊柱转移灶中的诊断价值[J]. 中华核医学杂志, 2008,28(4):249-251.
- [2] 李剑明,于树鹏,裴著果,等. 骨显像肋骨单发浓聚灶分析[J]. 中国医学影像技术, 2010,26(4):745-747.
- [3] Hamann M, Aldridge M, Dickson J, et al. Evaluation of a low-dose/slow-rotating SPECT-CT system[J]. Phys Med Biol, 2008,53(10):2495-2508.
- [4] Scharf S. SPECT/CT imaging in general orthopedic practice[J]. Semin Nucl Med, 2009,39(5):293-307.
- [5] 潘中允. 临床核医学[M]. 北京:原子能出版社,1994:276-291.
- [6] 王建方,赵新明,张敬勉,等. CT 与全身核素骨显像联合诊断单发骨转移瘤[J]. 中国医学影像技术, 2011,27(3):594-598.
- [7] 陈曼,马婧,李欣欣. 全身骨显像未确定诊断骨病性质(附 140 例分析)[J]. 中国医学影像技术, 2003,19(8):1027-1029.
- [8] Ozülker T, Küçüköz Uzun A, Ozülker F, et al. Comparison of 18F-FDG-PET/CT with(99 m)Tc-MDP bone scintigraphy for the detection of bone metastases in cancer patients[J]. Nucl Med Commun, 2010,31(6):597-603.
- [9] 马全福,匡安仁. SPECT/CT 骨显像对脊柱单发病灶的诊断价值[J]. 中国临床医学影像杂志, 2008,19(2):90-93.
- [10] Schillaci O, Danieli R, Manni C, et al. Is (下转第 4625 页)

此不能使用经皮固定技术,对股骨血供破坏较大,正因如此,手术者操作时应避免过度暴露,尽量减少组织损伤。

3.4 记忆钛金属环抱器治疗髋关节置换术后股骨假体周围骨折的注意事项 环抱器在有股骨假体周围骨折患者髋关节置换时的应用需要严格掌握应用指征。记忆钛合金环抱器靠其塑形力量维持股骨骨折复位后状态,在环抱器匹配不佳时容易导致受力不均从而骨折移位,易出现畸形愈合给股骨力线带来影响甚至不愈合,故术前环抱器各种规格应准备齐全。环抱器的使用需注意以下几点:(1)环抱器型号应比股骨实际略小 10%~20%。(2)环抱臂不宜过长,以刚好环抱住股骨为宜。(3)环抱器尽量位于骨折中部,环抱臂应超过骨折线至少 2 个臂的距离^[10]。(4)骨折复位前多需要将骨折复位并临时固定,环抱器安放到位后松开临时固定装置,此时检查骨折固定牢固程度尤其重要,避免因固定不牢在扩髓时甚至术后出现松动。(5)假体安放完毕后在髋关节活动状态下检查骨折固定牢固程度也很必要,为术后功能锻炼提供保证。(6)如果发生单纯环抱器固定欠牢固的情况,必须更换或者辅以其他固定装置。本文中典型病例 2 显示,对于经转子间骨折,因受弧度影响,记忆钛合金环抱器固定不够牢固,此时可使用钛捆绑带轻松穿过小粗隆,从而达到更稳定的固定效果。关于本术式中骨水泥的应用,目前尚存在一定争议,骨折端对合不满意或对合不完全容易导致骨水泥外渗影响骨折愈合,有学者主张使用非骨水泥型加长柄假体联合植骨治疗^[11]。作者认为骨水泥具有如下的优势:(1)骨水泥可以更好地固定假体,防止股骨假体在髓腔的松动,进而防止松动给骨折愈合带来影响^[12]。(2)骨水泥扮演髓腔内固定角色,作为环抱器外固定的有力补充,故使用骨水泥时需要严格明确骨折端条件^[13-14]。术后锻炼与骨折愈合与否密切相关,过早、强度过大的功能锻炼可能导致内固定松动继而骨折不愈合,而缺乏功能锻炼影响骨折愈合,故术后功能锻炼强调有序、渐进显得必要。患者下地行走对环抱器有动力加压作用,可加速骨折愈合,缩短患者卧床时间,减少深静脉血栓的发生率。文献报道建议此类患者术后 5~6 周扶双拐下地,之后逐渐患肢负重^[15]。因髓内骨水泥应用及髓外内固定装置的运用,股骨血运必然受到影响,其长期效果尚有待进一步大样本量的研究。随着环抱器制作工艺的改善以及对髋关节置换术后假体周围骨折认识的深入,记忆钛金属环抱器在股骨假体周围骨折中的应用有望出现新的突破。

参考文献:

- [1] 杨波,吴杰,喻飞,等.人工髋关节置换术后股骨假体周围骨折的治疗体会[J].中国骨与关节外科,2011,4(2):110-113.
- [2] Lindahl H, Malchau H, Odén A, et al. Risk factors for failure after treatment of a periprosthetic fracture of the

femur[J]. J Bone Joint Surg Br, 2006, 88(1):26-30.

- [3] Berry DJ. Management of periprosthetic fractures; the hip [J]. J Arthroplasty, 2002, 17(4 Suppl 1):S11-13.
- [4] 马建兵,刘森,姚建锋.人工髋关节置换并发假体周围骨折的临床分析[J].中国矫形外科杂志,2007,15(20):1527-1530.
- [5] 许飞,王义生.全髋关节置换术后温哥华 B 型假体周围骨折的治疗[J].中国骨与关节外科,2013,6(1):5-8.
- [6] Singh JA, Jensen MR, Harmsen SW, et al. Are gender, comorbidity, and obesity risk factors for postoperative periprosthetic fractures after primary total hip arthroplasty[J]. J Arthroplasty, 2013, 28(1):126-131.
- [7] Solgaard S, Kjersgaard AG. Increased risk for early periprosthetic fractures after uncemented total hip replacement[J]. Dan Med J, 2014, 61(2):A4767.
- [8] Schwarzkopf R, Oni JK, Marwin SE. Total hip arthroplasty periprosthetic femoral fractures: a review of classification and current treatment[J]. Bull Hosp Jt Dis, 2013, 71(1):68-78.
- [9] Kavanagh BF. Femoral fractures associated with total hip arthroplasty[J]. Orthop Clin North Am, 1992, 23(2):249-257.
- [10] Zhao X, Zhu ZA, Sun YH, et al. Nickel-titanium shape-memory sawtooth-arm embracing fixator for periprosthetic femoral fractures[J]. Int Orthop, 2012, 36(3):619-626.
- [11] 冯锡光,陈怡,胡广健.记忆合金环抱器治疗髋关节置换并发假体周围骨折[J].吉林医学,2012,33(19):4050-4051.
- [12] So K, Kuroda Y, Matsuda S, et al. Revision total hip replacement with a cemented long femoral component: minimum 9-year follow-up results[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2013, 133(6):869-874.
- [13] Streit MR, Merle C, Clarius M, et al. Late peri-prosthetic femoral fracture as a major mode of failure in uncemented primary hip replacement[J]. J Bone Joint Surg Br, 2011, 93(2):178-183.
- [14] 刘英飞,王涛,张平德.人工髋关节置换后的股骨假体周围骨折[J].中国组织工程研究,2013,17(30):5557-5562.
- [15] 丛锐军,刘伟,李晓华,等.全髋置换术后股骨假体周围骨折的治疗[J].中国骨与关节外科,2009,2(6):434-437.

(收稿日期:2014-06-24 修回日期:2014-08-20)

(上接第 4622 页)

Med Imag J, 2008, 2(8):80-108.

- SPECT/CT with a hybrid camera useful to improve scintigraphic imaging interpretation[J]. Nucl Med Commun, 2004, 25(7):705-710.
- [11] Tarik B, Irina R, Cigdem A, et al. How useful is an Integrated SPECT/CT in Clinical Setting and Research: Evaluation of a low radiation dose 4 slice system[J]. Open

- [12] 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:2014-06-12 修回日期:2014-08-23)