

·临床研究·

SPECT/CT 融合显像在肿瘤患者 骨盆病变中的诊断价值

段云 杨颖卓 王乔 杨雯 何文果 徐蓉生

四川省肿瘤医院核医学科, 成都 610041

通信作者: 徐蓉生, Email: 18908178890@163.com

【摘要】目的 评价^{99m}Tc^m-亚甲基二膦酸盐(MDP) SPECT/CT 融合显像对肿瘤患者骨盆转移病灶的诊断价值。**方法** 回顾性分析 2018 年 8 至 12 月于四川省肿瘤医院经组织病理学检查确诊为恶性肿瘤且临床疑似有骨转移的 148 例患者的临床资料, 其中男性 77 例、女性 71 例, 年龄 29~86(48.8±14.5)岁。将患者分为原发盆腔肿瘤组(63 例)和非原发盆腔肿瘤组(85 例)。所有患者在首次行 SPECT 全身平面骨显像后, 对骨盆的异常浓聚灶行 SPECT/CT 融合显像。经组织病理学检查和(或)影像学检查(SPECT、CT、SPECT/CT、MRI)随访 6 个月至 1 年, 通过随访结果, 比较 SPECT 平面骨显像与 SPECT/CT 融合显像诊断骨转移的符合率、准确率和阳性预测值。定性资料的比较采用 Pearson χ^2 检验; 采用单因素方差分析比较多个影像学检查的阳性预测值。**结果** SPECT 平面骨显像共检出 309 个代谢增高病灶, 其中 239 个与随访结果相符, 诊断符合率为 77.3%(239/309), 诊断骨转移的准确率为 92.9%(208/224), 诊断良性病变的准确率为 77.3%(34/44)。SPECT/CT 融合显像共检出 367 个代谢增高病灶, 其中 349 个与随访结果相符, 诊断符合率为 95.1%(349/367), 诊断骨转移的准确率为 98.4%(299/304), 诊断良性病变的准确率为 87.7%(50/57)。SPECT 平面骨显像与 SPECT/CT 融合显像在诊断符合率、骨转移的诊断准确率、良性病变的诊断准确率间的差异均有统计学意义($\chi^2=0.595$ 、28.795、4.546, 均 $P<0.01$)。SPECT/CT 融合显像在骨盆病变中检出的病灶数多于 SPECT 平面骨显像, 原发盆腔肿瘤组检出病灶数多于非原发盆腔肿瘤组, 且差异有统计学意义($\chi^2=17.385$, $P=0.036$)。各种影像学检查的阳性预测值以 SPECT/CT 最高(84%, 52/62), 其余依次为 SPECT(79%, 48/61)、MRI(76%, 47/62)和 CT(65%, 39/60), 其阳性预测值间的差异有统计学意义($F=5.492$, $P=0.003$)。**结论** 与 SPECT 平面骨显像相比, ^{99m}Tc^m-MDP SPECT/CT 可以提高肿瘤患者骨盆转移灶鉴别诊断的准确率和原发性盆腔肿瘤骨转移灶的检出率。

【关键词】 肿瘤转移; 骨盆; 体层摄影术, 发射型计算机, 单光子; 体层摄影术, X 线计算机; 99m 锝美罗酸盐

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202003044-00044](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202003044-00044)

Diagnostic value of SPECT/CT bone fusion imaging in pelvic lesions of tumor patients

Duan Yun, Yang Yingzhuo, Wang Qiao, Yang Wen, He Wenguo, Xu Rongsheng

Department of Nuclear Medicine, Sichuan Cancer Hospital, Chengdu 610041, China

Corresponding author: Xu Rongsheng, Email: 18908178890@163.com

【Abstract】Objective To evaluate the diagnostic value of ^{99m}Tc^m-methylene diphosphonate (MDP) SPECT/CT fusion imaging in pelvic metastases in tumor patients. **Methods** The clinical data of 148 patients diagnosed with malignant tumor and suspected bone metastasis were retrospectively analyzed in Sichuan Cancer Hospital from August 2018 to December 2018. The patients, composed of 77 males and 71 females aged 29–86 (48.8±14.5) years, were divided into primary pelvic tumor group (63 cases) and non-primary pelvic tumor group (85 cases). All the patients underwent SPECT/CT fusion imaging of the abnormal concentration of the pelvis after first SPECT whole-body plane bone imaging. After 6 months to 1 year of follow-up with histomathological examination and imaging examination(SPECT, CT, SPECT/CT, and MRI), the coincidence rates, accuracy, and positive

predictive values of SPECT whole-body plane bone imaging and SPECT/CT fusion imaging in the diagnosis of bone metastasis were compared. Qualitative data were compared by Pearson χ^2 test. One-way analysis of variance was used in comparing the positive predictive values of multiple imaging tests. **Results** A total of 309 lesions with increased metabolism were detected through SPECT whole-body plane bone imaging, of which 239 were consistent with the follow-up results. The diagnostic coincidence rate was 77.3% (239/309), the accuracy rate of bone metastasis was 92.9% (208/224), and the accuracy rate of benign lesions was 77.3% (34/44). A total of 367 lesions with increased metabolism were detected by SPECT/CT fusion imaging, of which 349 were consistent with the results obtained through follow-up. The diagnostic coincidence rate was 95.1% (349/367), the accuracy rate of bone metastasis was 98.4% (299/304), and the accuracy rate of benign lesions was 87.7% (50/57). Statistically significant differences in diagnostic coincidence rate, diagnostic accuracy of bone metastasis, and diagnostic accuracy of benign lesions were found ($\chi^2=0.595, 28.795, 4.546$, all $P<0.01$). The number of lesions detected by SPECT/CT fusion imaging in the pelvic lesions was higher than that detected through SPECT whole-body plane bone imaging, and the number of lesions detected in the primary pelvic tumor group was higher than that in the non-primary pelvic tumor group, and the difference was statistically significant ($\chi^2=17.385, P=0.036$). The positive predictive value of SPECT/CT was the highest (84%, 52/62), followed by those of SPECT (79%, 48/61), MRI (76%, 47/62), and CT (65%, 39/60), and the differences were statistically significant ($F=5.492, P=0.003$). **Conclusion** Compared with SPECT plane bone imaging, ^{99m}Tc -MDP SPECT/CT can improve the accuracy of differential diagnosis of pelvic metastases in tumor patients, and the application of ^{99m}Tc -MDP SPECT/CT fusion examination can improve the detection rate of bone metastases in primary pelvic tumors.

【 Key words 】 Neoplasm metastasis; Pelvis; Tomography, emission-computed, single-photon; Tomography, X-ray computed; Technetium Tc 99m medronate

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202003044-00044](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202003044-00044)

全身骨显像有助于在恶性肿瘤早期明确分期、评估预后,为制定治疗方案提供参考。全身平面骨显像为二维图像,缺乏精确的解剖定位信息,对局灶性病变骨转移的诊断、前后重叠病灶和骨转移病灶的鉴别诊断有一定局限性^[1-2]。SPECT/CT等影像技术可获得三维融合图像,能够反映骨骼的代谢功能和解剖结构的详细信息,提高对骨骼病变诊断的准确率^[3]。本研究对148例肿瘤患者的骨盆高代谢病灶进行分析,旨在评价 ^{99m}Tc -MDP SPECT/CT骨显像对肿瘤患者骨盆转移灶的诊断价值,以期为临床研究提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析2018年8至12月于四川省肿瘤医院经组织病理学检查确诊为恶性肿瘤且临床疑似有骨转移的148例患者的临床资料,其中男性77例、女性71例,年龄29~86(48.8±14.5)岁。148例患者分为原发盆腔肿瘤组和非原发盆腔肿瘤组,原发盆腔肿瘤组患者63例,其中前列腺癌15例、直

肠癌23例、宫颈癌18例、膀胱癌7例;非原发盆腔肿瘤组患者85例,其中肺癌29例、乳腺癌34例、鼻咽癌13例、其他肿瘤9例。纳入标准:(1)首次行 ^{99m}Tc -MDP SPECT全身平面骨显像;(2)临床及影像学资料(SPECT、CT、SPECT/CT和MRI)完整;(3)原发部位经组织病理学检查证实为恶性肿瘤;(4)无其他肿瘤病史或伴有其他部位的原发肿瘤。排除标准:(1)有广泛骨转移;(2)无组织病理学、CT和(或)MRI检查结果;(3)最终未明确诊断。所有患者知悉检查流程及注意事项,并签署了知情同意书。本研究获得四川省肿瘤医院伦理委员会的批准(批准号:CZ202002015)。

1.2 检查方法

显像使用德国SIEMENS公司Symbia Intevo 16双探头SPECT/CT仪。MDP药盒由成都欣科医药科技有限公司提供, Mo - ^{99m}Tc 发生器由北京原子高科股份有限公司提供,严格按操作规程自行标记, ^{99m}Tc -MDP放射化学纯度>95%。患者静脉注射 ^{99m}Tc -MDP 3 h后行全身平面骨显像,采集能峰140 keV,窗宽20%,矩阵256×1024,放大倍数1,

显像结束后立即对有 1~3 个浓聚病灶的患者行骨盆 SPECT/CT 融合显像。参数: 矩阵 256×256, 放大倍数 1, 采集 60 帧, 每帧 15 s, CT 扫描电压 130 kV, 电流采用自动毫安模式。

1.3 图像分析

由 2 位具有 5 年以上工作经验的核医学科医师共同阅片, 分别对每个病例的 SPECT 全身平面骨显像图像和 SPECT/CT 融合图像进行判断, 意见不一致时协商取得一致。

SPECT 全身平面骨显像的诊断标准^[4]: (1) 全身骨骼有多个不对称的放射性异常病灶(≥ 3 个), 判定为肿瘤骨转移; (2) 全身骨骼有 1~3 个不对称的放射性异常病灶, 判定为可疑肿瘤骨转移; (3) 放射性异常病灶位于手术、外伤、骨折或软组织部位, 关节部位呈对称性或非对称性放射性异常分布, 判定为无肿瘤骨转移。

SPECT/CT 融合图像的诊断标准^[5]: (1) SPECT 图像提示良性病变的部位, CT 图像上具有良性病变的征象, 如退行性改变或骨折线等, 判定为良性病变; (2) SPECT 图像提示恶性病变的部位, CT 图像上有溶骨性或成骨性改变征象, 判定为恶性病变; (3) SPECT 图像提示可能良性或可能恶性的部位, CT 图像上无特征性的改变, 判定为可能良性或可能恶性。同时, 需结合 CT 图像上病灶边缘是否锐利, 病灶内是否有钙化、骨化等特征性表现及患者的年龄等相关信息, 对病灶的良恶性行进一步诊断^[6]。

1.4 随访

所有患者经组织病理学检查(或)影像学(SPECT、CT、SPECT/CT、MRI)随访 6 个月^[7]至 1 年。以组织病理学检查结果为“金标准”。仅通过影像学检查进行随访的患者, 当 SPECT 全身骨显像新增多个(≥ 3)代谢增高病灶, 且相应部位伴有骨痛时, 则判定为骨转移病灶; 当代谢增高病灶出现代谢程度减轻、消失或无变化且未接受任何骨转移治疗时, 则判定为无骨转移病灶^[8]; 其余病灶当 2 种及以上影像学检查结果一致时, 将其作为最终的判断标准^[9]。

1.5 统计学分析

应用 SPSS 21.0 软件对数据进行统计学分析。定性资料用率表示, 采用 Pearson χ^2 检验比较 SPECT 与 SPECT/CT 的诊断符合率、准确率和检

出病灶数。采用单因素方差分析比较多个影像学检查的阳性预测值。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 SPECT 全身平面骨显像

148 例患者 SPECT 全身平面骨显像共检出 309 个代谢增高病灶, 明确诊断为骨转移或良性病变的病灶 268 个, 其中诊断为骨转移的病灶 224 个, 均为骨盆区出现片状或多发点状代谢增高病灶, 患者近期均无外伤、手术史, 伴有骨盆区疼痛。在 224 个病灶中, 片状代谢增高病灶 52 个, 主要分布在髌骨和髋关节; 多发点状代谢增高病灶 78 个, 主要分布在髌前、坐骨和耻骨; 片状、点状混合型代谢增高病灶 94 个, 主要分布在髌骨、坐骨和耻骨。诊断为良性病变的病灶 44 个, 其中髌髌关节代谢增高病灶 23 个, 考虑为关节退行性改变; 近期有明确外伤史的代谢增高病灶 9 个, 考虑为外伤后代谢改变, 代谢增高病灶主要分布在骶尾椎; 明确有股骨头缺血、坏死或股骨头置换手术史的髋关节代谢增高病灶 12 个。良恶性待定的病灶 41 个, 其中骨盆区单发点状代谢增高病灶 19 个, 髌髌关节单发片状代谢增高病灶 6 个, 单侧或双侧髋关节代谢增高病灶 16 个。

2.2 SPECT/CT 融合显像

148 例患者 SPECT/CT 融合显像共检出 367 个代谢增高病灶。诊断为骨转移的病灶 304 个, 骨盆区代谢增高病灶对应部位的 CT 图像均有密度或结构改变, 其中成骨性改变 126 个、溶骨性改变 83 个、混合性改变 71 个、骨皮质不连续 24 个。诊断为良性病变的病灶 57 个, 较平面骨显像良性病灶增加 13 个, 其中股骨头缺血坏死 4 个、髌髌关节炎 2 个、髋关节退变 4 个、骨外软组织摄取 3 个(典型病例图像见图 1)。良恶性待定的病灶 6 个, 其均为单发代谢增高病灶, 对应部位的 CT 图像未见骨质改变, 其中 1 例随访确诊为骨转移, 其 SPECT 全身平面骨显像和 SPECT/CT 融合图像见图 2。

2.3 SPECT 全身平面骨显像与 SPECT/CT 融合显像结合随访的诊断结果

在 SPECT 全身平面骨显像检出的 309 个代谢增高病灶中, 有 239 个病灶的诊断结果与随访结果相符, 两者诊断的符合率为 77.3%(239/309), 诊

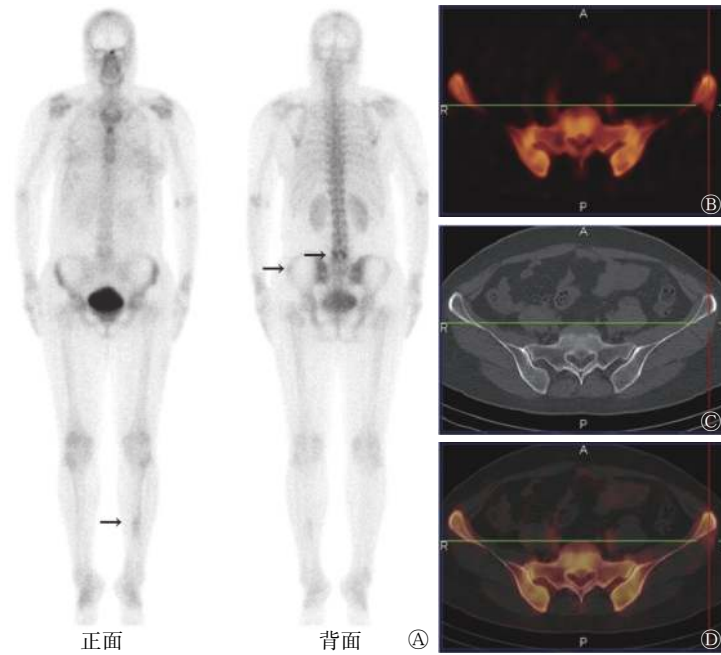


图1 乳腺癌患者(女性, 53岁)的SPECT全身平面骨显像和骨盆SPECT/CT融合显像图 患者6个月前有外伤史。A为SPECT全身平面骨显像图, 示L5、左侧髂嵴、左侧胫骨中段有代谢增高病灶(箭头所示), L5代谢增高病灶考虑为椎小关节退变, 左侧胫骨中段代谢增高病灶考虑为外伤后改变; B、C、D分别为骨盆的SPECT、CT、SPECT/CT融合显像图, 示左侧髂嵴代谢增高病灶位于臀小肌上(定位线所示), CT图像示骨盆的密度未发生变化, 提示为非骨转移瘤, 考虑为外伤后的改变。SPECT为单光子发射计算机断层摄影术; CT为计算机断层摄影术

Figure 1 SPECT whole-body plane bone imaging and pelvic SPECT/CT fusion imaging in a patient with breast cancer (female, 53 years old)

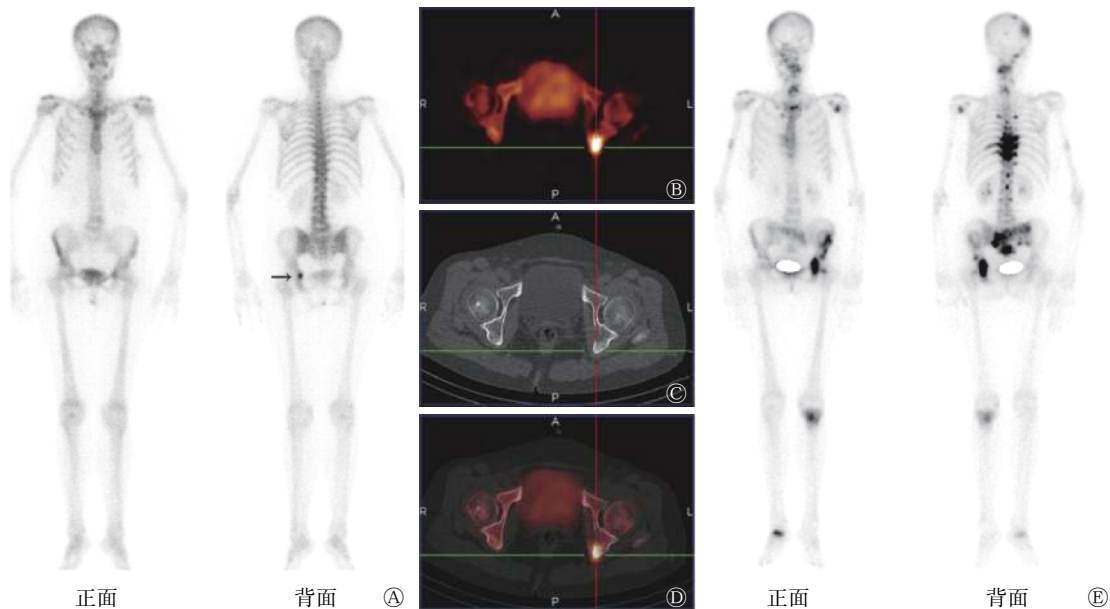


图2 肺癌患者(女性, 74岁)的SPECT全身平面骨显像和骨盆SPECT/CT融合显像图 A为SPECT全身平面骨显像图, 示左侧髂臼坐骨上段有代谢增高病灶(箭头所示); B、C、D分别为骨盆的SPECT、CT、SPECT/CT融合显像图, CT图像未见明显的密度变化(定位线所示); E为7个月后复查的SPECT全身平面骨显像图, 示全身广泛骨转移。SPECT为单光子发射计算机断层摄影术; CT为计算机断层摄影术

Figure 2 SPECT whole-body plane bone imaging and pelvic SPECT/CT fusion imaging in a patient with lung cancer (female, 74 years old)

断骨转移的准确率为 92.9%(208/224), 诊断良性病变的准确率为 77.3%(34/44)。在 SPECT/CT 融

合显像检出的 367 个代谢增高病灶中, 有 349 个病灶的诊断结果与随访结果相符, 两者诊断的符合率

为 95.1%(349/367), 诊断骨转移的准确率为 98.4%(299/304), 诊断良性病变的准确率为 87.7%(50/57)。SPECT 全身平面骨显像与 SPECT/CT 融合显像的诊断符合率、诊断骨转移的准确率、诊断良性病变的准确率间的差异均有统计学意义($\chi^2=0.595$ 、28.795、4.546, 均 $P<0.01$)。

2.4 SPECT 全身平面骨显像与 SPECT/CT 融合显像在不同分组中检出病灶数的比较

148 例患者 SPECT 全身平面骨显像共检出骨盆病灶 309 个, 其中原发盆腔肿瘤组 123 个(39.8%)、非原发盆腔肿瘤组 186 个(60.2%)。SPECT/CT 融合显像共检出骨盆病灶 367 个(比 SPECT 全身平面骨显像多检出病灶 58 个), 其中原发盆腔肿瘤组多检出病灶 53 个, 共 176 个(48.0%); 非原发盆腔肿瘤组多检出病灶 5 个, 共 191 个(52.0%)。与 SPECT 平面显像比较, 应用 SPECT/CT 融合显像, 原发盆腔肿瘤组多检出的病灶数多于非原发盆腔肿瘤组, 且差异有统计学意义($\chi^2=17.385$, $P=0.036$)。

148 例患者中, 1 例原发盆腔肿瘤组患者的 SPECT 全身平面骨显像示骨盆未见代谢增高病灶, 而 SPECT/CT 融合显像示骨盆有多个代谢增高病灶, 其 SPECT/CT 和 SPECT/MRI 融合显像图分别见图 3 和图 4。

2.5 各种影像学检查诊断结果的比较

通过 SPECT/CT 和 MRI 检查的结果发现, 诊断结果相符的病灶有 63 个, 其中骨转移 53 个、良性病变 10 个。各种影像学检查的阳性预测值以 SPECT/CT 最高(84%, 52/62), 其余依次为 SPECT(79%, 48/61)、MRI(76%, 47/62)和 CT(65%, 39/60), 各种影像学检查的阳性预测值之间的差异有统计学意义($F=5.492$, $P=0.003$)。

3 讨论

SPECT/CT 同机的诊断级 CT 可显示骨骼的结构和密度, 当有骨肿瘤时, 骨骼的结构和密度会发生一定的改变。 $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$ -MDP 在骨骼中的聚集主要取决于骨代谢的活跃程度和骨骼的局部血流状况, 因

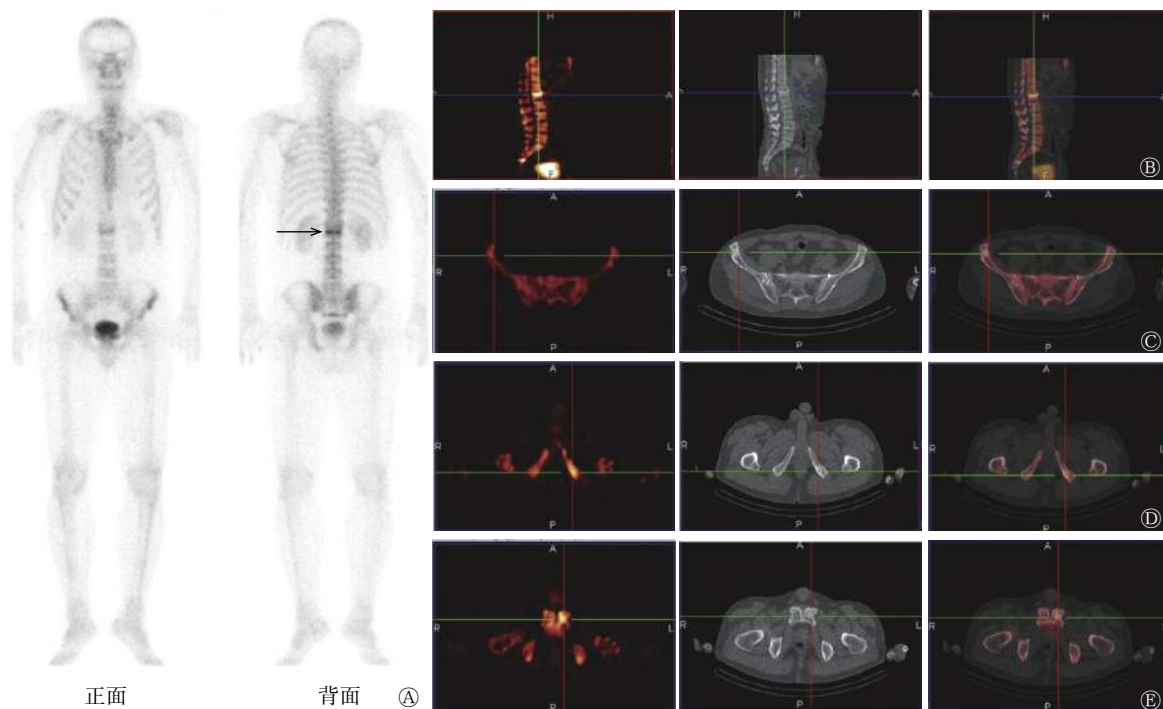


图 3 前列腺癌患者(男性, 47 岁)的 SPECT 全身平面骨显像和 SPECT/CT 融合显像图 A 为 SPECT 全身平面骨显像图, 示 L1 椎体有代谢增高病灶(箭头所示); B-E 图中由上至下依次为 SPECT、CT、SPECT/CT 融合显像图。B 为脊柱, 示 L1 椎体代谢增高病灶对应部位的 CT 图像可见椎体塌陷变形(定位线所示), 考虑为压缩性骨折; C 为右侧髂骨翼, 示代谢增高病灶同时伴有 CT 高密度结节影(定位线所示), 提示为骨转移瘤; D 为左侧坐骨, 示代谢增高病灶同时伴有 CT 高密度影和骨膜不连续(定位线所示), 提示为骨转移瘤; E 为左侧耻骨, 示代谢增高病灶伴有 CT 高密度结节影(定位线所示), 提示为骨转移瘤。SPECT 为单光子发射计算机断层摄影术; CT 为计算机断层摄影术

Figure 3 SPECT whole-body plane bone imaging and SPECT/CT fusion imaging in a patient with prostate cancer (male, 47 years old)

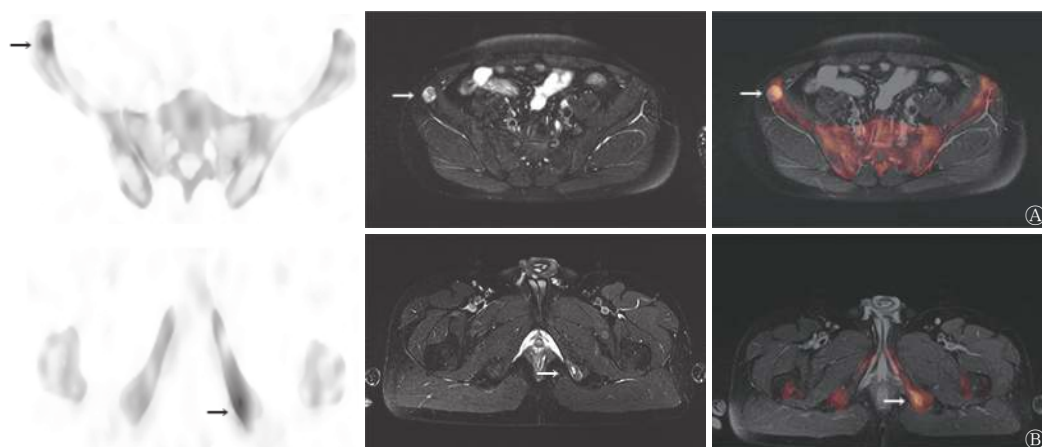


图4 前列腺癌患者(男性, 47岁)的SPECT、MRI和SPECT/MRI融合显像图。A、B图中由左至右依次为SPECT、MRI、SPECT/MRI融合显像图。A为右侧髂骨翼, 示代谢增高病灶伴有MRI强化信号(箭头所示), 提示为骨转移瘤; B为左侧坐骨, 示代谢增高病灶伴有MRI强化信号(箭头所示), 提示为骨转移瘤。SPECT为单光子发射计算机体层摄影术; MRI为磁共振成像

Figure 4 Fusion imaging of SPECT with MRI in a patient with prostate cancer (male, 47 years old)

此SPECT/CT融合显像可以同时显示病变部位的功能与结构变化。

骨盆病变的SPECT/CT融合显像具有以下优点: (1)提高诊断准确率。SPECT全身平面骨显像灵敏度高, 但特异性较低, 难以对单发和少发病灶做出准确诊断, SPECT/CT融合显像可以显示骨显像中代谢增高部位在CT图像上的定位以及结构和密度的变化, 从而对骨盆病变做出更准确的诊断^[10-11]。本研究SPECT平面显像和SPECT/CT融合显像的诊断符合率、准确率与国外研究者的研究结果相近^[12-14]。本研究中3例患者的SPECT全身平面骨显像显示骨骼组织存在显像剂的异常浓聚, SPECT/CT融合显像显示为骨邻近软组织存在显像剂摄取, 其主要是由于血供改变或钙盐沉积所致。(2)SPECT/CT融合显像可以提高阳性预测值, 早期发现病灶。本研究结果显示, 多模态SPECT/CT融合显像的诊断性能高于单模态SPECT、MRI和CT检查, 其阳性预测值与Haraldsen等^[15]的研究结果相近。Liu等^[16]对23篇文献进行分析, 结果发现骨转移的诊断灵敏度由高到低依次为PET=SPECT>MRI>CT。Jambor等^[17]的研究结果显示, ⁹⁹Tc^m-羟基亚甲基二膦酸盐(HMDP)SPECT/CT、¹⁸F-氟化钠(NaF)PET/CT和全身MRI+扩散加权成像诊断骨转移的灵敏度、特异度和AUC(ROC曲线)的差异均无统计学意义。对于CT图像上没有密度改变和MRI图像上没有强化信号的代谢增高病灶, 可通过测量SPECT的SUV_{max}进行辅助诊断, Ryo等^[18]

和Tabotta等^[19]定量分析了SPECT/CT骨显像在前列腺癌和乳腺癌患者中的代谢增高病灶, 认为SUV_{max}≥19.5或SUV_{max}≥20时对骨转移有很高的诊断灵敏度、特异度和AUC。近年来, 特异性肿瘤显像的应用显示出核医学分子显像的优越性, 其可以检出MRI和CT无法发现的早期骨骼和软组织病变。有文献报道, 使用⁹⁹Tc^m、⁶⁸Ga和¹⁷⁷Lu标记的前列腺特异性膜抗原(PSMA)行SPECT/CT诊断前列腺癌可以比其他影像学检查早发现、多发现病变, 且前列腺特异性膜抗原放射性配体在放射引导手术中具有很好的辅助作用^[20-21]。骨显像代谢增高病灶可以是骨转移灶、炎症和外伤等, 本研究中的304个代谢增高病灶对应部位的CT表现为溶骨性、成骨性和混合性骨质破坏, 从而确诊为骨转移, 57个代谢增高病灶结合CT影像考虑为关节部位退变、炎症、股骨头缺血坏死和外伤等。SPECT/CT代谢增高病灶的部位与CT和MRI的显像结果一致, 国外研究者认为, SPECT/CT可以替代MRI对骨转移和骨关节疾病进行诊断^[22-23]。

本研究中, SPECT/CT融合骨显像较SPECT全身平面骨显像多检出58个病灶, 多检出的病灶主要位于骨盆组成骨的中间部位, 这可能与病灶位于中间部位, 造成骨骼前后重叠, 中间部位的代谢增高病灶被正常骨组织遮挡, 进而造成射线衰减, 导致SPECT全身平面骨显像无法检出射线量的差异有关。原发盆腔肿瘤组较非原发盆腔肿瘤组多检出更多骨转移灶, 其可能原因为原发盆腔肿瘤血供

丰富, 肿瘤细胞直接向周围浸润、或经脊椎静脉丛转移到骨盆和腰椎等, 通过 SPECT/CT 融合显像可以检出早期病灶, 而非原发盆腔肿瘤组患者在骨盆区以外的骨骼出现代谢增高病灶后, 往往不再做盆腔局部融合显像。SPECT/CT 避免了尿液污染和膀胱尿液残留对病灶的影响, 可同时显示病灶的位置、形态、结构和密度, 提高了骨盆部位病变良恶性的诊断准确率。因此, 我们认为在进行原发性盆腔肿瘤(前列腺癌、直肠癌、宫颈癌等)骨转移检查时, 除行常规平面骨显像以外, 还需行骨盆的 SPECT/CT 融合显像, 或直接行 SPECT/CT 头颅到股骨中段两个探头位的融合显像, 以便及早发现更多病变, 提高 SPECT/CT 的诊断价值。

综上所述, SPECT/CT 融合显像可提高对骨盆病变的诊断准确率、早期诊断病变, 对原发性盆腔肿瘤的骨转移诊断更有意义。

利益冲突 本研究由署名作者按以下贡献声明独立开展, 不涉及任何利益冲突。

作者贡献声明 段云负责研究命题的提出与设计、数据的收集与分析、论文的撰写; 杨颖卓负责研究命题的设计、数据的收集与分析、论文的审阅; 王乔负责数据的获取与分析; 杨雯、何文果负责图像的处理; 徐蓉生负责研究命题的提出与设计、论文的审阅。

参 考 文 献

- [1] Rager O, Nkoulou R, Exquis N, et al. Whole-body SPECT/CT versus planar bone scan with targeted SPECT/CT for metastatic workup[J/OL]. *Biomed Res Int*, 2017, 2017: 7039406[2020-03-28]. <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2017/7039406/>. DOI: 10.1155/2017/7039406.
- [2] Guezennec C, Keromnes N, Robin P, et al. Incremental diagnostic utility of systematic double-bed SPECT/CT for bone scintigraphy in initial staging of cancer patients[J]. *Cancer Imaging*, 2017, 17(1): 16. DOI: 10.1186/s40644-017-0118-4.
- [3] 张雪辉, 孔飏, 肖国有, 等. SPECT/CT 显像对脊柱良恶性病变诊断的增益价值[J]. *中华核医学与分子影像杂志*, 2016, 36(2): 156-160. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2016.02.013. Zhang XH, Kong B, Xiao GY, et al. The added value of SPECT/CT imaging for diagnosing benign and malignant lesions of spine[J]. *Chin J Nucl Med Mol Imaging*, 2016, 36(2): 156-160. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2016.02.013.
- [4] 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. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2008.04.011. Qin YD, Li XH, Wang SG, et al. The diagnostic value of SPECT/CT ^{99m}Tc -MDP imaging in suspected bone metastasis[J]. *Chin J Nucl Med*, 2008, 28(4): 249-251. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-2848.2008.04.011.
- [5] 张一秋, 石洪成, 顾宇参, 等. ^{99m}Tc -MDP SPECT/CT 骨显像对脊柱良恶性病变的鉴别诊断[J]. *中华核医学杂志*, 2011, 31(3): 164-168. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9780.2011.03.005. Zhang YQ, Shi HC, Gu YS, et al. Enhanced diagnostic value of ^{99m}Tc -MDP SPECT/CT in patients with spinal bone malignancy[J]. *Chin J Nucl Med*, 2011, 31(3): 164-168. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9780.2011.03.005.
- [6] Helyar V, Mohan HK, Barwick T, et al. The added value of multislice SPECT/CT in patients with equivocal bony metastasis from carcinoma of the prostate[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2010, 37(4): 706-713. DOI: 10.1007/s00259-009-1334-3.
- [7] Teyateeti A, Tocharoenchai C, Muangsomboon K, et al. A comparison of accuracy of planar and evolution SPECT/CT bone imaging in differentiating benign from metastatic bone lesions[J]. *Med Assoc Thai*, 2017, 100(1): 100-110.
- [8] Utsunomiya D, Shiraishi S, Imuta M, et al. Added value of SPECT/CT fusion in assessing suspected bone metastasis: comparison with scintigraphy alone and nonfused scintigraphy and CT[J]. *Radiology*, 2006, 238(1): 264-271. DOI: 10.1148/radiol.2373041358.
- [9] 王善容, 丁月云, 朱宗平, 等. SPECT/CT 融合骨显像诊断肺癌单发骨转移的价值[J]. *山东大学学报: 医学版*, 2018, 56(2): 41-46. Wang SR, Ding YY, Zhu ZP, et al. Validity of SPECT/CT bone fusing imaging in the diagnosis of single bone metastasis of lung cancer[J]. *J Shandong Univ (Health Sci)*, 2018, 56(2): 41-46.
- [10] Beyer T, Freudenberg LS, Townsend DW, et al. The future of hybrid imaging—part 1: hybrid imaging technologies and SPECT/CT[J/OL]. *Insights Imaging*, 2011, 2(2): 161-169[2020-03-28]. <https://insightsimaging.springeropen.com/articles/10.1007/s13244-010-0063-2>. DOI: 10.1007/s13244-010-0063-2.
- [11] Tuncel M, Ergun EL, Tuncali CM. Clinical impact of SPECT-CT on bone scintigraphy in oncology: pattern approach[J]. *J BUON*, 2016, 21(5): 1296-1306.
- [12] Brenner AI, Koshy J, Morey J, et al. The bone scan[J]. *Semin Nucl Med*, 2012, 42(1): 11-26. DOI: 10.1053/j.semnuclmed.2011.07.005.
- [13] Lohrmann C, Hauschild O, Meyer PT, et al. Hybrid imaging of peripheral skeletal disease by SPECT/high-resolution flat-panel CT[J]. *J Nucl Med*, 2013, 54(8): 1323-1326. DOI: 10.2967/jnumed.112.116343.
- [14] Lehman VT, Murphy RC, Maus TP. ^{99m}Tc -MDP SPECT/CT of the spine and sacrum at a multispecialty institution: clinical use, findings, and impact on patient management[J]. *Nucl Med Commun*, 2013, 34(11): 1097-1106. DOI: 10.1097/MNM.0b013e328364bfa6.
- [15] Haraldsen A, Bluhme H, Røhl L, et al. Single photon emission computed tomography (SPECT) and SPECT/low-dose computerized tomography did not increase sensitivity or specificity compared to planar bone scintigraphy for detection of

bone metastases in advanced breast cancer[J]. *Clin Physiol Funct Imaging*, 2016, 36(1): 40–46. DOI: 10.1111/cpf.12191.

[16] Liu T, Wang SH, Liu H, et al. Detection of vertebral metastases: a meta-analysis comparing MRI, CT, PET, BS and BS with SPECT[J]. *J Cancer Res Clin Oncol*, 2017, 143(3): 457–465. DOI: 10.1007/s00432-016-2288-z.

[17] Jambor I, Kuisma A, Ramadan S, et al. Prospective evaluation of planar bone scintigraphy, SPECT, SPECT/CT, ¹⁸F-NaF PET/CT and whole body 1.5T MRI, including DWI, for the detection of bone metastases in high risk breast and prostate cancer patients: SKELETA clinical trial[J]. *Acta Oncol*, 2016, 55(1): 59–67. DOI: 10.3109/0284186X.2015.1027411.

[18] Ryoo HG, Lee WW, Kim JY, et al. Minimum standardized uptake value from quantitative bone single-photon emission computed tomography/computed tomography for evaluation of femoral head viability in patients with femoral neck fracture[J]. *Nucl Med Mol Imaging*, 2019, 53(4): 287–295. DOI: 10.1007/s13139-019-00600-2.

[19] Tabotta F, Jreige M, Schaefer N, et al. Quantitative bone SPECT/CT: high specificity for identification of prostate cancer bone metastases[J/OL]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2019, 20(1): 619[2020-03-28]. <https://bmcmusculoskeletdisord.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12891-019-3001-6>. DOI: 10.1186/s12891-019-3001-6.

[20] Cook GJR, Goh V. Molecular imaging of bone metastases and their response to therapy[J]. *J Nucl Med*, 2020, 61(6): 799–806. DOI: 10.2967/jnumed.119.234260.

[21] Farkas I, Besenyi Z, Maráz A, et al. Kezdeti tapasztalatok a ^{99m}Tc-PSMA-SPECT/CT-vel prosztatárakos betegekben[J]. *Orv Hetil*, 2018, 159(35): 1433–1440. DOI: 10.1556/650.2018.31128.

[22] Parghane RV, Singh B, Sharma A, et al. Role of ^{99m}Tc-methylene diphosphonate SPECT/CT in the detection of sacroiliitis in patients with spondyloarthritis: comparison with clinical markers and MRI[J]. *J Nucl Med Technol*, 2017, 45(4): 280–284. DOI: 10.2967/jnmt.117.193094.

[23] Ito S, Yamamoto Y, Tanii T, et al. SPECT/CT imaging in ulnocarpal impaction syndrome[J]. *Clin Nucl Med*, 2013, 38(10): 841–842. DOI: 10.1097/RLU.0b013e31828da39d.

(收稿日期: 2020-03-29)



· 读者 · 作者 · 编者 ·

2021 年本刊可直接使用缩写形式的常用词汇

- | | |
|---|---|
| <p>ATP(adenosine-triphosphate), 三磷酸腺苷</p> <p>AUC(area under curve), 曲线下面积</p> <p>CI(confidence interval), 可信区间</p> <p>CT(computed tomography), 计算机体层摄影术</p> <p>CV(coefficient of variation), 变异系数</p> <p>DNA(deoxyribonucleic acid), 脱氧核糖核酸</p> <p>DTC(differentiated thyroid cancer), 分化型甲状腺癌</p> <p>DTPA(diethylene-triaminepentaacetic acid), 二亚乙基三胺五乙酸</p> <p>FDG(fluorodeoxyglucose), 氟脱氧葡萄糖</p> <p>MDP(methylenediphosphonate), 亚甲基二膦酸盐</p> <p>MIBI(methoxyisobutylisonitrile), 甲氧基异丁基异腈</p> <p>MRI(magnetic resonance imaging), 磁共振成像</p> <p>MTT(3-(4, 5-dimethylthiazol-2-yl)-2, 5-diphenyltetrazolium bromide), 3-(4, 5-二甲基噻唑-2)-2, 5-二苯基四氮唑溴盐</p> <p>PBS(phosphate-buffered solution), 磷酸盐缓冲液</p> <p>PCR(polymerase chain reaction), 聚合酶链反应</p> <p>PET(positron emission tomography), 正电子发射断层显像术</p> <p>RBC(red blood cell), 红细胞</p> | <p>RNA(ribonucleic acid), 核糖核酸</p> <p>ROC(receiver operator characteristic), 受试者工作特征</p> <p>ROI(region of interest), 感兴趣区</p> <p>SER(sensitization enhancement ratio), 放射增敏比</p> <p>SPECT(single photon emission computed tomography), 单光子发射计算机体层摄影术</p> <p>SUV(standardized uptake value), 标准化摄取值</p> <p>SUV_{max}(maximum standardized uptake value), 最大标准化摄取值</p> <p>SUV_{min}(minimum standardized uptake value), 最小标准化摄取值</p> <p>T₃(triiodothyronine), 三碘甲腺原氨酸</p> <p>T₄(thyroxine), 甲状腺素</p> <p>TNF(tumor necrosis factor), 肿瘤坏死因子</p> <p>TNM(tumor, node, metastasis), 肿瘤、淋巴结、转移</p> <p>T/NT(the ratio of target to non-target), 靶/非靶比值</p> <p>TSH(thyroid-stimulating hormone), 促甲状腺激素</p> <p>WBC(white blood cell count), 白细胞计数</p> |
|---|---|