doi:10.11659/jjssx.04E019093

·临床研究·

SPECT/CT 融合显像结合同机 CT 多平面重组在骨转移瘤诊断中的增益价值

李雨奇,罗晓燕,张 伟,谭 畅,张鹏博 (内蒙古赤峰市医院核医学科,内蒙古 赤峰 024000)

[摘 要] **目的** 探讨 SPECT/CT 融合显像结合同机 CT 多平面重组(MPR)在骨转移瘤诊断中的增益价值。**方法** 回顾性分析 2016 年 12 月至 2018 年 10 月在我院行全身骨显像 + SPECT/CT 局部断层融合显像的 96 例患者临床资料。排除"超级骨显像"及无明确随访结果者,所得图像按两种方案进行分析,其中方案一:SPECT/CT 融合图像;方案二:SPECT/CT 融合图像 + 同机 CT 多平面重组。统计两种方案融合图像范围内的骨病灶数目并进行分析定性,结合随访结果评价两种图像分析方案的诊断效能。**结果** 研究纳入 96 例患者共 197 个病灶,其中转移病灶 103 个,良性病灶 94 个。方案一诊断转移病灶 109 个,良性病灶 88 个;方案二诊断转移病灶 96 个,良性病灶 101 个,两种方案诊断准确性比较差异有统计学意义($\chi^2=8.470\,6$,$P<0.01$)。**结论** 融合显像结合同机多平面重组 CT 可以显著提高 SPECT/CT 诊断骨转移瘤的准确性,有效排除部分假阳性病例。

[关键词] 骨转移;SPECT/CT 融合显像;全身骨显像;多平面重组

[中图分类号] R817.4 [文献标识码] A [收稿日期] 2019-04-16

Additional value of SPECT/CT fusion imaging combined with multi-planar reconstitution of integrated CT in diagnosis of bone metastases

LI Yu-qi, LUO Xiao-yan, ZHANG Wei, TAN Chang, ZHANG Peng-bo (Department of Nuclear Medicine, Chifeng Municipal Hospital, Chifeng Inner Mongolia 024000, China)

Abstract: Objective To evaluate the additional value of SPECT/CT fusion imaging combined with multi-planar reconstitution(MPR) of integrated CT in the diagnosis of bone metastases. **Methods** Collected and analyzed the clinical data of 96 patients who underwent whole body bone scan and SPECT/CT local tomographic fusion imaging. Excluded the patients with "super bone scan" and who were failed to follow-up. The obtained images were analyzed with two schemes: SPECT/CT fusion image and SPECT/CT fusion image combined with MPR of integrated CT. The number of bone lesions in the fusion image was counted and qualitatively analyzed. The diagnostic efficiency of the two image analysis schemes were evaluated according to the follow-up results. The chi-square test of paired data was used to compare the data between the two groups. **Results** A total of 197 lesions were included in 96 patients, including 103 metastatic lesions and 94 benign lesions. A total of 109 metastatic lesions and 88 benign lesions were diagnosed by SPECT/CT fusion image, and 96 metastatic lesions and 101 benign lesions were diagnosed by SPECT/CT fusion image combined with MPR of integrated CT. The diagnostic accuracy of the two schemes was significantly different ($\chi^2=8.470\,6$, $P<0.01$). **Conclusion** Fusion imaging combined with multi-planar reconstitution of integrated CT can significantly improve the accuracy of SPECT/CT in the diagnosis of bone metastases and effectively exclude some false-positive cases.

Keywords: bone metastasis; SPECT/CT fusion imaging; whole body bone scan; multi-planar reconstitution

骨骼是转移性病变的三大好发部位之一。随着肿瘤发病率的增高,骨转移瘤逐渐成为多发病,常出现骨痛、病理性骨折及功能障碍,严重影响患者的生存质量,同时骨转移的部位、大小、数量对患者的分期、诊断及预后起着至关重要的作用,因此对骨转移准确探测有着重要的临床意义。SPECT/CT 全身骨显像诊断骨

[基金项目] 赤峰市医院 2016 年度院内科技计划项目(2016-KY011)

[通信作者] 罗晓燕,E-mail:lxy667799@sina.com

[18] 韩 冰,冯 晖,陈 烁,等. 修复Ⅲ度肩锁关节脱位:带线锚钉重建喙锁韧带的生物力学变化[J]. 中国组织工程研究,2015,19(4):568-572. doi:10.3969/j.issn.2095-4344.

[19] 胡文跃,俞 冲,黄忠名,等. 双 Endobutton 钢板重建喙锁韧带联合Ⅰ期肩锁韧带修复治疗Ⅲ度以上肩锁关节脱位[J]. 中国骨伤,2015,28(6):500-503. doi:10.3969/j.issn.1003-0034.2015.06.004.

[20] 路 露,刘晓宁,仝 超,等. 锁骨远端微孔锁定钢板与钩板治疗锁骨远端 NeerⅡ型骨折疗效对比分析[J]. 创伤外科杂志,2017,19(11):821-824. doi:10.3969/j.issn.1009-4237.2017.11.006.

[21] Dedeoglu SS, Imren Y, Cabuk H, et al. Results of minimal invasive coracoclavicular fixation by double button lift-up system in Neer type II distal clavicle fractures[J]. J Orthop Surg (Hong Kong), 2017, 25(1):612345010. doi:10.1177/2309499016684722.

(编辑:贺绍梅)

转移灵敏度高,但特异性有待提高。本研究探讨了SPECT/CT融合显像结合同机CT多平面重组(multiplanar reconstitution,MPR)在骨转移瘤诊断中的增益价值,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料

收集我院2016年12月至2018年10月收治的骨转移瘤患者96例,其中男56例,女40例,平均年龄(63.8±12.9)岁;肺癌36例,前列腺癌25例,胃癌3例,结直肠癌4例,乳腺癌22例,肾癌4例,胰腺癌2例。纳入标准:有明确原发恶性肿瘤病史;在我院为明确有无骨转移而行全身骨显像的患者;全身骨显像发现单发或多发阳性病灶(特别是非好发转移部位的单发阳性病灶)、全身骨显像阴性但患者有明显疼痛部位等诊断困难;患者知情同意。排除标准:"超级骨显像"患者;随访结果不完整者。

1.2 显像方法

采用Discovery NM/CT 670双探头SPECT/CT仪配低能高分辨平行孔准直器,16层CT,钼-锝发生器,MDP。患者按全身骨显像常规准备,静脉注射^{99m}Tc-MDP 740 MBq,2 h内饮水500~1 000 mL,3~5 h后行全身骨显像,对重点部位行局部断层扫描,先行SPECT断层扫描,采集能峰140 keV,窗宽20%,矩阵128×128,放大倍数1.0,探头旋转轨迹为自动人体轨迹,360°采集,双探头各旋转180°,6°/20 s/帧,连续采集30帧,然后行同机融合断层CT,采用诊断剂量CT(120 Kev,300 mA,Pitch:1.375,矩阵512×512,重建层厚1.25 mm,骨窗重建)。

1.3 图像处理

在配备的Xeleris工作站上行SPECT/CT同机融合显像,在AW4.6工作站上行同机多平面重组。图像分析诊断按观察数据不同分为以下两种方案进行:SPECT/CT融合图像组(方案一)、SPECT/CT融合图像+同机CT多平面重组(方案二),由2位有5年以上放射科诊断经验的核医学科主治医师进行独立分析,诊断意见有分歧时引入第3名核医学主任医师讨论并达成一致结果。

1.4 诊断依据

最终临床诊断结果依据病理学检查、MRI或至少6个月的随访结果。比较两种图像分析方案对骨转移瘤的诊断效能。

1.5 统计学分析

采用SPSS 13.0软件处理数据。计算两种方案对扫描范围内骨病灶的诊断效能,并用χ^2检验比较诊断准确性。$P<0.05$为差异有统计学意义。

2 结果

共发现融合图像范围内有意义的骨病灶197个,其中转移病灶103个,良性病灶94个。方案一正确诊断出103个转移病灶中的91个,假阳性病灶18个,假阴性病灶12个,真阴性病灶76个;方案二正确诊断真阳性病灶90个,假阳性病灶6个,假阴性病灶13个,真阴性病灶88个。两种诊断方法诊断效能比较差异有统计学意义($\chi^2=8.4706$,$P<0.01$);两种图像分析方案对骨转移瘤的诊断效能见表1。

表1 两种图像分析方案对骨转移瘤的诊断效能

分析方案	灵敏度	特异性	准确性	阳性预测值	阴性预测值
方案一	88.35%(91/103)	80.85%(76/94)	76.83%(167/197)	83.49%(91/109)	86.36%(76/88)
方案二	87.38%(90/103)	93.62%(88/94)	90.45%(178/197)	93.38%(90/96)	87.12%(88/101)

3 讨论

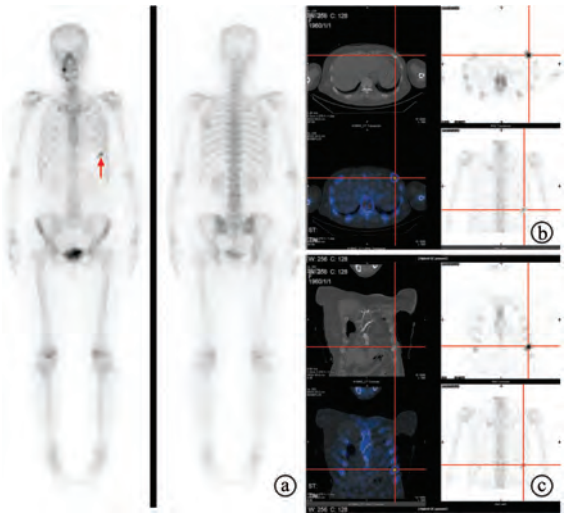
^{99m}Tc-亚甲基二膦酸盐(methylene diphosphonate,MDP)骨显像已作为判断恶性肿瘤患者(特别是原发性肺癌患者)有无骨转移的常规筛查方法[1]。^{99m}Tc-MDP骨显像是根据骨病灶的血流和骨盐代谢情况显像,能比X射线及CT更早发现骨转移灶,且有全身一次成像的优点,对多发骨转移较易诊断,但较难判定少发骨病灶(≤3个)的性质[2]。^{99m}Tc-MDP SPECT/CT全身骨显像是诊断恶性肿瘤骨转移的重要影像学方法,其灵敏度(92.1%~95.5%)、特异性(84.9%~93.6%)及准确性(70.4%~95.7%)已明显高于单纯全身骨显像[3-5]。国外研究提示更大范围的SPECT/CT诊断准确性明显高于单一视野SPECT/CT诊断的准确性,同时也有研究者采用双视野的大范围SPECT/CT融合显像进行骨转移瘤的诊断,但由于SPECT/CT全身骨显像存在部分假阳性及假阴性,其诊断效能有待进一步提高[6-7]。作为核医学医师需要铭记SPECT/CT兼具核医学与CT的优势,应充分发挥诊断CT的潜能。MPR作为一种多层螺旋CT图像重建技术,已广泛应用于临床显示精细解剖结构[8-9]。MPR是通过轴位容积扫描所得的数据重建出矢状位、冠状位的二维图像,应用中从不同方向多角度识别微小的解剖改变及病灶的细微结构。MPR具有操作简单省

时、不需额外增加采集程序等优点,作为轴位图像的补充,可以提供更多诊断信息。Wu 等[10]也强调了多模态成像的巨大应用前景。

本研究重点关注结合同机 CT 多平面重组(MPR)的 SPECT/CT 融合显像诊断骨转移瘤的效能,其提高诊断效能、减少假阳性重点体现在以下几个方面。

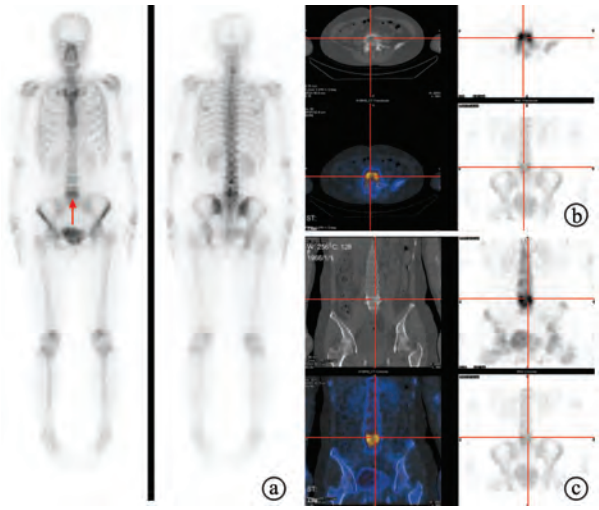
MPR 对平行于轴位扫描骨折线的显示作用。骨折是 SPECT/CT 全身骨显像诊断骨转移(特别是单发骨转移)的主要鉴别诊断之一,大部分骨折在全身骨显像表现为显著的放射性摄取增高灶,诊断需要 SPECT/CT 融合图像提供相应部位骨结构的改变,常规融合图像提供的轴位图像对于平行于扫描层面的骨折线仅表现为不规则形状的骨质密度增高灶,极易误诊为成骨性转移灶。MPR 重建主要通过选定某一方向各层横断面二维体积元重组所获取的二维图像,可从矢状位、冠状位等任意体位作 MPR 重建,可较好地显示骨骼的对应关系,故以往 CT 诊断复杂部位的骨折或是隐匿性骨折都是以 MPR 重建为主[11-13]。本研究发现单发肋骨骨折及骨盆骨折由于外伤史不明确、SPECT/CT 融合显像提示放射性摄取增高处骨质密度增高及相应部位有骨痛及压痛,SPECT/CT 融合显像均诊断为骨转移瘤,同时文献也证实 SPECT/CT 在成骨性转移中的诊断价值;但 MPR 显像在冠状位或矢状位可见线样骨质不连续处骨痂形成,故修正诊断为骨折[14-15]。此外,MPR 重建还可以弥补因层厚原因造成的轴位扫描显示骨折线不清晰的过失。本研究中乳腺癌患者全身骨显像示左侧第 6 前肋放射性摄取增高灶,SPECT/CT 轴位融合图像示相应部位骨质密度增高,提示骨转移(图 1a、b)。经 SPECT/CT 冠状位融合图像示放射性摄取增高处线样骨质不连,修正诊断为骨折。该病灶随访 6 个月未见变化(图 1c)。

MPR 对骨病变位置的判定作用。常规 SPECT/CT 融合显像使用单纯轴位显像进行位置判定,对于脊柱病变尤其是对于椎体上下缘及椎小关节层面,常缺乏特异性。对于部分椎体的许莫氏结节,SPECT/CT 融合图像显示为椎体内骨质密度增高灶,其内密度不均匀或呈环形骨质密度增高灶,相应处放射性摄取增高,提示为转移性病变,此时结合同机 CT 的多平面重组可清晰显示为椎体边缘类圆形或类椭圆形骨质密度缺损区,周边可见硬化缘,因此修正诊断,同机 CT 多平面重组对于椎体边缘的终板炎可起到类似的作用;MPR 对骨病变的位置判断还体现在对于脊椎小关节退行性变和椎体边缘骨质增生的诊断中,因二者同时具备骨质密度增高的 CT 改变和骨质放射性摄取增高的 SPECT 特点,也是易误诊但可以通过 MPR 修正诊断的病例。Mohan 等[16]研究提示 MPR 准确定位关节病变可提高疾病诊断的准确性。本研究中乳腺癌术后患者全身骨显像示下位腰椎放射性摄取增高,SPECT/CT 轴位融合图像示相应部位骨质密度增高,提示骨转移(图 2a、b),经 SPECT/CT 冠状位融合图像示放射性摄取增高处位于 L_4 椎体下缘及 L_5 椎体上缘,提示诊断为终板炎(图 2c);该病灶随访 7 个月未见变化。



a:全身骨显像;b:SPECT/CT 轴位融合图像;c:SPECT/CT 冠状位融合图像

图 1 乳腺癌患者肋骨骨折影像资料

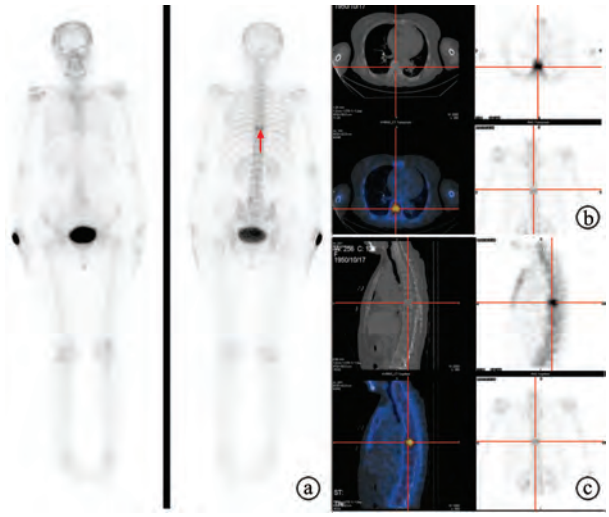


a:全身骨显像;b:SPECT/CT 轴位融合图像;c:SPECT/CT 冠状位融合图像

图 2 乳腺癌患者腰椎终板炎影像资料

MPR 对脊柱压缩性骨折的鉴别诊断作用。骨质疏松症是一种与增龄相关的骨骼疾病,骨质疏松性骨折的常见部位是椎体、髋部、前臂远端、肱骨近端和骨盆等,其中最常见的是椎体骨折。国内基于影像学的流行病学调查显示:50 岁以上女性椎体骨折患病率约为 15%,50 岁以后椎体骨折的患病率随增龄而渐增,

80 岁以上女性椎体骨折患病率可高达 36.6%[17]。椎体压缩性骨折导致椎体骨质密度增高或降低引起相应部位骨放射性摄取增高,也成为 SPECT/CT 易误诊的疾病,此时通过 MPR,尤其是矢状位的观察,可以显示椎体压缩变扁的程度,观察整个椎体的骨质密度变化情况,进而修正诊断。同时,椎体压缩性骨折常见的横向、纵向骨折线也需要 MPR 进一步明确诊断。本研究中肺癌术后患者全身骨显像示下位胸椎放射性摄取增高,SPECT/CT 轴位融合图像示相应部位骨质密度增高(图 3a、b),提示骨转移,经 SPECT/CT 矢状位融合图像示椎体弥漫性骨质密度减低(图 3c),T_8 椎体骨质密度均匀性略增高,诊断为骨质疏松、椎体压缩性骨折,行 T_8 椎体成形术,术后病理未见瘤细胞。



a:全身骨显像;b:SPECT/CT 轴位融合图像;c:SPECT/CT 矢状位融合图像

图 3 乳腺癌患者胸椎压缩性骨折影像资料

综上所述,同机 CT 多平面重组可以为 SPECT/CT 融合图像提供更多的诊断信息,校正检查结论;笔者在临床应用中还发现,对全身骨显像可疑阳性部位或全身骨显像呈阴性但骨痛明显部位直接加做 CT 平扫,不仅可以印证诊断、纠正诊断、提高诊断信心,还可以简便、快捷地发现全身骨显像未发现的阳性病变,从而真正实现“一站式”诊断[18]。本研究不足之处在于笼统地将骨恶性病变归为转移瘤,未进一步探讨区分原发恶性骨肿瘤及骨转移瘤,同时未做 3D 工作的进一步探讨,在今后的工作中将加以进一步研究。

[参考文献]

[1] 支修益,石远凯,于金明. 中国原发性肺癌诊疗规范(2015 年版)[J]. 中华肿瘤杂志,2015,37(1):67 - 78. doi:10.3760/cma. j. issn. 0253 - 3766. 2015. 01. 014.

[2] 任佳忠,霍宗伟,王晓慧,等. 99Tcm-MIBI 显像在 99Tcm-MDP 显像不能定性骨病灶中的应用价值[J]. 中华核医学与分子影像杂志,2018,38(3):182 - 186. doi:10.3760/cma. j. issn. 2095 - 2848. 2018. 03. 008.

[3] 丁月云,石德道,朱宗平,等. SPECT/CT 骨断层融合显像对肿瘤骨转移诊断价值的探究[J]. 医学影像学杂志,2017,27(3):527 - 530.

[4] 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. doi:10.3969/j. issn. 1672 - 173X. 2008. 06. 040.

[5] 张雪辉,孔 飚,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.

[6] Rager O, Nkoulou R, Exquis N, et al. Whole-body SPECT/CT versus planar bone scan with targeted SPECT/CT for metastatic workup[J]. Biomed Res Int, 2017, 2017: 7039406. doi: 10.1155/2017/7039406.

[7] 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.

[8] 赵维敬,梁宇霆,孟 颖,等. 卵巢静脉追踪结合 MPR 在 CT 识别卵巢中的应用价值[J]. 临床放射学杂志,2017,36(4):535 - 538.

[9] 贺新朱,叶浩祥,刘伟平,等. CT 平扫 MPR 和 CPR 重建技术对输精管结石的诊断价值[J]. 临床放射学杂志,2018,37(5):804 - 806.

[10] Wu M, Shu J. Multimodal molecular imaging: current status and future directions[J]. Contrast Media Mol Imaging, 2018, 6(5): 1382183. doi: 10.1155/2018/1382183.

[11] 马俊伟,战 杰,吴锦生,等. MSCT 重建技术在腕关节骨折诊治中应用研究[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志,2017,15(1):131 - 133. doi: 10.3969/j. issn. 1672 - 5131. 2017. 01. 042.

[12] 赵晓波,高 波. 多层螺旋 CT 多种重建技术联合应用在肋骨不全骨折诊断中的应用价值[J]. 医学影像学杂志,2015,25(5):940 - 952.

[13] 杨 力,蒲 红,朱 缨. MSCT 扫描及三维重建技术在降低隐匿性骨折漏诊率中的临床应用[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志,2017,15(7):137 - 140. doi:10.3969/j. issn. 1672 - 5131. 2017. 07. 043.

[14] Siris ES, Adler R, Bilezikian J, et al. The clinical diagnosis of osteoporosis: a position statement from the National Bone Health Alliance Working Group[J]. Osteoporos Int, 2014, 25(5): 1439 - 1443. doi: 10.1007/s00198 - 014 - 2655 - z.

[15] Rager O, Lee-Felker SA, Tabouret-Viaud C, et al. Accuracy of whole-body HDP SPECT/CT, FDG PET/CT, and their combination for detecting bone metastases in breast cancer: an intra-personal comparison[J]. Am J Nucl Med Mol Imaging, 2018, 8(3): 159 - 168.

[16] Mohan HK, Strobel K, van der Bruggen W, et al. The role of hybrid bone SPECT/CT imaging in the work-up of the limping patient: a symptom-based and joint-oriented review[J]. Eur J Hybrid Imaging, 2018, 2(1): 8. doi: 10.1186/s41824 - 018 - 0026 - 2.

[17] 中华医学会骨质疏松和骨矿盐疾病分会. 原发性骨质疏松症诊疗指南(2017)[J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志,2017,10(5):413 - 444. doi:10.3969/j. issn. 1674 - 2591. 2017. 05. 002.

[18] Ogata Y, Nakahara T, Ode K, et al. 3D SPECT/CT fusion using image data projection of bone SPECT onto 3D volume-rendered CT images: feasibility and clinical impact in the diagnosis of bone metastasis[J]. Ann Nucl Med, 2017, 31(4): 304 - 314. doi: 10.1007/s12149 - 017 - 1158 - 3.

(编辑:魏 源)