

· 影像诊断 ·

单光子发射型计算机断层成像-数字透视摄影图像融合技术在骨与关节疾病诊断及病情评价中的应用价值

张敏,刘玉珂,郭会利,张斌青,陈亚玲,陈伟,赵颖

(河南省洛阳正骨医院,河南 洛阳 471002)

摘要 目的:探讨单光子发射型计算机断层成像-数字透视摄影图像融合技术在骨与关节疾病诊断及病情评价中的应用价值。**方法:**采用单光子发射型计算机断层成像-数字透视摄影图像融合技术对 121 例骨与关节疾病患者进行诊断及病情评价,男 76 例,女 45 例。年龄 6~82 岁,中位数 46 岁。所有患者均采用 Symbia-T6 单光子发射型计算机断层成像-计算机体层摄影系统行病变部位扫描,并采用柯达 DR7500 数字放射成像系统对病变部位进行检查。通过图像融合技术获得单光子发射型计算机断层成像-数字透视摄影图像及单光子发射型计算机断层成像-计算机体层摄影图像。数字透视摄影图像、单光子发射型计算机断层成像-数字透视摄影图像及单光子发射型计算机断层成像-计算机体层摄影图像由 2 位高年资核医学科医师及 1 位计算机体层摄影术诊断医师共同阅片,对病变作出明确诊断及病情评价。**结果:**本组 121 例患者通过数字透视摄影图像无法得出准确诊断或虽能明确诊断但不能对病变的病程分期及活跃程度等进行准确评价。通过单光子发射型计算机断层成像-数字透视摄影融合图像 96 例明确诊断,通过单光子发射型计算机断层成像-计算机体层摄影融合图像 114 例明确诊断。**结论:**单光子发射型计算机断层成像-数字透视摄影图像融合技术对于诊断和评估四肢的骨与关节疾病具有重要的临床应用价值。但对组织器官重叠较多、解剖结构复杂部位的病变以及以溶骨性骨质破坏为主的病变,其应用价值有限。

关键词 图像处理,计算机辅助 骨骼 体层摄影术,发射型计算机,单光子 体层摄影术,X 线计算机 数字透视摄影术

医学图像融合技术将病变的解剖形态和功能信息有机结合,为医学影像诊断提供了新思路,在疾病诊断与治疗评价中显示出了独特的优势,迅速成为近年来的研究热点^[1-2]。目前,临床上常用的图像融合技术主要有单光子发射型计算机断层成像-计算机体层摄影(single photon emission computerized tomography-computed tomography, SPECT-CT)图像融合、正电子发射体层摄影-计算机体层摄影(positron emission tomography-computed tomography, PET-CT)图像融合、正电子发射体层摄影-磁共振成像(positron emission tomography-magnetic resonance imaging, PET-MRI)图像融合、单光子发射型计算机断层成像-数字透视摄影(single photon emission computerized tomography-digital radiography, SPECT-DR)图像融合、CT-MRI 图像融合等,其中 SPECT-CT 图像融合及 PET-CT 图像融合的应用较广泛,但由于设备投入大、检查费用高等原因,限制了该技术在临床的推广应用。采用 SPECT-DR 图像融合技术诊断骨与关节

疾病,检查费用低,易于在基层医院推广。2011 年 6 月至今,我院应用 SPECT-DR 图像融合技术对骨与关节疾病进行诊断及病情评价,并与 SPECT-CT 图像融合技术作比较,现总结报告如下。

1 临床资料

本组 121 例,男 76 例,女 45 例。年龄 6~82 岁,中位数 46 岁。病变部位:四肢骨 81 例,骨盆及髋关节 25 例,椎体 10 例,胸骨 3 例,骨盆及双下肢 1 例,骨盆、椎体及胸锁关节 1 例。

2 检查方法

所有患者均采用 Symbia-T6 SPECT-CT 图像融合系统行病变部位 SPECT 断层扫描及同机 CT 扫描,扫描前 3~4 h 静脉注射 99mTc-MDP 20~25 mCi。全部患者同时采用柯达 DR7500 数字放射成像系统对病变部位进行检查。将 SPECT 及 DR 图像传输至图像存储与传输系统(Picture Archiving and Communications System, PACS)服务器,应用河南省洛阳正骨医院与北京思创贯宇科技开发有限公司联合开发的图像融合软件对同一患者的 SPECT 和 DR 图像进行配准融合,获得 SPECT-DR 图像;SPECT 图像和 CT 图

像采用 Symbia-T6 随机工作站图像融合软件进行融合。DR、SPECT-DR 及 SPECT-CT 图像均由 2 位高年资核医学科医师及 1 位 CT 诊断医师共同阅片,对病变作出明确诊断及病情评价。

3 结 果

本组 121 例患者通过 DR 图像无法明确诊断或虽能明确诊断但不能对病变的病程分期及活跃程度等进行准确评价。通过 SPECT-DR 融合图像 96 例明确诊断,通过 SPECT-CT 融合图像 114 例明确诊断。

3.1 骨肿瘤 40 例确诊为骨肿瘤。通过 DR 图像 11 例明确诊断,通过 SPECT-DR 融合图像 25 例明确诊断,通过 SPECT-CT 融合图像 32 例明确诊断。40 例骨肿瘤中良性骨肿瘤 18 例,15 例 DR 图像显示骨质解剖结构异常,但均不能准确判断肿瘤分期及活跃程度,3 例骨样骨瘤患者 DR 图像上病变显示不清楚,诊断困难;17 例通过 SPECT-DR 融合图像明确诊断(图 1、图 2),1 例椎体成骨细胞瘤患者,病变椎体部位放射性核素呈片状异常浓聚,骨质破坏情况显示不清楚,未能明确诊断;通过 SPECT-CT 融合图像 18 例良性骨肿瘤患者均明确诊断。恶性骨肿瘤 22 例,通过 DR 图像 3 例明确诊断,其中 2 例为多发转移瘤,1 例为骨肉瘤;通过 SPECT-DR 图像 8 例明确诊断(图 3),7 例单发转移瘤及 7 例原发恶性骨肿瘤病变区的解剖结构显示不清楚,仅表现为不同程度的放射性核素斑片状异常浓聚,未能明确诊断;通过 SPECT-CT 融合图像 15 例明确诊断,3 例多发转移瘤及 4 例原发恶性骨肿瘤未能明确诊断。

3.2 骨与关节炎症 22 例诊断为骨骼及关节炎症。通过 DR 图像 19 例明确诊断,但均无法准确判断病变范围及分期,2 例原发骨感染及 1 例骶椎结核在 DR 图像上未见明显解剖结构改变;通过 SPECT-DR 融合图像 17 例明确诊断(图 4),3 例骨折术后感染、1 例腕关节炎性病变及 1 例椎体慢性低毒感染未能明确诊断;通过 SPECT-CT 融合图像对 22 例患者的病变均作出了明确诊断。

3.3 缺血性骨坏死 16 例诊断为缺血性骨坏死。通过 DR 图像 16 例患者均明确诊断,但均无法准确判断病变的病程分期;通过 SPECT-DR 及 SPECT-CT 融合图像 16 例患者均明确诊断,并对骨坏死的病程分期作出了准确评价(图 5)。

3.4 骨关节炎 3 例诊断为骨关节炎。通过 DR 图

像均可明确诊断,但无法判断病变的病程分期;通过 SPECT-DR 及 SPECT-CT 融合图像均明确诊断,并对骨关节炎的病程分期作出了准确评价。

3.5 骨骺损伤 骨骺损伤 3 例。在 DR 图像上其解剖结构及密度均未见异常,通过 SPECT-DR 及 SPECT-CT 融合图像 3 例患者均明确诊断(图 6)。

3.6 足副舟骨慢性损伤 足副舟骨慢性损伤 3 例。在 DR 图像上其解剖结构及密度均未见异常,通过 SPECT-DR 及 SPECT-CT 融合图像 3 例患者均明确诊断(图 7)。

3.7 髋关节撞击综合征 2 例诊断为髋关节撞击综合征。在 DR 图像上均表现为髋臼边缘骨质增生、硬化,但无法准确判断其病程分期;通过 SPECT-DR 及 SPECT-CT 融合图像对 2 例患者均明确诊断,并对其病程分期作出了准确评价,即髋臼外上缘有放射性核素局限性异常浓聚时,提示病变不稳定或处于进展期,无放射性核素异常浓聚时,说明该病变处于相对稳定状态。

3.8 强直性脊柱炎 2 例诊断为强直性脊柱炎。在 DR 图像上病变部位解剖结构未见异常,无法判断其病程分期;SPECT-DR 及 SPECT-CT 融合图像均明确诊断,表现为腰椎椎体、椎间关节、骶髂关节及髋关节、耻骨联合区等多部位放射性核素片状异常浓聚。

3.9 人工关节置换术后假体松动 11 例诊断为人工关节置换术后假体松动。在 DR 图像上 11 例患者假体周围骨质结构均未见明显异常改变,不能明确诊断;通过 SPECT-DR 融合图像 8 例明确诊断(图 8);通过 SPECT-CT 融合图像对 11 例均作出了明确诊断。

3.10 骨折 ①骨折愈合情况。对 14 例骨折患者的骨折愈合情况进行了评价,依据 14 例患者的 DR 图像均不能准确判断骨折是否愈合及有无远期愈合的可能性;通过 SPECT-DR 及 SPECT-CT 图像对 14 例患者的骨折愈合情况均作出了准确评价,其中 1 例诊断为骨折已愈合,表现为骨折端放射性核素片状轻度浓聚;11 例诊断为骨折处于愈合进程中,具有远期愈合的可能性,均表现为骨折线两端存在跨越骨折线的放射性核素浓聚(图 9);2 例诊断为骨折不愈合,表现为骨折线一端或两端放射性核素呈片状异常浓聚,但浓聚区未跨越骨折线。②骨折良恶性鉴别。对 3 例患者的骨折良恶性进行了鉴别,依据 3 例患者的 DR 图像均无法鉴别骨折的良恶性;通过 SPECT-DR 图像

1 例腰椎良性压缩性骨折明确诊断,1 例腰椎骨折和 1 例骶椎、耻骨多发骨折未能明确诊断;通过 SPECT-CT 融合图像对 3 例患者的良恶性均作出了明确诊断。③隐性骨折。2 例诊断为隐性骨折,在 DR 图像上未显示明确的骨折线,不能明确诊断(图 10);SPECT-DR 及 SPECT-CT 融合图像均明确诊断,表现为与骨折线一致的放射性核素带状异常浓聚。

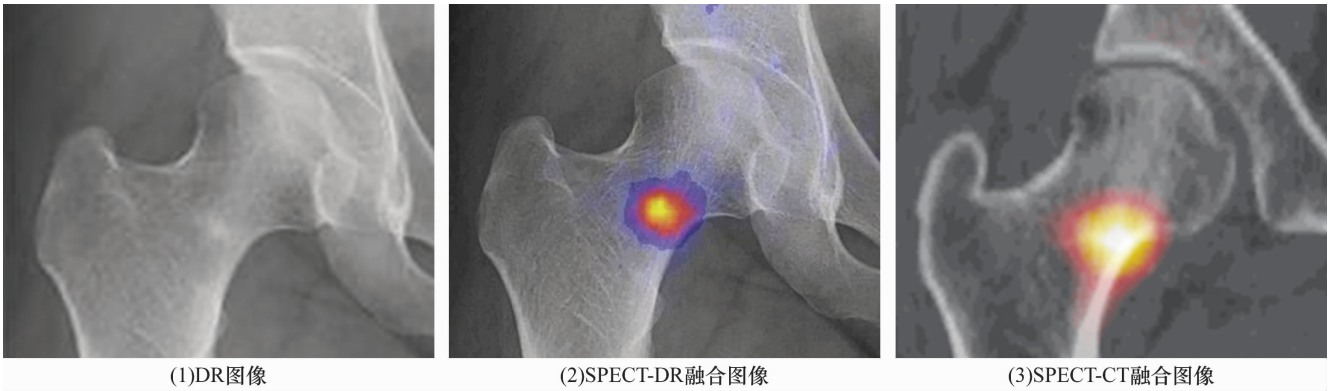


图 1 患者,女,31 岁,右股骨颈骨样骨瘤

(1)DR 图像示右股骨颈区斑点状高密度影 (2)(3)SPECT-DR 及 SPECT-CT 融合图像显示病变区放射性核素局限性团状异常浓聚,中央区最为显著

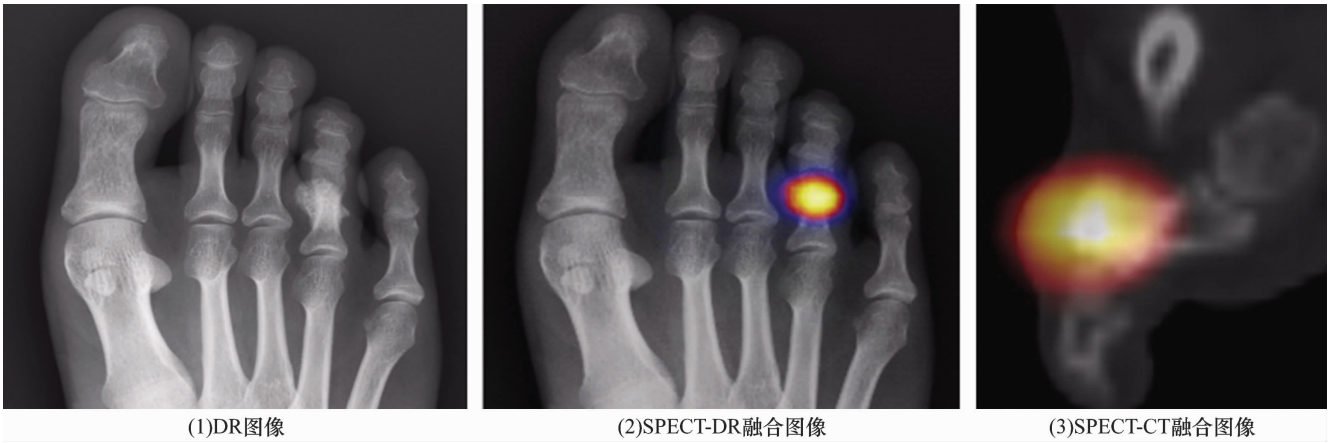


图 2 患者,男,33 岁,左足第 4 趾骨近节骨软骨瘤

(1)DR 图像示左足第 4 趾骨近节骨软骨瘤,但不能判断病变活跃程度 (2)(3)SPECT-DR 及 SPECT-CT 融合图像显示瘤体末端放射性核素团状异常浓聚,提示肿瘤增殖活跃

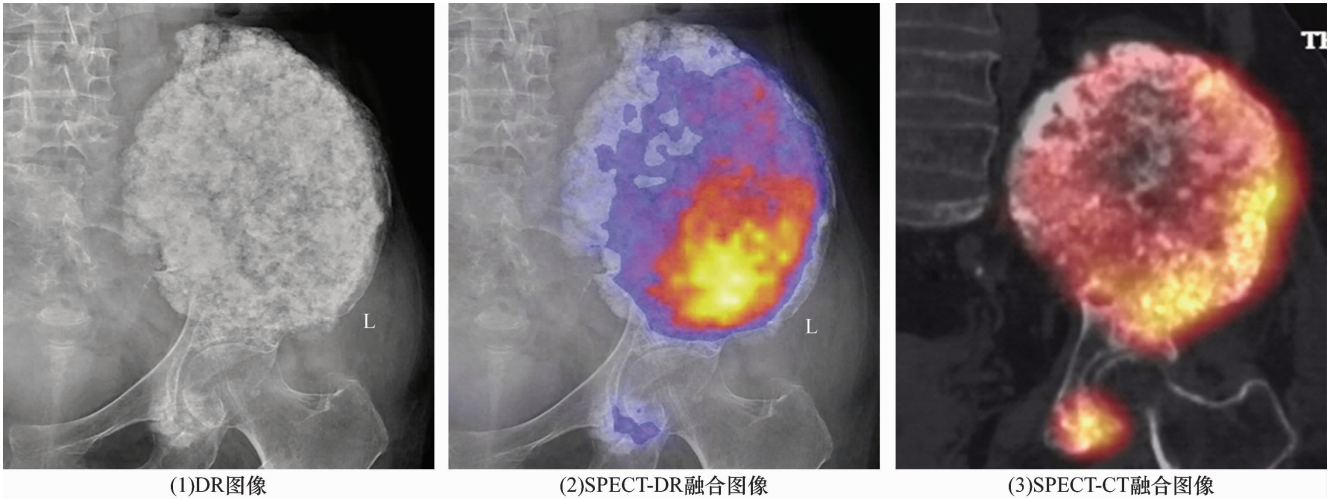


图 3 患者,女,52 岁,骨盆多发恶性成骨细胞瘤

(1)DR 图像示左侧髂骨及髌臼骨质破坏,伴大量棉团状成骨,很难判断肿瘤的活跃程度 (2)(3)SPECT-DR 及 SPECT-CT 融合图像显示病变区放射性核素呈片状异常浓聚,尤以髂骨病变区下部为著,表明肿瘤增殖活跃

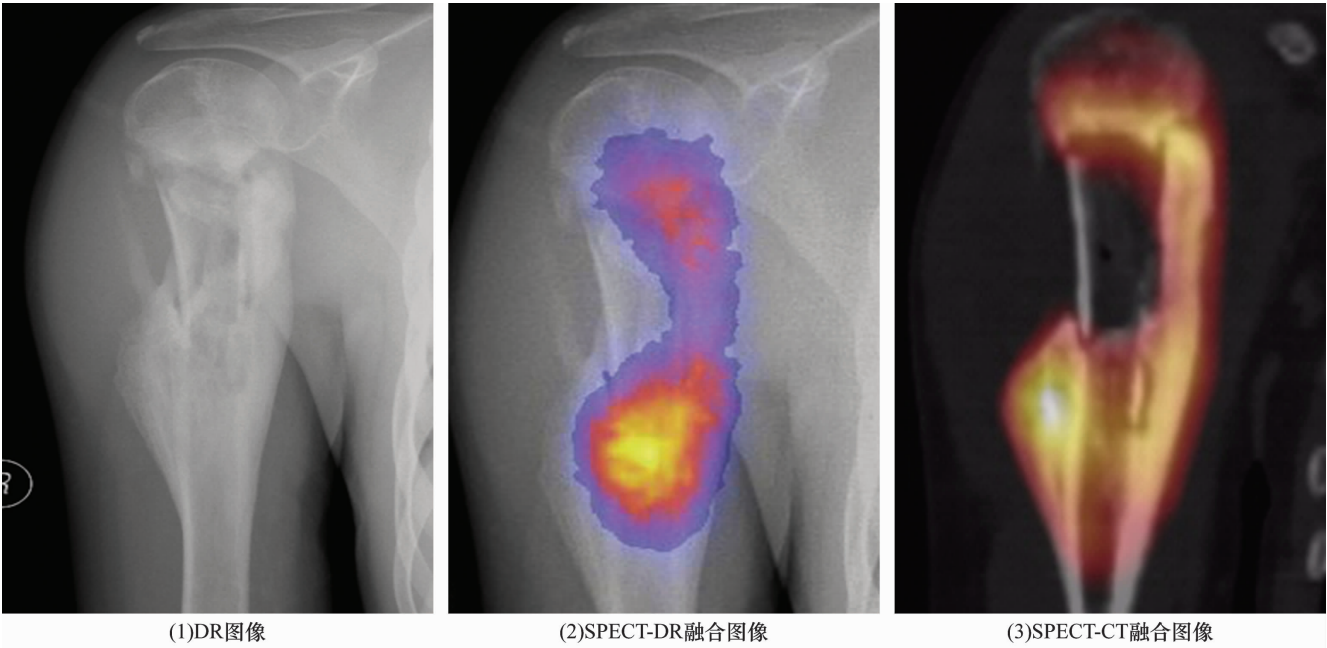


图 4 患者,男,14 岁,右肱骨上段慢性骨髓炎

(1)DR 图像示右肱骨上段骨质破坏,周围伴有骨膜反应,误诊为恶性骨肿瘤 (2)(3)SPECT-DR 及 SPECT-CT 融合图像显示病变区呈弧形放射性核素异常浓聚,中央骨块未见浓聚,证实为大块死骨,诊断为慢性骨髓炎

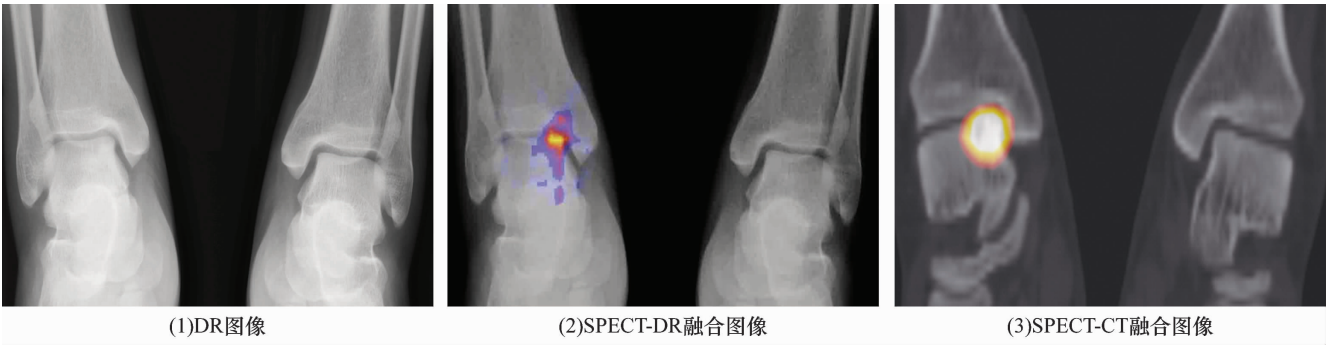


图 5 患者,男,56 岁,右距骨缺血性坏死

(1)DR 图像示双侧距骨骨质结构未见明显异常 (2)(3)SPECT-DR 及 SPECT-CT 融合像示右距骨内上角放射性核素呈局限性团状异常浓聚,而左侧距骨未见放射性核素异常浓聚,诊断为右距骨内上角缺血性坏死

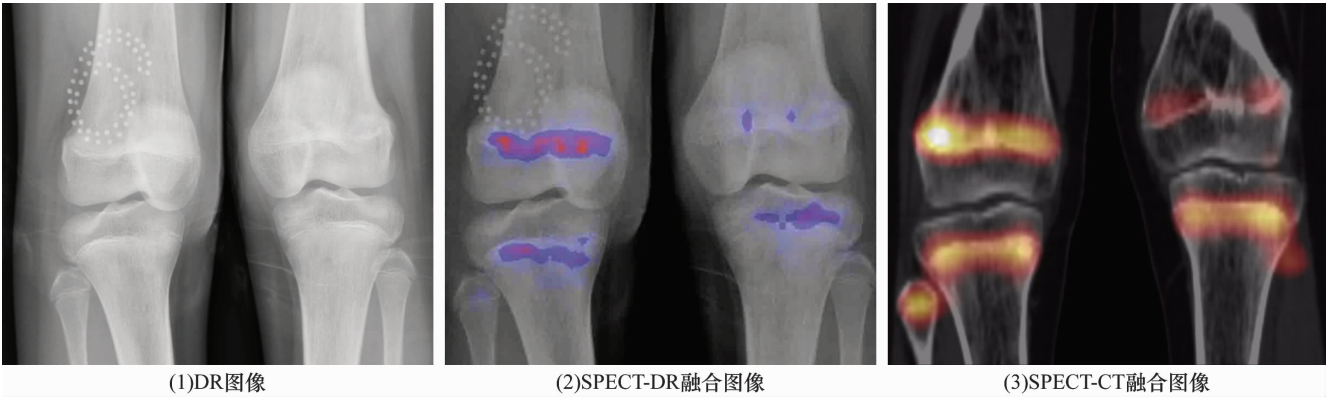


图 6 患者,女,17 岁,左股骨下端骨骺板损伤并早闭

(1)DR 图像示双膝关节骨质结构完整,骨骺板及骨骺未见明显异常 (2)(3)SPECT-DR 及 SPECT-CT 融合图像示左股骨下端骨骺板区放射性核素浓聚较对侧明显减少,明确诊断为左股骨下端骨骺板损伤并早闭

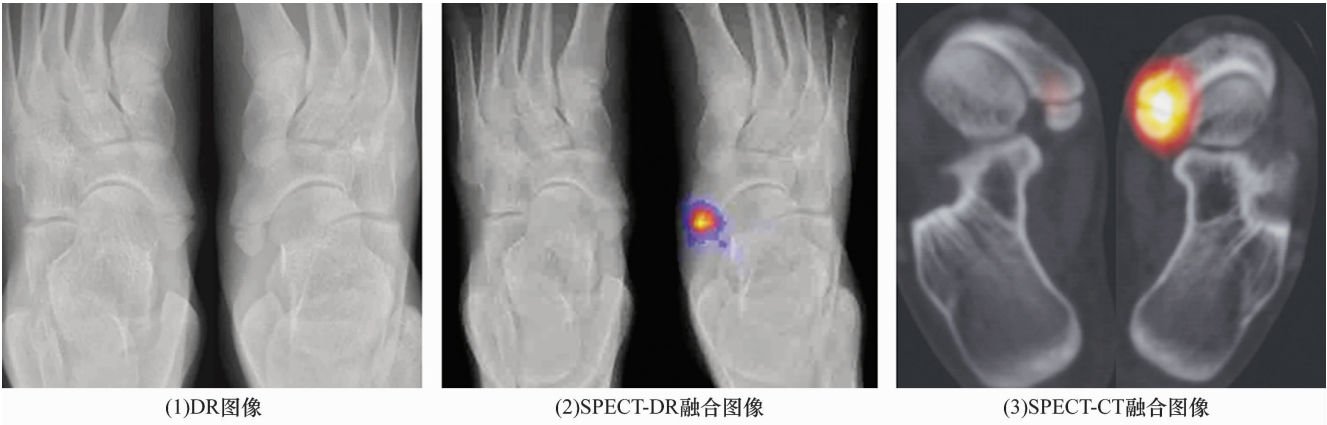


图 7 患者,男,20 岁,左足副舟骨慢性损伤

(1)DR 图像示双足副舟骨变异,骨质密度未见明显异常 (2)(3)SPECT-DR 及 SPECT-CT 融合图像示左足副舟骨区放射性核素局限性团状异常浓聚,右足未见异常浓聚,诊断为左足副舟骨慢性损伤

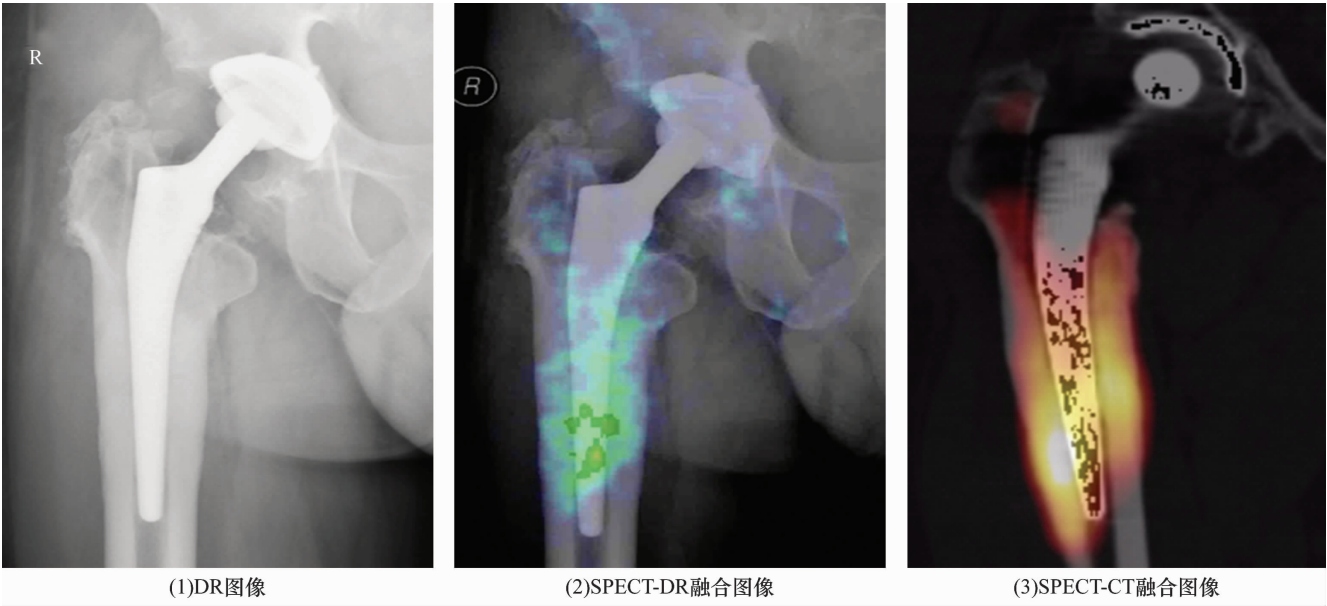


图 8 患者,男,54 岁,右侧人工髋关节置换术后股骨假体松动

(1)DR 图像示假体周围骨质未见明显异常,未见假体移位 (2)(3)SPECT-DR 及 SPECT-CT 融合图像示右侧股骨柄假体周围骨骼界面放射性核素异常浓聚,尤以股骨假体柄远端及股骨矩处为著,诊断为股骨假体松动

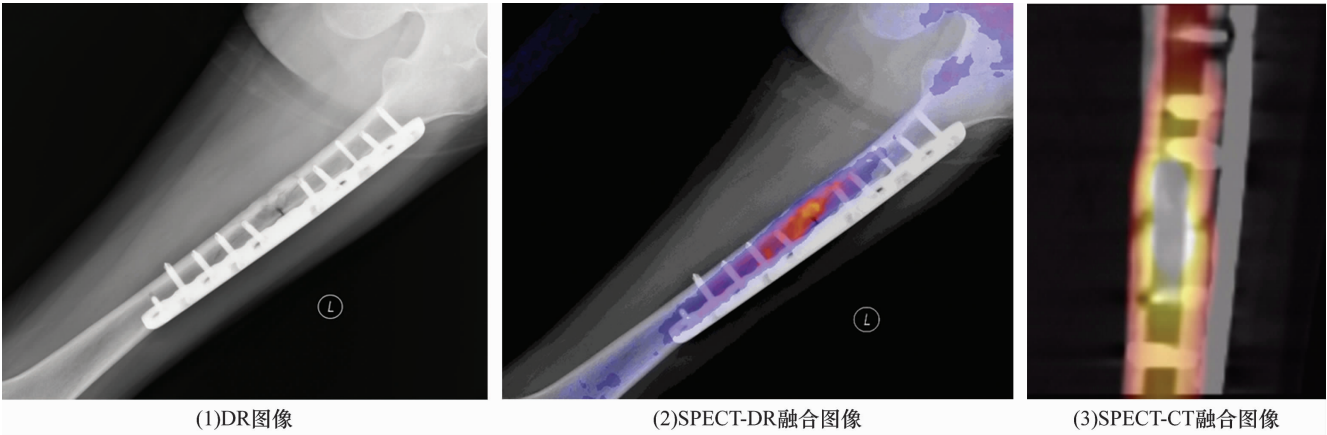


图 9 患者,男,27 岁,左股骨中段骨折术后 9 个月

(1)DR 图像示骨折线清楚,骨折端未见骨痂形成,诊断为延迟愈合,不能明确是否具有愈合的可能性 (2)(3)SPECT-DR 及 SPECT-CT 融合图像显示骨折线两端存在跨越骨折线的放射性核素浓聚区,据此判断该骨折处于愈合进程中,有远期愈合的可能

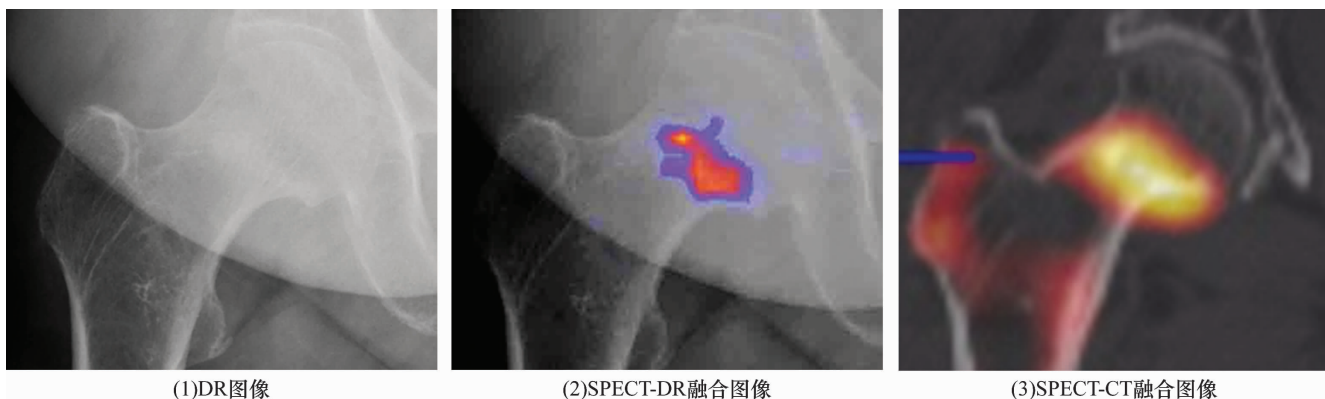


图 10 患者,女,62 岁,右股骨颈隐性骨折

(1)DR 图像示右股骨颈骨质结构完整 (2)(3)SPECT-DR 及 SPECT-CT 融合图像示右股骨颈区垂直于股骨颈长轴部位放射性核素呈带状异常浓聚,诊断为股骨颈隐性骨折

4 讨论

骨与关节疾病是临床常见病、多发病,X 线、CT、MRI 及核医学检查方法对其诊断及鉴别诊断有重要作用。X 线、CT 及 MRI 图像分辨率高,解剖定位准确,可清晰显示病变区形态及结构的改变,但无法反映组织的功能和代谢信息;而骨与关节疾病出现解剖结构的改变常晚于临床症状的出现,在疾病的早期,尚未发生解剖结构及形态改变时,应用上述检查方法易导致漏诊或误诊^[3]。部分骨与关节疾病表现出来的解剖形态的异常与其病理、代谢的信息并不完全一致,有些病变尽管有解剖形态的异常,但并不一定需要治疗;有些多发病变表现为相同的解剖结构及形态的异常,但其病程分期并不相同;疾病治疗一段时间后,病人的症状和体征可能已经缓解或消失,而解剖结构的异常可能还要存在很长时间。因此,仅仅依靠 X 线、CT 及 MRI 等解剖影像,往往很难实现对这些病变细节的区分以及进行有效的病情评价。

放射性核素骨显像是诊断骨与关节疾病的重要手段。^{99m}Tc-MDP 是一种趋骨性显像剂,它在骨骼中的聚集主要取决于骨质代谢活跃程度和局部血流状况,骨代谢活跃的部位骨显像剂聚集明显增多,而溶骨性病变和骨坏死的部位骨显像剂明显减少;血流量增加 3~4 倍,骨显像剂聚集可增加 30%~40%^[3]。SPECT 骨显像是以病变区血流分布及骨质代谢活跃程度等机能变化为基础,当病变部位血供、骨盐代谢和成骨过程发生改变时,骨显像即可发生异常,其敏感性较高^[4]。但能引起血供及骨质代谢变化的骨骼病变如创伤、炎症、肿瘤、骨代谢性疾病等均可影响 ^{99m}Tc-MDP 在病变部位的浓聚,所以 SPECT 骨显像

诊断的特异性较低^[5]。另外,SPECT 分辨率较差,不能对病灶区进行准确定位,尤其对脊柱和骨盆等组织器官重叠部位缺乏精确定位能力^[6]。

基于以上原因,将功能影像与解剖影像进行有机结合的图像融合技术应运而生,它实现了功能代谢图像与解剖图像的对位和融合,既能对病变的功能代谢情况作出评价,也能观察其细致的解剖结构,从而能够准确地对病变进行定位、定性,达到早期、准确诊断疾病的目的,对骨骼疾病的诊断具有重要意义^[7]。近年来,SPECT-CT 及 PET-CT 图像融合技术在肌肉骨骼系统疾病诊断中的应用尤其广泛,但由于设备投入大、检查费用高等诸多原因,限制了其在临床的推广应用;而 SPECT-DR 图像融合技术具有便捷实用、辐射剂量低、设备投入少、基层医院易于推广等优势,且在骨与关节疾病诊断的某些方面可与 SPECT-CT 甚至 PET-CT 图像融合技术相媲美。本组 121 例患者通过 DR 图像无法得出准确诊断或虽能明确诊断但不能对病变的病程分期及病变活跃程度等进行准确评价。应用 SPECT-DR 融合图像 96 例明确诊断,应用 SPECT-CT 融合图像 114 例明确诊断。这一结果充分体现了 SPECT-DR 在骨与关节疾病诊断及判断疾病分期和病变活跃程度等方面的优势。

由于 SPECT-DR 图像是将 SPECT 图像与 DR 图像进行配准融合,而 DR 图像是一种组织器官重叠的影像,对于组织器官重叠较多、解剖结构复杂的部位,如脊椎骨、骨盆等并不能准确判断放射性核素异常浓聚的位置,其应用价值有限。另外,当病变为溶骨性骨破坏时,放射性核素的浓聚较少、程度较轻,尽管解剖图像上显示异常,但 SPECT 图像往往(下转第 55 页)

(上接第 52 页)不能清楚显示异常,采用 SPECT-DR 图像进行诊断与病情评价较为困难,甚至容易发生漏诊和误诊。

从本组病例的检查结果可以看出,SPECT-DR 图像融合技术对于诊断和评估四肢的骨与关节疾病具有重要的临床应用价值。但对组织器官重叠较多、解剖结构复杂部位的病变,以及以溶骨性骨质破坏为主的病变,其应用价值有限。

5 参考文献

- [1] Buck AK, Nekolla S, Ziegler S, et al. SPECT/CT[J]. J Nucl Med, 2008, 49(8): 1305 - 1319.
- [2] Wagner HN Jr. From molecular imaging to molecular medicine henry[J]. J Nucl Med, 2006, 47(8): 13N - 39N.
- [3] 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——图像融合技术在骨与关节疾病诊断中的应用(十三)[J]. 中医正骨, 2011, 23(9): 20 - 25.

- [4] 张敏, 刘玉珂, 陈亚玲, 等. 应用图像融合技术诊断骨折愈合——图像融合技术在骨与关节疾病诊断中的应用(二)[J]. 中医正骨, 2010, 22(10): 22 - 24.
- [5] 刘玉珂, 张敏, 郭会利, 等. 应用图像融合技术诊断骨关节炎——图像融合技术在骨与关节疾病诊断中的应用(十一)[J]. 中医正骨, 2011, 23(7): 26 - 30.
- [6] 张斌青, 陈亚玲, 张敏, 等. 应用图像融合技术诊断骨肿瘤——图像融合技术在骨与关节疾病诊断中的应用(九)[J]. 中医正骨, 2011, 23(5): 32 - 35.
- [7] 张敏, 陈亚玲, 刘玉珂, 等. 应用图像融合技术诊断骨骼炎症——图像融合技术在骨与关节疾病诊断中的应用(三)[J]. 中医正骨, 2010, 22(11): 22 - 26.

(2012-12-13 收稿 2013-01-08 修回)