

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)

张敏,张斌青,郭会利,刘玉珂,王军辉,陈亚玲

(河南省洛阳正骨医院,河南 洛阳 471002)

关键词 图像处理,计算机辅助 肌肉骨骼系统 体层摄影术,发射型计算机,单光子 体层摄影术,X 线计算机 磁共振成像 数字透视摄影术 综述



(张敏主任医师)

近年来随着医学影像技术的不断发展,图像融合技术逐步显示出其独特的优势。将单光子发射型计算机断层成像(single photon emission computerized tomography, SPECT)与 X 线片、计算机断层成像(computed tomography, CT)、磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)等不同成像技术的图像进行不同方式的图像融合处理,所提供的信息不是简单的数据总和,而是有效地显示了解剖和生理之间的关系,提供的诊断信息更全面,可早期、准确诊断骨与关节疾病,为临床提供更有价值的参考信息^[1]。本文就近年来我院应用图像融合技术诊断骨与关节疾病的情况作一回顾性总结。

1 图像融合技术诊断骨与关节疾病的原理

放射性核素骨显像诊断骨与关节疾病一直是核医学的优势项目之一。^{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%^[2]。SPECT 扫描为全身平面骨显像,可灵敏地反映全身骨骼代谢状况;但 SPECT 解剖分辨率低下,不能对病灶进行准确定位,尤其对脊柱和骨盆等重叠部位缺乏精确定位能力^[3]。另外,^{99m}Tc-MDP 显像灵敏度高,任何影响骨质代谢的疾病,如骨折、骨髓炎、骨梗死、骨肿瘤等都可造成骨显像剂的异常浓聚,所以诊断的特异度较低。X 线、CT、MRI 等形态影像学技术以解剖图像高分辨率为特

点,可清晰显示脏器的解剖形态,但存在反映病变滞后及不能准确对病灶从功能角度定性等缺点。将功能影像与形态影像进行图像融合之后,可实现优势互补,既能突出病变的形态学特征,又增加了功能影像的信息,揭示了形态与功能影像之间因果、转归等病理学特征,可显著提高诊断的准确度和特异度,对骨骼疾病的诊断具有重要意义^[4]。

2 图像融合技术在骨与关节疾病诊断中的应用

2.1 应用图像融合技术诊断髌臼唇损伤 髌臼唇是维持髌关节正常生物力学行为的重要组成部分,髌臼唇损伤也是引起髌部疼痛的重要原因之一。宋朝晖等^[5]的研究显示,髌臼唇撕裂的发生率高达 81.7%。髌臼唇损伤如不及时治疗可导致骨性关节炎,其诊断主要依赖于影像学诊断,但髌臼唇损伤时 X 线、CT 检查常无阳性发现,对慢性髌臼唇损伤 MRI 也常是阴性表现^[6]。此外,形态影像学也不能解决髌臼唇损伤诊断的假阳性和假阴性问题,尤其是无法与发育变异如髌臼边缘小骨(副骨化中心)等进行鉴别。本研究小组对 9 例形态影像学无法确定是否为髌臼唇损伤的病例进行了 SPECT 检查,结果显示所有患者在可疑髌臼唇损伤处均有放射性核素异常浓聚,但无法明确髌臼唇的精细解剖形态、损伤程度及损伤级别;与形态影像学图像进行图像融合之后,清晰地显示了髌臼唇损伤的精细解剖形态^[7]。

2.2 应用图像融合技术诊断隐性骨折 隐性骨折在临床上并不少见,是指常规检查无阳性发现而实际存在的骨折,这种骨折不能靠临床症状确诊,是一种假阴性显像^[8]。隐性骨折在 X 线平片上表现为阴性,甚至 CT 也难以明确诊断,常导致漏诊,使患者错过最佳治疗时机,造成不良后果,甚至引起严重并发症。

骨显像剂 ^{99m}Tc -MDP 可浓聚于局部骨代谢异常活跃的部位,对应力性骨折或隐性骨折诊断的灵敏度极高,几乎接近 100%;同时 SPECT 显像为全身扫描,对一些隐匿部位骨折的诊断,如眼眶壁、骨盆、脊柱等因骨骼重叠而形态影像学检查容易漏诊的部位,更是有着无可比拟的优势。对放射性核素骨显像在隐性骨折诊断中的应用,国内外已有多篇文献报道,但同时也指出 SPECT 平面显像的解剖定位能力差,存在不少假阳性,降低了诊断的特异度。应红^[9]认为在损伤 6~72 h 内便可在血流相、血池相及延迟相中见到放射性核素浓聚区;在伤后 6~72 h 内进行核素骨扫描,如无放射性核素异常浓聚,则在很大程度上可排除骨折的可能。本研究小组对 11 例患者进行了融合图像研究,其中 DR 检查发现骨折 9 处,CT 检查发现骨折 25 处,SPECT 发现 65 处病灶表现为类圆形、形态不一的放射性核素异常浓聚,SPECT-CT 融合图像发现 69 处骨折,其中隐性骨折 60 处,隐性骨内骨折 24 处,充分体现了图像融合技术在诊断隐性骨折、特别是隐性骨内骨折方面的优势^[10]。同时,我们还发现 SPECT-CT 融合技术还可大致判断骨折的时间,年轻人骨折愈合后放射性核素异常浓聚恢复的正常时间为 6 个月至 2 年,90% 在 1 年内可恢复正常,但老年患者骨折的骨显像可持续数年。所以,如果外伤或骨质疏松患者有临床症状而 X 线和 CT 检查结果正常,或患者临床症状的范围与 X 线和 CT 检查结果不一致,可以选择 SPECT-CT 图像融合检查,以早期做出准确诊断。

2.3 应用图像融合技术诊断骨折愈合 骨折愈合是骨的原始连续性重建,是一个极其复杂的细胞组织学修复过程,愈合时间受多种因素影响^[11]。以往评价骨折愈合常用的方法主要是常规 X 线检查及 CT 检查,依据骨折线的消失、骨皮质的衔接、断端有无骨痂形成通过,而对于无骨痂或仅有少量骨痂形成的骨折,判断存在一定的困难^[12]。本研究小组对 16 例骨折患者的骨折部位进行图像融合分析之后,认为当发现放射性核素浓聚区部分或全部通过骨折端时,均可认为骨折端处于愈合过程中,具有远期愈合的可能;相反,如果骨折端未见有连续的放射性核素浓聚区通过,则认为骨折未愈合,放射性核素浓聚区离骨折端越远,骨折愈合的可能性就越小^[13]。应用融合图像综合分析放射性核素在骨折端分布的形态、位置及核

素浓聚比值,实现了对骨折是否愈合及能否远期愈合的准确判断,为临床鉴别、确诊骨折延迟愈合与骨不连提供了一种客观评价的方法。

2.4 应用图像融合技术诊断骨关节炎 骨关节炎在临床工作中十分常见,引起骨骼炎症的因素很多,包括生物性致炎因子、化学性致炎因子、物理和机械性致炎因子。骨骼炎症诊断的失误及治疗方法的不当是引起骨质破坏的重要原因,早期、准确诊断尤为重要。无菌性炎症是指具有血管活体组织的一种防御性反应^[14],骨关节无菌性炎症是临床工作中常见的一大类疾病,多发生于过度活动或不当活动的关节,属于中医学“痹症”范畴,抗生素治疗无效,目前多采取对症施治,早期诊断及合理治疗对防治骨关节炎的不可逆进展有重要临床价值。本研究小组对 21 例骨关节无菌性炎症患者的融合图像进行分析,认为该技术提高了发现与诊断骨骼无菌性炎症的能力,通过显像剂浓聚的程度、范围可判断骨骼无菌性炎症的进展程度,并为靶向核素治疗提供了标记,也为疗效评价提供判断标准^[15]。

形态影像学对诊断骨关节炎存在一定的滞后性,典型阳性形态影像学表现往往晚于临床症状出现 3~5 d,甚至 2 周左右。放射性核素骨显像的优势是在骨质形态结构改变之前就可以表现出核素的异常浓聚。本研究小组对 65 例骨与关节炎症患者进行了 SPECT 检查,其中 6 例患者在尚未出现骨质破坏时即显示了核素的异常浓聚,进行图像融合处理之后,准确诊断为骨骼炎症。对于人工髋关节置换之后的可疑感染患者,结合临床表现和必要的实验室检查,融合图像可明确是否存在感染,还能清晰显示感染的具体部位、范围、活动度(核素浓聚程度)及其与假体的关系等,为临床提供了有益信息^[16]。通过观察融合图像上骨显像剂浓聚与关节间隙的关系、浓聚形态、浓聚程度、软骨改变、死骨形态、骨质破坏形式、周围软组织改变、骨应力性改变、骨密度与骨显像剂浓聚的关系等,还可诊断及鉴别感染性炎症和无菌性炎症。如骨髓炎感染区骨质不规则破坏,密度不均匀,可见形态不一、程度不同的放射性核素浓聚;死骨区骨密度相对增高,核素浓聚缺失,我们称之为“冷区”。无菌性胸锁关节炎骨形态肥大,局部骨密度增高,软组织肿胀,核素浓聚跨关节,浓聚程度与临床疼痛程度呈正比,治疗后形态影像显示除软组织外其余均无

改变,而功能影像显示核素浓聚下降程度与临床疼痛缓解程度相一致。

2.5 应用图像融合技术诊断缺血性骨坏死 缺血性骨坏死是指各种原因导致的骨组织营养中断或者严重不足,相应骨组织代谢出现障碍,局部骨组织缺血、变性,早期诊断和准确评估对于及时采取有效的治疗措施非常重要^[17]。应用 SPECT 骨扫描和骨三相检查缺血性骨坏死,尤其是股骨头缺血性骨坏死,已有多篇文献报道,且在临床中广泛应用。巴建涛等^[18]对 69 例严重急性呼吸综合征患者进行了骨三相及全身骨扫描,并与 MRI 检查结果进行了比较。69 例患者核素骨扫描发现 31 个股骨头存在不同阶段、不同程度的骨坏死,MRI 发现 30 个股骨头存在骨坏死,两者符合率为 97%。该研究中 23 例患者的 42 个股骨头骨显像提示可疑骨坏死,表现为股骨头区的放射性核素明显稀疏,周围放射性核素相对浓聚,其中 67% 的患者的 MRI 检查结果为阴性,可能为一些更早期的骨坏死甚至梗死前病变。本研究小组对 61 例患者进行了 SPECT 与形态影像学图像融合检查,融合图像精细、准确地显示了所有患者缺血坏死区的解剖形态、坏死程度及坏死级别^[19],因此我们认为应用图像融合技术结合骨三相动态时相图观察,可以清楚显示骨坏死区血流灌注情况及骨坏死修复情况,为确定骨坏死的临床分期和制定治疗方案起到积极的指导作用。值得提及的是,利用骨三相动态时相图观察股骨头局部均显示“冷区”的应为骨坏死区;周边不同程度的放射性核素浓聚区则可能有 2 种情况,要结合其形态影像学表现而定。如骨小梁排列紊乱、密度有增高趋势,提示该区处于修复期;骨小梁排列基本正常、小梁间隙略大、密度有减低趋势,提示该区为预备坏死区。

2.6 应用图像融合技术诊断风湿类关节疾病 风湿类关节疾病是临床上的常见病,其诊断需结合临床症状、实验室及影像学检查结果。对于具有临床症状和影像学解剖形态改变者多能明确诊断,而对于具有一定临床症状但没有明显的影像学解剖形态结构改变,尤其是实验室检查结果为阴性的患者,诊断具有一定的难度^[20]。SPECT 骨扫描是功能显像,反映的是骨质早期代谢变化,在形态影像学表现正常时可表现为放射性核素的异常浓聚。此外,SPECT 骨显像为一次全身成像,对诊断肌腱、韧带附着部位的早期炎症及

软组织病变更具优势^[21]。本研究小组对 78 例可疑强直性脊柱炎(ankylosingspondylitis, AS)患者进行 SPECT-CT、SPECT-MRI 及 SPECT-DR 图像融合检查,显示在 AS 的病变部位均有明显的放射性核素异常浓聚,并且对 AS 累及的部位、范围和程度的显示较传统影像学图像更加全面,对于传统影像学图像不能显示的病变亦可准确显示,同时融合图像能准确判断病变部位及病变活动程度。我们在研究中还发现,在 X 线及 CT 图像中 AS 患者的双侧髋髂关节病变往往表现相同,此时多认为双侧髋髂关节病变处于相同的影像与病理学分期;而 SPECT-CT 图像中,患者的双侧髋髂关节一侧放射性核素明显浓聚,而另一侧正常或与对侧形成明显差异。说明解剖形态与功能学分期有较大差别,或许功能影像可以给我们提供更多疾病诊断与治疗的有益信息,为疾病的个性化治疗提供更加科学的依据。另外,图像融合技术还可应用于 AS 的疗效评价,通过对治疗前后放射性核素在病变部位分布范围和变化程度的对比,并进行定量分析,为临床制定治疗方案提供客观依据^[22]。

2.7 应用图像融合技术诊断骨肿瘤 骨肿瘤可分为原发性骨肿瘤和继发性骨肿瘤 2 大类。继发性骨肿瘤是骨骼系统最常见的恶性肿瘤,因恶性肿瘤而死亡的患者中约有 30%~70% 在尸检时发现骨转移^[23]。早期、准确诊断骨肿瘤有重要的临床价值,也是临床工作者长期的追求目标。形态影像学检查存在容易漏诊病灶及发现病灶较晚的缺点。SPECT 骨扫描可灵敏且全面地发现病灶,但对病灶的定位及定性存在一定的困难^[24-25]。SPECT 与形态影像学图像有机融合之后,可显著提高临床对骨肿瘤的诊断能力,目前应用 SPECT-CT 融合图像诊断恶性肿瘤骨转移的报道较多^[24-26],但该技术良性肿瘤诊疗中的应用较少。本研究小组对 86 例骨肿瘤患者的 SPECT-CT、SPECT-MRI 及 SPECT-DR 融合图像进行分析后发现,图像融合技术可提高发现病灶与鉴别良恶性肿瘤的能力^[27]。如 1 例多发性骨软骨瘤患者(10 个瘤体以上),2 个瘤体软骨帽放射性核素轻度浓聚,1 个瘤体放射性核素中度浓聚,1 个瘤体放射性核素高度浓聚,其余瘤体处无放射性核素浓聚,高度浓聚与临床疼痛的部位一致,经手术病理证实为软骨肉瘤变。单独应用 SPECT 显像,无论平面显像还是断层显像对许多放射性核素异常浓聚灶都无法准确

定性,进行图像融合之后,综合分析病灶骨质代谢情况、病灶形态、密度及周围软组织情况,均能准确诊断,显著提高了诊断的灵敏度和特异度。

2.8 应用图像融合技术诊断关节置换术后假体松动

人工关节置换术是骨科常用技术,可帮助不少严重骨病患者恢复部分患肢功能,提高患者的自理能力,而术后假体松动是造成手术失败的最常见原因。假体周围骨质溶解是导致假体松动的常见原因,常规 X 线及 CT 检查有助于假体松动及骨溶解的诊断。67% 的髋关节假体周缘的骨溶解可以在骨盆前后位 X 线片上发现,特异性达 72%,但常规 X 线片往往无法确定或低估假体周围骨质溶解的范围,同时金属伪影的存在也会显著降低 CT 对假体松动的判断水平^[28-29]。目前应用放射性核素骨显像来诊断关节假体松动的报道较少。本研究小组对髋关节置换术后临床怀疑假体松动的 14 例患者进行了 SPECT-CT 融合图像检查,其中 10 例患者形态影像学检查无异常发现;SPECT 图像显示 14 例患者的假体周缘均有不同程度的显像剂异常浓聚,融合图像提示的假体松动部位和临床术后诊断完全符合;3 例有疼痛症状,但其他影像学检查无异常者,经图像融合检查诊断为假体松动,并经手术证实^[30]。同时我们还发现 SPECT-CT 融合图像可为判断假体松动是否由感染造成提供参考线索——无菌性假体松动患者的 SPECT-CT 融合图像上的显像剂异常浓聚区主要在关节假体的承重区或与应力有关,而感染性假体松动患者的 SPECT-CT 融合图像的放射性核素浓聚则显得杂乱无章^[30]。尽管图像融合技术对髋关节置换术后假体松动的诊断具有明显的优势,但是由于关节置换术后引起假体周围骨骼发生成骨反应的因素较多,并且有些成骨反应所导致的放射性核素浓聚与假体松动引起的放射性核素浓聚不易鉴别,因此应用该技术诊断假体松动会不可避免地出现假阳性结果,造成特异度下降,临床诊断中应特别注意。

2.9 应用图像融合技术评价肌肉骨骼系统的药物疗效

目前应用放射性核素骨显像评价药物疗效的报道较多^[31-32],但多局限于采用 SPECT 进行单一评价,存在空间定位能力差,无法准确判断病变部位显像剂的准确分布位置,影响药物疗效的判断。本研究小组对经过靶向治疗及中西医治疗的 12 例骨骼肌肉系统疾病患者治疗前后的融合图像进行了比较,并与

患者的临床症状、体征及相关实验室检查结果相结合,发现治疗后治疗有效患者的病灶部位显像剂分布范围及程度均有明显变化,因此我们认为 SPECT-CT 融合图像可准确、灵敏地观察药物疗效,也可为临床选择治疗药物及疗效监测提供客观依据^[33]。如能对显像剂浓聚变化进行定量分析,可以用更确切、详实的数据资料对 SPECT-CT 融合图像结果进行对比观察研究,从而得出的数据也会更加客观。从研究结果中可以看出,利用图像融合技术可以准确、灵敏地判断中药的疗效,因此我们认为该技术在中医药研究方面有着广阔的应用前景。

2.10 应用图像融合技术诊断代谢性骨病

代谢性骨病是由多种原因所致的以骨代谢紊乱为主要特征的骨病,其发病机制包括骨吸收、骨生长和矿物质沉积 3 方面的异常,其准确诊断有赖于对影像学、实验室及临床检查结果的综合分析。影像学检查对诊断代谢性骨病有重要作用,同时在疾病进程及治疗效果的评价方面有着不可替代的作用。本研究小组对 15 例代谢性骨病患者的 SPECT-CT 融合图像进行了分析,图像分析结果提示各种代谢性骨病融合图像都有一定的特征性阳性表现,如肾性骨病患者的假骨折线区未见明显放射性核素异常浓聚,可进一步证实假骨折线区骨样组织骨化困难这一特征,甲状旁腺功能亢进症患者的多囊性骨吸收区未见明显显像剂异常浓聚,可为鉴别诊断提供依据^[34-36]。

2.11 应用图像融合技术诊断退行性骨关节疾病

退行性骨关节疾病是以人体可动关节的关节软骨退行性变、关节表面及边缘骨质增生为特征的非炎症性退行性病变。随着年龄的增长,退行性骨关节疾病的发病率逐年增加,早期诊断和防治对维持关节的正常功能意义重大,但目前对具有一定的临床症状但还没有发生明显放射学解剖形态改变的早期退行性骨关节疾病的诊断较困难,同时也缺乏评价治疗效果的客观手段^[37-38]。放射性核素骨显像可检查出骨矿物质 5% 的改变,而病变处骨矿物质质量减少 30%~50% 以上 X 线片才能表现出异常^[39]。本研究小组对 41 例退行性骨关节疾病患者进行 SPECT-CT 融合图像检查,结果表明在 X 线及 CT 等形态影像学检查手段能明确诊断时,SPECT-CT 融合图像具有特征性的表现,多能明确诊断;对形态影像学检查无法明确诊断的退行性骨关节疾病患者,骨显像剂也表现为异常浓

聚,可准确诊断^[40]。值得指出的是,同一关节不同病变区域的形态影像表现相同时显像剂浓聚程度不同,提示其病理分期及病变的活跃程度可能不同,这种方法为临床制定更加有针对性的治疗方案提供了客观依据。如多个关节发生退行性骨关节疾病时,治疗前部分关节形态影像与 SPECT-CT 检查均表现异常,并且这些关节部位都有疼痛症状;而部分关节形态影像学检查异常,但 SPECT-CT 检查表现正常,亦无临床症状。治疗后前者关节形态影像学检查的异常表现未发生改变,而 SPECT-CT 融合图像中的放射性核素浓聚消失或减弱,临床症状亦随之改善。这一结果提示病变部位的形态影像学检查异常时,患者并不一定有相应的临床症状,需结合功能图像进行综合分析,才能为疾病的针对性治疗提供更加客观的依据。

3 图像融合技术诊断骨关节疾病的局限性

图像融合技术是诊断骨关节疾病的一种重要方法,但由于 SPECT 以骨关节部位的骨质代谢活跃程度和局部血流状况为显像基础,因此对于一些溶骨性病变或血供明显减少甚至无血供的病变,骨显像往往表现为放射性核素分布稀疏或缺损,诊断中不易观察,容易漏诊。例如,溶骨性的骨转移瘤往往仅在肿瘤破坏区的边缘发生轻度的放射性核素浓聚,而中央溶骨性破坏区常表现为放射性核素缺损,诊断中容易漏诊;对于乏血供的骨髓瘤,其影像学表现亦常和溶骨性骨转移瘤相似,常常仅能观察到部分肿瘤病灶,并且常位于发生病理骨折的部位,而其他一些病灶则无明显的放射性核素异常分布;骨关节之外的软组织内的病变或骨关节病变侵犯软组织时,由于缺乏放射性核素骨显像的病理生理基础,大多亦无异常表现。另外,^{99m}Tc-MDP 显像灵敏度高,任何影响骨质代谢的疾病,如骨折、骨髓炎、骨梗死、骨肿瘤等均可造成其异常浓聚,导致诊断的特异度降低。图像融合技术的上述局限性在一定程度上影响了疾病诊断的准确度,在临床中应引起足够的重视。但不可否认,该方法对骨关节疾病的诊断已经体现出了明显的优势,随着核医学显像设备及显像药物的不断发展与进步,相信该技术在疾病诊断中会体现出越来越重要的临床应用价值。

4 小 结

医学图像融合技术是 20 世纪 90 年代兴起并快

速发展的新技术,有着强大的生命力,21 世纪的影像学是形态影像学和功能影像融合的影像学。我们通过研究证实,将功能影像学与形态影像学进行图像融合之后可提供更多的参考信息,实现了骨与关节疾病的早期、准确诊断。我们坚信在医学影像学的发展中,图像融合技术是未来的发展趋势,有着广阔的应用前景。同时,影像诊断医生和临床医生都需要不断提高形态影像学与功能影像学诊断的基本功,使其达到 1+1 远大于 2 的效果。

5 参考文献

- [1] Andreas KB, Stephan N, Sibylle Z, et al. SPECT/CT[J]. J Nucl Med, 2008, 49: 1305-1309.
- [2] 李少林, 张永学. 核医学[M]. 5 版. 北京: 人民卫生出版社, 1991: 241.
- [3] 李伟, 屈婉莹, 李威, 等. SPECT/CT 骨显像鉴别诊断脊柱良恶性病变的价值[J]. 中华核医学杂志, 2002, 22(6): 343-345.
- [4] Even-sapir E, Flusser G, Lerman H, et al. SPECT/multislice low-dose CT: a clinically relevant constituent in the imaging algorithm of nononcologic patients referred for bone scintigraphy[J]. J Nucl Med, 2007, 48(2): 319-324.
- [5] 宋朝晖, 张英泽, 潘进社, 等. 髌白唇的形态学研究及其意义[J]. 中国临床解剖学杂志, 2006, 24(4): 378-380.
- [6] Petersilge CA, MA HQ, Petersilge WJ, et al. Acetabular labral tears: evaluation with MR arthrography[J]. Radiology, 1996, 200(1): 231-235.
- [7] 张敏, 王军辉, 陈亚玲, 等. 应用图像融合技术诊断髌白唇损伤[J]. 中医正骨, 2010, 22(9): 22-24.
- [8] 黛丰平, 章士正, 范顺武, 等. MRI 在胫骨平台隐性骨折诊断中的价值与临床意义[J]. 中华骨科杂志, 2003, 23(8): 503-504.
- [9] 应红. 核素骨显像在应力性骨折、隐性骨折早期诊断中的价值[J]. 重庆医学, 2007, 36(14): 1413, 1447.
- [10] 张敏, 陈亚玲, 郭会利, 等. 应用图像融合技术诊断隐性骨折[J]. 中医正骨, 2011, 23(2): 32-35.
- [11] 丁斌, 魏红. 骨痂在不同内固定骨折愈合过程中的差异[J]. 地方病通报, 2008, 239(2): 74-75.
- [12] 刘鸿麒, 丁真奇. 临床研究中骨折愈合过程的评价方法进展[J]. 中国现代医生, 2010, 48(4): 43-44.
- [13] 张敏, 刘玉珂, 陈亚玲, 等. 应用图像融合技术诊断骨折愈合[J]. 中医正骨, 2010, 22(10): 22-24.
- [14] 董亦明, 宋一同. 软组织损伤学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1990: 190-191.

- [15] 张斌青,陈亚玲,张敏,等.应用图像融合技术诊断骨骼无菌性炎症[J].中医正骨,2011,23(8):26-29.
- [16] 张敏,陈亚玲,刘玉珂,等.应用图像融合技术诊断骨骼炎症[J].中医正骨,2010,22(11):22-26.
- [17] 王义生.股骨头缺血性坏死[J].中国矫形外科杂志,2005,13(4):310-312.
- [18] 巴建涛,朱朝晖,李方,等.核素骨显像在严重急性呼吸综合征患者恢复期骨坏死诊断中的应用价值[J].中国医学科学院学报,2008,30(3):318-322.
- [19] 张敏,王军辉,刘玉珂,等.应用图像融合技术诊断骨坏死[J].中医正骨,2010,22(12):30-33.
- [20] 蒋业清,朱家安.强直性脊柱炎的影像学检查[J].上海医学影像,2010,19(3):216-219.
- [21] 周建功,郭会利,李卫新.强直性脊柱炎骶髂关节病变的CT征象分析[J].中医正骨,2006,18(8):30.
- [22] 张敏,刘玉珂,王军辉,等.应用图像融合技术诊断强直性脊柱炎[J].中医正骨,2011,23(1):25-30.
- [23] 赵祯,李林,赵丽霞.SPECT/CT融合显像诊断恶性肿瘤骨转移的价值[J].中国临床医学影像杂志,2008,19(3):203-204.
- [24] 刘洪伟,李宁毅,刘思敏,等.99mTc-MDP和SPECT/CT在诊断牙龈癌侵犯下颌骨的应用[J].口腔颌面外科杂志,2008,18(2):106-109.
- [25] 李伟,屈婉莹,李威,等.SPECT/CT骨显像鉴别诊断脊柱良恶性病变的价值[J].中华核医学杂志,2002,22(6):343-345.
- [26] 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.
- [27] 张斌青,陈亚玲,张敏,等.应用图像融合技术诊断骨肿瘤[J].中医正骨,2011,23(5):32-35.
- [28] Kitamura N, Pappedemos PC, Duffy PR, et al. The value of anteroposterior pelvic radiographs for evaluating pelvic osteolysis[J]. Clin Orthop Relat Res, 2006, 453: 239-245.
- [29] Wenz JF, Hauser DL, Scott WW, et al. Observer variation in the detection of acetabular bone deficiencies[J]. Skeletal Radiol, 1997, 26(5): 272-278.
- [30] 王军辉,刘玉珂,陈亚玲,等.应用图像融合技术诊断髋关节置换术后假体松动[J].中医正骨,2011,23(3):32-37.
- [31] 栾兆生,周雯,唐为国,等.核素显像对缺血性心肌病的诊断与疗效评价[J].泰山医学院学报,2009,30(12):895-896.
- [32] 柯维旭,李俊雄,黄芳梅.核素骶髂关节显像对强直性脊柱炎治疗监测的价值[J].中国基层医药,2004,11(5):583-584.
- [33] 刘玉珂,张敏,郭会利,等.应用图像融合技术评价肌肉骨骼系统的药物疗效[J].中医正骨,2011,23(4):24-29.
- [34] 王军辉,刘玉珂,陈亚玲,等.应用图像融合技术诊断代谢性骨病[J].中医正骨,2011,23(6):25-31.
- [35] 王云钊.中华影像医学骨肌系统卷[M].北京:人民卫生出版社,2005:416-419.
- [36] 徐爱德.骨关节疾病影像学图鉴[M].济南:山东科学技术出版社,2002:433-437.
- [37] 李文庆,廉春光,王定,等.骨性关节炎的基础研究进展[J].中医正骨,2009,21(5):67-71.
- [38] 胡炯,杜宁.早期骨性关节炎客观诊断方法的评价[J].中国骨伤,2009,22(5):402-404.
- [39] 胡敏,姚军,田嘉禾,等.核素骨显像诊断颞下颌关节病变的临床价值[J].中国医学影像学杂志,2005,13(3):192-195.
- [40] 刘玉珂,张敏,郭会利,等.应用图像融合技术诊断骨关节炎[J].中医正骨,2011,23(7):26-30.

(2011-08-12 收稿 2011-08-22 修回)

· 简 讯 ·

2008、2009 及 2010 年度《中医正骨》合订本征订启事

《中医正骨》编辑部现有少量 2008、2009 及 2010 年度《中医正骨》过刊,均为铜版纸、精(线)装合订本,具有一定的科研及收藏价值,欢迎邮购。邮购价格(含邮挂包装费)为:2008 年度合订本每册 120.00 元,2009 年度合订本每册 150.00 元(包括上下册),2010 年同 2009 年的。邮局汇款请寄至:洛阳市启明南路 82 号(原 1 号),《中医正骨》编辑部,邮政编码 471002。联系电话:0379-63551943 或 63546705。杂志款请勿邮寄给个人,任何邮寄给个人的汇款均视为无效汇款,由此造成的损失由汇款人本人负责。

(《中医正骨》编辑部)