

双能量 CT 在脊柱病变中的临床应用

李能, 邓小毅

【摘要】 脊柱 CT 成像是评估椎体和小关节病变主要检查手段,但其对骨髓病变显示能力有限。双能量 CT(DECT)采用两种不同能量的 X 射线束,它能利用不同物质对 X 线的衰减程度不同而帮助分离、鉴别物质组成成分,其在常规 CT 成像的基础上明显提高了对脊柱病变的检测能力,并增加了较多的量化指标;其虚拟去钙化、痛风石成像、虚拟单能量成像等多种参数在显示骨髓水肿及肿瘤、脊柱尿酸盐(MSU)晶体沉积检测、减少脊柱相关的金属伪影、椎间盘变性等方面比传统单能量 CT 成像具有独特优势,显示了良好的临床应用前景。本文的目的是对双源双能量 CT 在脊柱病变临床应用进行图文综述。

【关键词】 体层摄影术, X 线计算机; 脊柱; 骨髓; 水肿

【中图分类号】 R814.4; R323.4; R322.2; R241.9 **【文献标识码】** A

【文章编号】 1000-0313(2022)06-0690-08

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2022.06.004

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



随着成像技术的不断进步,双能量 CT(DECT)逐步进入临床,成为 CT 发展史上又一个新的里程碑,开辟了临床应用的全新领域^[1]。DECT 与常规 CT 的关键不同点是不仅能显示形态学的改变,而且可以量化反映组织在能量学范畴的差异,提供诸多反映病灶本质特征的、定量的多参数,拓展了 CT 的应用范围^[1]。DECT 多参数可直观显示骨髓的情况,在骨肌系统疾病的诊断中起着越来越重要的作用,其在脊柱病变中也得到了较为广泛的应用。本文对 DECT 原理、技术参数及其在脊柱病变中的价值进行归纳总结。

双能量 CT 的原理及主要技术参数

1. 双能量 CT 的原理

DECT 通过互相垂直的 2 套球管发出高、低 2 种不同能量射线进行同步螺旋扫描,其中低能量光子以光电效应为主,高能量光子以康普顿效应为主,由探测器采集数据,得到不同物质成分在不同能量下的衰减特征,从而对物质进行有效的识别及定性、定量分析^[2]。

2. 双能量 CT 的主要技术

虚拟去钙化(VNCA):根据 2 个不同能级的 CT 数据集对物质的成分进行分解,从而更好的区分物质成分,并通过彩色编码伪彩图来提供更好的骨髓评估图像^[3]。VNCA 是一种评估骨髓水肿的可靠方法,准确率较高^[4]。

痛风石成像:根据物质在 80 kV 和 140 kV 条件下不同衰减差异可区分出所扫描物质的不同化学成分,将尿酸盐(MSU)结晶与钙盐、骨组织(骨皮质、骨松质)区分开并自动标记,多平面重组(MPR)伪彩图和容积再现(VR)图中将尿酸盐结晶标记为绿色伪彩^[5]。这是目前在骨肌系统中应用最为成熟的双能量 CT 技术,广泛应用于痛风患者的 MSU 结晶检测。

虚拟单能量成像:可以提供不同物质在不同能级下的 CT 值及特征性能量曲线,当物质内成分发生改变时物质内不同理化、病理成分在虚拟单能量成像上呈现不同的 CT 值和特征性能量曲线^[6]。曲线趋向重合或接近常常提示物质组织成分相似,反之则提示物质成分存在差异性,这可以用作脊柱良恶性压缩性骨折的评估手段。此外金属物对不同能量的 X 线衰减不同,低能量 X 线衰减更明显,DECT 利用这个原理可以有效地去除金属伪影。

电子云密度/等效原子系数(Rho/Z):提供的 3 个参数具有不同的含义,Z 代表物质中原子核中的质子数,Rho 代表一个单位体积内电子的数量,DEI 代表某种物质的 X 线衰减系数在两种不同光能下的差异^[7]。多参数成像可较准确地对物质的某些特征进行定量分析,为临床提供更有效的信息^[8]。目前应用主要包括胸腹部肿瘤鉴别及放射治疗、结石分析、椎间盘变性等。

双能量 CT 在脊柱病变中临床应用

1. 脊柱骨折

脊柱压缩性骨折是老年人较为常见骨折类型之一。而骨髓水肿是急性骨折最重要的特征。磁共振是目前检测骨髓水肿最主要的手段,但磁共振的使用经

作者单位:215600 江苏,江苏大学附属澳洋医院影像科
作者简介:李能(1987—),男,江苏苏州人,主治医师,主要从事骨肌影像学诊断工作。
通讯作者:邓小毅, E-mail:13921956545@139.com

常会受到限制,有各种绝对和相对禁忌症。并且椎体压缩骨折相对于四肢骨折症状相对轻微,容易忽视,造成漏诊^[9]。成人骨髓中多为黄骨髓,脂肪成分为主,当骨折急性期(图 1)时骨髓水肿、出血,经过 VNCa 技术处理后,值较正常骨髓升高,而骨折慢性期(图 2)时出血已经吸收,骨髓水肿好转,值与正常骨髓接近,可通过彩色编码伪彩图来显示 CT 值的变化,同时还可以测量 CT 值来进行定量分析。学者^[10]利用 DECT VNCa 技术检测椎体骨髓水肿,以 MRI 为参照,用彩色编码图像诊断椎体骨髓水肿,显示了很好的敏感性、特异性。

脊柱恶性压缩性骨折与良性压缩性骨折在发病机制上存在不同,前者主要是由于肿瘤细胞浸润骨髓导致,后者主要是由于骨质疏松或外伤引起。当患者病史不详的情况下,常规 CT 对于两者的鉴别诊断存在一定困难,DECT 虚拟单能量成像技术能通过对不同

单能量下物质的 CT 定量值及虚拟单能量曲线可以对两者进行鉴别诊断。相对于脊柱良性压缩性骨折,在 40~100 keV 区间内脊柱恶性压缩性骨折(溶骨性转移)的能量曲线坡度更为平缓,衰减程度更低,而脊柱恶性压缩性骨折(成骨性转移)的能量曲线坡度更为陡直,衰减程度更大(图 3)。

2. 脊柱转移瘤

骨骼系统最常见的恶性肿瘤是骨转移瘤,而脊柱是骨转移瘤最常见的发病部位^[11]。常规 CT 扫描可显示骨质破坏,但其对髓腔内肿瘤骨髓浸润的敏感性不高,容易造成漏诊。而 DECT 能有效地识别脊柱病理状态下的异常组织成分(图 4),提高检测脊柱转移瘤的敏感性、特异性及准确性。Dong 等^[12]对肺癌患者成骨性转移瘤进行回顾性分析,证实了 DECT 能提高不明显成骨性转移瘤的检出,帮助诊断成骨性转移瘤。

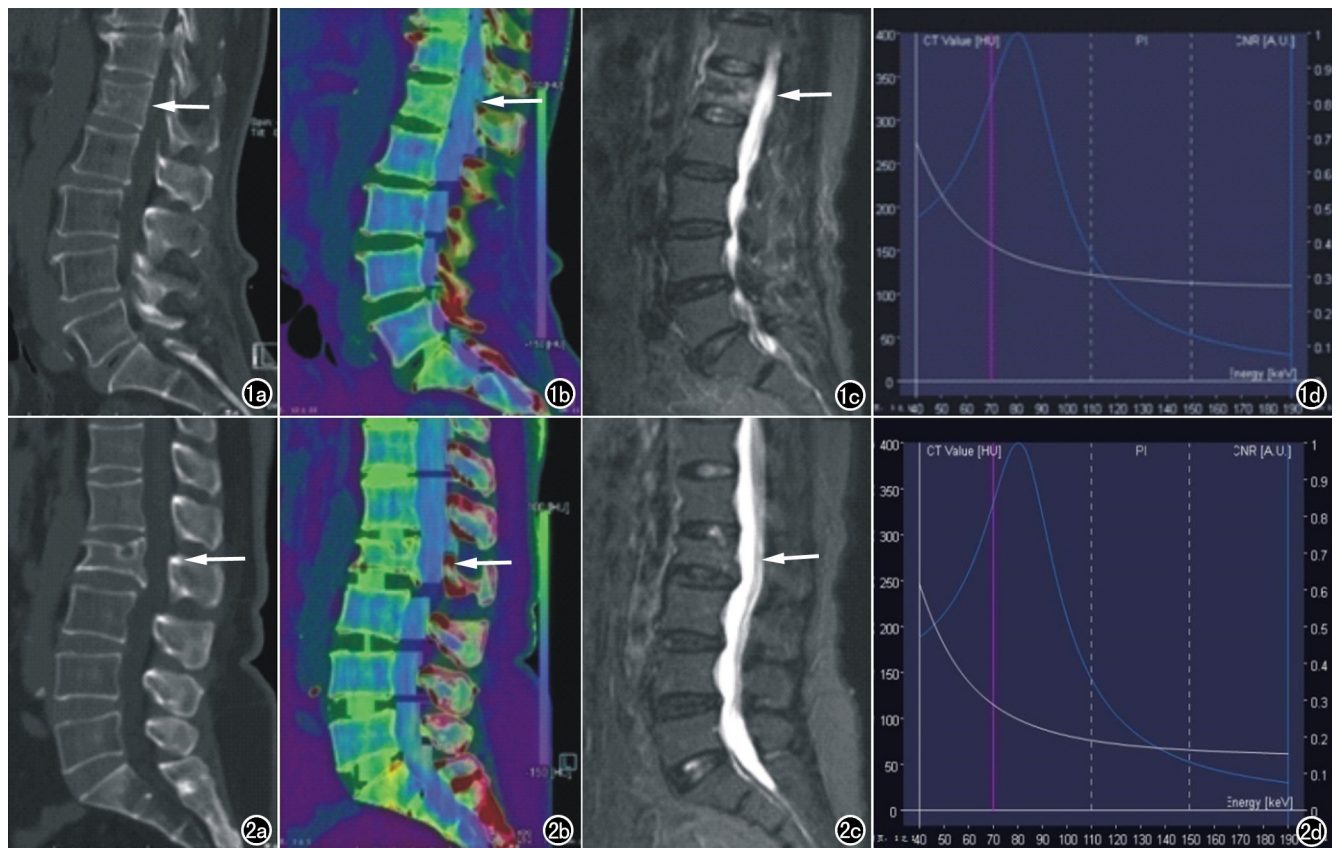


图 1 患者,女,66 岁,外伤腰背部疼痛。 L_1 椎体急性压缩骨折。a) CT 矢状面重建图示 L_1 椎体(箭)轻度楔形变,骨小梁结构扭曲,皮质中断; b) 双能量彩色编码矢状面重建图示 L_1 椎体(箭)轻度楔形变,并且较其它椎体伪彩颜色异常,髓腔偏绿色; c) MRI 矢状面 T_2 WI 脂肪抑制序列图像示 L_1 椎体(箭)稍变扁伴片状高信号提示骨髓水肿,证实为急性压缩骨折; d) L_1 椎体虚拟单能量曲线,显示在 40~100keV 区间曲线坡度相对平缓。图 2 患者,女,61 岁,间歇性腰腿痛 10 余年。 L_2 椎体慢性压缩骨折。a) CT 矢状面重建图示 L_2 椎体(箭)明显变扁; b) 双能量彩色编码矢状面重建图示 L_2 椎体(箭)较其它椎体伪彩颜色大致相似,髓腔偏紫色; c) MRI 矢状面 T_2 WI 脂肪抑制序列图示 L_2 椎体(箭)未见明显异常高信号,证实为慢性压缩骨折; d) L_2 椎体虚拟单能量曲线图示在 40~100keV 区间曲线坡度相对平缓。

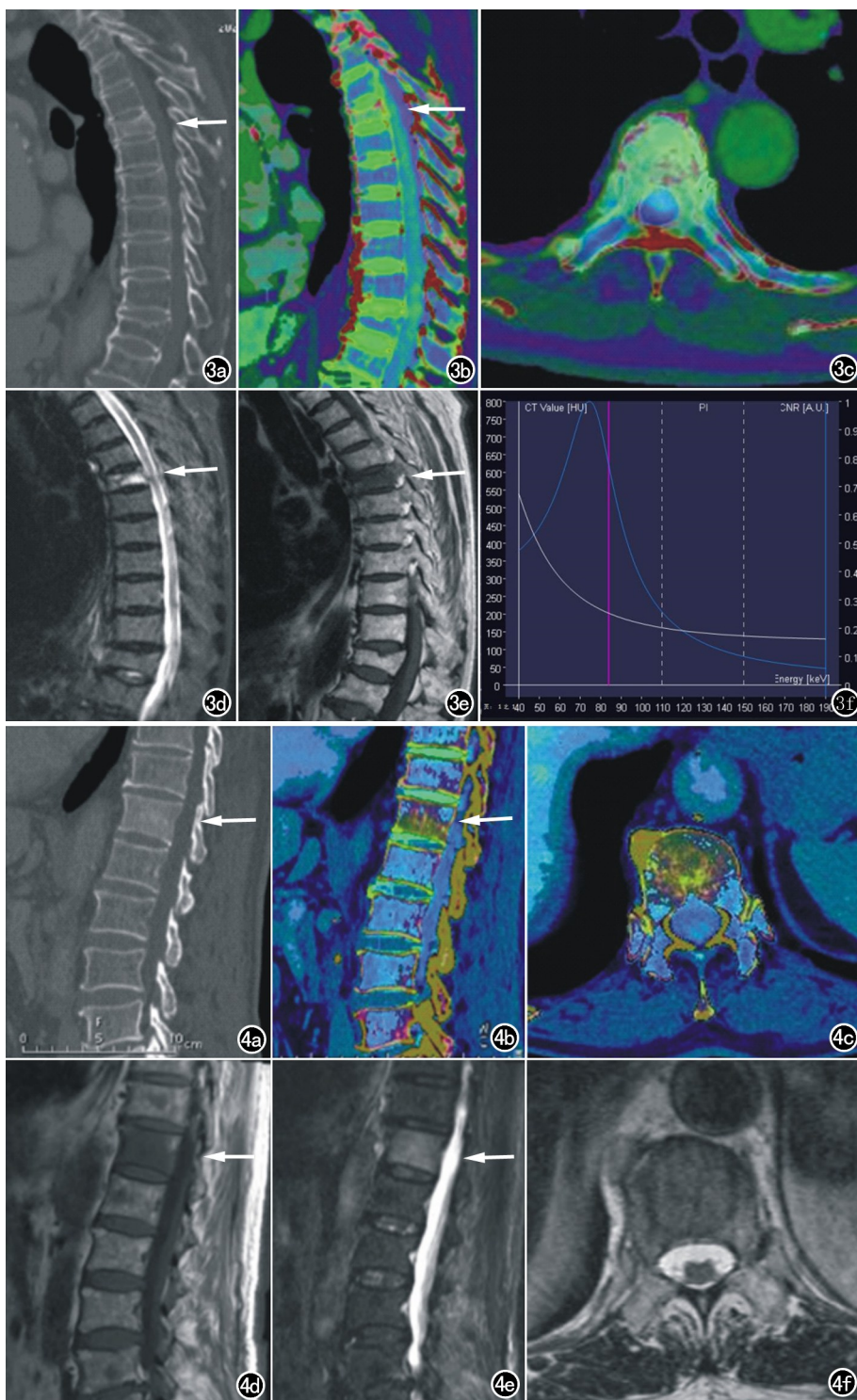


图 3 患者,男,81 岁,肺癌病史。 Th_6 椎体病理性骨折。a) CT 矢状面重建图示 Th_6 椎体(箭)明显变扁,密度略增高; b) 双能量彩色编码矢状面重建图示 Th_6 椎体(箭)明显变扁,并且较其它椎体伪彩颜色不同,髓腔偏绿色及棕色; c) 双能量彩色编码轴面重建图示 Th_6 椎体、椎弓根、椎板相比两侧横突伪彩颜色不同,髓腔偏绿色及棕色; d) MRI 矢状面 T_2WI 脂肪抑制序列图示 Th_6 椎体(箭)变扁呈明显高信号; e) MRI 矢状面 T_1WI 序列图示 Th_6 椎体(箭)变扁呈明显低信号,并累及椎弓根; f) Th_6 椎体虚拟单能量曲线图示在 40~100keV 区间曲线坡度较图 1、2 更为陡直,衰减程度更大。

图 4 患者,男,75 岁,肺小细胞癌病史。a) CT 矢状面重建图示 Th_{12} 椎体(箭)密度稍增高; b) 双能量彩色编码矢状面重建图示 Th_{12} 椎体(箭)伪彩颜色异常,髓腔呈棕色; c) 双能量彩色编码轴位重建图示 Th_{12} 椎体髓腔大部分呈棕色,而椎弓根呈正常的蓝色,提示椎体内骨髓被肿瘤组织浸润导致骨髓水肿; d) MRI T_1WI 矢状面图示 Th_{12} 椎体(箭)呈明显低信号; e) MRI T_2WI 压脂矢状面图示 Th_{12} 椎体(箭)呈明显高信号; f) MRI T_2WI 轴面图示 Th_{12} 椎体髓腔大部分呈稍高信号(与周围肌肉信号相比),与 c) 病灶范围大致相似。 Th_{12} 椎体最终证实为转移瘤。

3. 多发性骨髓瘤

多发性骨髓瘤是骨髓来源的浆细胞增殖性肿瘤。肿瘤的分型和分期差异很大,骨髓瘤细胞的肿瘤负荷对治疗方案和患者预后具有重要指导价值^[13]。长期以来肿瘤负荷的评估只能通过血清学标记来完成。随着 CT、MRI、FDGPET 等影像学技术的发展,直接评估骨髓瘤浸润的程度成为可能^[14]。脊柱常规 CT 扫描时,由于松质骨内致密的小梁结构,对非溶骨性骨髓瘤的显示敏感性较低^[15]。对于 DECT,正常骨髓的富含脂肪,其 VNCa CT 值偏低,当正常骨髓被肿瘤组

织取代后该值会升高(图 5)。主观图像评估中 VNCa 图像在检测骨髓瘤的敏感性、特异性、准确性、阳性预测值、阴性预测值均较高^[16]。因此 DECT VNCa 技术成为检测浸润性骨髓瘤的有效手段。

4. 淋巴瘤骨髓浸润

淋巴瘤起源于淋巴结和淋巴组织,是免疫系统的恶性肿瘤。一旦出现骨髓浸润表明进入疾病广泛期(IV 期)^[17]。因此准确诊断淋巴瘤的分期,对于预后评估至关重要。判断淋巴瘤骨髓的浸润传统方法包括骨髓活检、 ^{18}F -FDGPET-CT 和 MRI^[18],但由于限制较

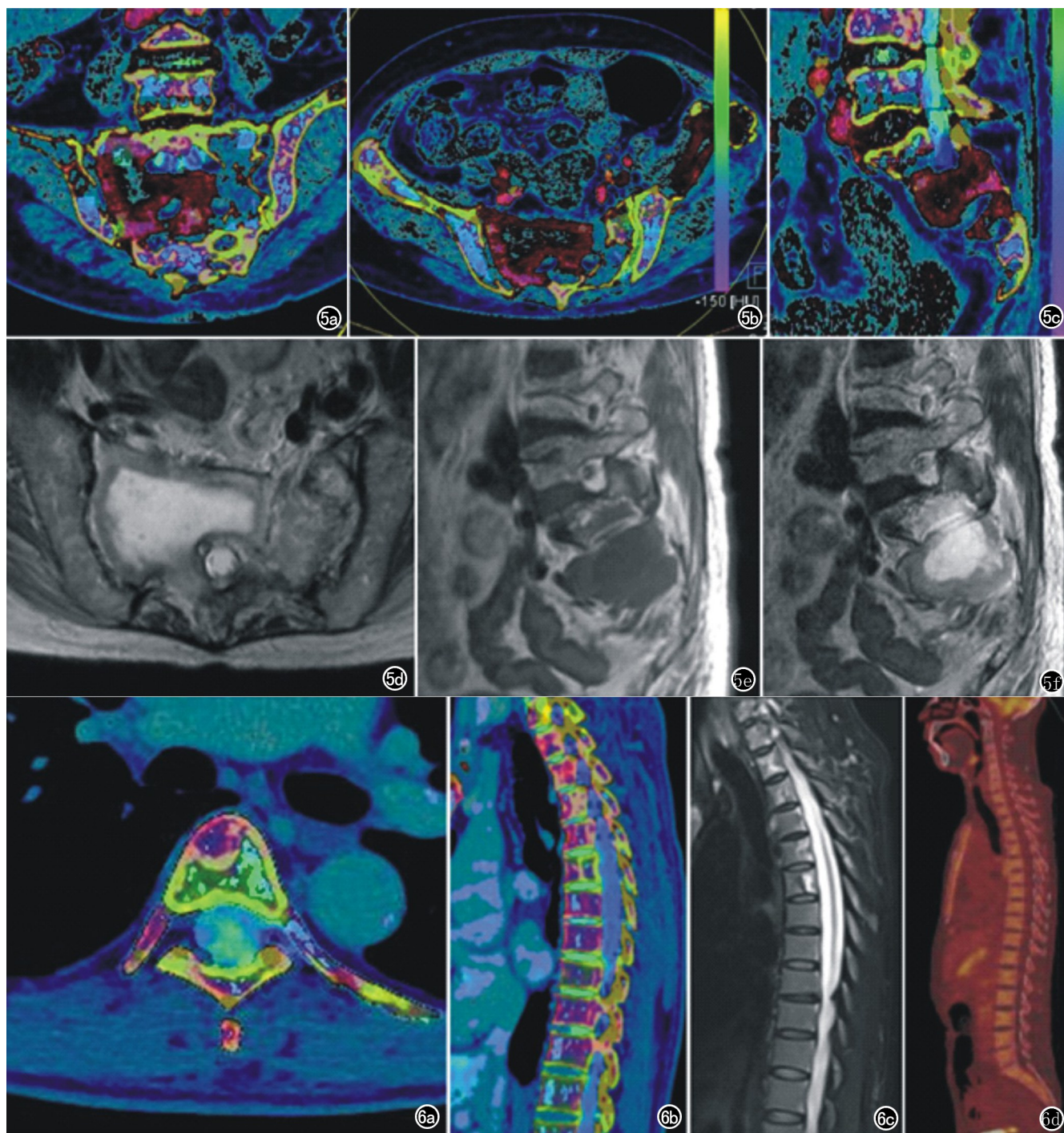


图 5 患者,女,66 岁,多发性骨髓瘤病史。a) 双能量彩色编码斜冠状面重建图示骶椎伪彩颜色异常,呈深褐色; b) 双能量彩色编码轴面重建图示骶椎及左侧髂骨伪彩颜色异常,呈深褐色; c) 双能量彩色编码矢状面重建图示骶椎伪彩颜色异常,呈深褐色,提示骨质被肿瘤组织浸润; d) MRI T_2 WI 轴面图示骶骨骨质破坏,呈明显高信号; e) MRI T_1 WI 矢状面图示骶骨骨质破坏,呈明显低信号,内部坏死区域信号更低; f) MRI T_2 WI 矢状面图示骶椎骨质破坏,呈高信号,内部坏死区域信号更高。最终经穿刺活检证实为骨髓瘤。图 6 患者,男,67 岁,套细胞淋巴瘤病史。a) 双能量彩色编码轴面重建图示 Th_4 椎体、附件及邻近肋骨伪彩颜色异常; b) 双能量彩色编码矢状面重建图示多发胸椎椎体伪彩颜色异常,呈棕色,提示肿瘤浸润; c) MRI T_2 WI 矢状面图示对应胸椎的骨质破坏,呈明显不均匀高信号; d) PET-CT 图像(CT 检查前 3 个月)示多发椎体骨髓 FDG 摄取增高。

多,并不适用于所有患者。而 DECT 作为一项简便有效的方法,使用 VNCa 技术可对骨髓浸润的位置及程度进行初步的判断,从而指导临床的治疗及评估预后(图 6)。

5. 脊柱关节炎

脊柱关节炎是一组主要影响中轴骨的慢性炎症性疾病^[19]。准确评估疾病的活性对治疗至关重要,疾病活性的主要影像学征象是骶髂关节的骨髓水肿^[20]。DECT 两种不同的管电压下,通过对物质进行分解和计算,得到彩色编码的 VNCa 图像,可以显示正常骨

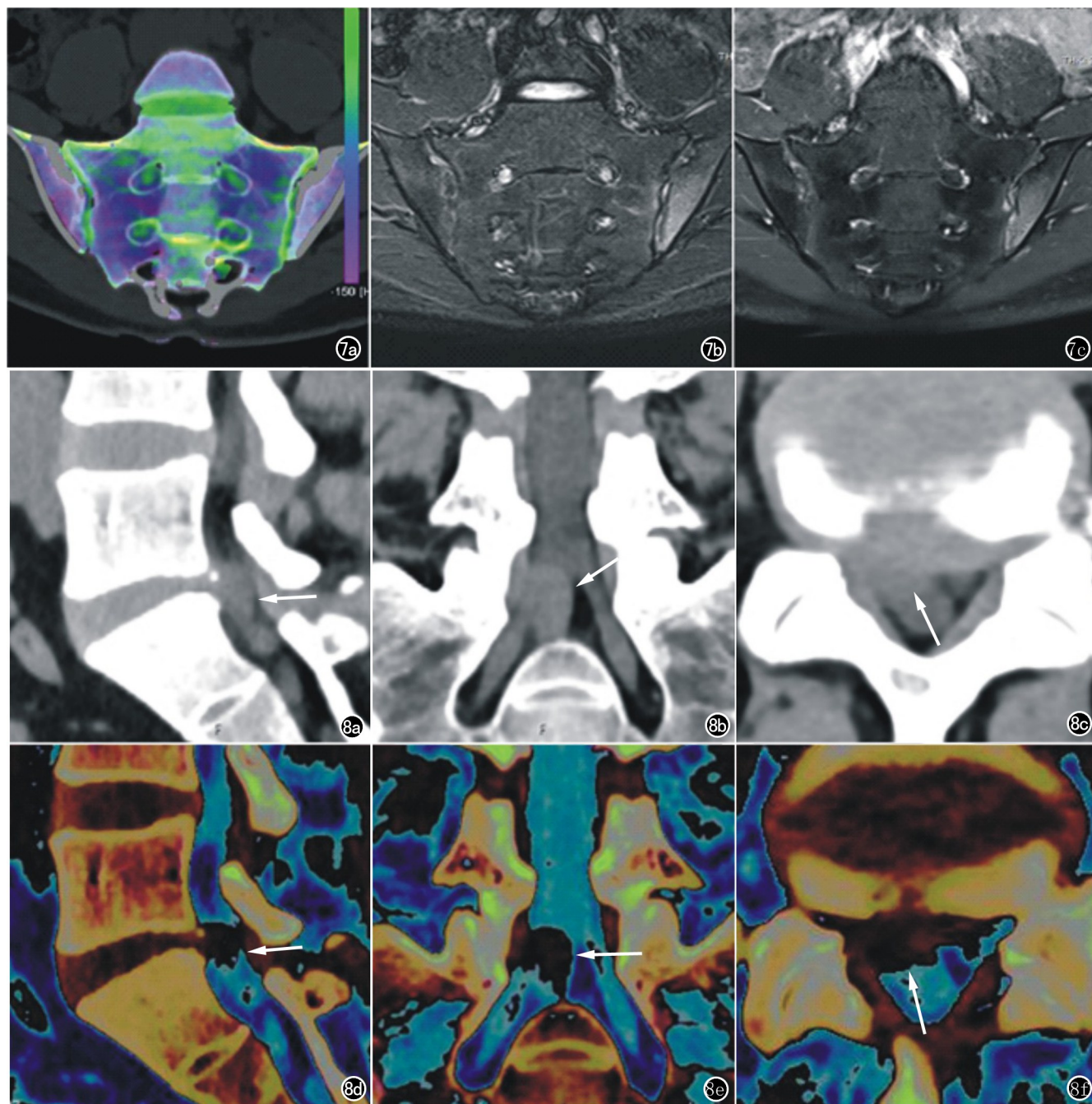


图 7 患者,男,16 岁,强直性脊柱炎病史。a) 双能量彩色编码斜冠状面重建图示两侧骶髂关节伪彩颜色异常,呈绿色; b) MRI STIR 斜冠状面图示两侧骶髂关节面可见片状高信号; c) T₁WI 压脂增强斜冠状面图示双侧骶髂关节明显强化,提示炎症改变。 图 8 患者,男,36 岁,右侧腿痛加重半年。a) CT 矢状面重建图示 L₅/S₁ 椎间盘的突出(箭); b) CT 冠状面重建图示 L₅/S₁ 椎间盘突出的髓核(箭)与硬膜囊相比,呈稍高密度; c) CT 轴面图示 L₅/S₁ 椎间盘突出伴硬膜囊的受压(箭),突出的髓核与周围组织境界显示欠清晰; d) 双能量彩色编码矢状面重建图示 L₅/S₁ 椎间盘的突出(箭)较 a 更为直观; e) 双能量彩色编码冠状面重建图示 L₅/S₁ 椎间盘突出的髓核(箭)与硬膜囊的对比较 b 更显著; f) 双能量彩色编码轴面重建图示 L₅/S₁ 椎间盘突出伴硬膜囊的受压(箭),突出的髓核与周围组织境界显示清晰。

髓和异常骨髓之间的密度差异^[11](图 7)。Wu 等^[21]的实验结果证明 VNCa 图像结合定量密度测量在检测脊柱关节炎骨髓水肿的准确性可与 MRI 相近。

6. 椎间盘突出与变性

腰椎间盘突出及其继发的突出改变与腰背痛

有明显相关性^[22],因此快速并准确的诊断很重要。多项研究表明与常规灰阶 CT 相比,DECT 可提供更详细的腰椎椎体和椎间盘的病理信息^[23]。Christian Booz 等^[24]的研究表明双能量彩色编码重建图像对腰椎间盘突出症的诊断准确率要高得多。由于腰椎间盘突出双能量颜色编码重建图像中腰椎间盘突出和脑脊液之间有

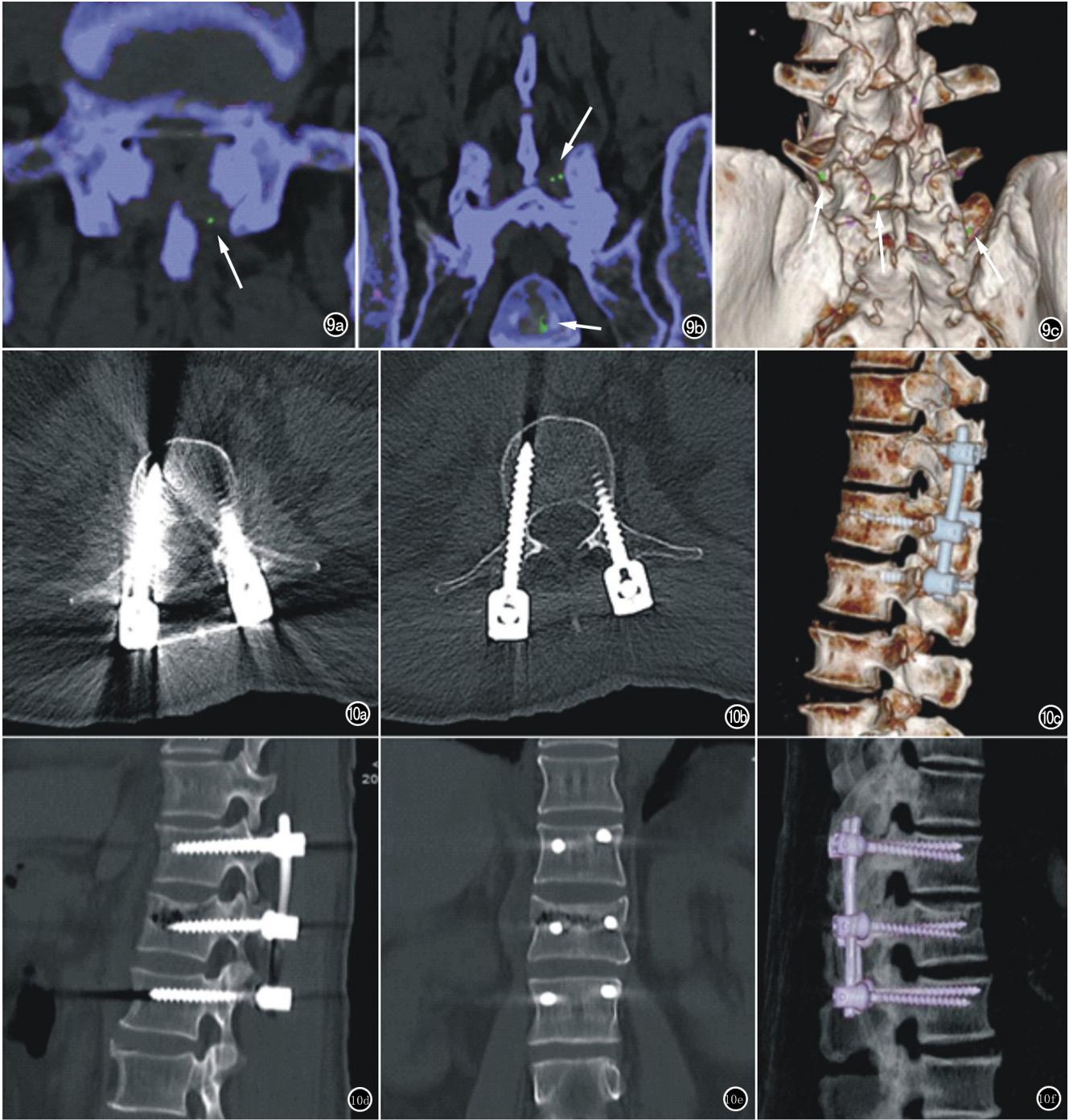


图 9 患者,男,82 岁,外伤至腰背部疼痛,有痛风史。a) 双能量彩色编码轴面重建图示腰 5 椎小关节内(箭)一枚点状绿色伪彩; b) 双能量彩色编码冠状面重建图示腰 5 椎小关节内(箭)多枚点状绿色伪彩; c) 双能量彩色编码 VR 重建图像,腰骶椎小关节内(箭)多枚点状绿色伪彩,提示尿酸盐结晶沉积。 图 10 患者,男,72 岁腰 1 椎体骨折术后。a) CT 平均加权图示内固定伪影明显; b) 通过后处理调整为 110keV 后,图像伪影明显减少; c) VR 重建图像; d) CT 矢状面重建图像; e) CT 冠状面重建图像; f) MIP 重建图像清晰显示内固定的走行、位置、牢固及愈合程度。

清晰分界,检测腰椎间盘突出症的效果好,尤其用于检测轻微的腰椎间盘突出症的效果最好^[25](图 8)。Yu-ki Shinohara 等^[26]的研究显示椎间盘髓核的 VNCa CT 值与椎间盘退行性变的严重程度有显著的相关性,VNCa CT 值可以直接反映椎间盘退行性变的程度。

7. 痛风尿酸盐结晶沉积

痛风在我国的发病率逐年升高,已成为我国第二大代谢性疾病。痛风的特征是 MSU 晶体在细胞外组织沉积。其中约 15% 的痛风患者发生在脊柱,当出现 MSU 沉积时,其累及腰椎(38.0%)、颈椎(24.8%)、胸椎(17.8%)和骶髂关节(9%)^[27]。脊柱 MSU 沉积物(图 9)可在椎体、椎弓根、椎板、黄韧带、脊间软骨、椎间盘或椎管内发现。DECT 能有效识别不同组织的双能量指数,MSU 结晶的双能量指数较低,而钙盐的双能量指数较高^[28],因而对痛风具有较高的诊断敏感性、特异性及诊断符合率^[29]。

8. 去金属伪影

由于伪影的存在,MR 和传统 CT 在金属内固定患者中很难获得高质量的成像^[30],影响附近组织的显示。因此,对脊柱金属内固定物可能引起的并发症评估有限。DECT 是一个非常实用的工具,可以有效减少金属植入物伪影,得到高质量的图像,从而清晰显示邻近的骨骼、关节、软组织及血管等(图 10)。

DECT 在脊柱成像中发挥着越来越重要的作用,能提供传统 CT 无法实现的后处理及定量分析技术,充分利用这些多参数双能量技术,可为急慢性骨折、脊柱转移瘤、椎间盘变性突出、脊柱关节炎等常见病变的诊疗过程中提供更多的诊断信息;另外对于脊柱 MSU 沉积、多发性骨髓瘤、淋巴瘤骨髓浸润等少见病变亦可进行有效识别;再者对于骨折术后去金属伪影,更好的进行术后评估。

参考文献:

- [1] 严福华,金征宇.开辟双能量 CT 临床应用的新时代[J].中华放射学杂志,2020,54(6):505-507.
- [2] Guggenberger R, Gnannt R, Hodler J, et al. Diagnostic performance of dual-energy CT for the detection of traumatic bone marrow lesions in the ankle: comparison with MR imaging[J]. Radiology, 2012, 264(1): 164-173.
- [3] Omoumi P, Becce F, Racine D, et al. Dual-energy CT: basic principles, technical approaches, and applications in musculoskeletal imaging[J]. Semin Musculoskelet Radiol, 2015, 19(5): 431-437.
- [4] 沈瑞,赵昱月,曹国平,等.双能量 CT 虚拟去钙化成像诊断下肢关节外伤性骨髓水肿[J].放射学实践,2021,36(2):227-231.
- [5] 李能,邓小毅,曹国平.双能量 CT 痛风成像中趾甲伪影与尿酸、年龄、性别相关性研究[J].医学影像学杂志,2020,30(7):1291-1295.
- [6] 徐驰杰,邓小毅,崔磊.双能量 CT 成像在脊柱转移瘤中研究进展

- [J].国际医学放射学杂志,2020,43(1):83-86.
- [7] 李健文,周长圣,张龙江,等.双能量 CT 电子云密度/等效原子系数(Rho/Z)在小肾癌中的应用[J].放射学实践,2019,34(2):163-166.
- [8] Mileto A, Marin D. Dual-energy computed tomography in genitourinary imaging[J]. Radiol Clin North Am, 2017, 55(2): 373-391.
- [9] Bazzocchi A, Spinnato P, Albisinni U, et al. A careful evaluation of scout CT lateral radiograph may prevent unreported vertebral fractures[J]. Eur J Radiol, 2012, 81(9): 2353-2357.
- [10] 赵承勇,罗松,邓小毅,等.双能量 CT 虚拟去钙成像在鉴别急性性椎体压缩性骨折中的研究[J].医学影像学杂志,2018,28(9):1535-1539.
- [11] Mallinson PI, Coupal TM, McLaughlin PD, et al. Dual-energy CT for the musculoskeletal system[J]. Radiology, 2016, 281(3): 690-707.
- [12] Yue D, Ru Xin W, Jing C, et al. Virtual monochromatic spectral imaging for the evaluation of vertebral inconspicuous osteoblastic metastases from lung[J]. Acta Radiol, 2017, 58(12): 1485-1492.
- [13] Mouloupoulos LA, Dimopoulos MA, Kastiris E, et al. Diffuse pattern of bone marrow involvement on magnetic resonance imaging is associated with high risk cytogenetics and poor outcome in newly diagnosed, symptomatic patients with multiple myeloma: a single center experience on 228 patients[J]. Am J Hematol, 2012, 87(9): 861-864.
- [14] Duvauferrier R, Valence M, Patrat-Delon S, et al. Current role of CT and whole body MRI in multiple myeloma[J]. Diagn Interv Imaging, 2013, 94(2): 169-183.
- [15] Christoph T, Christoph S, Bernhard K, et al. Dual-energy CT: virtual calcium subtraction for assessment of bone marrow involvement of the spine in multiple myeloma[J]. Am J Roentgenol, 2015, 204(3): W324-W331.
- [16] Kosmala A, Weng AM, Heidemeier A, et al. Multiple myeloma and dual-energy CT: diagnostic accuracy of virtual noncalcium technique for detection of bone marrow infiltration of the spine and pelvis[J]. Radiology, 2018, 286(1): 205-213.
- [17] Munakata W, Terauchi T, Maruyama D, et al. Revised staging system for malignant lymphoma based on the Lugano classification[J]. Jpn J Clin Oncol, 2019, 49(10): 895-900.
- [18] Albano D, Patti C, Lagalla R, et al. Whole-body MRI, FDG-PET/CT, and bone marrow biopsy, for the assessment of bone marrow involvement in patients with newly diagnosed lymphoma[J]. J Magn Reson Imaging, 2017, 45(4): 1082-1089.
- [19] Sieper J, Poddubnyy D. Axial spondyloarthritis[J]. Lancet, 2017, 390(10089): 73-84.
- [20] Jans L, Egund N, Eshed I, et al. Sacroiliitis in axial spondyloarthritis: assessing morphology and activity[J]. Semin Musculoskelet Radiol, 2018, 22(2): 180-188.
- [21] Wu HJ, Zhang GF, Shi L, et al. Axial spondyloarthritis: dual-energy virtual noncalcium CT in the detection of bone marrow edema in the sacroiliac joints[J]. Radiology, 2018, 10(1): 1-8.
- [22] Schol J, Sakai D. Cell therapy for intervertebral disc herniation and degenerative disc disease: clinical trials[J]. Int Orthop, 2019, 43(4): 1011-1025.
- [23] Petritsch B, Kosmala A, Weng AM, et al. Vertebral compression fractures: third-generation dual-energy CT for detection of bone

- marrow edema at visual and quantitative analyses[J].Radiology, 2017,284(1):161-168.
- [24] Booz C, Nöske J, Martin SS, et al. Virtual noncalcium dual-energy CT: detection of lumbar disk herniation in comparison with standard grayscale CT[J].Radiology, 2019,290(2):446-455.
- [25] 李能, 邓小毅, 曹国平, 等. 双能量 CT 在腰椎间盘退变及突出症的应用价值研究[J]. 实用放射学杂志, 2021, 37(5): 132-136.
- [26] Yuki S, Fumiaki S, Tomomi O, et al. Evaluation of lumbar intervertebral disc degeneration using dual energy CT virtual non-calcium imaging[J]. Eur J Radiol. 2020;124:108817.
- [27] Nicolas M, Megan L, Omid E, et al. Imaging the spine with dual-energy CT[J]. Curr Radiol Rep, 2017, 5(9): 44.
- [28] Gibney B, Murray N. Dual-energy CT of spinal tophaceous gout [J]. Radiology, 2020, 296(2): 276.
- [29] 曹国平, 罗松, 邓小毅. 双源双能量 CT 成像在痛风诊断和治疗中的研究进展[J]. 广西医学, 2019, 41(6): 755-757.
- [30] Knott PT, Mardjetko SM, Kim RH, et al. A comparison of magnetic and radiographic imaging artifact after using three types of metal rods: stainless steel, titanium, and vitallium[J]. Spine J, 2010, 10(9): 789-794.

(收稿日期: 2021-10-08 修回日期: 2021-11-17)

《放射学实践》杂志微信公众平台开通啦!

遵照同行评议、价值导向、等效应用原则,国内各大学会、协会、组织机构通过科技工作者推荐、专家评议、结果公示等规定程序,《放射学实践》杂志入选中国科协发布 10 大领域《我国高质量科技期刊分级目录》业内认可的较高水平期刊。《放射学实践》杂志入选 2020 年版北京大学和北京高校图书馆期刊工作研究会共同主持的国家社会科学基金项目“学术期刊评价及文献计量学研究”研究成果——《中国核心期刊要目总览》。

《放射学实践》杂志微信公众平台立足于准确地传递医学影像领域的最新信息,致力于为关注医学影像领域的广大人士服务。欢迎大家通过微信平台,以文字、图片、音频和视频等形式与我们互动,分享交流最新的医学影像资讯。您还可以通过微信平台免费阅读及搜索本刊所有发表过的论文,投稿作者可以查询稿件状态等。

您可以通过以下方式关注《放射学实践》杂志微信公众平台:

1. 打开微信,通过“添加朋友”,在搜索栏里直接输入“放射学实践”进行搜索。
2. 在“查找微信公众号”栏里输入“放射学实践”即可找到微信公众号,点击“关注”,添加到通讯录。
3. 打开微信,点击“扫一扫”,手机镜头对准下面的二维码,扫出后点击关注即可。



关注有惊喜!