

论著

双能量CT虚拟去钙技术在强直性脊柱炎骶髂关节炎骨髓水肿中的应用*

谷世立¹ 何玉华¹ 张梦²
梁长华^{1,*}1.新乡医学院第一附属医院放射科
2.新乡医学院第一附属医院磁共振科
(河南 新乡 453100)

【摘要】目的 探究在强直性脊柱炎骶髂关节炎骨髓水肿中应用双能量CT虚拟去钙技术的临床价值。**方法** 于2023年6月至2024年5月,选取我院50例强直性脊柱炎骶髂关节炎患者,依据BASDAI评分进行分组,分为早期急性期(平均分 ≥ 6.0 分)、慢性活动期(平均分在4.0-6.0分之间)各25例,均进行双能量CT虚拟去钙技术预测,对比其预测价值,并进行分析。**结果** 两组在年龄、病程及SPARCC评分中无差异($P>0.05$),且早期急性期ESR、CRP低于慢性活动期($P<0.05$)。骨髓水肿SPARCC评分与病情活动性BASDAI评分呈正相关($rs=0.682, P<0.05$)。早期急性期VNCa CT、有效原子序数、能谱曲线斜率及rCT值高于慢性活动期($P<0.05$)。本次研究以MRI图像显示骨髓水肿区域为“金标准”发现,使用双能量CT虚拟去钙技术检测的阳性检出率较低($P<0.05$)。双能量CT虚拟去钙技术灵敏度、特异度和准确度、AUC值均较高($P<0.05$)。**结论** 双能量CT虚拟去钙技术应用于强直性脊柱炎骶髂关节炎骨髓水肿具有较高的准确率,且诊断效能较高。

【关键词】 强直性脊柱炎骶髂关节炎; 骨髓水肿; 双能量CT虚拟去钙技术; 灵敏度

【中图分类号】 R593.23

【文献标识码】 A

【基金项目】 河南省医学教育研究项目

(Wjlx2021368);

新乡医学院第一附属医院青年培育

基金项目编号(QN-2022-B11)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.01.058

The Application of Dual Energy CT Virtual Decalcification Technology in Bone Marrow Edema of Ankylosing Spondylitis Sacroiliac Arthritis*

GU Shi-li¹, HE Yu-hua¹, ZHANG Meng², LIANG Chang-hua^{1,*}.

1.Department of Radiology, The First Affiliated Hospital of Xinxiang Medical University, Xinxiang 453100, Henan Province, China

2.Department of Magnetic Resonance, The First Affiliated Hospital of Xinxiang Medical University, Xinxiang 453100, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the clinical value of dual energy CT virtual decalcification technology in the treatment of bone marrow edema in ankylosing spondylitis sacroiliac arthritis. **Methods** From June 2023 to May 2024, 50 patients with ankylosing spondylitis sacroiliitis in our hospital were selected and divided into early acute phase (average score ≥ 6.0 points) and chronic active phase (average score between 4.0-6.0 points) based on the BASDAI score. Each patient was predicted using dual energy CT virtual decalcification technology, and their predictive value was compared and analyzed. **Results** There was no difference between the two groups in age, disease duration, ESR, CRP, and SPARCC scores ($P>0.05$). The SPARCC score of bone marrow edema is positively correlated with the BASDAI score of disease activity ($rs=0.682, P<0.05$). In the early acute phase, VNCa CT, effective atomic number, energy spectrum curve slope, and rCT values were higher than those in the chronic active phase ($P<0.05$). This study used MRI images to display areas of bone marrow edema as the "gold standard" and found that the positive detection rate using dual energy CT virtual decalcification technology was relatively low ($P<0.05$). The dual energy CT virtual calcium removal technology has high sensitivity, specificity, accuracy, and AUC values ($P<0.05$). **Conclusion** The application of dual energy CT virtual decalcification technology in ankylosing spondylitis sacroiliac joint bone marrow edema has high accuracy and diagnostic efficacy.

Keywords: Ankylosing Spondylitis Sacroiliac Arthritis; Bone Marrow Edema; Dual Energy CT Virtual Calcium Removal Technology; Sensitivity

强直性脊柱炎(ankylosing spondylitis, AS)作为炎症性风湿性疾病,会使骶髂关节与脊柱遭到损害^[1]。其中,AS中最先受到影响的位置为骶髂关节,对骶髂关节炎及时诊断也是AS的关键性诊断准则^[2]。骨髓水肿(bone marrow edema, BME)作为评估AS骶髂关节炎活动期重要的影像学评价准则,对其进行早期诊断能有效评估病情,为临床提供依据^[3]。MRI被认为是一种诊断与评估AS骶髂关节炎BME的高灵敏度及高特异度方法,然而,其具有相应缺陷,其成本较高,预定时间较长,在临床实践中应用得到限制^[4-5]。相较于其他检查手段,CT技术凭借其操作便捷和成本较低的优势,在骶髂关节炎BME的诊断中备受瞩目。采用双能量CT虚拟去钙(VNCa)技术,利用两种不同能量的X射线进行物质分离,进而生成VNCa图像和CT值,这为临床诊断提供了关键支持^[6-7]。但目前,临床上关于双能量CT虚拟去钙技术在强直性脊柱炎骶髂关节炎骨髓水肿中应用尚未有学者指出,基于此,本文研究双能量CT虚拟去钙技术在强直性脊柱炎骶髂关节炎骨髓水肿中的应用价值并进行分析。

1 资料与方法

1.1 对象 于2023年6月至2024年5月,选取我院50例强直性脊柱炎骶髂关节炎患者,依据BASDAI评分进行分组,分为早期急性期(平均分 ≥ 6.0 分)、慢性活动期(平均分在4.0-6.0分之间)各25例。其中,早期急性期男13例,女12例,平均年龄(25.36 ± 3.24)岁,平均病程(3.25 ± 3.10)个月;慢性活动期男15例,女10例,平均年龄(26.78 ± 1.95),平均病程(3.30 ± 3.15)个月,两组基本资料具有可比性($P>0.05$)。

纳入标准:符合骶髂关节炎的诊断标准^[8];年龄 >18 岁;临床资料完整;患者对本研究知情且签署同意书。**排除标准:**患有骶髂关节手术病史者;合并骶髂关节外伤者;合并心、肝等重大器官损坏者;妊娠期父母;患有精神疾病且不配合治疗者。

1.2 方法 (1)患者使用西门子公司生产的双源CT扫描设备(型号:Somatom Force)进行检测,具体扫描参数为:A球管采用90kV的电压和220mAs的电流,而B球管则采用Sn150kV的电压和138mAs的电流。扫描过程中采用了1.5mm \times 128mm \times 0.6mm的准直器以及1.5mm的层厚,螺距设置为0.6。扫描后,图像被传输至西门子双能量CT的后处理软件,并利用Bone Marrow成像模式进行处理。在该模式下,通过对冠状位、轴位和冠状斜位的彩色编码VNCa图像进行重建,对病变进行分级评估:1级表现为明显的亮绿色骨髓伪彩;2级则显示为不太明显的亮绿色骨髓伪彩;3级疑似浅绿色骨髓伪彩;4级表示正常骨髓。将1级和2级划分为BME,在病变区域绘制感兴趣区域,并在相对应的健侧关节面选取无水腫区域测量骨髓的CT值,同时记录病变区域的常规CT值和VNCa CT

【第一作者】谷世立,男,主管技师,主要研究方向:医学影像技术、诊断。E-mail:Gushili7279@163.com

【通讯作者】梁长华,男,主任医师,主要研究方向:医学影像技术、诊断。E-mail:liangchanghua12345@163.com

值。(2)MRI检查:使用SIEMENS Magnetom vida 3.0T MRI进行成像,设置斜冠状T1WI(TR 432ms, TE 10ms)和T2WI(TR 3070ms, TE 70ms),轴位T2WI(TR 3410ms, TE 38ms),层厚3-4mm,层距0.6-0.8mm。扫描腰5至会阴下2cm,发现BME征象时,由两位以上副主任医师判定结果。

1.3 观察指标

1.3.1 早期、中晚期强直性脊柱炎组间各项指标比较 骨髓水肿SPARCC评分:STRI斜冠状位骶髂关节检查共12层面,重点评估第4至9层。评分标准包括:象限受影响程度(0-1分,48分总分),水肿强度(接近或超髂前静脉信号加1分,12分总分),及水肿深度(超过1cm加1分,12分总分),总评分为72分。

1.3.2 骨髓水肿SPARCC评分与病情活动性BASDAI评分相关性分析 BASDAI评分用于评估强直性脊柱炎活动度,涵盖疲劳、脊柱痛等六方面,总分60分。活动指数0-10分, ≤ 4.0 表示稳定, ≥ 6.0 表示活动,4.0-6.0需结合实验室检查,研究BASDAI评分与骨髓水肿SPARCC评分相关性。

1.3.3 两组患者VNCa CT、有效原子序数、能谱曲线斜率及rCT值比较 由专业的医护人员对两组VNCa CT、有效原子序数、能谱曲线斜率及rCT值进行比较并分析。

1.3.4 双能量CT虚拟去钙技术与“金标准”检测比较 对所有受检者进行双能量CT虚拟去钙技术检测,检测之后对所得数据进行统计计算,计算公式如下: $a/(a+b) \times 100\%$ =阳性预测值; $d/(c+d) \times 100\%$ =阴性预测值。a为真阳性;b为假阳性;c为假阴性;d为真阴性。灵敏度= $a/(a+c) \times 100\%$ 、特异度= $d/(d+b) \times 100\%$ 、准确度= $(a+d)/\text{总例数} \times 100\%$ 。

1.4 统计学处理 使用SPSS 25.0进行数据分析,计量资料经levene法检测具备方差齐性,shapiro-wilk检验符合正态分布,以均数标准差($\bar{x} \pm s$)表示采用重读测量方差分析,同一时间点两组间比较独立样本t检验。以率(%)表示计数资料采用 χ^2 检验,多

组间行F值计算,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 早期、中晚期强直性脊柱炎骨髓水肿SPARCC评分 高信号骨髓水肿症状为1分,轻度肿胀;病灶信号强度接近髂前静脉为3分;水肿深度为髂髌关节,记为2分。

双能量CT VNCa骨髓水肿图像与MRI图像金标准的对比,如下图所示。

2.2 早期、中晚期强直性脊柱炎组间各项指标比较 如表1所示,两组在年龄、病程及SPARCC评分中无差异($P > 0.05$),且早期急性期ESR、CRP低于慢性活动期,有差异($P < 0.05$)。

2.3 骨髓水肿SPARCC评分与病情活动性BASDAI评分相关性分析 50例行骶髂关节MRI检查显示:45例患者骶髌关节面下发生高信号水肿,SPARCC评分 > 0 ,骨髓水肿出现于双侧。T1加权成像中,骨髓水肿显示低信号,STIR序列中,显示高信号,经过SPARCC、BASDAI评分进行检验,发现其不符合正态分布,因此,运用Spearman相关性分析其相关性,结果表明,骨髓水肿SPARCC评分与BASDAI评分呈正相关($r_s = 0.682, P < 0.05$)。

2.4 两组患者VNCa CT、有效原子序数、能谱曲线斜率及rCT值比较 如表2所示,早期急性期VNCa CT、有效原子序数、能谱曲线斜率及rCT值高于慢性活动期,有差异($P < 0.05$)。

2.5 双能量CT虚拟去钙技术与“金标准”检测比较 如表3所示,本次研究以MRI图像显示骨髓水肿区域为“金标准”发现,使用双能量CT虚拟去钙技术检测的阳性检出率较低,有差异($P < 0.05$)。

2.6 ROC曲线分析双能量CT虚拟去钙技术对强直性脊柱炎骶髌关节炎骨髓水肿临床预测价值分析 如表4所示,双能量CT虚拟去钙技术灵敏度、特异度和准确度、AUC值均较高,有差异($P < 0.05$)。

表1 早期、中晚期强直性脊柱炎组间各项指标比较

临床及检验	BASDAI评分分组		T/F值	P值
	早期急性期(平均分 ≥ 6.0 分)	慢性活动期(平均分在4.0-6.0分之间)		
年龄(岁)	25.36 \pm 3.24	26.78 \pm 1.95	1.878	0.066
病程(月)	3.25 \pm 3.10	3.30 \pm 3.15	0.056	0.955
ESR(mm/h)	21.48 \pm 8.45	27.45 \pm 9.02	2.415	0.019
CRP(mg/L)	8.74 \pm 4.15	17.15 \pm 5.66	5.991	0.001
SPARCC评分(0~72)	13.66 \pm 4.10	12.97 \pm 3.32	0.653	0.516

表2 两组患者VNCa CT、有效原子序数、能谱曲线斜率及rCT值比较

组别	例数	VNCa CT	有效原子序数	能谱曲线斜率	rCT值
早期急性期	25	-36.89 \pm 1.20	17.85 \pm 0.67	0.031 \pm 0.05	487.36 \pm 110.25
慢性活动期	25	-42.05 \pm 3.25	14.28 \pm 0.41	0.106 \pm 0.02	480.54 \pm 113.36
t值		47.080	22.720	6.964	39.710
P值		0.001	0.001	0.001	0.001

表3 双能量CT虚拟去钙技术与“金标准”检测比较

	“金标准”	双能量CT虚拟去钙技术		合计
		阳性	阴性	
阳性	23	2	25	
阴性	3	22	25	
合计	26	24	50	

表4 ROC曲线分析双能量CT虚拟去钙技术对强直性脊柱炎骶髌关节炎骨髓水肿临床预测价值分析

检查方法	AUC值	Z值	P值	灵敏度(n, %)	特异度(n, %)	准确度(n, %)	95%CI
双能量CT虚拟去钙技术	0.516	2.548	0.001	88.46	91.66	90.00	0.524-0.952



图1A-图1D 男, 26岁, 强直性脊柱炎骶髌关节炎急性期患者。

图1A: 双能CT VNCa图显示右侧髂骨侧关节面下、左侧骶髌关节面下见明显片状亮绿色伪彩区域(白色箭头), 提示骨髓水肿存在;

图1B: 斜冠状位T2WI脂肪抑制序列图显示右侧髂骨侧关节面下、左侧骶髌关节面下见稍长T2信号; 左侧骶髌关节面毛糙。

图1C: T1WI显示左侧骶髌关节面毛糙, 关节面下见斑片状稍长T1信号, 右侧骶髌关节面髂骨侧关节面下可见小片状稍长T1信号。

图1D: VNCa混合能量图显示右侧髂骨侧骨髓水肿区域呈片状绿色区域伪彩。

图2 ROC曲线分析双能量CT虚拟去钙技术对强直性脊柱炎骶髌关节炎骨髓水肿临床预测价值分析。

3 讨论

骶髂关节是由滑膜及韧带组合而成，其表面有骶骨与髂骨所覆盖的关节软骨，炎症多发于滑膜部位，随着疾病的发展，这种炎症会逐步扩散至关节表层^[9-10]。滑膜炎性病变以及滑膜软骨的炎症细胞侵袭是BME病理学的基础，在目前的临床实践中，BME的出现通常表示骶髂关节炎处于炎症的初始阶段^[11]。早期诊断BME能够为临床治疗提供及时的干预建议，避免病情加剧并导致关节下脂肪堆积。在以往，MRI技术主要被应用于骶髂关节炎中BME病变的诊断与评估过程，但对于接受金属植入的患者来说，MRI的临床应用存在一定的局限性，其应用范围也受到了一定的限制^[12]。

双能量CT VNCa技术通过运用不同能量的X射线进行成像，在光电效应和康普顿效应的共同作用下，该技术在不同能量级别上可能会展现出不同的衰减系数^[13]。该技术基于物质分离算法，能够有效区分不同性质的物质，进而为BME病变的确诊提供了有力的科学支撑。相较于传统的CT扫描，VNCa技术能够通过去除体内的钙元素来降低容积效应，从而实现骨髓成分的可视化^[14-15]。此外，该技术能够利用彩色图像重建技术来展现骨髓内部衰减变化的特定区域，这对于增强诊断的敏感度具有极为重要的意义^[16]。临床调查显示，ESR加快、CRP增高是重要的诊断依据，双能量CT VNCa技术在评估强直性脊柱炎(AS)炎症活动性方面具有高敏感性；且无电离辐射，能应用于治疗前后疗效评价^[17-18]。本文研究结果显示，SPARCC评分法在AS患者的骶髂关节MRI评价中表现出较高的敏感性，其评估效能显著。因此，利用SPARCC评分，能够借助骶髂关节的斜冠状面STIR序列成像，对骨髓水肿的扩散范围、程度及其深度进行精确评价，这对于病情的监控与分析提供了重要信息。而双能量CT VNCa技术，通过增强光谱分离功能，能够识别并移除骨骼中的钙质成分，进而生成为去钙图像，这对于骨髓病变的评估具有重要价值。

有学者在研究中指出，AS指的是一种主要困扰青壮年群体的慢性炎症性关节病，其典型症状包括持续的痛感和疲劳，长期发展会引起功能障碍^[19]。与普通人群相比，活动期AS患者在生活质量和功能上都有明显的下滑，因此在临床上，评估病情的活跃度和进展速度变得尤为关键^[20]。BASDAI评分系统是一个专门用于评估AS病情活跃度的分级工具，它能够全面地展现病情的活跃程度，并具备高度的可靠性、对病情变动的高度敏感性以及使用上的便捷性^[21-22]。本文研究结果显示，对50例AS患者的骶髂关节骨髓水肿SPARCC评分与BASDAI评分进行了相关性分析，结果显示两者之间存在显著关联。这一发现证实了SPARCC评分在评估AS患者病情中的关键作用，有助于更准确地监测AS患者的病情发展。

临床调查显示，双能量CT VNCa技术中的DEI、Zeff结合能谱曲线斜率在强直性脊柱炎骶髂关节炎骨髓水肿中的价值和有效性^[23-24]。本文研究结果显示，与单一指标相比，DEI、Zeff结合能谱曲线斜率提高了双能量CT VNCa技术在强直性脊柱炎骶髂关节炎骨髓水肿中准确性，从而证实其在诊断成像是检测骨髓水肿提供一定参考。

有学者在研究中指出，髂骨VNCa CT值对判断骶髂关节炎BME的准确性较高，在临床上被广泛应用^[25]。本次研究以MRI图像显示骨髓水肿区域为“金标准”发现，双能量CT VNCa技术诊断真阳性23例，真阴性为22例，检查诊断情况与“金标准”检出率较为相似。双能量CT VNCa技术检测灵敏度88.46%、特异度91.66%、准确度90.00%，由此可见该方法灵敏度、特异度、准确度和阳/阴性的预测值较高，具有较高的检出率。说明CT值在BME早期发现中具有重要作用，其准确度较高，主要因为当BME发生时，脂肪组织被液体所替代。而双能量CT，可以有效排除高密度钙质的影响，从而直观地反映BME病变的严重程度和病变特征，表现为VNCaCT值。但该技术可能对恶性肿瘤患者造成限制，需进一步研究其在恶性肿瘤鉴别诊断中的应用。

综上所述，双能量CT VNCa技术在检测BME方面具有较高的准确性，通过监测VNCa CT值能够实现对BME病情的动态追踪，这一方法在临床应用中具有推广价值。在本研究中，选取的病例数量有限，因此研究结果可能存在一定的偏差。后期会扩大样本

量，进行大规模的临床实验，以便为强直性脊柱炎骶髂关节炎的临床治疗提供更为准确和全面的数据支持，从而更好地造福强直性脊柱炎骶髂关节炎患者。

参考文献

- [1] 黄雷, 王倩萍, 胡燕子. DCE-MRI及DWI评估强直性脊柱炎骶髂关节炎的价值观察[J]. 中国现代医生, 2022, 60(32): 60-64.
- [2] 杨丽勤, 朱默, 金鹏飞, 等. 双能CT物质分离技术对强直性脊柱炎骶髂关节炎骨髓水肿物质变化的定量分析[J]. 临床放射学杂志, 2022, 41(11): 2101-2105.
- [3] 孟存忠, 赵帆, 赵长秀, 等. 高场MRI对早期强直性脊柱炎骶髂关节炎的诊断价值[J]. 当代医学, 2021, 27(20): 12-14.
- [4] 胡震隆, 朱家安. 超声与CT融合成像在定位强直性脊柱炎骶髂关节炎性血流信号中的价值[J]. 临床超声医学杂志, 2020, 22(2): 90-94.
- [5] 樊丽莎. 研究磁共振成像(MRI)对强直性脊柱炎活动性骶髂关节炎患者的临床诊断效果[J]. 中外女性健康研究, 2022(20): 191-192.
- [6] van der Heijde D, Deodhar A, Maksymowych WP, et al. Upadacitinib in active ankylosing spondylitis: results of the 2-year, double-blind, placebo-controlled SELECT-AXIS 1 study and open-label extension[J]. RMD Open, 2022, 8(2): e002280.
- [7] Zhang J, Zhou Y, Ma Z. Multi-target mechanism of Tripterygium wilfordii Hook for treatment of ankylosing spondylitis based on network pharmacology and molecular docking[J]. Ann Med, 2021, 53(1): 1090-1098.
- [8] Lee YH. Comparative efficacy and safety of janus kinase inhibitors and secukinumab in patients with active ankylosing spondylitis: a systematic review and meta-analysis[J]. Pharmacology, 2022, 107(11-12): 537-544.
- [9] Zuo H, Li MM. Ankylosing spondylitis and psychiatric disorders in European population: a Mendelian randomization study[J]. Front Immunol, 2023, 14: 1277959.
- [10] Yamazaki S, Shimbo A, Kamiya T, et al. Ankylosing spondylitis, Crohn's disease, and myelodysplasia in an adolescent[J]. Pediatr Int, 2022, 64(1): e15215.
- [11] 刘文波, 卢东霞, 杨金花, 等. 强直性脊柱炎活动性骶髂关节炎磁共振成像诊断研究[J]. 内蒙古医学杂志, 2021, 53(1): 5-7.
- [12] 漆家高, 张馨月, 郭道宁, 等. 彩色多普勒超声在评估强直性脊柱炎患者骶髂关节炎活动性中的价值[J]. 实用医学杂志, 2018, 34(22): 3787-3791.
- [13] 孙慧. MRI检查对强直性脊柱炎早期骶髂关节炎的诊断价值[J]. 河南医学研究, 2020, 29(13): 2435-2436.
- [14] 温群, 王娇燕, 龚志刚, 等. DWI在强直性脊柱炎所致骶髂关节炎活动性评价中的应用价值[J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2022, 20(4): 387-390.
- [15] 黄颖林. 彩色超声评估活动期强直性脊柱炎患者骶髂关节炎和肌腱端病变的临床价值[J]. 心电图杂志(电子版), 2020, 9(1): 63-64.
- [16] Li D, Cao R, Dong W, et al. Identification of potential biomarkers for ankylosing spondylitis based on bioinformatics analysis[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2023, 24(1): 413.
- [17] Wang JX, Shen Y, Wang XL, et al. Causal relationship between endometriosis with infertility and ankylosing spondylitis[J]. Sci Rep, 2023, 13(1): 13412.
- [18] Ma Y, Fan D, Xu S, et al. Ankylosing spondylitis patients display aberrant ERAP1 Gene DNA methylation and expression[J]. Immunol Invest, 2022, 51(6): 1548-1560.
- [19] Jia H, Chen M, Cai Y, et al. A new and spontaneous animal model for ankylosing spondylitis is found in cynomolgus monkeys[J]. Arthritis Res Ther, 2022, 24(1): 1.
- [20] Burmester GR, Cohen SB, Winthrop KL, et al. Safety profile of upadacitinib over 15 000 patient-years across rheumatoid arthritis, psoriatic arthritis, ankylosing spondylitis and atopic dermatitis[J]. RMD Open, 2023, 9(1): e002735.
- [21] Yang M, Wan X, Zheng H, et al. No evidence of a genetic causal relationship between ankylosing spondylitis and gut microbiota: a two-sample mendelian randomization study[J]. Nutrients, 2023, 15(4): 1057.
- [22] Chen S, Li Z, Chen D, et al. Piezo1-mediated mechanotransduction promotes enthesal pathological new bone formation in ankylosing spondylitis[J]. Ann Rheum Dis, 2023, 82(4): 533-545.
- [23] 朱彬, 陈士新, 张良. 双能量CT虚拟去钙技术与MRI对椎体新鲜骨折患者的诊断价值分析[J]. 临床和实验医学杂志, 2024, 23(2): 176-180.
- [24] 蒲学佳, 胡元明, 吕涵青, 等. 双能量CT虚拟去钙技术对膝关节隐性骨折的诊断价值[J]. 影像诊断与介入放射学, 2020, 29(1): 22-26.
- [25] 沈瑞, 吴胤赞, 李玲, 等. 双能量CT虚拟去钙技术对骶髂关节炎骨髓水肿的诊断价值[J]. 实用放射学杂志, 2023, 39(4): 621-625.

(收稿日期: 2024-07-01)

(校对编辑: 韩敏求)