

• 骨骼肌肉影像学 •

DWI、DCE-MRI 诊断骶髂关节急性炎症的价值

孔龙, 张刚, 史英红, 李建, 谢海柱

【摘要】 目的:探讨 DWI、DCE-MRI 诊断骶髂关节(SIJ)急性炎症的价值。**方法:**选取 42 例骶髂关节炎患者及 18 例志愿者(对照组),对所有 60 例受检者行双侧骶髂关节 MR 平扫、动态增强 MRI(DCE-MRI)及扩散加权成像(DWI)检查。根据 TIRM-T₂WI 序列上骨髓信号是否增高将 42 例患者分为急性炎症组(18 例)和非急性炎症组(24 例)。对急性炎症组患者进行 SPARCC 评分。描绘时间-信号曲线(TIC)并对其进行分型;计算、测量各组骨髓区的增强因子(Fenh)、增强斜率(Senh)及表观扩散系数(ADC)值。并对急性炎症组患者的 SPARCC 评分、ADC 值及 Fenh 三者间进行相关性分析。**结果:**急性炎症组 SPARCC 评分为(21.06±7.20)分。TIRM-T₂WI、DWI 及 DCE-MRI 分别检出 35、34、36 侧关节面下急性炎症,三者间检测能力差异无统计学意义($\chi^2=2.06, P>0.05$)。急性炎症组病变区 ADC 值、Fenh 及 Senh 均高于非急性炎症组、对照组,差异均有统计学意义(F 值分别为 381.591、62.080、11.097, P 值均 <0.01);非急性炎症组与对照组上述三个参数间差异无统计学意义(P 值均 >0.05)。急性炎症组 TIC 表现为快速上升平台型(72.22%)和持续快速上升型(27.78%);非急性炎症组和对照组 TIC 均表现为速升缓降型。急性炎症组的 SPARCC 评分与 ADC 值、SPARCC 评分与 Fenh、ADC 值与 Fenh 均呈正相关(r 值分别为 0.874、0.673、0.723, P 值均 <0.05)。**结论:**DWI、DCE-MRI 检出 SIJ 急性炎症的能力相当;通过计算 ADC 值、Fenh 及 Senh 可对炎性病变程度进行量化评价,DWI、DCE-MRI 对 SIJ 急性炎症的诊断具有重要价值。

【关键词】 骶髂关节炎; 磁共振成像; 扩散加权成像

【中图分类号】 R684.3; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2017)09-0961-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2017.09.014

Application of DWI and DCE-MRI in the diagnosis of acute sacroiliitis KONG Long, ZHANG Gang, SHI Ying-hong, et al. Department of Radiology, Yan tai Yuhuangding Hospital, Affiliated to Qingdao University, Shandong 264000, China

【Abstract】 Objective: To investigate the value of diffusion-weighted imaging (DWI) and dynamic contrast-enhanced MRI (DCE-MRI) in the diagnosis of acute sacroiliitis (AI). **Methods:** A total of 42 patients with typical clinical symptoms of sacroiliitis, as well as 18 healthy volunteers (control group) were enrolled. Bilateral sacroiliac joints were examined by plain MR scanning, DCE-MRI and DWI. According to whether the marrow signal became hyperintense on TIRM-T₂WI, 42 patients were divided into acute inflammation group (18 patients) and non-acute inflammation group (24 patients). SPARCC score were measured in the acute inflammation group. Time-intensity curve (TIC) was obtained on DCE-MRI and classified. The factor of enhancement (Fenh), slope of enhancement (Senh) and ADC value of the marrow area in different groups were calculated and measured. Correlative analysis was performed among SPARCC score, ADC value and Fenh in the acute inflammation group. **Results:** The SPARCC score in the acute inflammation group were 21.06±7.20. TIRM-T₂WI, DWI and DCE-MRI displayed 35, 34, 36 sides respectively with acute inflammation below the joint facet, with no significant difference in the detection of AI ($\chi^2=2.06, P>0.05$). The mean ADC values, Fenh, Senh in the acute inflammation group were higher than those in the non-acute inflammation group and control group, with significant difference ($F=381.591, 62.080, 11.097$ respectively; all $P<0.01$). The above-mentioned three parameters showed no significant statistic difference between the non-acute inflammation group and control group (all $P>0.05$). The TIC of acute inflammation group shown fast arising-plateau pattern in 13 patients (72.22%), persistent fast arising pattern in 5 patients (27.78%). All of the TIC in non-acute inflammation group and control group shown fast arising and slow descending pattern. The Spearman correlation analysis showed positive correlation in SPARCC score and ADC value, SPARCC score and Fenh, ADC value and Fenh in acute inflammation group ($r=0.874, 0.673, 0.723$ respectively; all $P<0.05$). **Conclusion:** There was no significant difference of DWI and DCE-MRI in detecting acute sacroiliitis. The ADC values, Fenh and Senh can be effectively used to quantify inflammatory areas in SI joints. DWI and DCE-MRI had a significant clinical value in detecting acute sacroiliitis.

【Key words】 Sacroiliitis; Magnetic resonance imaging; Diffusion weighted imaging

作者单位: 264000 山东, 青岛大学附属烟台毓璜顶医院影像科磁共振室
作者简介: 孔龙(1991—), 女, 湖北荆州人, 硕士研究生, 主要从事肌骨系统影像诊断工作。
基金项目: 烟台市重点研发计划项目(2016ws026)

中轴型脊柱关节病特别是强直性脊柱炎, 常常首先累及骶髂关节(sacroiliac joint, SIJ), 引起骶髂关节炎(Sacroiliitis, SIS)。2009 年国际脊柱关节炎协会制

定的中轴型脊柱关节炎分类标准引入了 MRI 作为影像诊断标准之一^[1]。骨髓水肿是早期 SIS 的主要病理改变之一, MRI 能显示 X 线、CT 检查无法显示的早期急性炎症^[2], 可为早期诊断 SIS 提供影像依据。短时反转恢复(short tau inversion recovery, STIR)序列和/或增强后脂肪抑制 T₁ WI(T₁ weighted imaging sequence with fat saturation, FST₁ WI)是显示骶髂关节急性炎症的主要序列^[1]。T₂ 反转恢复抑脂(turbo inversion recovery T₂ WI, TIRM-T₂ WI)序列是西门子公司提供的一种反转恢复的脂肪抑制序列, 是在常规 STIR 序列基础上发展而来, 也是单纯抑制脂肪的序列。本研究根据 Bollow 等^[3]提出的 MRI 诊断骶髂关节炎的标准, 在可疑患者中筛选出 SIS 患者, 对 SIS 患者进行加拿大脊柱关节炎研究协会(spondyloarthritis research consortium of canada, SPARCC)评分; 再根据 TIRM-T₂ WI 图像上的 SIJ 骨髓信号将 SIS 患者分为急性炎症组和非急性炎症组, 比较 DWI、动态对比增强 MRI(dynamic contrast-enhanced MRI, DCE-MRI)检出 SIJ 关节面下急性炎症的能力, 通过各参数对炎性病变程度进行量化分析, 并将各参数与 SPARCC 评分进行相关性分析, 旨在探讨 DWI、DCE-MRI 诊断 SIJ 急性炎症的价值。

材料与方法

1. 病例资料

本研究是前瞻性研究, 搜集 2015 年 11 月—2016 年 9 月本院风湿免疫科门诊及住院高度怀疑 SIS 的患者, 共 42 例, 其中男 30 例, 女 12 例, 年龄 16~45 岁; 临床诊断符合 1984 年修订的强直性脊柱炎(ankylosing spondylitis, AS)纽约标准: 腰痛, 晨僵 2~3 个月, 休息无改善, 腰椎活动受限, 胸廓活动度降低。排除标准: ①近期有骶髂关节外伤病史者; ②有感染和恶性肿瘤病史者。随机选择 18 例健康志愿者为对照组, 其中男 13 例, 女 5 例, 年龄 22~41 岁。所有受检者均知情同意。

2. 检查方法

MRI 检查采用德国西门子 Spectra 3.0T MR 扫描仪。所有 SIS 患者及对照组健康志愿者均取仰卧位, 行双侧骶髂关节扫描。MRI 常规扫描采用斜冠状面(平行于骶₁与骶₃的长轴连线)T₁ WI(TR 458.0 ms, TE 9.4 ms, 层厚 3.0 mm, 层间距 0.6 mm, 视野 380 mm×261 mm, 扫描时间 1.31 min)、T₂ WI(TR 3510.0 ms, TE 82.0 ms, 层厚 3.0 mm, 层间距 0.6 mm, 视野 380 mm×261 mm, 扫描时间 2.20 min)、TIRM-T₂ WI(TI 220.0 ms, TR 3500.0 ms, TE 39.0 ms, 层厚 3.0 mm, 层间距 0.9 mm, 视野

380 mm×380 mm, 扫描时间 2.55 min); DWI 扫描参数: TR 6000.0 ms, TE 64.0 ms, 视野 380×263 mm, 层厚 3.0 mm, 层间距 0.6 mm, b 值取 50、600 s/mm², 扫描时间为 2.54 min。

DCE-MRI 扫描采用三维容积插入式屏气检查(three dimension volumetric interpolated breath-hold examination, 3D-VIBE)序列, 扫描参数: TR 4.5 ms, TE 1.5 ms, 视野 330 mm×330 mm, 层厚 2.0 mm, 层间距为 0。采用高压注射器经桡静脉或肘静脉团注 Gd-DTPA, 流率 2 mL/s, 每隔 10 s 做 1 次 T₁ WI 扫描, 每次扫描时间约为 31.96 s, 连续动态扫描 15 次, 总时间约 10.20 min。

3. 图像分析

根据 Bollow 等^[3]的标准将 SIS 分为 5 级: 0 级, 无改变; I 级, 骨髓局限性脂肪堆积和/或局限性软骨下硬化和/或≤2 处侵蚀; II 级, 中度脂肪堆积、中度软骨下硬化和/或>2 处无融合的侵蚀, 关节间隙宽度正常; III 级, 关节间隙假性扩大和/或轻度部分强直, 严重软骨下硬化, 以及普遍脂肪堆积; IV 级, 肯定强直。II 级及以上者, 可诊断为骶髂关节炎。

骶髂关节抑脂序列 T₂ WI 斜冠状面共扫描 12 个层面, 取第 4~9 层共 6 个层面进行 SPARCC 评分, 记分标准: 累及范围记分, 每个层面的每一侧骶髂关节划分为 4 个象限, 每一区域内出现高信号骨髓水肿计为 1 分, 无计为 0 分, 6 个层面双侧骶髂关节总分 48 分(图 1); 水肿程度记分, 每个层面每一侧 SIJ 骨髓水肿信号接近或超过同层静脉信号强度加 1 分, 总分 12 分; 水肿深度记分, 每一层面每一侧 SIJ 病灶深度超过 1 cm 加 1 分, 总分 12 分。三者相加为 SPARCC 评分总分, 共 72 分^[4]。

本研究根据 TIRM-T₂ WI 图像上是否存在关节面下急性炎症将 42 例患者分为急性炎症组和非急性炎症组。急性炎症组中病变明显者直接将 4 个病变区选定为感兴趣区(region of interest, ROI), ROI 避开骨皮质、血管、坏死及囊变, 大小设定为 30~40 mm², 如果没有达到 4 个病灶, 则选取全部病灶; 非急性炎症组、对照组在显示骶髂关节面最长的层面上分别取双侧骶骨侧、髂骨侧骨髓中央区共 4 个 ROI。分别测量 ADC 值, 取其平均值, 并绘制出时间-信号曲线(time-intensity curve, TIC), 计算增强因子(Fenh)和增强斜率(Senh), 计算公式如下:

$$Fenh(\%) = \frac{(SI_{max} - SI_0)}{SI_0} \times 100\%$$

$$Senh(\%/min) = \frac{(SI_{max} - SI_0)}{SI_0 \times T_{max}} \times 100\%$$

其中 SI₀ 为增强前的信号强度, SI_{max} 为增强后的最大信号强度, T_{max} 为达到 SI_{max} 所需的时间。

4. 统计学分析

采用 SPSS 20.0 软件进行统计学分析, 计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x}\pm s$)表示, 置信区间均取 95% (95%CI)。计量资料的 3 组间比较采用单因素方差分析, 采用 Levene 检测数据的方差齐性, 如果方差齐则采用 LSD 法进行两两比较, 方差不齐则采用 Dunnett's T3 行两两比较。计数资料的组间比较采用 χ^2 检验。采用 Pearson、Spearman 法分析急性炎症组 SPARCC 评分、ADC 及 Fenh 三者间的相关性, $r\geq 0.4$ 为有相关性, $r\geq 0.7$ 为有显著相关性, 并对其相关

系数进行检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 三组患者的一般资料比较

本研究中急性炎症组患者 18 例, 其中男 12 例, 女 6 例, 平均年龄为 (26.61 ± 5.83) 岁, 平均病程为 (3.03 ± 1.90) 年。非急性炎症组患者 24 例, 其中男 18 例, 女 6 例, 平均年龄为 (31.25 ± 7.24) 岁, 平均病程为 (4.25 ± 2.22) 年。对照组患者 18 例, 其中男 13 例, 女 5 例, 平均年龄为 (29.06 ± 4.92) 岁。三组患者

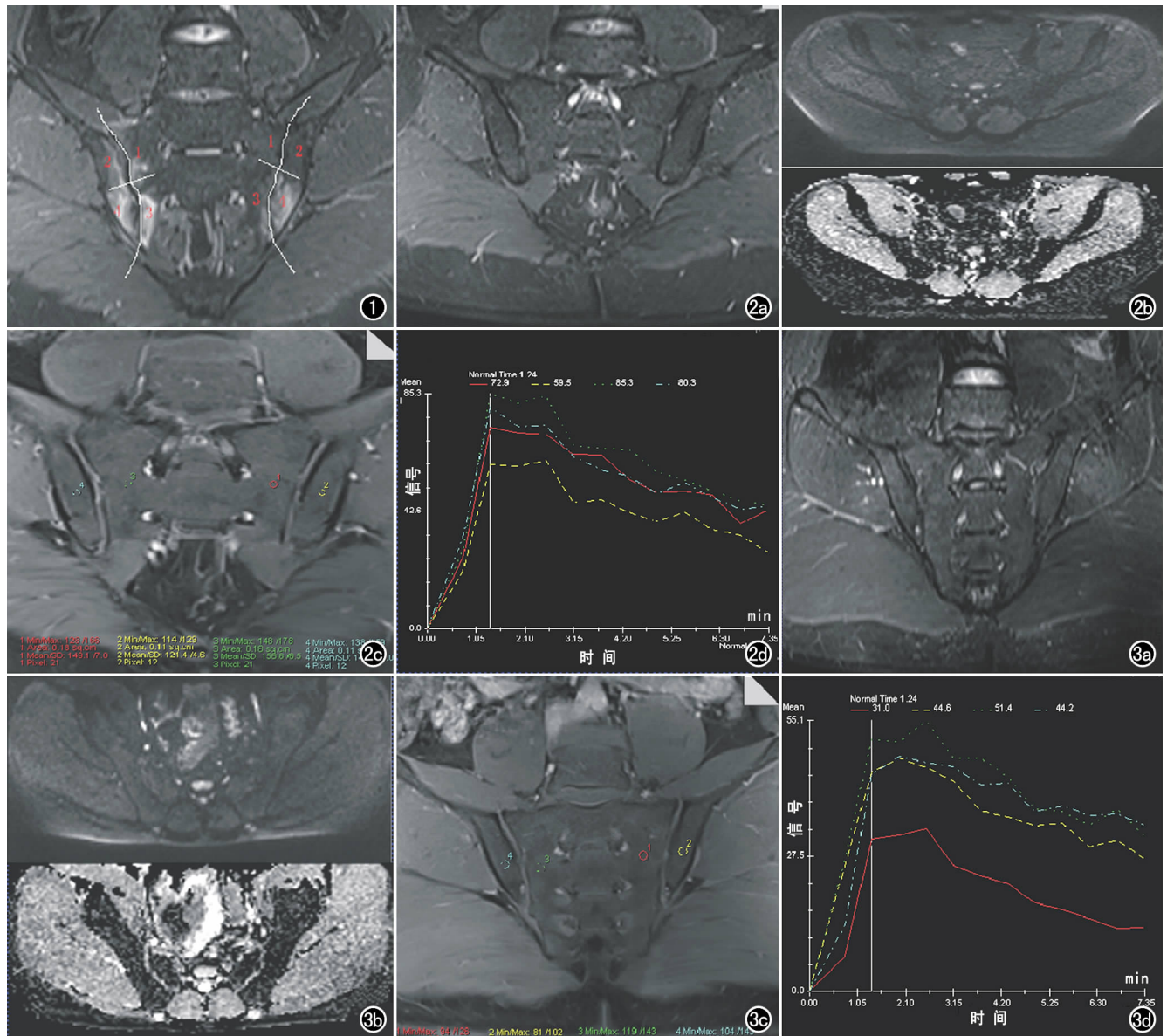


图 1 SIS 急性炎症期患者, 男, 26 岁。在每个 SIJ 斜冠状面 TIRM-T₂WI 图像上通过关节间隙画 1 条曲线, 再在曲线中点画 1 条垂线, 将两侧关节划分成 8 个象限进行评分。该层面 SPARCC 评分: 双侧 SIJ 有 6 个象限受累, 计 6 分; 双侧水肿信号强度均接近于髂前静脉, 计 2 分; 双侧病灶深度均超过 1cm, 计 2 分; 总计 10 分。图 2 健康志愿者, 男, 41 岁。a) TIRM-T₂WI 图像示双侧骶髂关节面下骨质未见明显异常信号; b) DWI/ADC 图示双侧骶髂关节面下骨质未见明显异常信号; c) DCE-MRI 图示关节面下骨质未见明显异常强化; d) TIC 呈速升缓降型。图 3 骶髂关节炎稳定期患者, 男, 27 岁, HLA-B27(+), ESR、CRP 正常。a) TIRM-T₂WI 图示双侧骶髂关节面下骨质未见明显异常信号; b) DWI/ADC 图示双侧骶髂关节面下骨质未见明显异常信号; c) DCE-MRI 图示关节面下骨质未见明显异常强化; d) TIC 呈速升缓降型。

的年龄、急性炎症组与非急性炎症组患者的病程差异均无统计学意义(F 值 = 2.88, t 值 = 1.88, P 值均 > 0.05)。

2. 三组患者骶髂关节的 MRI 表现

根据 Bolow 等^[3]提出的骶髂关节炎的 MRI 诊断标准筛选 SIS 患者,共 42 例。对照组、非急性炎症组增强扫描感兴趣区 TIC 呈速升缓降型(图 2、3)。非急性炎症组中 11 例 SIJ 骨皮质边缘毛糙或呈锯齿状,关节间隙宽窄不一、扭曲;另有 1 例患者 SIJ 骨皮质边缘毛糙,骨髓未见明显异常强化,双侧 SIJ 滑膜呈明显强化(图 4)。急性炎症组 SIJ 在 TIRM- T_2 WI 图像上可见 35 侧关节面下斑片状稍高/高信号(图 5a),在 DWI 图像上可见 34 侧关节面下斑片状高信号(图 5b),在 DCE-MRI 图像上可见 36 侧关节面下病灶呈明显持续强化(图 5c),4 例同时伴有滑膜和/或肌肉的明显强化。TIRM- T_2 WI、DWI、DCE-MRI 分别检出 35 侧、

34 侧、36 侧关节面下急性炎症,差异无统计学意义($\chi^2 = 2.06, P > 0.05$)。

3. 三组之间各参数的比较

急性炎症组、非急性炎症组及对照组的 ADC 值分别为 $(1.117 \pm 0.291) \times 10^{-3}$ 、 $(0.236 \pm 0.111) \times 10^{-3}$ 和 $(0.212 \pm 0.125) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$;Fenh 值分别为 (171.07 ± 63.73) 、 (94.19 ± 26.54) 和 $(95.48 \pm 20.00)\%$;Senh 分别为 (89.46 ± 30.69) 、 (62.15 ± 24.82) 和 $(69.30 \pm 26.06)\% \text{ min}$;急性炎症组与非急性炎症组、急性炎症组与对照组的上述三个参数差异均有统计学意义($P < 0.01$, 表 1),非急性炎症组与对照组的上述三个参数差异均无统计学意义($P > 0.05$)。

4. SIS 急性炎症组的 SPARCC 评分及与 ADC 值、Fenh 的相关性分析

SIS 急性炎症组 SPARCC 评分为 (21.06 ± 7.20) 分,SPARCC 评分与 ADC 值、SPARCC 评分与 Fenh、

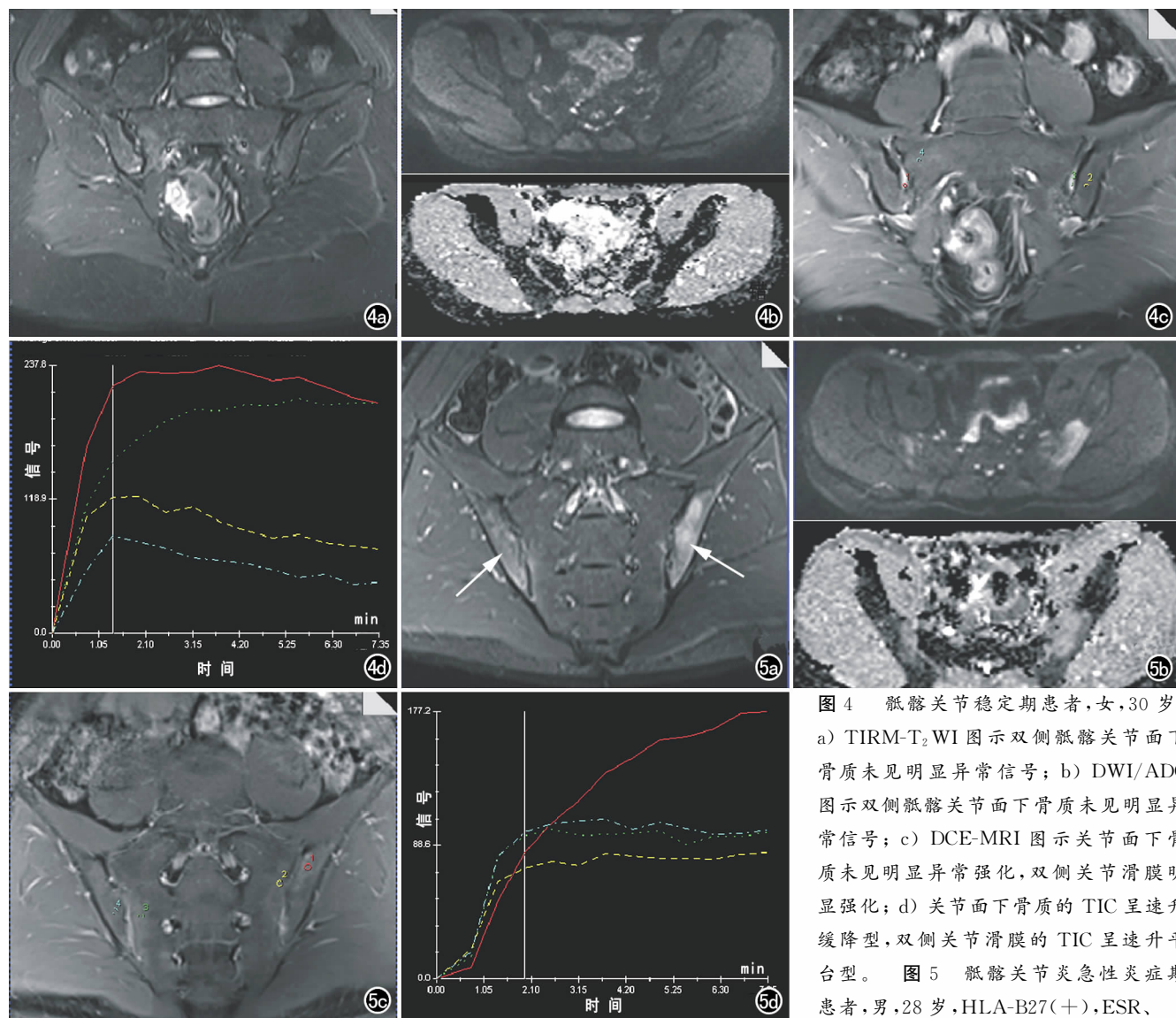


图 4 骶髂关节稳定期患者,女,30 岁。a) TIRM- T_2 WI 图示双侧骶髂关节面下骨质未见明显异常信号;b) DWI/ADC 图示双侧骶髂关节面下骨质未见明显异常信号;c) DCE-MRI 图示关节面下骨质未见明显异常强化,双侧关节滑膜明显强化;d) 关节面下骨质的 TIC 呈速升缓降型,双侧关节滑膜的 TIC 呈速升平台型。图 5 骶髂关节炎急性炎症期患者,男,28 岁,HLA-B27(+),ESR、

CRP 增高。a) TIRM- T_2 WI 图示双侧骶髂关节髂侧骨髓呈片状高信号(箭);b) DWI/ADC 图,ADC 值增高;c) DCE-MRI 图示关节面下骨质及滑膜明显强化;d) TIC 呈快速上升平台型、持续快速上升型。

表 1 三组 Fenh、Senh 及 ADC 值比较

指标	急性炎症组	非急性炎症组	对照组	F 值	P 值
Fenh(%)	171.07±63.73	94.19±26.54	95.48±20.00	62.080	0.000
Senh(%min)	89.46±30.69	62.15±24.82	69.30±26.06	11.097	0.000
ADC 值(mm ² /s)	1.117±0.291	0.236±0.111	0.212±0.125	381.591	0.000

ADC 值与 Fenh 均呈正相关,相关系数分别为 0.874、0.673、0.723(*P* 值均<0.05)。

5. TIC 分型

本研究的 TIC 类型大致分为三型:Ⅰ型为速升缓降型(图 2d,3d),即曲线速升到最大信号强度值后再缓慢地下降;Ⅱ型为快速上升平台型(图 5d),即曲线早期速升,中后期强化程度保持恒定或稍有增加,且中后期强化均缓慢增加;Ⅲ型为持续快速上升型(图 5d)。本研究髌髌关节炎急性炎症组 TIC 以快速上升平台型为主(72.22%,13/18),其余为持续快速上升型;对照组、非急性炎症组 SIJ 骨髓 TIC 均呈速升缓降型,三组的 TIC 分布比较差异有统计学意义(*P*<0.01,表 2),非急性炎症组与对照组的 TIC 分布差异无统计学意义(*P*>0.05)。

表 2 三组 TIC 曲线分布情况 例(%)

组别	例数	速升缓降型	快速上升平台型	持续快速上升型
急性炎症组	18	0	13(72.22)	5(27.78)
非急性炎症组	24	24(100)	0	0
对照组	18	18(100)	0	0

讨 论

临床判断 AS 急性炎症主要依靠 Bath 强直性脊柱炎病情活动指数(bath ankylosing spondylitis disease activity index, BASDAI)评分、红细胞沉降率(erythrocytesedimentation rate, ESR)、C 反应蛋白(C-reactive protein, CRP)等;但 BASDAI 评分标准复杂,存在患者主诉不准确、疼痛阈值差异等因素,上述方法无法直观显示炎症范围,且按照 BASDAI 评分标准判断 SIS 活动性,有相当高比例处于缓解期的 SpA 患者存在 SIJ 磁共振上的急性炎症,不能发现亚临床炎症(临床症状和/或临床指标为阴性,影像学上存在急性炎症表现),造成假阴性的情况。MRI 软组织分辨力较高,可直观显示炎症范围,通过量化指标可以更准确地评价炎症程度,是急性炎症的重要辅助检查手段。多项研究证实 SPARCC 评分与 BASDAI 评分具有一定的正相关关系^[5,6],SIJ 的 MRI 检查 SPARCC 评分可作为检测 AS 患者炎症活动以及评价炎症活动程度、治疗效果的重要方法,且能有效检测 SIJ 的亚临床炎症,更加客观地反映 SIS 急性炎症。

本研究结果显示,DWI 上关节面下急性炎症区呈明显高信号,ADC 值升高;这与张平等^[7]的研究结果

一致;但 DWI 的信号强度与 ADC 值存在负指数函数关系,看似与本研究结果相矛盾,但是 DWI 图像存在明显的“T₂ 穿透效应”,即 DWI 的信号强度还与受检组织的 T₂ 值呈正相关。由于骨髓水肿区含水量多,致病变区 T₂ 值明显增加,导致绝大多数关节面下急性炎症区在 DWI 上呈高信号。所以“T₂ 穿透效应”导致 DWI 信号增高可能会引起假阳性的情况,测量 ADC 值定量评价扩散情况非常有必要^[8]。

在髌髌关节急性炎症期,炎性细胞和血管源性水肿导致血流灌注增加,骨髓内液体增多,MRI 表现为骨髓水肿,微血管结构破坏,通透性增大,行 DCE-MRI 检查时对比剂向病变部位扩散,短 T₁ 作用增强,从而表现为 Fenh、Senh 升高;加之细胞外间隙增大(细胞外液丰富),病灶在细胞外相(延迟期、平衡相)仍强化明显,在 TIC 上表现为中后期强化程度保持恒定或稍有增强。在髌髌关节非急性炎症期,由于纤维组织成分占主要地位,骨髓内液体减少,动态增强 MRI 呈相对缓慢的轻-中度强化。

本研究结果显示髌髌关节急性炎症组 TIC 以快速上升平台型为主,非急性炎症组均为速升缓降型,不同于李筱倩等^[9]报道的患者组约 2/3 为速升缓降型,1/3 为缓升缓降型,其病例组共 48 例患者,其中 12 例 SIJ 的 MRI 表现为明显局灶性异常信号,36 例未见明显局灶性异常信号,由此可见非急性期患者为其病例组的主要组成部分。本研究中急性炎症期与非急性炎症期患者的比例相当,推测这是两者 TIC 曲线不同的原因之一。本研究将病例组进一步细分为急性炎症组和非急性炎症组,发现两组的 TIC 完全不同,使得根据 TIC 判断 SIS 急性炎症期成为可能。

本研究采用单因素方差分析比较三组间 Fenh、Senh 的差异,发现急性炎症组的 Fenh、Senh 均高于非急性炎症组及对照组,这与赵英华等^[10,11]的研究结果相符。其中非急性炎症组与对照组 Fenh、Senh 的差异无统计学意义,这与部分文献^[10,11]结论不同,推测与分组标准不同有关,以往研究根据临床指标进行分组,非急性炎症组中也有部分患者在 STIR 序列上 SIJ 关节面下存在局灶性高信号区,也就是说急性炎症期的患者被分到了非急性炎症组,导致了非急性炎症组与对照组间 Fenh、Senh 的差异有统计学意义。根据临床指标进行分组无法直观显示炎症,而亚临床炎症却以相当高的比例在缓解期 SIS 患者中存在^[12],

按其分组存在假阴性的情况,造成分组出现偏差,影响结论。本研究根据 TIRM-T₂WI 图像上是否存在关节面下急性炎症进行分组,能更加直观、客观地反映 SIS 急性炎症。

综上所述,DWI、DCE-MRI 检出 SIJ 关节面下急性炎症的能力相当。DWI 具有简单易行、扫描时间短及无需对比剂的优点,DCE-MRI 可降低无骨髓水肿仅存在滑膜增厚的 SIJ 急性炎症的漏诊率;两者均有各自的临床应用价值。

参考文献:

- [1] Sieper J, Rudwaleit M, Baraliakos X, et al. The Assessment of SpondyloArthritis international Society (ASAS) handbook: a guide to assess spondyloarthritis[J]. Ann Rheum Dis, 2009, 68 (Suppl 2): ii1-44.
- [2] 黄振国,张雪哲,洪闻,等. 早期强直性脊柱炎骶髋关节病变的 X 线、CT 和 MRI 对比研究[J]. 中华放射学杂志, 2011, 45(11): 1040-1044.
- [3] Bollow M, Braun J, Taupitz M, et al. CT-guided intraarticular corticosteroid injection into the sacroiliac joints in patients with spondyloarthropathy: indication and follow-up with contrast-enhanced MRI[J]. J Comput Assist Tomogr, 1996, 20(4): 512-521.
- [4] Maksymowych WP, Inman RD, Salonen D, et al. Spondyloarthritis research consortium of canada magnetic resonance imaging index for assessment of sacroiliac joint inflammation in ankylosing

spondylitis[J]. Arthritis Rheum, 2005, 53(5): 703-709.

- [5] 杨泽宏, 陈建宇, 蒋新华, 等. 强直性脊柱炎骶髋关节 MRI 表现与炎症活动的相关性[J]. 中国医学影像技术, 2011, 27(1): 158-161.
- [6] 吴颖, 徐胜前, 齐姗, 等. 缓解期中轴型脊柱关节病患者亚临床炎症发生情况的分析[J]. 中华医学杂志, 2016, 96(5): 354-357.
- [7] 张平, 李小明. 磁化传递对比成像和扩散加权成像在中轴型脊柱关节病患者早期骶髋关节炎中的应用[J]. 放射学实践, 2015, 30(6): 673-678.
- [8] Gezmiş E, Donmez FY, Agildere M. Diagnosis of early sacroiliitis in seronegative spondyloarthropathies by DWI and correlation of clinical and laboratory findings with ADC values[J]. Eur J Radiol, 2013, 82(12): 2316-2321.
- [9] 李筱倩, 朱建忠, 赵鲁平, 等. 磁共振 DWI 联合 DCE 序列诊断早期强直性脊柱炎骶髋关节改变[J]. 放射学实践, 2015, 30(6): 679-682.
- [10] 赵英华, 韩新爱, 胡绍勇, 等. 强直性脊柱炎骶髋关节 ADC 值、T₁ 强化率与炎症活动指标的相关性[J]. 中华医学杂志, 2014, 94(35): 2750-2753.
- [11] 赵英华, 孙尔维, 韩新爱, 等. 扩散加权成像与对比增强 MRI 评估强直性脊柱炎活动性的对比研究[J]. 中华放射学杂志, 2015, 49(9): 665-669.
- [12] 吴颖, 徐胜前, 齐姗, 等. 缓解期中轴型脊柱关节病患者亚临床炎症发生情况的分析[J]. 中华医学杂志, 2016, 96(5): 354-357.

(收稿日期: 2016-10-12 修回日期: 2017-03-23)

下期要目

丘脑Ⅱ级星形细胞瘤的 MRI 表现

基于肝脏 IVIM 心电门控成像技术心率因素的评价研究

儿童胰腺分裂的临床和磁共振特征分析

髋骨轴位 X 线检查辅助装置的设计与临床应用

双源 CT 对肺动静脉瘘的诊断研究

MR 定量测量指标对复发性髋骨不稳的诊断价值

体外铁浓度模型 MRI 定量分析: 1.5T 与 3.0T MR 的比较研究

心脏 MRI 检查中自由呼吸单次激发 FIESTA 序列的应用
丁苯酞对缺血脑组织 RGMa 表达及轴索损伤的影响

儿童肺炎支原体性肺脓肿的 CT 表现(附 12 例分析)

MRI 对前列腺中央腺体 T₂WI 低信号结节的良恶性分析

DCE-MRI 在胰腺神经内分泌肿瘤术前分级中的应用研究

MR 扩散张量成像在膝关节前交叉韧带的初步应用