

## · 骨骼肌肉影像学 ·

# DWI、DCE-MRI 及脂肪定量技术在强直性脊柱炎骶髂关节病变活动性评价中的应用价值

王娟,周守国

**【摘要】目的:**探讨扩散加权成像(DWI)、动态对比增强 MRI(DCE-MRI)及定量非对称回波的最小二乘估算法迭代水脂分离序列(IDEAL-IQ)评估强直性脊柱炎(AS)患者骶髂关节病变活动性的价值。**方法:**59 例 AS 患者(活动期 41 例,稳定期 18 例)行骶髂关节 DWI、DCE-MRI 及 IDEAL-IQ 检查,测量感兴趣区(ROI)的 ADC 值、 $K_{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$ 、FF 值,各参数值的组间比较采用两独立样本  $t$  检验,采用 Pearson 相关性分析评价 Bath 强直性脊柱炎疾病活动度指数(BASDAI)评分、C-反应蛋白(CRP)、红细胞沉降率(ESR)与 ADC 值、 $K_{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$ 、FF 值的相关性。**结果:**活动期组与稳定期组的 BASDAI 评分、CRP、ESR、ADC 值、 $K_{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$ 、FF 值分别为  $(6.56 \pm 1.48)$ 、 $(46.60 \pm 4.84)$  mg/L、 $(33.05 \pm 8.15)$  mm/h、 $(1.23 \pm 0.14) \times 10^{-3}/\text{mm}^2/\text{s}$ 、 $(0.74 \pm 0.09)/\text{min}$ 、 $(1.07 \pm 0.19)/\text{min}$ 、 $(0.49 \pm 0.15)$ 、 $(44.44 \pm 8.60)\%$  与  $(2.83 \pm 0.99)$ 、 $(24.06 \pm 2.45)$  mg/L、 $(17.83 \pm 6.31)$  mm/h、 $(0.78 \pm 0.08) \times 10^{-3}/\text{mm}^2/\text{s}$ 、 $(0.22 \pm 0.11)/\text{min}$ 、 $(0.55 \pm 0.11)/\text{min}$ 、 $(0.36 \pm 0.10)$ 、 $(64.13 \pm 13.21)\%$ 。活动期组的 BASDAI 评分、CRP、ESR、ADC 值、 $K_{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  值显著高于稳定组,差异有统计学意义( $t$  值分别为 11.632、23.688、7.036、14.896、19.084、13.240、3.611,  $P$  值均  $< 0.05$ )。活动期组的 FF 值显著低于稳定组,差异有统计学意义( $t$  值为 -6.831,  $P$  值  $< 0.05$ )。BASDAI 评分与 ADC 值、 $K_{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$ 、FF 值存在相关性( $r$  值分别为 0.706、0.729、0.673、0.366、-0.623,  $P$  值均  $< 0.05$ );CRP 与 ADC 值、 $K_{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$ 、FF 值亦存在相关性( $r$  值分别为 0.728、0.869、0.778、0.375、-0.583,  $P$  值均  $< 0.05$ );ESR 与 ADC 值、 $K_{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$ 、FF 值亦存在相关性( $r$  值分别为 0.641、0.657、0.656、0.364、-0.526,  $P$  值均  $< 0.05$ )。**结论:**DWI、DCE-MRI 及 IDEAL-IQ 定量参数有助于判定 AS 骶髂关节病变的活动状态。

**【关键词】** 强直性脊柱炎; 磁共振成像; 扩散加权成像; 动态增强; 脂肪定量

**【中图分类号】** R681.5; R445.2 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2023)05-0610-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2023.05.014

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



**Clinical application of MR diffusion weighted imaging, dynamic contrast enhanced MRI and fat quantification for evaluation of sacroiliac joints in ankylosing spondylitis active lesions** WANG Juan, ZHOU Shou-guo. Department of MR, Foshan Hospital of Traditional Chinese Medicine, Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangdong 528000, China

**【Abstract】 Objective:** The purpose of this study was to investigate the value of quantitative evaluation the activity of sacroiliac joints lesions in patients with ankylosing spondylitis (AS) using diffusion weighted imaging (DWI), dynamic contrast enhanced MRI (DCE-MRI) and iterative decomposition of water and fat with echo asymmetry and least squares estimation quantification sequence (IDEAL-IQ). **Methods:** A total of 59 patients with AS involving sacroiliac joints were included in this study, and divided in two groups: 41 cases with active AS (active group) and 18 cases with stable AS (stable group). All patients underwent DWI, DCE-MRI and IDEAL-IQ at the same MR scanner. The ADC,  $K_{trans}$ ,  $K_{ep}$ ,  $V_e$  and FF values of region of interest (ROI) of sacroiliac joints were measured and the intergroup differences were compared. Pearson correlation analysis was performed to analyze the correlation of the ADC,  $K_{trans}$ ,  $K_{ep}$ ,  $V_e$  and FF values with the Bath ankylosing spondylitis disease activity score index (BASDAI) scores, CRP and ESR. **Results:** The BASDAI scores, CRP, ADC, ESR,  $K_{trans}$ ,

作者单位:528000 广东,广州中医药大学附属佛山中医院 MR 室

作者简介:王娟(1979—),女,湖北安陆人,博士,主任医师,主要从事神经骨骼系统诊断工作。

基金项目:广东省中医药局科研资助项目(20212219)

$K_{ep}$ ,  $V_e$  and FF values were  $(6.56 \pm 1.48)$ ,  $(46.60 \pm 4.84)$  mg/L,  $(33.05 \pm 8.15)$  mm/h,  $(1.23 \pm 0.14) \times 10^{-3}/\text{mm}^2/\text{s}$ ,  $(0.74 \pm 0.09)/\text{min}$ ,  $(1.07 \pm 0.19)/\text{min}$ ,  $(0.49 \pm 0.15)$ ,  $(44.44 \pm 8.60)\%$ ;  $(2.83 \pm 0.99)$ ,  $(24.06 \pm 2.45)$  mg/L,  $(17.83 \pm 6.31)$  mm/h,  $(0.78 \pm 0.08) \times 10^{-3}/\text{mm}^2/\text{s}$ ,  $(0.22 \pm 0.11)/\text{min}$ ,  $(0.55 \pm 0.11)/\text{min}$ ,  $(0.36 \pm 0.10)$ ,  $(64.13 \pm 13.21)\%$  for active group and stable group, respectively. The results of the active group (BASDAI scores, CRP, ESR, ADC,  $K^{trans}$ ,  $K_{ep}$  and  $V_e$  values) were significantly higher than the stable group ( $t = 11.632, 23.688, 7.036, 14.896, 19.084, 13.240$  and  $3.611$ , respectively; all  $P < 0.05$ ). The results of the active group (FF values) were significantly lower than the stable group ( $t = -6.831$ ;  $P < 0.05$ ). Strong correlations existed between ADC,  $K^{trans}$ ,  $K_{ep}$ ,  $V_e$ , FF and BASDAI scores ( $r$  value was  $0.706, 0.729, 0.673, 0.366$  and  $-0.623$ , respectively; all  $P < 0.05$ ). Strong correlations existed between ADC,  $K^{trans}$ ,  $K_{ep}$ ,  $V_e$ , FF and CRP ( $r$  value was  $0.728, 0.869, 0.778, 0.375$  and  $-0.583$ , respectively; all  $P < 0.05$ ). Strong correlations existed between ADC,  $K^{trans}$ ,  $K_{ep}$ ,  $V_e$ , FF and ESR ( $r$  value was  $0.641, 0.657, 0.656, 0.364$  and  $-0.526$ , respectively; all  $P < 0.05$ ). **Conclusion:** Quantitative parameters of DWI, DCE-MRI and IDEAL-IQ are useful for evaluation the activity of the ankylosing spondylitis involving sacroiliac joints.

**【Key words】** Ankylosing spondylitis; Magnetic resonance imaging; Diffusion weighted imaging; Dynamic enhancement; Fat quantification

强直性脊柱炎(ankylosing spondylitis, AS)好发于男性青少年,是以骶髂关节及脊柱慢性炎症为主要表现的全身性疾病,具有致残性,该疾病可呈稳定期及活动期交替出现。炎性反应在 AS 结构损伤中起到重要作用,临床治疗的目标是控制炎性反应<sup>[1]</sup>。因此,准确、客观评估病情活动性尤为重要。临床常用 Bath 强直性脊柱炎疾病活动度指数(Bath ankylosing spondylitis disease activity score index, BASDAI)评分、C 反应蛋白(C-reactive protein, CRP)和红细胞沉降率(erythrocyte sedimentation rate, ESR)来评价 AS 疾病的活动性。随着医学影像技术的不断发展,MRI 在炎性活动期的判定及疗效评估方面表现出了一定优势<sup>[2-3]</sup>。本研究联合应用扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)、动态对比增强 MRI(dynamic contrast enhanced MRI, DCE-MRI)及定量非对称回波的最小二乘估算法迭代水脂分离序列(iterative decomposition of water and fat with echo asymmetry and least squares estimation quantification sequence, IDEAL-IQ)技术,探讨其对 AS 骶髂关节活动性病变的诊断价值,旨在为 AS 骶髂关节病变的活动性评估提供定量影像参考。

## 材料与方法

### 1. 病例资料

收集我院 2021 年 1 月至 2022 年 10 月间风湿免疫科门诊及住院符合 2009 年 AS 诊断标准<sup>[4]</sup>的患者。病例纳入标准:①符合 2009 年 AS 诊断标准的患者;②所有患者均未进行治疗;③MRI、CRP 及 ESR 检查与临床判定 AS 活动性的时间间隔不超过 2 周。病例

排除标准:①既往有骶髂部外伤史、感染史、手术史及肿瘤病史;②有严重心、肺、肝、肾功能异常者;③MRI 扫描禁忌症患者。本研究共纳入 59 例患者,其中男 54 例,女 5 例,年龄 14~56 岁,平均 31.6 岁。本研究得到我院伦理委员会批准通过,受试者均被告知试验内容及 MRI 检查注意事项,均自愿参加并签署知情同意书。

### 2. 临床判断 AS 活动性标准及观察指标

由风湿免疫科医生行 BASDAI 评分,对患者过去一周的疲劳状态、中轴关节痛、外周关节痛、局限性压痛或触痛、晨僵时间和程度 6 个项目进行评分,总分范围 0~10 分<sup>[5]</sup>。BASDAI 评分≤4 分为稳定期;BASDAI 评分≥6 分为活动期;4< BASDAI 评分<6 则结合实验室检查结果,如 ESR>20 mm/1 h(魏氏法)或 CRP>30 mg/L 判定为活动期,否则为稳定期。记录静脉血 CPR 及 ESR 实验室检查结果。

### 3. 影像学检查方法

所有 AS 患者均行骶髂关节常规 MRI 检查、DWI、DCE-MRI 及 IDEAL-IQ 序列检查。MRI 检查采用 3.0T GE 750W MRI 扫描仪,相控阵体部线圈。受检者取足先进,仰卧位,扫描范围包全双侧骶髂关节,主要扫描参数见表 1。DWI 序列的扩散梯度因子 b 值设为 800 s/mm<sup>2</sup>。DCE-MRI 经肘静脉团注对比剂钆特酸葡胺(Gd-DOTA,江苏恒瑞医药股份有限公司)的同时开始扫描,高压注射器注射流率为 2 mL/s,剂量 0.1 mmol/kg。注射完对比剂后,立即以相同流率注射 20 mL 生理盐水。动态增强扫描无间隔采集 32 个时相,每个时相 10 s,总扫描时间为 320 s。

### 4. 图像后处理及数据测量

应用 GE ADW4.6 工作站进行后处理。使用 Functool 软件在 DWI 的表观弥散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)图上测量感兴趣区(region of interest, ROI)的 ADC 值。使用 GenIQ 软件进行 DCE-MRI 数据分析, 分析步骤如下:①图像运动校正处理, 去除无效时相, 选择减影基线;②图像配准;③定义血管, 选择输入函数模型, 定义基线;④设定观察目标 ROI;⑤计算得到各个 ROI 的对比剂从血管到组织间隙的渗透率(contrast transfer coefficient,  $K_{trans}$ )、细胞外间隙容积与血管内容积比(reflux constant,  $K_{ep}$ )、细胞外间隙容积(extravascular extracellular volume fraction,  $V_e$ )。使用 view 功能测量骶髂关节骨髓 ROI 的脂肪分数(fat fraction, FF)。

由 2 位影像诊断副主任医师综合观察常规 MRI、DWI、DCE-MRI 及 IDEAL-IQ 序列图像, 对骶髂关节是否存在病变进行判定。对于有病灶者将 ROI 置于病变最大层面中心, 无明显病灶者则分别将 ROI 放置在双侧骶髂关节中央区髂侧及骶侧共 4 个区域, ROI 面积约  $25 \text{ mm}^2$ , 避开骨皮质。在 ADC 图上设置 ROI 测量 ADC 值。在 DCE-MRI 后处理图像上设置 ROI 测量  $K_{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  值。在 IDEAL-IQ 序列 FF 图上设置 ROI 测量 FF 值。2 位医师分别独立测量各项参数值, 取平均值作为最终测量结果。

## 5. 数据学分析

采用 SPSS 20.0 软件进行统计学分析。对 AS 活动期及稳定期的 BASDAI 评分、CRP、ESR、ADC 值、 $K_{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$ 、FF 值进行正态性分析, 若符合正态分布, 测得数据以均值±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示, 采用两独立样本 t 检验比较 AS 活动期与稳定期的 BASDAI 评分、CRP、ESR、ADC 值、 $K_{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$ 、FF 值是否具有统计学差异。若不符合正态分布则采用 Kruskal-Wallis H 检验进行组间比较。采用 Pearson 相关性分

析评价 BASDAI 评分、CRP、ESR 与 ADC 值、 $K_{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$ 、FF 值的相关性。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

本组 59 例 AS 患者中活动期 41 例, 平均年龄 26.4 岁, MRI 显示骶髂关节骨髓水肿 40 例, 骶髂关节面下脂肪沉积 31 例(图 1); 稳定期 18 例, 平均年龄 32.8 岁, MRI 显示骶髂关节骨髓水肿 2 例, 骶髂关节面下脂肪沉积 17 例(图 2)。骨髓水肿表现为脂肪抑制  $T_2$  WI 呈高或稍高信号, DWI 呈高信号, ADC 图呈低信号, 增强后病灶呈不同程度强化。脂肪沉积表现为  $T_1$  WI 呈高信号。

对 AS 活动期及稳定期 BASDAI 评分、CRP、ESR、ADC 值、 $K_{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  值、FF 值行正态性检验, 各指标均符合正态分布( $P$  值均  $> 0.05$ )。两独立样本 t 检验结果显示, AS 活动期与稳定期的 BASDAI 评分、CRP、ESR、ADC 值、 $K_{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$ 、FF 值差异均具有统计学意义( $P$  值均  $< 0.05$ , 表 2)。Pearson 相关性分析结果显示, BASDAI 评分、CRP、ESR 与 ADC 值、 $K_{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  值呈正相关, 与 FF 值呈负相关( $P$  值均  $< 0.05$ , 表 3)。

表 2 AS 活动期与稳定期各参数测量及比较结果

参数	活动期 (n=41)	稳定期 (n=18)	t 值	P 值
BASDAI 评分	$6.56 \pm 1.48$	$2.83 \pm 0.99$	11.362	$< 0.001$
CRP(mg/L)	$46.60 \pm 4.84$	$24.06 \pm 2.45$	23.688	$< 0.001$
ESR(mm/h)	$33.05 \pm 8.15$	$17.83 \pm 6.31$	7.036	$< 0.001$
ADC 值( $\times 10^{-3}/\text{mm}^2/\text{s}$ )	$1.23 \pm 0.14$	$0.78 \pm 0.08$	14.8967	$< 0.001$
$K_{trans}$ ( $\text{min}^{-1}$ )	$0.74 \pm 0.09$	$0.22 \pm 0.11$	19.0847	$< 0.001$
$K_{ep}$ ( $\text{min}^{-1}$ )	$1.07 \pm 0.19$	$0.55 \pm 0.11$	13.240	$< 0.001$
$V_e$	$0.49 \pm 0.15$	$0.36 \pm 0.10$	3.611	$< 0.001$
FF(%)	$44.44 \pm 8.60$	$64.13 \pm 13.21$	-6.831	$< 0.001$

## 讨 论

MRI 检查在 AS 的诊断、鉴别诊断、疗效及预后评

表 1 骶髂关节 MRI 扫描参数

扫描参数	横轴面					冠状面	
	FSE-T <sub>1</sub> WI	FRFSE-T <sub>2</sub> WI	DWI	DCE-MRI	IDEAL-IQ	FSE-T <sub>1</sub> WI	FRFSE-T <sub>2</sub> WI
TR(ms)	787	5225	4000	3.8	11	639	1575
TE(ms)	15	68	95	1.2	6	15	30
矩阵	$320 \times 256$	$320 \times 256$	$128 \times 130$	$256 \times 160$	$192 \times 192$	$320 \times 192$	$320 \times 256$
视野( $\text{mm}^2$ )	$240 \times 240$	$240 \times 240$	$360 \times 360$	$380 \times 304$	$360 \times 360$	$240 \times 240$	$240 \times 240$
层厚(mm)	4	4	4	4	4	3	3
层距(mm)	0	0	0	0	0	1	1
采集次数	2	2	6	1	1	2	2

表 3 BASDAI 评分、CRP、ESR 与各影像参数的相关性分析

参数	ADC 值		$K_{trans}$		$K_{ep}$		$V_e$		FF 值	
	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值
BASDAI 评分	0.706	$< 0.001$	0.729	$< 0.001$	0.673	$< 0.001$	0.366	0.004	-0.623	$< 0.001$
CRP	0.728	$< 0.001$	0.869	$< 0.001$	0.778	$< 0.001$	0.375	0.003	-0.583	$< 0.001$
ESR	0.641	$< 0.001$	0.657	$< 0.001$	0.656	$< 0.001$	0.364	0.005	-0.526	$< 0.001$

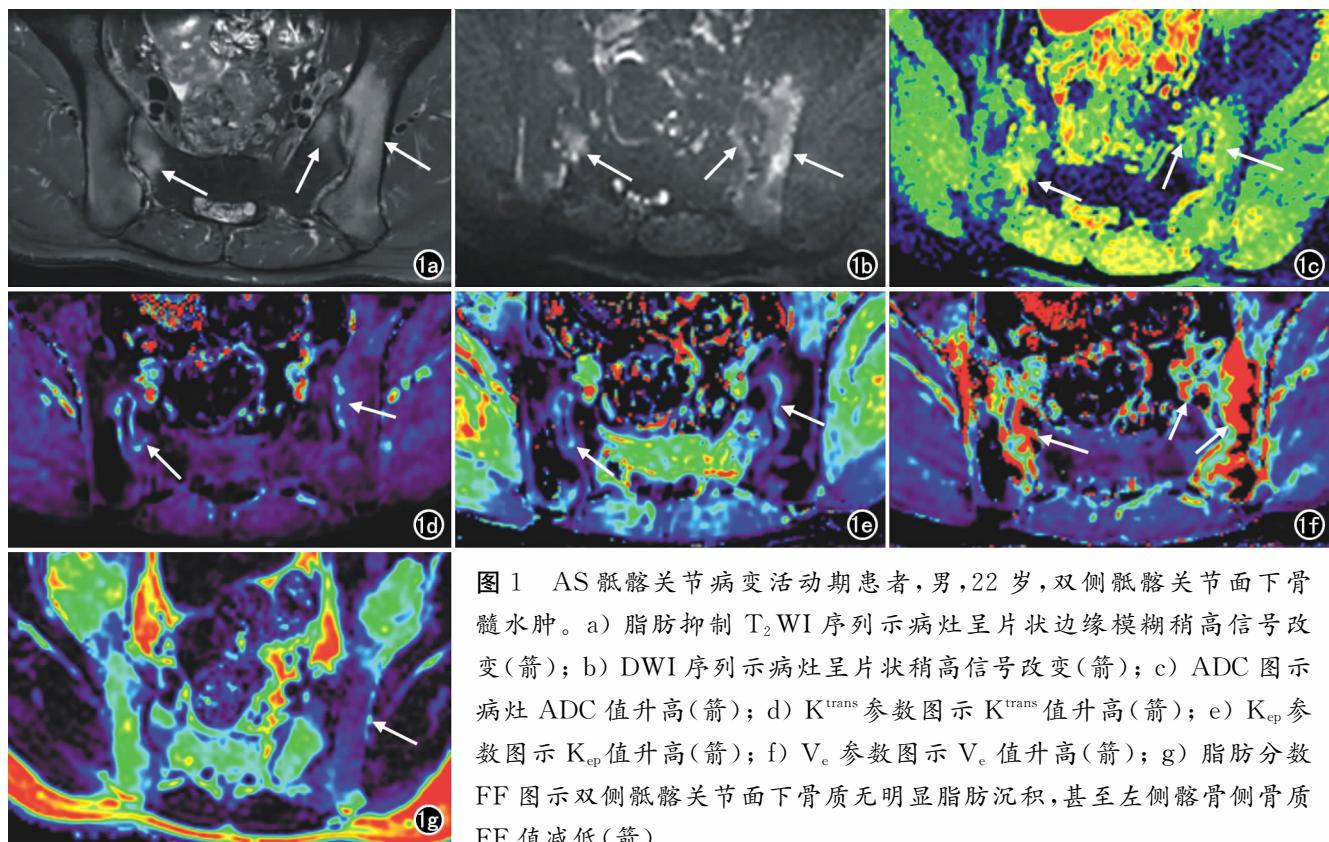


图 1 AS 髋关节病变活动期患者,男,22岁,双侧髋关节面下骨髓水肿。a) 脂肪抑制  $T_2$  WI 序列示病灶呈片状边缘模糊稍高信号改变(箭); b) DWI 序列示病灶呈片状稍高信号改变(箭); c) ADC 图示病灶 ADC 值升高(箭); d)  $K^{trans}$  参数图示  $K^{trans}$  值升高(箭); e)  $K_{ep}$  参数图示  $K_{ep}$  值升高(箭); f)  $V_e$  参数图示  $V_e$  值升高(箭); g) 脂肪分数 FF 图示双侧髋关节面下骨质无明显脂肪沉积,甚至左侧髂骨侧骨质 FF 值减低(箭)。

估方面起到重要作用。髋关节 MRI 检查能够显示 X 线及 CT 所不能显示的髋关节滑膜、软骨、骨髓水肿及脂肪沉积,有助于早期诊断。常规 MRI 显示的髋关节骨髓水肿、异常强化及脂肪沉积可以作为诊断

AS 活动性及结构进展的依据,但是对上述征象的有无及程度判定依然有赖于影像诊断医师的经验丰富度。随着医学影像学技术的发展,定量成像技术在各系统疾病中得到了广泛应用,并且显示出了一定优

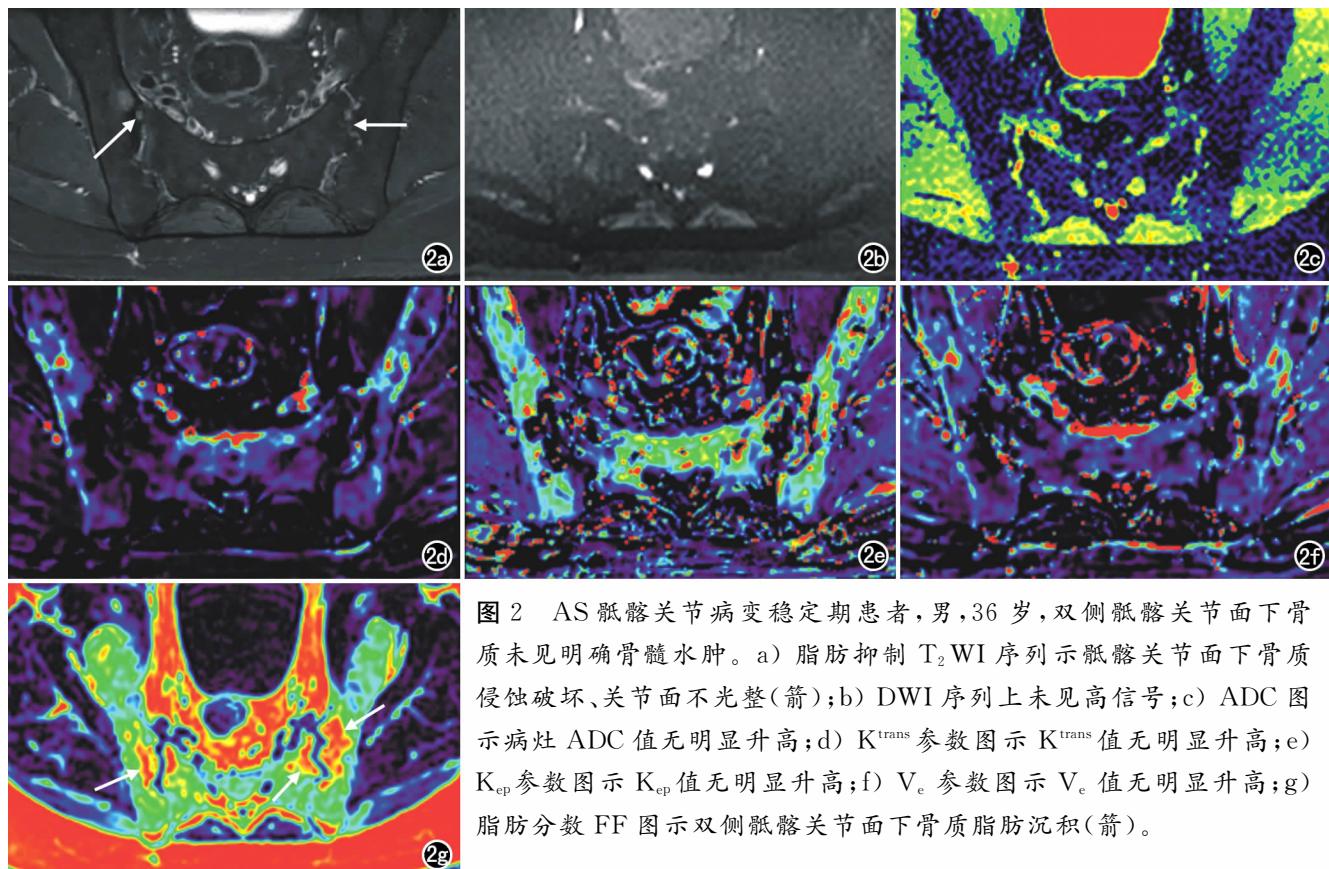


图 2 AS 髋关节病变稳定期患者,男,36岁,双侧髋关节面下骨质未见明确骨髓水肿。a) 脂肪抑制  $T_2$  WI 序列示髋关节面下骨质侵蚀破坏、关节面不光整(箭); b) DWI 序列上未见高信号; c) ADC 图示病灶 ADC 值无明显升高; d)  $K^{trans}$  参数图示  $K^{trans}$  值无明显升高; e)  $K_{ep}$  参数图示  $K_{ep}$  值无明显升高; f)  $V_e$  参数图示  $V_e$  值无明显升高; g) 脂肪分数 FF 图示双侧髋关节面下骨质脂肪沉积(箭)。

势<sup>[3]</sup>。探讨定量检测 AS 髓关节病变活动性的成像方法,或许能更精准、客观地判定 AS 活动性。本研究选择临床常用且操作简便的 BASDAI 评分、CRP 及 ESR 作为参照标准,探讨 DWI、DCE-MRI 及 IDEAL-IQ 序列这三种定量成像技术的各影像参数能否反映 AS 髓关节病变的活动性。

DWI 对病变显示高度敏感,通过反映活体组织中水分子的运动,可探测早期病理改变,并有助于判断病变的严重程度。既往研究表明,DWI 能监测 AS 髓关节病变活动性<sup>[6-8]</sup>。分析原因可能为:髓关节病变炎性区域水分子运动加快、扩散增强,表现为 DWI 高信号;组织间隙内自由水成分的含量增加,表现为 ADC 值增加。本研究结果显示,AS 活动期组髓关节病灶的平均 ADC 值较稳定期组明显增加,且 ADC 值与 BASDAI 评分、CRP 及 ESR 呈正相关,提示 ADC 值可监测病情活动程度,作为评价患者病情活动性的指标。

DCE-MRI 使用高时间分辨率的扫描技术,分析对比剂在血管内外的分布情况,获得药物代谢动力学参数,从而反映活体组织血流灌注状况,在全身各系统、多种疾病中已有广泛应用<sup>[9]</sup>。AS 髓关节病变区域由于血管和微循环通透性增加导致的异常强化可作为确定活动性的依据。本研究结果显示,AS 髓关节病变活动期的  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  值均高于稳定期。分析原因可能与 AS 活动期髓关节病变区域在炎性因子的作用下血管通透性增加、微循环血液渗漏到组织间隙增多有关。DCE-MRI 定量参数中的  $K^{trans}$  及  $K_{ep}$  是评估微血管通透性的指标, $V_e$  则是评价组织坏死程度的指标,所以 AS 活动期由于血管通透性及骨髓坏死增加,导致上述定量参数均增高。本研究发现 AS 髓关节病灶的  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  值与 BASDAI 评分、CRP、ESR 呈正相关,提示 DCE-MRI 各定量参数与 BASDAI 评分、CRP 及 ESR 结果具有一致性。

相关研究发现,AS 脂肪沉积与骨髓组织的炎症状态相关,骨髓水肿消退后可出现脂肪沉积<sup>[10]</sup>,同时,脂肪沉积也是后续新骨形成过程中的关键步骤。常规 MRI 图像上,AS 髓关节病变脂肪沉积在 T<sub>1</sub>WI 及 T<sub>2</sub>WI 序列上表现为高信号,脂肪抑制序列呈低信号,仅能提供范围大小的评估。IDEAL-IQ 脂肪定量技术与病理结果高度相关,具有可重复性高、结果稳定的优点,其准确性已得到普遍认可<sup>[11]</sup>。IDEAL-IQ 技术扫描过程中患者无需屏气,本研究该序列扫描时间仅为 18 s,后处理操作简便,可动态观察脂肪沉积灶内脂肪含量的变化。本研究结果显示,AS 活动期组髓关节

病灶的 FF 值较稳定期组减低。分析原因,笔者认为与以下两方面有关:①可能与活动期时炎性细胞湿润和血管源性水肿有关;②可能与稳定期时开始出现骨髓脂肪沉积有关。本研究结果显示,AS 髓关节病灶的 FF 值与 BASDAI 评分、CRP 及 ESR 呈负相关,提示脂肪定量技术可用于 AS 活动性评估。

综上所述,DWI、DCE-MRI 及 IDEAL-IQ 定量技术相关参数可用于判定 AS 髓关节病变活动状态,具有临床应用价值。

#### 参考文献:

- [1] 谢雅,杨克虎,吕青,等.强直性脊柱炎/脊柱关节炎患者实践指南[J].中华内科杂志,2020,59(7):511-518.
- [2] Ibanez Vodnizza SE, Nurmohamed MT, Visman IM, et al. Fat mass lowers the response to tumor necrosis factor-alpha blockers in patients with ankylosing spondylitis[J]. J Rheumatol, 2017, 44(9):1355-1361.
- [3] Qin J, Li J, Yang H, et al. Values of intravoxel incoherent motion diffusion weighted imaging and dynamic contrast-enhanced MRI in evaluating the activity of sacroiliitis in ankylosing spondylitis of rat model[J]. Magn Reson Imaging, 2020, 68(1):30-35.
- [4] Sieper J, Rudwaleit M, Baraliakos X, et al. The assessment of spondylo arthritis international Society (ASAS) handbook: a guide to assess spondyloarthritis[J]. Ann Rheum Dis, 2009, 68(Suppl 2):ii1-ii44.
- [5] Lukas C, Landewé R, Sieper J, et al. Development of an ASAS-endorsed disease activity score (ASDAS) in patients with ankylosing spondylitis[J]. Ann Rheum Dis, 2009, 68(1):18-24.
- [6] Bradbury LA, Hollis KA, Gautier B, et al. Diffusion-weighted imaging is a sensitive and specific magnetic resonance sequence in the diagnosis of ankylosing spondylitis[J]. J Rheumatol, 2018, 45(6):771-778.
- [7] Wang D, Yin H, Liu W, et al. Comparative analysis of the diagnostic values of T<sub>2</sub>-mapping and diffusion-weighted imaging for sacroiliitis in ankylosing spondylitis[J]. Skeletal Radiol, 2020, 49(10):1597-1606.
- [8] 宁秋萍,王生,赵宁,等. DWI 联合磁化传递对比成像评估强直性脊柱炎髓关节病变活动性[J]. 放射学实践, 2020, 35(4):525-531.
- [9] Zhang M, Zhou L, Huang N, et al. Assessment of active and inactive sacroiliitis in patients with ankylosing spondylitis using quantitative dynamic contrast-enhanced MRI[J]. J Magn Reson Imaging, 2017, 46(1):71-78.
- [10] Guo RM, Lin WS, Liu WM, et al. Quantification of fat infiltration in the sacroiliac joints with ankylosing spondylitis using IDEAL sequence[J]. Clin Radiol, 2018, 73(3):231-236.
- [11] 宁秋萍,范铁兵,于晓晶,等.正常人群髓关节脂肪含量的初步定量分析[J].放射学实践, 2020, 35(7):909-913.

(收稿日期:2022-02-15 修回日期:2022-03-25)