

# 弥散加权成像 ADC 值和 SPARCC 评分在强直性脊柱炎活动期评估中的价值探讨

钱琦 励杨晟 田曼曼 姜黄维

**【摘要】** 目的 通过分析强直性脊柱炎(AS)活动期患者及骶髂关节表观扩散系数(ADC值)及加拿大脊柱关节炎评分(SPARCC),探讨弥散加权成像技术(DWI)ADC值及SPARCC评分在评估AS活动期中的价值。方法 选取临床确诊为AS活动期患者17例,同时收集19例健康体检者作为正常组。对两组进行骶髂关节横断位及斜冠状位扫描。通过DWI序列及ADC图,测量患者与正常组骶髂关节(左、右髂侧及骶侧)ADC值,同时测量L<sub>5</sub>椎体中央区ADC值,比较两组骶髂关节相对ADC值(rADC)变化。同时对活动期AS患者骶髂关节行SPARCC评分,并对rADC与SPARCC评分之间的相关性进行分析。结果 DWI可显示骶髂关节炎活动期骨髓水肿情况;活动期双侧骶髂关节rADC值大于正常志愿者。活动期AS患者髂侧ADC多大于骶侧ADC,两组差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ ),活动期骶髂关节平均rADC值与SPARCC评分呈正相关( $r=0.827, P<0.05$ )。结论 ADC值在评价AS患者病情活动性中具有一定价值,可以对病变进行定量评估,从而可以成为判断AS活动性的重要指标。

**【关键词】** 强直性脊柱炎 表观扩散系数 加拿大脊柱关节炎评分 磁共振成像

DWI ADC and SPARCC Score in evaluation of activity of ankylosing spondylitis QIAN Qi, LI Yangsheng, TIAN Manman, et al. Department of Radiology, the Third Affiliated Hospital of Zhejiang Chinese Medical University, Hangzhou 310005, China

**【Abstract】** Objective To assess the application of apparent diffusion coefficient (ADC) value in MR diffusion-weighted imaging (DWI) and Spondyloarthritis Research Consortium Canada (SPARCC) score in evaluation of activity of ankylosing spondylitis (AS). Methods Seventeen patients with clinically confirmed active AS (AS group) and 19 normal subjects (control group) were recruited in the study. Axial and oblique coronal MRI scan of sacroiliac joint was performed in two groups. And the sequences included T<sub>1</sub>WI, T<sub>2</sub>WI fs, DWI ( $b=0,800 \text{ s/mm}^2$ ) and STIR. ADC values of sacroiliac joint (including right and left, iliac and sacral side) and center of L<sub>5</sub> of two groups were measured through DWI sequences and ADC maps, and the changes of rADC values (the ratio of ADC values of iliac or sacral side and L<sub>5</sub>) were compared. Meanwhile, SPARCC was evaluated on the sacroiliac joints of patients with active AS, and the correlation between the average rADC value and SPARCC score of the same patient was analyzed. Results DWI showed bone marrow edema during the active stage of sacroiliitis. The rADC value of bilateral sacroiliac joints of AS group was higher than that of control group. The ADC value of iliac side of patients with active AS was higher than that of sacral side ( $P<0.05$ ). The average rADC value of sacroiliac joint of AS group was positively correlated with SPARCC score ( $r=0.827, P<0.05$ ). Conclusion ADC is of value in evaluation of the activity of AS, and quantitative assessment can be made on lesions through ADC value.

**【Key words】** Ankylosing spondylitis ADC value SPARCC score Magnetic resonance imaging

强直性脊柱炎(ankylosing spondylitis, AS)是一种慢性自身免疫性疾病,临床上表现为稳定期及活动期交替出现,病情呈慢性隐匿性发展,后期脊柱韧带出现广泛

钙化、骨化导致骨性强直,病情不可逆。虽然AS尚无根治方法,但是患者如能早期诊断及合理治疗,可以达到控制症状并改善预后的目的<sup>[1]</sup>。AS活动期主要表现为骶髂关节骨髓水肿、脂肪沉积及附着点炎,弥散加权成像技术(DWI)可以无创、灵敏地检测出病灶水肿,其表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)不受T<sub>2</sub>加权像(T<sub>2</sub> weighted image, T<sub>2</sub>WI)穿透效应的影响,可客观地表述水肿区域水分子的布朗运动,能反映骨髓水肿区

DOI: 10.12056/j.issn.1006-2785.2019.41.6.2018-2331

基金项目:浙江省中医药科技计划项目(2016ZB063)

作者单位:310005 杭州,浙江中医药大学附属第三医院放射科

通信作者:钱琦, E-mail: qianqi1973@163.com

水分子真正的扩散情况<sup>[2-3]</sup>。本研究拟通过对 AS 活动期患者及正常志愿者骶髂关节 DWI ADC 值的变化,同时分析比较活动期相对 ADC 值( $rADC$ , 骶侧或髂侧 ADC 值/ $L_5$  椎体 ADC 值)与加拿大脊柱关节炎评分(Spondyloarthritis Research Consortium Canada, SPARCC)之间的关系,探讨 DWI ADC 值在量化评估 AS 活动期中的价值。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 收集 2016 年 1 月至 2018 年 1 月由本院风湿免疫科确诊为 AS 活动期的患者 17 例,男 9 例,女 8 例,年龄 22~45(35.25±13.17)岁。所有患者均符合 2009 年 AS 诊断标准<sup>[4]</sup>。排除标准:伴有其他风湿病、肿瘤、近期外伤、感染、CT 或 X 线诊断为 IV 期的患者。选取 2016 年 1 月至 2017 年 7 月本院健康体检志愿者 19 例作为正常对照组,男 11 例,女 8 例,年龄 21~50(29.61±18.52)岁。纳入标准:无创伤性关节疼痛病史,无腰骶部疼痛症状,实验室检查 ESR 和 C 反应蛋白(CRP)无异常的志愿者。所有受试者均无 MRI 检查禁忌证。两组间性别、年龄差异均无统计学意义(均  $P > 0.05$ )。

**1.2 仪器设备** 采用美国 GE 公司生产的 GE/HDXT1.5T 双梯度磁共振扫描成像仪,16 通道体部相控阵线圈。扫描序列:采用垂直于  $S_1$  和  $S_3$  背侧连线的斜轴位 SE- $T_1WI$ 、FSE- $T_2WI$ ;平行于  $S_1$  和  $S_3$  背侧连线斜冠状位 STIR 及 DWI,扩散敏感系数( $b$  值)为 0、800s/mm<sup>2</sup>。

### 1.3 数据收集及处理

**1.3.1 DWI 图像分析及数据测量** 由 2 位医师独立运用 GE ADW 4.6 软件进行后处理,在 DWI 图像上设置感兴趣区(region of interest, ROI)测量 ADC 值。将 ROI (50~70mm<sup>2</sup>)置于病变区,测量病变区 ADC 值。无明显病灶者测量双侧骶髂关节骶侧、髂侧中央区共 4 个区域的 ADC 值,同时测量  $L_5$  椎体中央区 ADC 值,计算  $rADC$ :  $rADC = ADC_{SIJ} / ADC_{L_5}$ 。

**1.3.2 SPARCC 评分** SPARCC 骶髂关节骨髓水肿评分方法:对患者的骶髂关节采用连续斜冠状位扫描共 12 层,取显示关节良好的 6 个连续层面在 STIR 序列评分。累及范围记分:评估范围为骶髂关节旁的骶骨及髂骨骨质,不包括关节间隙区(滑膜、韧带部),每个层面的每个关节分髂上、髂下、骶上、骶下 4 个象限,每一区域出现高信号骨髓水肿,记 1 分;水肿强度记分:每个层面每一侧骶髂关节病灶信号强度接近或超过同层髂前静脉信号强化加 1 分;水肿深度记分:每个层面每一侧骶髂关节水肿病灶深度超过 1cm 加 1 分,6 个层面双侧骶

髂关节总分为 12 分。总分为:累及范围记分+水肿强度记分+水肿深度记分。6 个连续层面的总分范围为 0~72<sup>[5]</sup>。

**1.4 统计学处理** 采用 SPSS 20.0 统计软件。计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,AS 活动组与正常组  $rADC$  值的比较采用两独立样本  $t$  检验,AS 活动组髂侧、骶侧  $rADC$  值的比较采用配对样本  $t$  检验。以 AS 活动组 SPARCC 评分为 Y 轴, $rADC$  值为 X 轴,绘制散点图,采用 Pearson 相关分析活动组骶髂关节 SPARCC 评分与  $rADC$  值的关系。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 AS 活动组与正常组  $rADC$  值的比较** MRI 表现为 17 例 AS 活动组患者骶髂关节均伴有不同程度骨髓水肿, $T_2WI$  呈稍高、高信号,DWI 序列呈高信号,STIR 序列呈高信号,其中 9 例患者表现为双侧骶髂关节信号异常,关节面下可见斑片状长  $T_1WI$ ,长  $T_2WI$ ,DWI 序列为高信号,8 例患者表现为单侧骶髂关节信号改变。

AS 活动组与正常组  $L_5$  椎体中央区 ADC 值分别为  $(0.560 \pm 0.171) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 、 $(0.684 \pm 0.312) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ ,两者无统计学差异 ( $P > 0.05$ )。活动组骶髂关节的  $rADC$  值均明显高于正常组,两者差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ ),见表 1。表明 DWI 序列对早期关节面下骨髓水肿敏感性较高,ADC 值可以作为评估病变活动性的量化性指标。1 例典型 AS 活动组患者骶髂关节骨髓水肿情况及 ADC 测量方法,见图 1-4。

表 1 AS 活动组与正常组骶髂关节  $rADC$  值的比较

组别	<i>n</i>	右髂侧 $rADC$	右骶侧 $rADC$	左髂侧 $rADC$	左骶侧 $rADC$
AS 活动组	17	1.53 ± 0.45	1.23 ± 0.37	1.45 ± 0.48	1.26 ± 0.41
正常组	19	0.93 ± 0.21	0.98 ± 0.20	0.88 ± 0.20	0.92 ± 0.20
<i>t</i> 值		4.74	2.48	4.25	3.07
<i>P</i> 值		0.000	0.018	0.000	0.004

**2.2 AS 活动组髂侧面、骶侧面  $rADC$  差值的比较** 17 例 AS 患者中表现为单侧病变 8 例,表现为双侧病变 9 例,通过对 DWI 及 ADC 图像测量及分析,发现病变多同时累及髂侧及骶侧,以髂侧范围明显,髂侧  $rADC$  较骶侧  $rADC$  大,通过对髂侧及骶侧  $rADC$  值行配对样本  $t$  检验,发现两者之间差异有统计学意义,见表 2。

**2.3 AS 组骶髂关节  $rADC$  值与 SPARCC 评分相关性分析** 散点图显示 AS 组骶髂关节  $rADC$  值与 SPARCC 评分呈正相关( $r=0.827, P=0.000$ )。详见图 5。

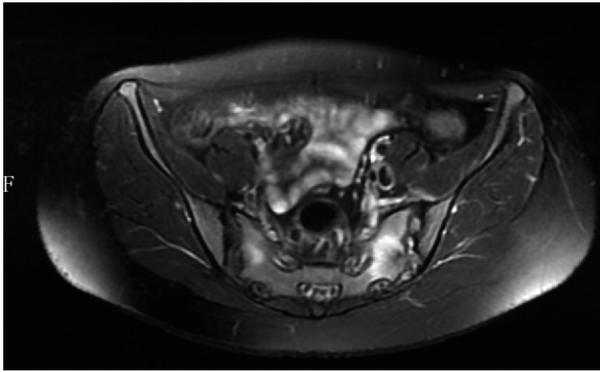


图 1 1 例典型 AS 活动期患者的 T<sub>2</sub>WI 序列横断位扫描所见(两侧骶髂关节面毛糙,关节面下片状水肿带,边界欠清)

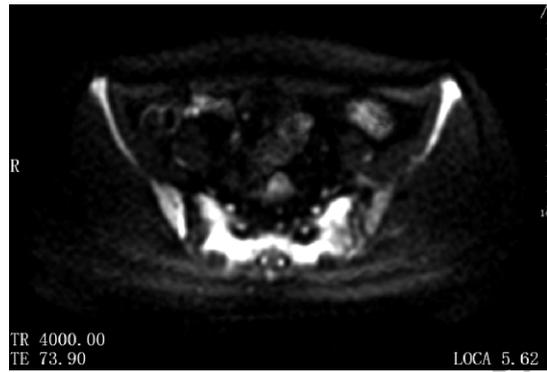


图 2 1 例典型 AS 活动期患者 DWI 序列所见(双侧骶髂关节呈斑片状高信号)

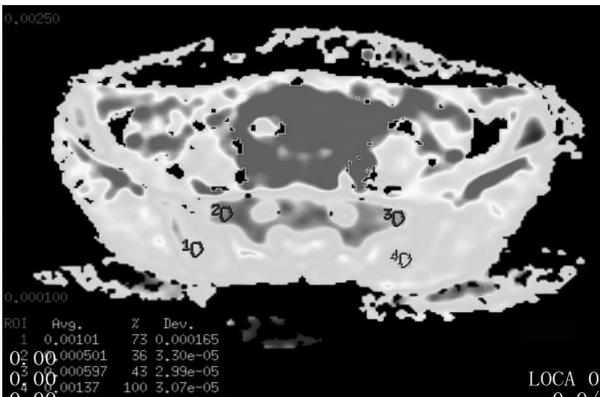


图 3 1 例典型 AS 活动期患者 DWI 序列相应 ADC 图所见(右侧髂侧、骶侧 ADC 分别为  $1.01 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ ,  $0.501 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ , 左侧髂侧、骶侧平均 ADC 分别为  $1.37 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ ,  $0.597 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 。髂侧 ADC 值明显大于骶侧)

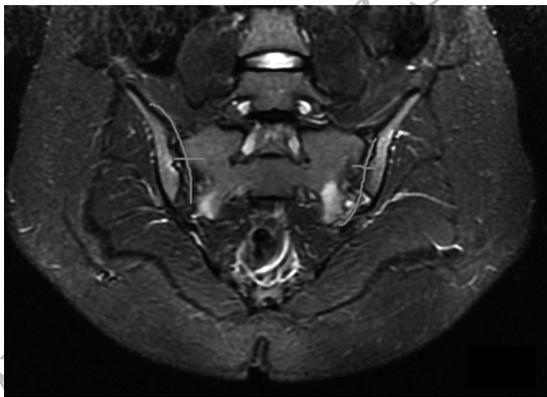


图 4 1 例典型 AS 活动期患者斜冠状位 STIR 序列(将双侧骶髂关节分别划分为髂上、髂下、骶上、骶下 4 个象限,综合评估水肿范围、强度、深度进行 SPARCC 评分)

表 2 AS 活动组髂侧面、骶侧面 rADC 差值的比较

项目	差值	t 值	P 值
右髂侧 & 右骶侧	$0.16 \pm 0.10$	6.17	0.000
左髂侧 & 左骶侧	$0.10 \pm 0.08$	3.14	0.007
右髂侧 & 左髂侧	$0.02 \pm 0.24$	0.44	0.660
右髂侧 & 左骶侧	$-0.03 \pm 0.20$	-0.63	0.530

### 3 讨论

AS 病理基础为肌腱附着点的纤维化和骨化,随着病情活动及稳定的交替发展,易导致骨破坏与新骨形成,最终导致骨关节强直是其发病特点,目前 AS 的早期治疗主要是阻断炎症进展、阻止关节结构破坏<sup>[6]</sup>。临床上通常采用 AS 病情活动指数调查表(Bath Ankylosing Spondylitis Disease Activity Index, BASDAI)、ESR、CRP 和 SPARCC 评分系统等方法检测 AS 的活动性,但上述方法均存在一定的局限性<sup>[9]</sup>,BASDAI 评分常受到患者的理解能力、教育程度、疼痛阈值以及功能丧失程度的影响,主观性较强;而 AS 活动期患者仅有 50%~70%

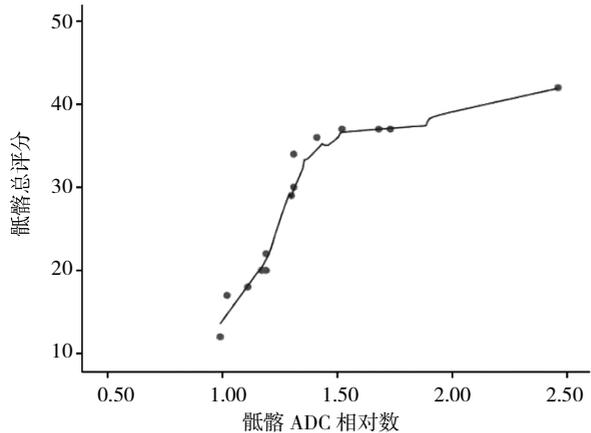


图 5 AS 组骶髂关节 rADC 值与 SPARCC 评分的散点图

ESR 和 CRP 升高<sup>[7]</sup>。SPARCC 评分系统虽然具有较高的灵敏度及一致性,其在评价病情严重程度及疗效评估中有较高价值,但是其评价骨髓水肿程度仅局限于主观目测。SPARCC 评分还具有一定局限性,不能用于评价 AS 除骶髂关节外的脊柱及髋关节病变而且不能用于评价中晚期 AS。

MRI DWI 可以发现人体组织含水量的细微改变导致的早期形态学和病理学变化,是目前能够观察到活体水分子微观扩散的唯一方法<sup>[8]</sup>,且可以利用表观弥散系数值对组织中水分子弥散速度的快慢进行量化描述,即 DWI 采用表观弥散系数值作为反映组织的结构特点及病理生理状态下各组织之间水分子交换功能的量化指标。部分学者研究表明在 DWI 序列图像上测量 ADC 值,可提示骶髂关节面下的骨髓区早期病变的存在,增加了早期病变检出的准确性,从而为临床早期诊断 AS 提供了依据<sup>[9-10]</sup>。然而 DWI 在中枢神经系统的应用已经得到了广泛的认可<sup>[11-12]</sup>,但在骶髂关节的应用不多,尚处在起步阶段,但其应用价值已越来越受到重视,成为国内外研究的热点。

骶髂关节骨髓水肿是 AS 关节活动性炎性病变的重要 MRI 征象<sup>[13-14]</sup>,敏感性高,在药物治疗后半年左右时间会吸收,目前治疗 AS 药物多针对活动期患者,可有效缓解患者症状,遏制病情发展。笔者分析活动期 AS 患者炎症比较严重,水肿容易波及第 1 骶孔间骶骨骨髓,然而 L<sub>5</sub> 椎体在扫描野内,且与骶椎有椎间盘的分隔,水肿不易波及。本次研究选择 L<sub>5</sub> 椎体中央区 ADC 值作为基准,比较不同患者 rADC 值变化,更客观、准确。

本研究发现活动组 rADC 值大于正常对照组,同时发现对同一患者 rADC 值与 SPARCC 之间呈正相关,这与国外部分学者研究结果一致<sup>[15-16]</sup>,进一步证实 ADC 值可以作为量化指标评估 AS 患者骶髂关节炎活动性,为临床治疗方式的选择提供参考。在对 AS 患者骶髂关节 DWI 序列及 ADC 值的分析中发现,部分早期 AS 患者表现为单侧骶髂关节面下骨髓水肿,笔者分析,随着病情发展,炎症会播散到对侧骶髂关节,从而表现为双侧骶髂关节病变。另外发现髂侧 ADC 值多大于骶侧,国内外学者对该征象未提及,鉴于本次研究样本量有限,下一步需要扩充样本量,进一步研究该征象在临床表现及病情发展中是否有病理意义,同时有必要对治疗前后图像数据进行比较分析,进一步探讨 ADC 值在疗效评估中的价值。

综上所述,DWI ADC 值能定量评估 AS 患者骶髂关节骨髓水肿及炎症活动性,值得临床进一步深入研究。

#### 4 参考文献

- [1] 中华医学会风湿病学分会. 强直性脊柱炎诊断及治疗指南[J]. 中华风湿病学杂志, 2010, 14(8): 557-559.
- [2] Zhao YH, Li SL, Liu ZY, et al. Detection of active sacroiliitis with ankylosing spondylitis through intravoxel incoherent motion diffusion-weighted MR imaging[J]. Eur Radiol, 2015, 25(9): 2754-2763.
- [3] Bradbury LA, Hollis KA, Benoît Gautier, et al. Diffusion-weighted imaging is a sensitive and specific magnetic resonance sequence in the diagnosis of ankylosing spondylitis[J]. The Journal of Rheumatology, 2018, 45(6): 1703-1712.
- [4] Sieper J, Rudwaleit M, Baraliakos X, et al. The Assessment of spondyloarthritis international society (ASAS) handbook: a guide to assessment of spondyloarthritis[J]. Ann Rheum Dis, 2009, 68(Suppl 2): ii1-ii44.
- [5] 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.
- [6] Braun J, Baraliakos X, Hermann KG, et al. Golimumab reduces spinal inflammation in ankylosing spondylitis: MRI results of the randomized, placebo-controlled, GO-RAISE study[J]. Ann Rheum Dis, 2012, 71(6): 878-884.
- [7] 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.
- [8] Kwee TC, Takahara T, Ochiai R, et al. Whole-body diffusion-weighted magnetic resonance imaging[J]. Eur J Radiol, 2009, 70(3): 409-417.
- [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髂关节改变[J]. 放射学实践, 2015, 30(6): 679-682.
- [10] 牛富业, 箫毅, 邹薇薇, 等. 3.0T MRI 扩散加权成像对强直性脊柱炎活动性骶髂关节炎的诊断价值[J]. 实用放射学杂志, 2015, 31(4): 616-620.
- [11] Peschmann AL, Beer M, Ammann B, et al. Quantitative DWI predicts event-free survival in children with neuroblastoma: preliminary findings from a retrospective cohort study[J]. European Radiology Experimental, 2019, 3(1): 6.
- [12] Seeger A, Schulze M, Schuettauf F, et al. Advanced diffusion-weighted imaging in patients with optic neuritis deficit - value of reduced field of view DWI and readout-segmented DWI[J]. Neuroradiol J, 2018, 31(2): 126-132.
- [13] Slobodin G, Rosner I. Indemonstrable axial spondyloarthritis: does it exist?[J]. Isr Med Assoc J, 2013, 15(12): 780-781.
- [14] 赵英华, 韩新爱, 胡绍勇, 等. 强直性脊柱炎骶髂关节 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.
- [15] Sun HT, Liu K, Liu H, et al. Comparison of bi-exponential and mono-exponential models of diffusion-weighted imaging for detecting active sacroiliitis in ankylosing spondylitis[J]. Acta Radiologica, 2018, 59(4): 468-477.
- [16] Qin J, Zhu J Z, Zhang Y, et al. DWI and SPARCC scoring assess curative effect of early ankylosing spondylitis[J]. Open Medicine, 2016, 11(1): 52-58.

(收稿日期: 2018-09-12)

(本文编辑: 严玮雯)