

· 骨骼肌肉影像学 ·

3.0T MR 扩散加权成像及动态增强在强直性脊柱炎骶髂关节病变活动性评价中的应用

王娟, 张家雄, 周守国

【摘要】 目的:探讨 MR 扩散加权成像(DWI)及动态对比增强(DCE)MRI 对于强直性脊柱炎(AS)患者骶髂关节活动性病变的诊断价值。方法:68 例 AS 患者(活动期 47 例,稳定期 21 例)行骶髂关节 DWI 及 DCE-MRI 检查,测量骶髂关节感兴趣区(ROI)的 ADC、 K_{trans} 、 K_{ep} 和 V_e 值,各参数值的组间比较采用两独立样本 t 检验,采用 Pearman 相关性分析评价患者的 Bath AS 疾病活动度评分(BASDAI)评分与 DWI 测量参数(ADC、 K_{trans} 、 K_{ep} 和 V_e)值的相关性。结果:AS 活动期组的 ADC、 K_{trans} 、 K_{ep} 和 V_e 值分别为 $(1.14 \pm 0.18) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、 $(0.75 \pm 0.12) \text{ min}^{-1}$ 、 $(1.06 \pm 0.22) \text{ min}^{-1}$ 和 (0.45 ± 0.17) ,稳定期组分别为 $(0.84 \pm 0.14) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、 $(0.19 \pm 0.09) \text{ min}^{-1}$ 、 $(0.52 \pm 0.11) \text{ min}^{-1}$ 和 (0.31 ± 0.14) ;活动期组的 ADC、 K_{trans} 、 K_{ep} 和 V_e 值均显著高于稳定组(t 值分别为 6.850、18.670、13.279 和 3.253, $P < 0.01$)。ADC、 K_{trans} 、 K_{ep} 和 V_e 值与 BASDAI 评分间均具有显著相关性(r 值分别为 0.644、0.813、0.742 和 0.449, $P < 0.01$)。结论:磁共振 DWI 及 DCE-MRI 定量参数有助于判定强直性脊柱炎患者骶髂关节病变的活动状态,且与 BASDAI 评分具有相关性。

【关键词】 强直性脊柱炎; 骶髂关节; 磁共振成像; 扩散加权成像; 动态增强扫描

【中图分类号】 R445.2; R681.5 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2018)12-1317-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2018.12.017

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Clinical application of 3.0T MR diffusion weighted imaging and dynamic contrast enhanced MRI for evaluating active lesions of sacroiliac joints in patients with ankylosing spondylitis WANG Juan, ZHANG Jia-xiong, ZHOU Shou-guo. Department of MR, Foshan Hospital of Traditional Chinese Medicine, Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 528000, China

【Abstract】 Objective: To investigate the diagnostic value of quantitative evaluation the activity of sacroiliac joints lesions in patients with ankylosing spondylitis (AS) using diffusion weighted imaging (DWI) and dynamic contrast enhanced MRI (DCE-MRI). **Methods:** A total of 68 patients with AS involving sacroiliac joints were included in this study, and were divided in two groups: 47 cases with active AS (active group) and 21 cases with stable ankylosing spondylitis (stable group). All patients underwent DWI and DCE-MRI at a 3.0T MR scanner. The ADC, K_{trans} , K_{ep} and V_e values of regions of interest (ROIs) of sacroiliac joints were measured and the intergroup differences were compared. Pearman correlation analysis was performed to analyze the correlation of the ADC, K_{trans} , K_{ep} and V_e values with the Bath ankylosing spondylitis disease activity score index (BASDAI) scores. **Results:** The ADC, K_{trans} , K_{ep} and V_e values in active group were $(1.14 \pm 0.18) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, $(0.75 \pm 0.12) \text{ min}^{-1}$, $(1.06 \pm 0.22) \text{ min}^{-1}$ and (0.45 ± 0.17) , respectively; and those in stable group were $(0.84 \pm 0.14) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, $(0.19 \pm 0.09) \text{ min}^{-1}$, $(0.52 \pm 0.11) \text{ min}^{-1}$ and (0.31 ± 0.14) , respectively. The results of the active group (ADC, K_{trans} , K_{ep} and V_e values) were significantly higher than those of the stable group ($t=6.850, 18.670, 13.279$ and 3.253 , respectively; all $P < 0.05$). Strong correlations existed between ADC, K_{trans} , K_{ep} , V_e and BASDAI scores (r value was 0.644, 0.813, 0.742 and 0.449, respectively; all $P < 0.05$). **Conclusion:** Quantitative parameters of DWI and DCE-MRI are useful for evaluation the activity of the ankylosing spondylitis involving sacroiliac joints. Strong correlations exist between

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,主要从事神经和骨骼系统诊断工作。

基金项目:广东省科技计划资助项目(2014A020212566)

these quantitative parameters and BASDAI scores.

【Key words】 Magnetic resonance imaging; Sacroiliac joint; Ankylosing spondylitis; Diffusion weighted imaging; Dynamic enhancement scan

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中轴关节最先受累为特点的一种全身性疾病,病因不明,具有静止期及活动期交替出现的病程特点,而活动期频繁发作常提示预后不良。常规X线及CT检查对AS的影像学评估具有滞后性^[1]。随着医学影像技术的不断发展,磁共振成像对炎性病变活动期的判定及短期治疗效果的评估方面显示出一定的优势^[2-3]。本研究中通过对比分析活动期和静止期AS患者骶髂关节在MR扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)及动态对比增强(dynamic contrast enhanced, DCE)MRI上的表现,旨在为评估AS骶髂关节病变的活动性提供影像参考。

材料与方法

1. 临床资料

搜集2017年1月—2018年7月经本院肾病风湿病科明确诊断为AS的门诊或住院患者的病例资料。纳入标准:①符合2009年AS诊断标准的患者^[4];②未接受过AS相关治疗;③MRI检查与临床判定AS活动性的间隔时间不超过2周。排除标准:既往有骶髂部手术、外伤、感染或肿瘤病史。最终共68例AS患者纳入本研究,男62例,女6例,年龄15~64岁,平均34.2岁。

2. AS活动性的临床诊断标准

由肾病风湿病科医师根据Bath强直性脊柱炎疾病活动度评分标准(Bath ankylosing spondylitis disease activity score index, BASDAI)对患者AS病变的活动性进行评分,该评分标准主要根据患者在过去一周的疲劳感、脊柱痛、外周关节痛、局限性压痛、晨僵时间和程度这6个项目进行评分^[5]。BASDAI评分 ≤ 4 分为稳定期;BASDAI评分 ≥ 6 分为活动期;BASDAI评分为 $4 < \text{BASDAI评分} < 6$,则参考实验室检查

结果,如果红细胞沉降率 $> 20 \text{ mm/1h}$ (魏氏法)或C-反应蛋白 $> 30 \text{ mg/L}$ 为活动期,否则为稳定期。

3. 影像检查方法

所有AS患者均行骶髂关节常规序列MRI、DWI及DCE-MRI检查。使用3.0T GE 750W MR扫描仪和体部相控阵线圈,受检者取仰卧位,主要扫描参数见表1。DWI的b值设为 800 s/mm^2 。DCE-MRI:经肘静脉通道团注对比剂钆特酸葡胺(Gd-DOTA,江苏恒瑞医药股份有限公司)的同时启动扫描,高压注射器注射流率 2 mL/s ,剂量 0.1 mmol/kg ,随后立即以相同流率注射 20 mL 生理盐水;无间隔采集32个时相,每个时相 10 s ,总扫描时间为 320 s 。

4. 图像后处理和数据测量

将DWI和DCE-MRI原始图像传送至GE ADW4.6工作站,分别应用Functool软件和GenIQ软件进行各参数图的重建和数据测量。DCE-MRI的后处理步骤:①图像运动校准处理,调整图像摆动差;②去除无效时相。由2位放射诊断副主任医师综合观察常规序列、DWI及DCE-MRI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置于病变中心,无明显病灶者则将ROI分别放置在双侧骶髂关节中央区髂侧及骶侧共4个区域,ROI的大小尽量保持一致,面积 25 mm^2 。在表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)图上测量ADC值,在DCE-MRI后处理图像上分别测量各个ROI的灌注参数值,包括对比剂自血管至组织间隙的渗透率(contrast transfer coefficient, K_{trans})、细胞外间隙容积与血管内容积比(reflux constant, K_{ep})和细胞外间隙容积(extravascular extracellular volume fraction, V_e)。两位医师分别独立测量各项参数值,取其平均值作为最终测量结果。

5. 数据统计与分析

使用SPSS20.0统计软件进行统计学分析。对

表1 骶髂关节MRI主要扫描参数

扫描参数	横轴面				冠状面	
	FSE-T ₁ WI	FRFSE-T ₂ WI	DWI	DCE-MRI	FSE-T ₁ WI	FRFSE-T ₂ WI
TR(ms)	787.0	5225.0	4000.0	3.8	639.0	1575.0
TE(ms)	15.0	68.0	95.0	1.2	15.0	30.0
矩阵	320×256	320×256	128×130	256×160	320×192	320×256
视野(mm ²)	240×240	240×240	360×360	380×304	240×240	240×240
层厚(mm)	4	4	4	4	3	3
层间距(mm)	0	0	0	0	1	1
采集次数	2	2	6	1	2	2

AS 活动期组及稳定期组的 ADC、 K_{trans} 、 K_{ep} 和 V_e 值进行正态性检验,若数据符合正态分布,测得的数据采用均数±标准差的形式表示,组间比较采用两独立样本 t 检验。采用 Pearman 相关性分析评价 BASDAI 评分与 ADC 值、 K_{trans} 、 K_{ep} 和 V_e 值的相关性。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结果

本组 68 例 AS 患者中,活动期 47 例,平均年龄 28.4 岁;稳定期 21 例,平均 34.6 岁。68 例 AS 患者中,MR 显示骶髂关节骨髓水肿 49 例(活动期 46 例,稳定期 3 例),以双侧多见(双侧 42 例,单侧 7 例),表现为 T_1 WI 上呈稍低或等信号,脂肪抑制 T_2 WI 上呈高或稍高信号,DWI 上呈高信号,ADC 图上呈低信号,增强后病灶呈不同程度强化(图 1、2)。

AS 活动期及稳定期患者的 BASDAI 评分及 ADC、 K_{trans} 、 K_{ep} 和 V_e 值的测量结果及组间比较见表 2。

表 2 AS 活动组与稳定组各参数测量及统计

参数	活动组 (n=47)	稳定组 (n=21)	t 值	P 值
BASDAI 评分	6.78±1.50	2.72±0.65	15.532	0.000
ADC($\times 10^{-3}$ mm ² /s)	1.14±0.18	0.84±0.14	6.850	0.000
K_{trans} (min ⁻¹)	0.75±0.12	0.19±0.09	18.670	0.000
K_{ep} (min ⁻¹)	1.06±0.22	0.52±0.11	13.279	0.000
V_e	0.45±0.17	0.31±0.14	3.253	0.002

各项指标的测量值均符合正态分布($P > 0.05$)。独立样本 t 检验显示,AS 活动组及稳定组的 BASDAI 评分及 ADC、 K_{trans} 、 K_{ep} 和 V_e 值的差异均具有统计学意义($P < 0.05$)。Pearman 相关性分析显示,BASDAI

评分与 ADC 值、 K_{trans} 、 K_{ep} 和 V_e 值均呈正相关关系(图 3~6), r 值分别为 0.644、0.813、0.742 和 0.449 ($P < 0.05$)。

讨论

AS 病程迁延,腰骶部疼痛等临床症状反复发作。活动期时患者的生活质量及机体功能下降,此时进行药物治疗效果好,且可抑制病情的发展。因此准确评价病情的活动状态尤为重要。目前临床判断病情的活动性常用的有 BASDAI 评分、ESR 和 CRP 指标等,虽然 BASDAI 评分作为评价 AS 疾病活动性的分级量表具有可靠、敏感和应用广泛等特点,但是 ESR 及 CRP 等实验室检查指标的特异性低且在反映病变活动性方面具有争议。随着医学影像技术的不断发展,使得利用影像检查技术来判断病变的活动性成为可能。目前影像学检查中能够定量评估 AS 骶髂关节病变炎症活动性的主要方法有 DWI 及 DCE-MRI,它们具有无创、定量及重复性好等优点^[6]。

DWI 可反映活体组织中的水分子运动,对病变显示高度敏感,可探测早期改变、观察病变的演变过程及判断病变的严重程度。AS 骶髂关节病变时,炎性病变区水分子运动加快、扩散增强,在 DWI 上表现为高信号;组织间隙内自由水的含量增加,表现为 ADC 值的增高^[7]。本研究中发现 AS 活动期组骶髂关节病灶的平均 ADC 值较稳定期组明显增加,病灶 ADC 值与 BASDAI 评分呈正相关,提示 AS 活动期骶髂关节病变区域自由水明显增加,说明 ADC 值可作为评价病

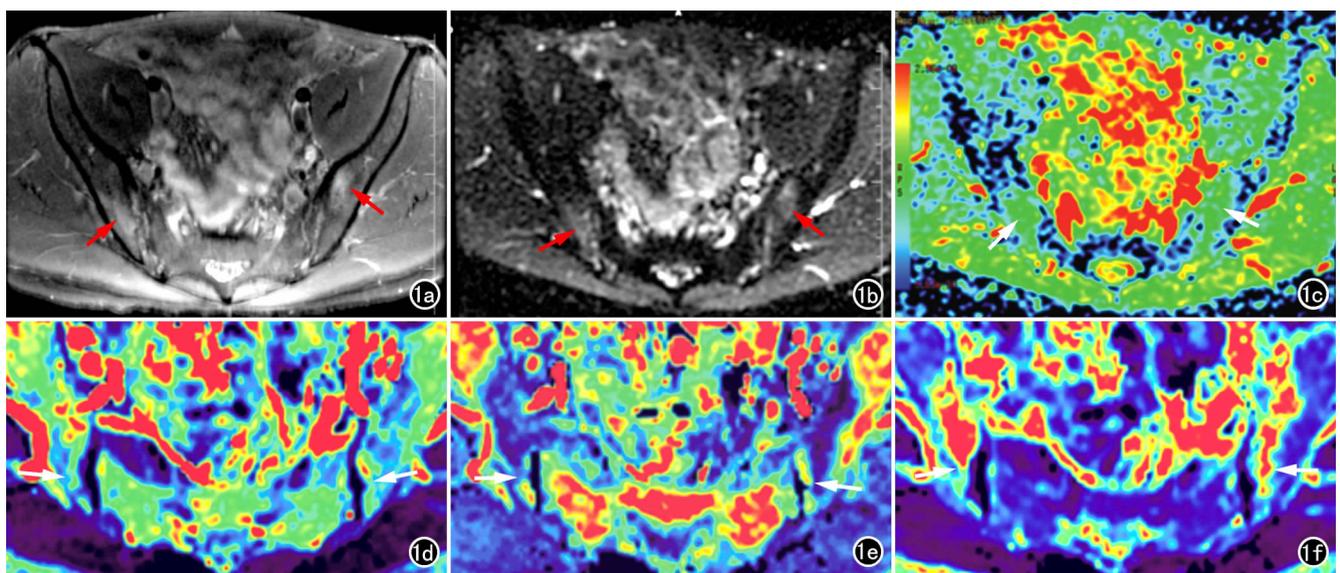


图 1 男,26 岁,AS 骶髂关节病变活动期,双侧骶髂关节髂骨侧骨髓水肿。a)脂肪抑制 T_2 WI,显示双侧骶髂关节髂骨侧可见片状边缘模糊的稍高信号改变(箭);b)病变区在 DWI 上呈片状稍高信号(箭);c)ADC 图上病灶呈绿色(箭),提示 ADC 值升高;d) K_{trans} 伪彩图,显示病变区 K_{trans} 值升高,呈黄色(箭);e) K_{ep} 伪彩图,显示病变区 K_{ep} 值升高,呈黄色(箭);f) V_e 伪彩图,显示病变区 V_e 值升高,呈红色(箭)。

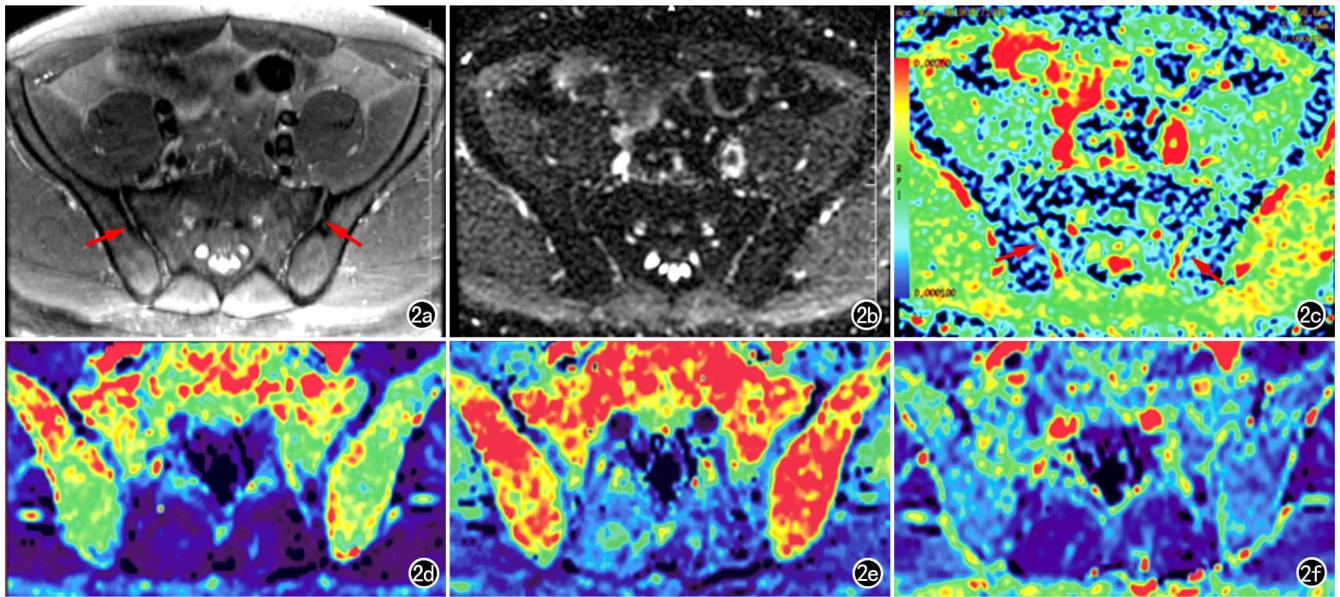


图2 男,34岁,AS骶髂关节病变稳定期,双侧骶髂关节面下骨质未见明确骨髓水肿。a)脂肪抑制T₂WI上,骶髂关节面下骨质侵蚀破坏、关节面不光整(箭),以左侧明显; b)DWI序列上双侧骶髂关节未见异常信号; c)ADC图上骶髂关节骨髓内呈蓝色(箭),提示ADC值无明显升高; d)K_{trans}伪彩图,显示K_{trans}值无明显升高; e)K_{ep}参数图示K_{ep}值无明显升高; f)V_e参数图示V_e值无明显升高。

情活动性的指标,监测病情的程度。DWI评估结果与临床具有一致性。

DCE-MRI是能够反映活体组织血流灌注状况的成像方法,已广泛应用于全身各系统的检查,在骨肌系统方面的研究亦有深入。AS骶髂关节病变的活动期时,出现关节面下骨髓组织及关节滑膜组织的微循环

通透性增加,这种微循环通透性的增加在增强MRI上表现为骨髓及滑膜的异常强化,这也是本研究探讨DCE-MRI评估AS骶髂关节病变活动性的理论基础。本研究结果显示,AS骶髂关节病变活动期骶髂关节骨髓内K_{trans}、K_{ep}和V_e值高于稳定期,差异具有统计学意义。DCE-MRI定量参数中K_{trans}及K_{ep}是评估微血管通透性的指标,而AS活动期在炎症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,故AS活动期表现为K_{trans}和K_{ep}值增加;V_e则是评价组织坏死程度的指标,AS活动期在炎症因子作用下骨髓组织内坏死增加,故表现为V_e值增高^[8]。本研究结果还显示,AS活动期患者骶髂关节病灶的K_{trans}、K_{ep}和V_e值与BASDAI评分呈正相关,提示DCE-MRI定量参数与BASDAI评分具有一致性。

临床判断AS病情活动性常采用BASDAI评分系统,该分级量表能够在一定程度上反映病情的活动性,但是存在不能完全客观、准确及时的反映病情变化及疗效的缺陷,故而临床需要准确、客观的评估方法。DWI及ADC值的测量会受到b值的选择、磁场均匀度及周围结构组织的干扰等影响;DCE-MRI的分析结果受到扫描方案、药代动力学

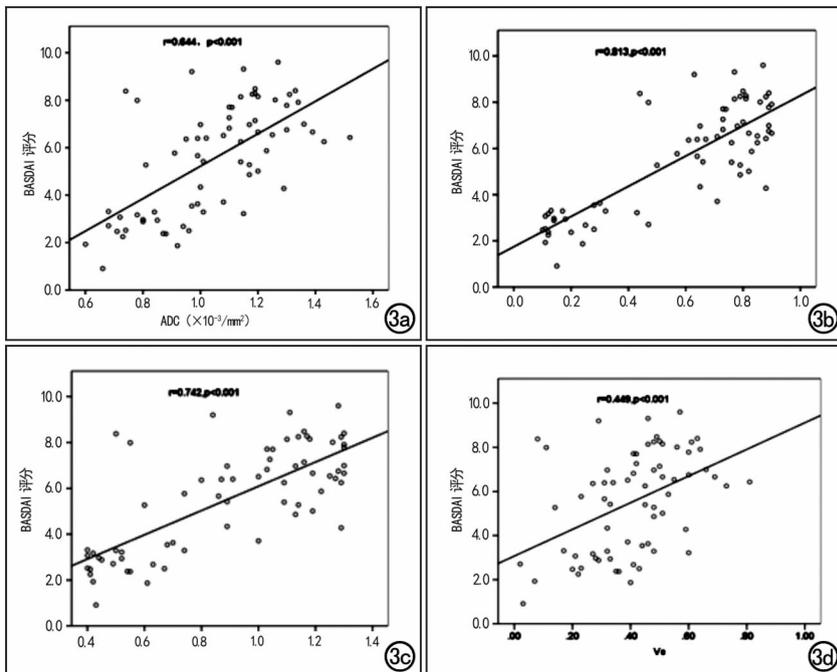


图3 BASDAI评分与MR定量参数相关性分析散点图,显示BASDAI评分与ADC、K_{trans}、K_{ep}和V_e值均呈正相关。a)ADC值; b)K_{trans}值; c)K_{ep}值; d)V_e值。

模型选择及数据处理的影响。本研究联合使用的 DWI 及 DCE-MRI 的定量分析影像方法,去除了患者对疼痛的主观性评价的影响,能准确、客观地反映 AS 骶髂关节病变的病理生理及血流灌注状态,有利于临床准确评估病情及疗效变化。

本研究存在以下不足:①本研究病例数有限,没有设置对照组,有可能影响研究结果的判定,尚需搜集更多病例资料进行更深入地分析;②未对患者在治疗前、后的各参数值进行对比研究及系统追踪随访;③定量 DCE-MRI 扫描受到患者个体因素的影响(如个体血流状态、参数变化等),导致结果可能产生偏差。

综上所述,DWI 及 DCE-MRI 定量分析有助于判定 AS 骶髂关节病变的活动状态,有利于临床准确评估病情及疗效变化,具有临床应用价值。

参考文献:

- [1] Smith JA. Update on ankylosing spondylitis: current concepts in pathogenesis[J]. Curr Allergy Asthma Rep, 2015, 15(1): 489.
- [2] Zhao YH, Li SL, Liu ZY, et al. Detection of active sacroiliitis with ankylosing spondylitis through intravoxel incoherent motion dif-

fusion-weighted MR imaging[J]. Eur Radiol, 2015, 25(9): 2754-2763.

- [3] 金红花,程若勤,王化敏,等.强直性脊柱炎所致活动性附着点炎的 MRI 分析[J].放射学实践,2013,28(10):1066-1068.
- [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): S1-S44.
- [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] Pan C, Hu DY, Zhang W, et al. Role of diffusion-weighted imaging in early ankylosing spondylitis[J]. Chin Med J, 2013, 126(4): 668-673.
- [7] 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.
- [8] Choi HS, Kim AH, Ahn SS, et al. Glioma grading capability: comparisons among parameters from dynamic contrast-enhanced MRI and ADC value on DWI[J]. Korean J Radiol, 2013, 14(3): 487-492.

(收稿日期:2018-11-01)

欢迎订阅 2019 年《放射学实践》

《放射学实践》是由国家教育部主管,华中科技大学同济医学院主办,与德国合办的全国性影像学学术期刊,创刊至今已 34 周年。2018 年 8 月,《放射学实践》杂志再次入选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》。这是继 1999 年之后的第 4 次入选临床医学/特种医学类核心期刊。

本刊坚持服务广大医学影像医务人员的办刊方向,关注国内外影像医学的新进展、新动态,全面介绍 X 线、CT、磁共振、介入放射及放射治疗、超声诊断、核医学、影像技术学等医学影像方面的新知识、新成果,受到广大影像医师的普遍喜爱。

本刊为国家科技部中国科技论文核心期刊、中国科学引文数据库统计源期刊,在首届《中国学术期刊(光盘版)检索与评价数据规范》执行评优活动中,被评为《CAJ—CD 规范》执行优秀期刊。

主要栏目:论著、继续教育园地、专家荐稿、研究生展版、图文讲座、本刊特稿、实验研究、传染病影像学、影像技术学、外刊摘要、学术动态、请您诊断、病例报道、知名产品介绍、信息窗等。

本刊为月刊,每册 25 元,全年定价 300 元。

国内统一刊号:ISSN 1000-0313/CN 42-1208/R 邮政代号:38-122

电话:(027)69378385

E-mail:fsxsjzz@163.com 网址:http://www.fsxsj.net

编辑部地址:430199 武汉市蔡甸区中法新城同济医院专家社区别墅 C 栋