

IVIM-DWI-MRI对强直性脊柱炎骶髂关节病变活动性的评估价值

张勇刚¹ 贺翠琴¹ 张欢²

【摘要】目的 探讨体素内不相干运动扩散加权成像(IVIM-DWI)-磁共振成像(MRI)对强直性脊柱炎(AS)骶髂关节病变活动性的评估价值。**方法** 选取2018年3月至2021年3月本院AS患者128例作为AS组,男68例、女60例,平均年龄(31±9)岁,依据巴氏AS疾病活动指数(BASDAI)分为活动组($n=42$)和稳定组($n=86$),同期选取体检健康人员50例作为健康组,采用IVIM-DWI-MRI检测纯水分子扩散系数(D)、灌注相关伪扩散系数(D^*)、灌注分数(f),比较各组D、 D^* 、f,分析IVIM-DWI-MRI对AS骶髂关节病变活动性的评估价值。**结果** AS组D、 D^* 、f高于健康组,差异有统计学意义($P<0.05$);活动组D、 D^* 、f高于稳定组,差异有统计学意义($P<0.05$);ROC曲线显示,在评估AS骶髂关节病变活动性的敏感度、特异度、曲线下面积中,D为76.19%、79.07%、0.817, D^* 为66.67%、72.09%、0.765,f为71.43%、74.42%、0.803,D、 D^* 、f联合时为95.24%、93.02%、0.905,D、 D^* 、f联合高于单独D、 D^* 、f,差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论** IVIM-DWI-MRI中D、 D^* 、f等指标与AS骶髂关节病变活动性变化有关,可作为评估指标,且D、 D^* 、f联合时的评估价值更高。

【关键词】 体素内不相干运动扩散加权成像; 磁共振成像; 强直性脊柱炎; 骶髂关节病变

The value of IVIM-DWI-MRI in the evaluation of sacroiliac joint activity in ankylosing spondylitis

Zhang Yonggang¹, He Cuiqin¹, Zhang Huan². ¹Department of Radiology in Wuhan Xiehe Jiangbei hospital/Caidian District People's Hospital; ²Department of Orthopaedics in Huangshi traditional Chinese Medicine Hospital of Edong medical group²

Corresponding author: He Cuiqin, Email: yonggang861107@163.com

【Abstract】 Objective To discuss the value of incoherent motion diffusion-weighted imaging (IVIM-DWI)-magnetic resonance imaging (MRI) in the evaluation of sacroiliac joint activity in ankylosing spondylitis (AS). **Methods** The 128 patients with AS in our hospital from March 2018 to March 2021 were selected as the AS group, which were divided into active group ($n=42$) and stable group ($n=86$) according to the Bas-dai disease activity index (BASDAI), and the 50 healthy persons were selected as the healthy group during the same period. The pure water molecular diffusion coefficient (D), perfusion-related pseudo diffusion coefficient (D^*) and perfusion-related fraction (F) were detected by IVIM-DWI-MRI, and the D, D^* and F of the each groups were compared, the evaluation value of IVIM-DWI-MRI on the sacroiliac joint disease activity of AS were analyzed. **Results** The D, D^* and F in AS group were higher than those in healthy group, the difference was statistically significant ($P<0.05$). The D, D^* and F in the activity group were higher than those in the stable group, the difference was statistically significant ($P<0.05$). The ROC curve shows that, in the sensitivity, specificity, and area under the curve for assessing the sacroiliac joint activity of AS, the D were 76.19%, 79.07% and 0.817; the D^* were 66.67%, 72.09%, 0.765; the F were 71.43%, 74.42% and 0.803; The combined values of D, D^* and F were 95.24%, 93.02% and 0.905, the combined values of D, D^* and F were higher than those of D, D^* and F alone, the difference was statistically significant ($P<0.05$). **Conclusions** The D, D^* , F and other indexes in IVIM-DWI-MRI are related to the changes of the sacroiliac joint lesion activity, which can be used AS evaluation indexes, and the combined evaluation value of D, D^* , F is higher.

【Key words】 Incoherent motion diffusion-weighted; Magnetic resonance imaging; Ankylosing spondylitis; Sacroiliac joint disease

DOI: 10.3877/cma.j.issn.2096-0263.2022.03.004

基金项目:湖北省卫健委2019年度第三批联合基金(WJ2019 H486)

作者单位:430100 武汉市协和江北医院/蔡甸区人民医院放射科¹;435000 鄂东医疗集团黄石市中医医院骨科²

通信作者:贺翠琴,Email:yonggang861107@163.com

强直性脊柱炎(ankylosing spondylitis, AS)是常见的脊柱关节病,好发于青壮年男性群体,主要累及脊柱和骶髂关节等中轴关节,可分为稳定期和活动期,其中活动期骶髂关节炎表现为高度炎症反应,可导致软骨和骨骼的炎性损害。故如何有效评估AS骶髂关节病变活动性具有重要的临床意义^[1]。

目前,磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)是诊断AS常用的影像学方法,其临床价值已逐渐被认可^[2];且随着技术发展,体素内不相干运动扩散加权成像(incoherent motion diffusion-weighted imaging, IVIM-DWI)可从水分子扩散和微循环来评估病变状况,有利于提供更多、更有效的依据^[3]。

但目前关于IVIM-DWI-MRI检查在评估AS骶髂关节病变活动性中的应用较少,且其参数是否可作为AS骶髂关节病变活动性的评估指标尚缺乏更确切的定论。

分析本研究的目的在于:(1)IVIM-DWI-MRI检查在AS骶髂关节病变患者中的应用价值。(2)IVIM-DWI-MRI的影像学参数是否与AS骶髂关节病变活动性具有相关性。(3)IVIM-DWI-MRI的影像学参数是否可作为AS骶髂关节病变活动性的主要评估指标。(4)IVIM-DWI-MRI是否可为AS骶髂关节病变的诊断及其治疗提供临床指导意义。对此,本研究对AS患者行IVIM-DWI-MRI检查,探讨其对AS骶髂关节病变活动性的评估价值,以为临床提供参考,现报道如下。

资料与方法

一、纳入及排除标准

纳入标准:(1)符合《强直性脊柱炎诊断及治疗指南》^[4]中AS诊断标准;(2)年龄>18岁、无精神病史;(3)无风湿病、脊柱关节畸形、感染等疾病;(4)签署知情同意书。

排除标准:(1)孕产妇或有恶性肿瘤;(2)有MRI检查禁忌症;(3)有心、肝、肾等功能不全;(4)资料不完整者。同期选取体检健康人员50例作为健康组。

二、一般资料

回顾性选取2018年3月至2021年3月本院AS患者128例作为AS组,男68例、女60例,年龄19~54岁、平均(31±9)岁,体质量指数18.5~27.9 kg/m²、平均(22.1±2.6)kg/m²,请添加年龄、性别等一般情况

介绍。依据巴氏AS疾病活动指数(Basdai disease activity index, BASDAI)分为活动组($n=42$)和稳定组($n=86$)。

本研究已获得本院伦理委员会及全部患者的知情同意(KYLL-2018-03)。

三、AS骶髂关节病变活动性标准

参考BASDAI标准^[5],采用10级评分法(1~10分),包括疲劳、脊柱痛、关节痛、压痛、晨僵等,合计50分,评分越高则病情越严重;其中评分<4分为稳定期,>6分为活动期,4~6分者需参考实验室指标,若血沉红细胞沉降率>20 mm/h或C反应蛋白>30 mg/L为活动期,否则为稳定期。

四、方法

所有研究对象均由同一组医护人员实施MRI检查,仪器,美国GE公司的Discovery MR750 3.0 T超导型磁共振扫描仪,GE-AW-4.4工作站(软件版本 Advantage Workstation 4.6),32通道体部相控阵线圈。检查操作,行双侧骶髂关节轴面T₁WI(参数设置:自动回波,电流=150 mA,电压=120 kv,TE=9.4 ms,TR=500 ms,矩阵=320×256,激励次数=2,视野=40 mm×28 mm,层厚=5 mm,层间距=0.5 mm)、T₂WI(参数设置:快速自旋回波,电流=150 mA,电压=120 kv,TE=92 ms,TR=2675 ms,矩阵=320×256,激励次数=2,视野=40 mm×28 mm,层厚=5 mm,层间距=0.5 mm)、IVIM-DWI(参数设置:电流=150 mA,电压=120 kv,TR=4500 ms,TE=Mini-num,矩阵=128×192,视野=32 mm×32 mm,层厚4.0 mm,层间距1 mm,NEX分别为8、8、6、6、6、4、4、4、6、8,b值分别为10、20、30、50、80、150、100、200、400、600、800 s/mm²)等MRI序列检查,感兴趣区域为2 cm×2 cm的骶骨侧关节面。图像处理,常规保存图像并上传至工作站,依据T₂WI、IVIM-DWI图像选择病灶合适的感兴趣区域(避开骨皮质、血管、骨质破坏区、囊变区、硬化区且距离病灶边缘>1 mm、病灶的最大层面区域),检测并记录纯水分子扩散系数(diffusion coefficient, D)、灌注相关伪扩散系数(perfusion-related pseudo diffusion coefficient, D*)、灌注分数(perfusion-related fraction, f)。

五、阅片标准

由2名年资3年以上的高级放射科医生采用双盲法阅片,以AS骶髂关节病变活动性的实际结果为对照,其中设活动期为阳性,稳定期为阴性,比较各组D、D*、f,分析IVIM-DWI-MRI对AS骶髂关节

病变活动性的评估价值,意见不一时共同商讨得出最终诊断,经Kappa检验,不同观察者在同一时间及同一观察者在不同时间的一致性检验,Kappa值为0.854,提示一致性较高。

六、统计学方法

采用SPSS 22.0软件(IBM,美国)进行数据统计和分析,计数资料,如性别分布,采用 χ^2 检验;计量资料,包括年龄、体质量指数、病程、BASDAI评分、D、D*、f等,以 $\bar{x} \pm s$ 表示,符合正态分布的采用 t 检验;IVIM-DWI-MRI对AS骶髂关节病变活动性的评估价值采用ROC曲线分析,计算敏感度、特异度、曲线下面积,不同影像学参数的比较采用 U 检验。检验水准 α 值取双侧0.05。

结 果

一、健康组和AS组一般资料比较

AS组:男68例、女60例,年龄19~54岁、平均(31±9)岁,体质量指数18.5~27.9 kg/m²、平均(22.1±2.6)kg/m²。健康组:男26例、女24例,年龄20~58岁、平均(30±)岁,体质量指数18.7~27.5 kg/m²、平均(22.5±2.7)kg/m²;AS组和健康组性别、年龄、体质量指数等基本相同($\chi^2=0.018$, $P=0.893$; $t=0.843$, $P=0.400$; $t=0.967$, $P=0.335$)。

二、健康组和AS组D、D*、f比较

AS组D、D*、f高于健康组,差异有统计学意义($P<0.05$),见表1。

表1 两组强直性脊柱炎骶髂关节病变患者的D、D*、f比较
($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	D($\times 10^{-3}$ mm ² /s)	D*($\times 10^{-3}$ mm ² /s)	F(%)
健康组	50	0.25±0.08	3.41±0.72	7.86±0.98
AS组	128	0.49±0.11	4.98±0.93	10.82±1.56
t 值		14.035	10.739	12.477
P 值		<0.001	<0.001	<0.001

三、活动组和稳定组一般资料比较

活动组和稳定组性别、年龄、体质量指数、病程等基本相同($P>0.05$),活动组BASDAI评分高于稳定组,差异有统计学意义($P<0.05$),见表2。

四、活动组和稳定组D、D*、f比较

活动组D、D*、f高于稳定组,差异有统计学意义($P<0.05$),见表3和图1~8。

表2 两组强直性脊柱炎骶髂关节病变患者的一般资料比较

组别	例数	性别 (男/女)	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	体质量指数 (kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)
稳定组	86	50/36	30±8	22.2±2.8
活动组	42	26/16	32±9	22.6±2.8
χ^2/t 值		0.166	0.907	0.853
P 值		0.684	0.366	0.395

组别	例数	病程(年, $\bar{x} \pm s$)	BASDAI(分, $\bar{x} \pm s$)
稳定组	86	4.4±0.7	2.5±0.7
活动组	42	4.5±0.7	7.4±1.0
χ^2/t 值		1.254	31.545
P 值		0.212	<0.001

表3 两组强直性脊柱炎骶髂关节病变患者的D、D*、f比较
($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	D($\times 10^{-3}$ mm ² /s)	D*($\times 10^{-3}$ mm ² /s)	f(%)
稳定组	86	0.36±0.09	4.56±0.82	9.27±1.15
活动组	42	0.75±0.12	5.93±0.97	13.76±1.92
t 值		20.564	8.349	16.492
P 值		<0.001	<0.001	<0.001

五、IVIM-DWI-MRI对AS骶髂关节病变活动性的评估价值

ROC曲线显示,在评估AS骶髂关节病变活动性的敏感度、特异度、曲线下面积中,D为76.19%(32/42)、79.07%(68/86)、0.817, D*为66.67%(28/42)、72.09%(62/86)、0.765, f为71.43%(30/42)、74.42%(64/86)、0.803, D、D*、f联合时(D或D*或f)为95.24%(40/42)、93.02%(80/86)、0.905, D、D*、f联合高于单独D、D*、f,差异有统计学意义($Z=3.624$, $P<0.003$; $Z=4.476$, $P<0.001$; $Z=5.624$, $P<0.001$),见图9。

讨 论

AS是一种全身性自身免疫性非特异性炎性疾病,可导致脊柱僵硬、运动受限、功能障碍等,其病情进展属慢性迁延、低度和高度炎症反应交替发作的过程,尤其是活动期的高度炎症反应,可严重损害软骨和骨骼,导致脊柱和骶髂关节等中轴关节弯曲、变形、强直等,严重危害患者健康^[6-7]。

目前,AS骶髂关节病变活动性的评估主要依靠临床综合检查,其中临床上应用较广泛的是BAS-

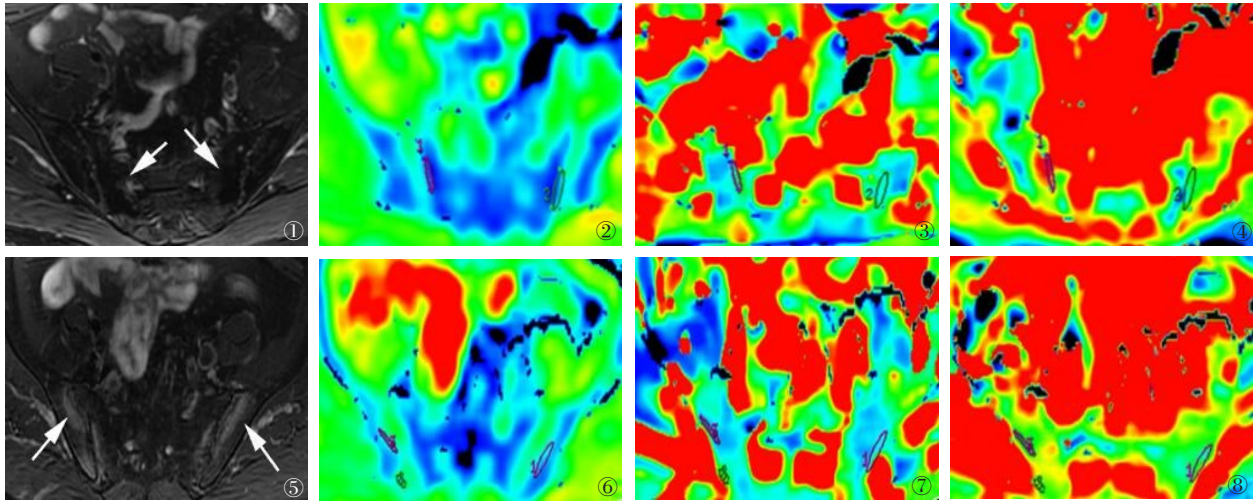


图1~4 稳定期AS骶髂关节病变的MRI。图1 轴面T₂WI,示关节面下脂肪沉积呈低信号;图2~4 IVIM-DWI的D、D*、f,示D=0.37×10⁻³ mm²/s, D*=4.96×10⁻³ mm²/s, f=10.26% 图5~8 活动期AS骶髂关节病变的MRI。图5 轴面T₂WI,示关节面下骨髓水肿呈高信号;图6~8 IVIM-DWI的D、D*、f,示D=0.78×10⁻³ mm²/s, D*=7.61×10⁻³ mm²/s, f=14.37%

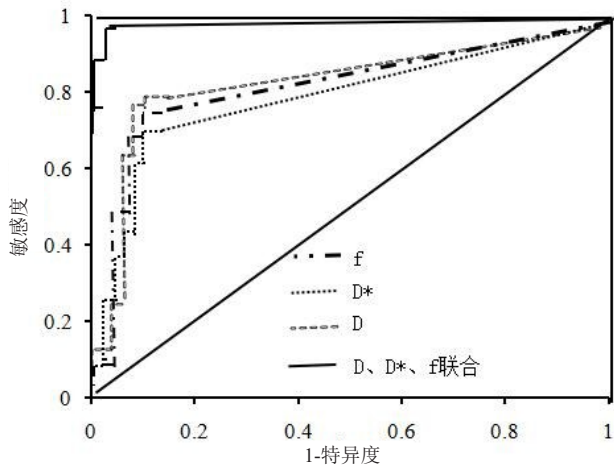


图9 IVIM-DWI-MRI评估AS骶髂关节病变活动性的ROC曲线

DAI,其评估价值已逐渐被认可^[8-9],但其具有操作复杂、时间长等局限性^[10-11]。而大量研究表明,MRI是临床重要的影像学检查方法,通过T₁WI、T₂WI等常规序列可多方面、多参数、清晰地显示目标的形态、位置、大小等图像信息,且较X线、CT能更好地显示软骨、脂肪、骨髓水肿等组织^[12-13]。据相关研究显示,IVIM-DWI是一种基于水分子布朗运动的MRI新序列技术,通过由多b值参与双指数模型计算强磁场脉冲激发目标组织氢原子后产生的信息,不仅可有效分析水分子在组织中的扩散情况,还可区分纯水分子的真扩散及血管灌注的伪扩散。已逐渐被应用于脊柱疾病中,可为疾病的临床评估提供更多、更有效、更全面的信息^[14-15]。

本研究结果显示,AS组D、D*、f高于健康组,表明IVIM-DWI-MRI中D、D*、f等指标与AS发生有

关。这可能由于D值主要反映纯分子的扩散状况,D*值主要反映微循环灌注的扩散状况,f主要反映微循环状况^[16-17];而AS发生过程中,其自身免疫性非特异性炎性反应会引起患者脊柱和骶髂关节等中轴关节组织及周围局部微循环改变,显著影响了局部水分子扩散及局部微循环,使IVIM-DWI-MRI中D、D*、f等指标水平上升。同时,本研究发现活动组D、D*、f高于稳定组,ROC曲线显示在评估AS骶髂关节病变活动性的敏感度、特异度、曲线下面积中,D为76.19%、79.07%、0.817,D*为66.67%、72.09%、0.765,f为71.43%、74.42%、0.803,表明IVIM-DWI-MRI中D、D*、f等指标与AS骶髂关节病变活动性变化有关,可作为评估指标,此与胡振彬等^[18]研究显示IVIM-DWI-MRI可作为评估AS病情方法的结论相似。这可能由于AS骶髂关节病变活动性变化为低度和高度炎症反应交替发作的过程,其中稳定期主要表现为肉芽组织形成、骨质硬化及脂肪沉积等慢性改变,且局部微循环改变不显著^[19-20],故表现为IVIM-DWI-MRI中D、D*、f等指标水平较低;而活动期主要表现为脊柱和骶髂关节等中轴关节的高度炎症反应损伤,且局部微循环改变显著,如血流量增加、新生血管壁发育不成熟、通透性变大等^[12-13],故表现为IVIM-DWI-MRI中D、D*、f等指标水平较高。此外,本研究将D、D*、f联合评估AS骶髂关节病变活动性的敏感度、特异度、曲线下面积为95.24%、93.02%、0.905,D、D*、f联合高于单独D、D*、f,表明D、D*、f联合时的评估价值更高。这可能由于AS骶

髋关节病变稳定期与活动期变化之间所发生的低度和高度炎症反应交替发作过程,虽会引起组织及周围局部微循环改变,但其属少血供组织区域,其血管、软组织等均较少,使水分子扩散或局部微循环改变有限,影响了单独D、D*、f对AS骶髋关节病变活动性的评估准确性。而将D、D*、f联合时则能提供更多、更有效、更全面的信息,有利于更好地评估AS骶髋关节病变活动性,从而提高了评估准确性。

本研究也有局限性,如AS骶髋关节病变活动性变化对脊柱和骶髋关节等中轴关节组织及周围局部微循环的作用机制复杂,且样本量小,今后还需作更深入、更大样本的研究。但本研究发现,IVIM-DWI-MRI中D、D*、f等指标与AS骶髋关节病变活动性变化有关,可作为评估指标,且D、D*、f联合时的评估价值更高,值得临床推广。

参 考 文 献

- 1 宋飞鹏, 胥毅, 王越, 等. CT能谱成像在早期强直性脊柱炎骶髋关节骨髓水肿及活动性诊断中价值 [J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2020, 34(11): 1157-1160.
- 2 卢军丽, 包超恩, 赵建, 等. 老年腓骨近端骨肉瘤影像诊断与鉴别诊断 [J]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2018, 4(3): 175-179.
- 3 Ozturk EC, Yagci I. The structural, functional and electrophysiological assessment of paraspinal musculature of patients with ankylosing spondylitis and non- radiographic axial spondyloarthropathy [J]. Rheumatol Int, 2021, 41(3): 595-603.
- 4 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.
- 5 Soulard J, Vaillant J, Agier CT, et al. Gait characteristics in patients with ankylosing spondylitis: a systematic review [J]. Clin Exp Rheumatol, 2021, 39(1): 173-186.
- 6 左后东, 张小明, 敬宗林, 等. 扩散峰度成像在评价强直性脊柱炎骶髋关节病变活动性活动中的价值 [J]. 磁共振成像, 2018, 9(6): 427-432.
- 7 Komsalova LY, Martínez SM, Jiménez J. Predictive values of inflammatory back pain, positive HLA B27 antigen and acute and chronic magnetic resonance changes in early diagnosis of Spondyloarthritis. A study of 133 patients [J]. PLoS One, 2020, 15(12): e0244184.
- 8 Yang H, Jiang L, Li J, et al. Quantitative DCE-MRI: an efficient diagnostic technique for evaluating early micro-environment permeability changes in ankylosing spondylitis [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2020, 21(1): 774.
- 9 Li S, Du CZ, Mao SH, et al. Both structural damage and inflammation of the lumbar spine contribute to the sagittal imbalance in ankylosing spondylitis patients with thoracolumbar kyphosis [J]. Quant Imaging Med Surg, 2021, 11(1): 362-370.
- 10 Wang D, Yin H, Liu W, et al. Comparative analysis of the diagnostic values of T2 mapping and diffusion-weighted imaging for sacroiliitis in ankylosing spondylitis [J]. Skeletal Radiol, 2020, 49(10): 1597-1606.
- 11 Kleinrensink NJ, Foppen W, Ten Katen I, et al. Comparison of the heel enthesitis MRI scoring system (HEMRIS) with clinical enthesitis and local metabolic activity on PET-CT [J]. RMD Open, 2020, 6(3): e001424.
- 12 钟志伟, 马洁琳, 王勇, 等. 骨促结缔组织增生性纤维瘤的影像诊断与鉴别诊断 [J]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2020, 6(3): 165-170.
- 13 汤长华, 杨惠林, 张晓慧, 等. 采用MRI结合DR片定位规范数字化PKP/PVP术快速康复治疗老年胸腰骶椎骨折 [J]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2020, 6(2): 68-73.
- 14 Song R, Lee S, Lee SH. Progressive sacroiliitis due to accessory sacroiliac joint mimicking ankylosing spondylitis: A case report [J]. Medicine (Baltimore), 2019, 98(16): e15324.
- 15 Braun J, Baraliakos X, Buehring B, et al. [Differential diagnosis of axial spondyloarthritis-axSpA mimics] [J]. Z Rheumatol, 2019, 78(1): 31-42.
- 16 Pedersen SJ, Weber U, Said-Nahal R, et al. Structural progression rate decreases over time on serial radiography and magnetic resonance imaging of sacroiliac joints and spine in a five-year follow-up study of patients with ankylosing spondylitis treated with tumour necrosis factor inhibitor [J]. Scand J Rheumatol, 2019, 48(3): 185-197.
- 17 Kanda N, Takeda K, Hatakeyama S, et al. Ankylosing spondylitis presenting with enthesitis at an uncommon site and fever of unknown origin [J]. BMJ Case Rep, 2019, 12(8): e230113.
- 18 胡振彬, 张晓东, 范惟, 等. 体素内不相干运动扩散加权成像与脂肪定量技术评估强直性脊柱炎活动性的对比研究 [J]. 临床放射学杂志, 2020, 39(7): 1373-1378.
- 19 李效亭, 王佳佳, 宋校娟, 等. 磁共振评估关节微循环灌注及脂肪含量对早期活动性中轴型脊柱关节炎患者骶髋关节病变的诊断价值 [J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2021, 35(12): 1280-1284.
- 20 杨陈, 郭达, 刘艳, 等. 体素内不相干运动扩散加权成像诊断强直性脊柱炎活动性骶髋关节炎的价值 [J]. 放射学实践, 2018, 33(10): 1057-1062.

(收稿日期:2021-03-15)

(本文编辑:吕红芝)

张勇刚, 贺翠琴, 张欢, 等. IVIM-DWI-MRI对强直性脊柱炎骶髋关节病变活动性的评估价值 [J/CD]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2022, 8(3): 147-151.