

• 骨骼肌肉影像学 •

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髂关节炎中的应用

张平, 李小明

【摘要】 目的:研究磁化传递对比成像(MTC)和扩散加权成像(DWI)在中轴型脊柱关节病患者早期骶髂关节炎中的应用价值。**方法:**连续搜集炎性腰背痛并疑为中轴型脊柱关节病患者 84 例。所有患者均进行 MRI 检查,通过添加和不添加预饱和脉冲的三维扰相梯度回波序列,两次扫描获得磁化传递对比成像。同时进行平面回波扩散加权成像, b 值选取 0 和 600 s/mm²。**结果:**84 例患者中 16 例诊断为不明原因腰背痛患者(对照组)。68 例符合国际脊柱关节炎评估协会制定诊断标准为中轴型脊柱关节炎(SpA 组)。SpA 患者骶髂关节软骨的磁化传递率(MTR)较对照组明显降低($t=4.02, P<0.05$)。SpA 患者的骶骨 ADC 值较对照组明显升高($P<0.05$);SpA 患者的髂骨 ADC 值较对照组明显升高($P<0.05$)。常规磁共振序列检出中轴型脊柱关节炎的敏感度为 63.2%,而骶髂关节软骨磁化传递率在检出中轴型脊柱关节炎的敏感度为 75%;骶骨和髂骨髓 ADC 值在检出中轴型脊柱关节炎的敏感度为 62.3%和 72.1%。**结论:**磁化传递对比成像和 DWI 成像能够用于检测早期中轴型脊柱关节炎,对比常规 MRI 成像序列,磁化传递对比成像和扩散加权成像可作为反映早期骶髂关节炎症改变的半定量测量手段。

【关键词】 磁共振成像; 骶髂关节炎; 脊柱炎

【中图分类号】 R681.5; R684.3; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2015)06-0673-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2015.06.017

The value of magnetization transfer contrast and DWI in detecting early sacroiliitis in patients with axial spondyloarthritis
ZHANG Ping, LI Xiao-ming. Department of Radiology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, P. R. China

【Abstract】 Objective: To investigate the value of magnetization transfer contrast (MTC) and diffusion-weighted imaging (DWI) in detecting early sacroiliitis in patients with axial spondyloarthritis (SpA). **Methods:** 84 consecutive patients with low back pain and being suspected with axial SpA were recruited. All patients underwent MRI examinations. MTC was performed using three dimensional spoiled gradient recalled acquisition sequence (3D SPGR). DWI was performed using echo-planar sequence with diffusion gradients ($b=0$ and 600s/mm²). **Results:** Of 84 patients, 16 patients were diagnosed as unspecific low back pain (uLBP) (control group), and 68 patients were diagnosed as axial SpA according to the criteria of assessment of spondyloarthritis international society (ASAS). The mean magnetization transfer rate (MTR) of sacroiliac cartilage in axial SpA patients was significantly lower than that in the control group ($t=4.02, P<0.05$). The mean ADC values of bone marrow (or articular cartilage) in axial SpA patients was significantly higher than those in the control group ($P<0.05$) for both sacral and iliac sides of sacroiliac joint. The sensitivity of conventional MRI was 63.2% in distinguishing axial SpA from uLBP patients, while the sensitivity of MTR was 75% in distinguishing axial SpA from uLBP patients. The sensitivity of iliac and sacral ADC values was 72.1% and 63.2% respectively in distinguishing axial SpA from uLBP patients. **Conclusion:** MTC and DWI can improve the detection of the sacroiliitis in the early SpA patients. In addition to the conventional MR sequences, MTC and DWI may serve as a useful tool for the semi-quantitative evaluation of the inflammatory change of cartilage.

【Key words】 Magnetic resonance imaging; Sacroiliitis; Spondylitis

血清阴性脊柱关节炎 (seronegative spondyloarthritis, SpA) 是一组包括强直性脊柱炎、反应性关节炎、炎性肠病性关节炎或脊柱炎、牛皮癣关节炎以及未分化脊柱关节炎在内的慢性炎性风湿性疾病。中轴

型脊柱关节病患者通常表现为慢性腰骶部疼痛或者不适,伴晨僵。1984 年修订的强直性脊柱炎纽约标准中炎性下腰痛和骶髂关节炎放射学改变是诊断强直性脊柱炎关键指标^[1,2]。然而,修订后纽约标准对于诊断早期特别是没有明确的骶髂关节炎放射性改变的强直性脊柱炎患者存在一定的局限性。早期诊断对于疾病的早期治疗是至关重要的。随着磁共振成像技术的发展,磁共振成像能够检测早期早于 X 线骶髂关节炎改变或者没有 X 线骶髂关节炎改变的早期中轴型脊柱

作者单位:430030 武汉,华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科
作者简介:张平(1985—),女,河北定州人,博士,主要从事骨骼肌肉系统的影像学表现工作。
通讯作者:李小明, E-mail: lilyboston2002@163.com
基金项目:国家自然科学基金资助项目 (No: 81320108013; 31170899; 81071133)

关节炎。国际脊柱关节炎评估协会(the Assessment of Spondyloarthritis international Society, ASAS) 2009 年公布了最新的中轴型脊柱关节炎的 ASAS 诊断标准。此标准对于诊断中轴型脊柱关节炎的敏感度和特异度分别为 82.9% 和 84.4%。根据 ASAS 诊断标准,存在炎性腰背痛不少于 3 个月,发病年龄在 45 岁之前的患者,满足以下两种情况之一即可以诊断为中轴型脊柱关节炎。①影像学手段:MRI 或者 X 线图像上表现为骶髂关节炎加上至少一项典型的脊柱关节炎征象;②临床手段:HLA-B27 阳性加上至少两项典型的脊柱关节炎征象。MRI 骶髂关节炎的影像学改变包括: T_2 WI 脂肪抑制序列或者 STIR 序列上骶髂关节骨质水肿、骶髂关节周围肌腱韧带附着端炎性水肿; T_1 WI 图像上骨质硬化、破坏及关节间隙的变窄; T_1 加权钆离子对比增强序列上,骶髂关节骨质充血、骶髂关节滑膜充血等改变。临床上典型的脊柱关节炎征象包括:关节炎、指炎或趾炎、附着端炎、非甾体抗炎药治疗有效、银屑病、炎性肠病、葡萄膜炎、脊柱关节炎家族史、血清 C 反应蛋白升高等。仅使用影像学手段诊断脊柱关节炎的敏感度和特异度分别为 66.2% 和 97.3%^[3,4]。

扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)在强直性脊柱炎早期诊断应用中的优势在于高的敏感度、短的扫描时间和无需对比剂,而且表现扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)能够反映早期骨髓水肿^[5,6]。

目前,磁化传递(magnetization transfer, MT)技术已经成功的应用于评价椎间盘退行性改变、膝关节软骨损伤以及增加软骨或血流的对比度方面^[7,8]。然而,至今还没有报道 MT 技术在评价脊柱关节炎软骨损伤方面的应用。

此项研究旨在通过磁化传递对比成像(magnetization transfer contrast, MTC)和扩散加权成像技术评价脊柱关节炎患者早期骶髂关节炎。

材料与方法

连续搜集 2013 年 3 月—2014 年 1 月 84 例(男 62 例,女 22 例)下腰痛且疑似中轴型脊柱关节炎患者,年龄 18~44 岁,平均年龄为 25.8 岁。患者多隐匿性起病,存在慢性腰背痛不少于 3 个月,发病年龄在 45 岁之前。临床症状为起病隐袭、晨僵、活动后缓解、夜间痛等。所有患者在近 3 个月没有用药史。根据 1966 年纽约强直性脊柱炎骶髂关节病变的 X 线分级标准:0 级为无异常;I 级为存在骨质侵蚀和硬化可能;II 级为存在明确的骨质侵蚀、硬化,关节间隙未见明显异常;III 级为存在关节面骨质侵蚀和硬化,同时关节间隙

增宽或狭窄,甚至出现部分关节强直改变;IV 级为大部分甚至完全关节强直。X 线骶髂关节炎分级 0 级或 I 级为早期骶髂关节炎,此 84 例患者符合早期骶髂关节炎表现,并进行了 MRI 检查。

1. 图像获取

所有 MR 检查均在 1.5T MR 扫描仪(GE Healthcare, Signa HDxt, Milwaukee, WI, USA)进行,其梯度场强度为 40 mT/m,切换率为 150 T/m/s,采用 8 通道相控阵线圈。扫描序列包括:FSE 轴面扫描,TR 280 ms,TE 7.2 ms,层厚 4 mm;脂肪抑制快速恢复快速自选回波序列(fast recovery fast spin-echo, FRFSE)轴面扫描,TR 2220 ms,TE 86 ms,层厚 4 mm;短反转时间反转恢复序列(short tau inversion recovery, STIR)斜冠状面扫描,TR 4100 ms,TE 71.2 ms, TI 150 ms,层厚 4 mm;磁化传递对比成像通过脂肪抑制三维扰相梯度回波序列(three dimensional spoiled gradient recalled acquisition sequence, 3D-SPGR)两次扫描(斜冠状面)获得:一次扫描未添加预饱和脉冲,另一次扫描添加预饱和脉冲。扫描参数:TR 40 ms,TE 7 ms,翻转角 40°,层厚 2.0 mm;扩散加权成像通过平面回波序列轴面扫描,b 值为 0, 600 s/mm²,TR 1475 ms,TE 72.3 ms,层厚 4 mm。

2. 数据分析

磁共振原始图像传送到工作站(Advantage Windows, software version 2.0, GE Healthcare)由两名 5 年以上工作经验的骨肌组放射科医师分别对 MRI 图像进行分析,并对两次扫描的 3D-SPGR 序列中同一层面的骶髂关节软骨的信号强度进行测量,对双侧骶骨和髂骨皮质下骨髓的表现扩散系数 ADC 值进行测量。这两名放射科医师在评价 MRI 图像及测量相关数据前不了解患者的病史、实验室指标及临床诊断。两名有 5 年以上工作经验并受过专业培训的风湿免疫科医生对收集的患者资料进行综合分析作出诊断。

将添加和非添加预饱和脉冲的三维扰相梯度回波序列的数据传输到工作站,通过对比分析软件(comparison software)测量两次扫描图像中骶髂关节中部同一层面内骶髂关节面软骨的信号强度。感兴趣区(region of interest, ROI)大小约为 1 mm² 分别放置在两次三维扰相梯度回波序列图像中相同层面的骶髂关节下部腹侧关节软骨部位的相同位置(图 1)。磁化传递率(magnetization transfer rate, MTR)计算公式为 $MTR = (M_0 - MS) / M_0$ 。其中, M_0 为不添加预饱和脉冲的扰相梯度回波序列中软骨的信号强度, MS 为添加预饱和脉冲的扰相梯度回波序列中软骨的信号强度。

将原始 DWI 图像传送到工作站,通过 ADC 软件

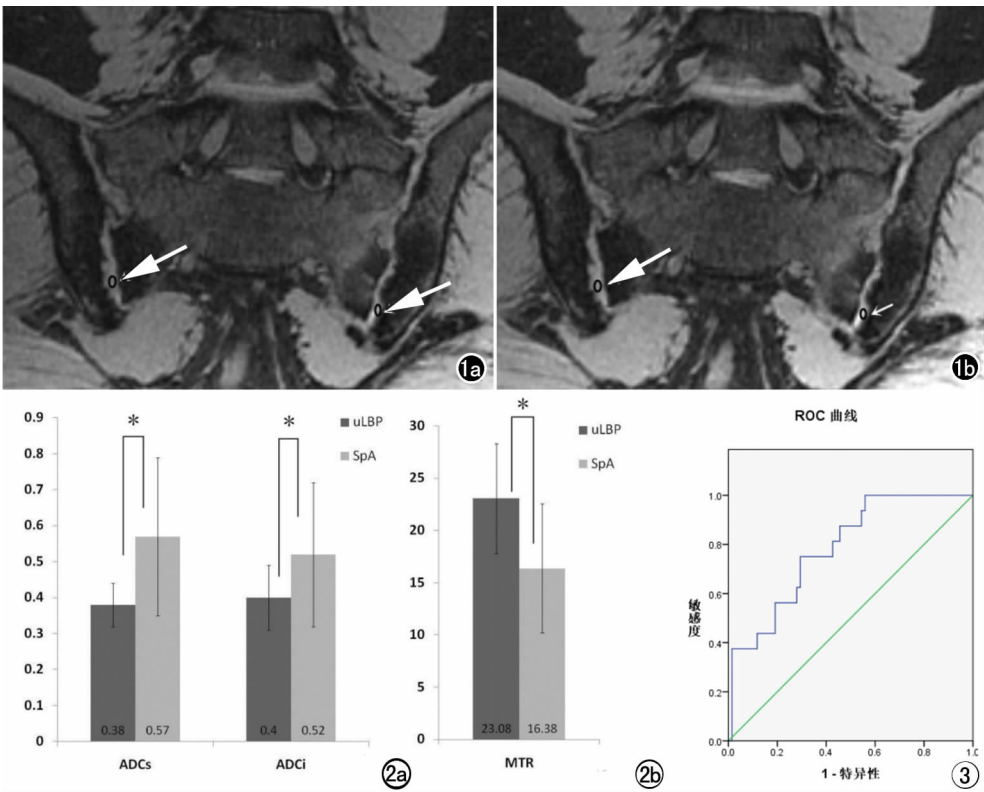


图1 强直性脊柱炎患者。a) 添加了预饱和脉冲的 3D-SPGR 图像; b) 未添加预饱和脉冲的 3D-SPGR 图像。感兴趣区大小约为 1mm² (白色箭头所指的黑色椭圆), 放置在双侧骶髂关节下部腹侧的关节软骨的位置。图2 * $P<0.05$ 具有明显的统计学意义; ADCs 表示骶骨 ADC 值; ADCi 表示髌骨 ADC 值。a) 对照组和 SpA 组的 ADC 值; b) 磁化传递率 MTR 间存在明显的统计学差异。图3 骶髂关节软骨磁化传递率的 ROC 曲线图。

对数据进行分析。感兴趣区选取约 60 mm² 大小, 放置在双侧骶骨和髌骨的皮质下骨。分别于第二骶孔水平在双侧骶骨和髌骨的腹侧、中间、背侧放置 3 个感兴趣区。

利用统计学软件 (SPSS 16, Chicago, III) 对数据进行分析, 连续资料表示为均值 ± 标准差 (standard deviation SD)。通过独立样本 t 检验对未明原因腰背痛 (unexplained low back pain, uLBP) 患者和中轴型脊柱关节炎患者的骶髂关节软骨磁化传递率进行对比分析。通过秩和检验对 uLBP 患者和 SpA 患者的骶骨和髌骨的 ADC 值进行对比分析。通过受试者工作特征曲线评价磁化传递率和 ADC 值在检出中轴型脊柱关节炎方面的敏感性和特异性。临界值选取最大尤登指数 (Youden's index, YI) 处的参数值。 $P<0.05$ 表

示为有统计学意义。

结果

84 例腰背痛患者中 68 例 (男 50 例, 女 18 例, 年龄 18~44 岁, 平均年龄为 25.9 岁) 符合 ASAS 诊断标准, 被诊断为中轴型脊柱关节炎 (SpA 组); 16 例 (男 12 例, 女 4 例, 年龄 18~38 岁, 平均年龄为 25.6 岁) 被诊断为未明原因腰背痛 (对照组)。两组在年龄和性别方面没有统计学差异 (表 1)。

84 例中轴型脊柱关节炎患者中 25 例 HLA-B27 阳性, 没有骶髂关节炎的影像学改变 (MRI 和或 X 线), 具备至少 2 项脊柱关节炎特征, 符合临床手段诊断标准 (骶髂关节炎阴性组); 另外 43 例患者存在骶髂关节炎的影像学改变并且具备至少 1 项脊柱关节

炎特征, 符合影像学手段诊断标准 (骶髂关节炎阳性组)。

1. 骶髂关节磁共振表现

STIR 图像上双侧骶髂关节骨髓水肿共 16 例, 单侧骶髂关节骨髓水肿共 27 例。T₁WI 图像上局灶性脂肪沉积共 14 例。常规 MRI 检查手段对于检出中轴型脊柱关节炎的敏感度为 63.2%。

2. 数据分析

对照组骶髂关节软骨磁化传递率为 (23.08 ± 5.26)%, SpA 组骶髂关节软骨磁化传递率为 (16.38 ± 6.17)%。两组患者磁化传递率的差异具有明显的统计学意义 ($t=4.02, P<0.05$, 图 2)。SpA 组中骶髂关节炎阴性组的磁化传递率为 (18.74 ± 6.12)%; SpA 组中骶髂关节炎阳性组的磁化传递率

表1 患者信息和实验室指标

组别	年龄 (岁)	性别 (男/女)	腰背痛 (月)	HLA-B27 阳性 (%)	ESR (mm/H)	hsCRP (mg/L)
C (n=16)	25.6±6.0	12/4	3.9±1.18	6.3	8.8±4.3	1.6±2.2
1 (n=25)	26.8±7.0	17/8	12.6±11.3	100	32.5±32.4	23.1±29.9
2 (n=43)	25.4±6.0	33/10	12.4±11.4	76.7	48.4±37.8	59.2±43.1

注: C=对照组; 1= SPA 组中骶髂关节炎阴性组; 2=SpA 组中骶髂关节炎阳性组; ESR= erythrocyte sedimentation rate 红细胞沉降率; hsCRP= high sensitive C-reactive protein 高敏 C 反应蛋白。

为 $(15.00 \pm 5.83)\%$ 。对照组与 SpA 患者中骶髂关节炎阴性组和阳性组的磁化传递率间的差异具有明显的统计学意义($P < 0.05$)。磁化传递率的受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic, ROC)见图 3。磁化传递率在检出骶髂关节炎阴性的中轴型 SpA 患者时,取临界值为 19.89%,其敏感度和特异度分别为 75%和 70.6%,曲线下面积(area under the curve, AUC)为 0.785($P < 0.05$)。

SpA 患者的 ADC 值高于未明原因的腰背痛患者,单侧骶髂关节炎 SpA 患者的患侧骨髓 ADC 值高于未明原因腰背痛患者(图 4)。对照组骶骨和髂骨骨髓的 ADC 值分别为 $(0.378 \pm 0.055) \times 10^{-3}$ 和 $(0.401 \pm 0.092) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。SpA 组骶骨和髂骨骨髓的 ADC 值分别为 $(0.571 \pm 0.223) \times 10^{-3}$ 和 $(0.524 \pm 0.197) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。秩和检验结果显示两组骶骨和髂骨骨髓的 ADC 值间差异具有明显的统计学意义($P < 0.05$)。

骶骨和髂骨骨髓 ADC 值的 ROC 曲线见图 5。骶骨骨髓 ADC 值取 $0.455 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 时,检出脊柱关节炎的敏感度和特异度分别为 63.2%和 93.8%,曲线下面积为 0.791($P < 0.05$)。髂骨骨髓 ADC 值取 $0.396 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 时,检出脊柱关节炎的敏感度和特异度分别为 72.1%和 68.7%,曲线下面积为 0.713($P < 0.05$)。

讨 论

磁共振的骶髂关节炎表现为中轴型脊柱关节炎的

ASAS 诊断标准中主要的诊断指标之一。在 ASAS 诊断标准中骶髂关节炎的 MRI 主要表现为 STIR 图像上的骶骨及髂骨的骨髓水肿,钆对比增强的 T_1 WI 上的骨炎表现^[9]。通过磁化传递对比成像和 DWI 技术检出阳性骶髂关节炎的研究报道较少,但这些技术已经开始应用于膝关节和脊柱关节炎性改变^[7,8,10,11]。通过磁化传递对比成像和 DWI 检出早期的骶髂关节炎性改变为本次研究的目的。

组织学研究表明脊柱关节炎的早期的骶髂关节炎性改变通常发生于皮质下骨髓、关节软骨或者肌腱、韧带及关节囊的附着端^[12-14]。病理组织切片检查表明骶髂关节炎始于皮质下骨髓水肿^[15]。研究表明早期强直性脊柱炎多发生于双侧骶髂关节的下部背侧,且髂骨的炎性改变较骶骨要早^[16,17]。髂骨的关节软骨多为纤维软骨,而骶骨的关节软骨多为透明软骨^[18],而且早期中轴型脊柱关节炎患者的炎性改变多发生在纤维软骨的骨质附着端^[19]。这也是本研究将双侧骶髂关节软骨的感兴趣区放置骶髂关节下部背侧关节间隙的原因。关于早期的骶髂关节炎改变仍然存在争议。本研究通过磁化传递对比成像半定量的反映骶髂关节软骨内的大分子结合水和自由水的相对变化,通过 ADC 值半定量反映骶髂关节皮质下骨髓的水分子扩散情况。结果显示骶髂关节软骨的磁化传递率在对照组和 SpA 组间存在明显的差异,而且在对照组和 SpA 患者骶髂关节炎阴性组间也存在明显的差异。SpA 患者的骶髂关节软骨内结合水的比例发生了改变,甚至未发生骶髂关节炎影像学改变时,骶髂关节软骨

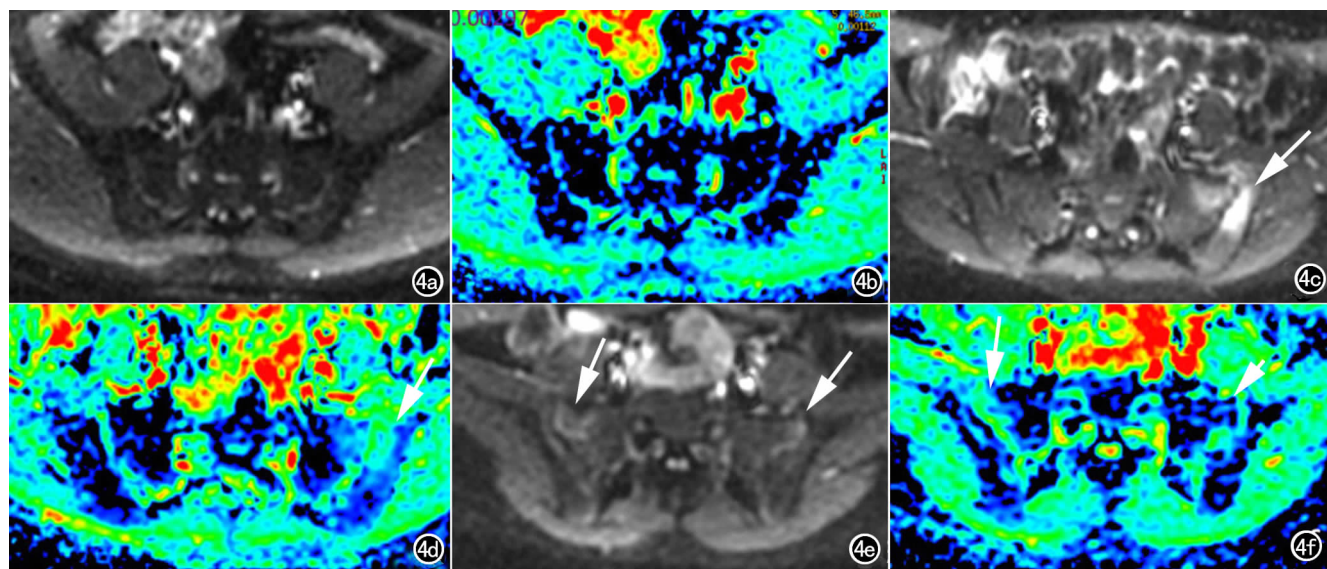


图 4 骶髂关节炎阴性患者的 DWI 图(a)和 ADC 图(b),右侧髂骨骨髓的 ADC 值 $(0.000403 \text{ mm}^2/\text{s})$ 稍高于右侧骶骨骨髓 ADC 值 $(0.000286 \text{ mm}^2/\text{s})$ 。左侧骶髂关节骨质水肿的脊柱关节炎患者的 DWI 图(c)和 ADC 图(d) DWI 图像上由于 T_2 穿透效应表现为左侧骶骨髂骨的信号高于右侧(箭),左侧髂骨骨髓 ADC 值为 $0.000703 \text{ mm}^2/\text{s}$ (箭)(d)高于右侧 $(0.000372 \text{ mm}^2/\text{s})$ 。双侧骶髂关节骨质水肿的脊柱关节炎患者的 DWI 图(e 箭)和 ADC 图(f),右侧骶骨的 ADC 值为 $0.000925 \text{ mm}^2/\text{s}$ (箭), (f)左侧为 $0.000670 \text{ mm}^2/\text{s}$ (箭头)。

ROC 曲线

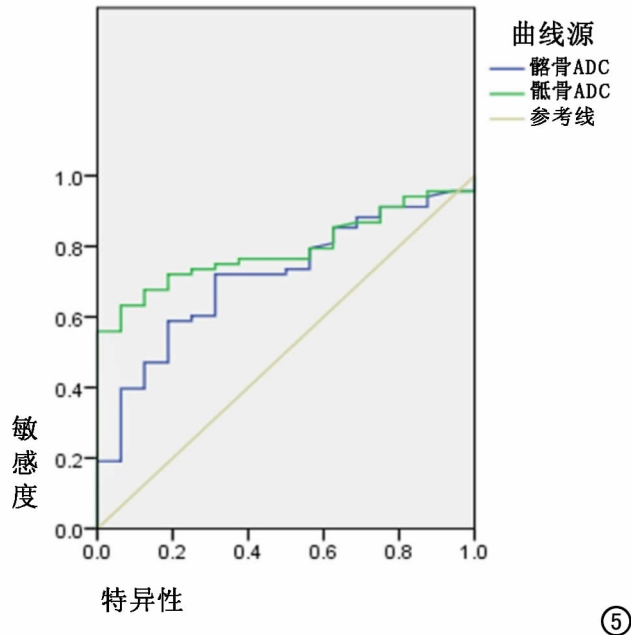


图 5 骶骨和椎体骨髓 ADC 值的 ROC 曲线图。

内的结合水比例也发生了改变。磁化传递率在检出骶髂关节炎阴性的脊柱关节炎患者的敏感度约为 83.3%，但是其特异性较低，因此需要结合临床及实验室指标对疾病进行综合分析。早期骶髂关节炎的组织病理学表现为炎症因子释放促使血管翳的形成伴随着软骨基质变性。这导致了软骨基质内自由水相对增加，大分子结合水和自由水之间的质子交换增加，此时磁化传递率就会升高，这种微量的自由水含量的增加在 STIR 图像上不能被发现。但是随着炎症的进展，软骨基质破坏到一定程度，大分子蛋白的含量会明显减少，此时磁化传递率会降低甚至接近于 0。骶髂关节穿刺活检证实，在骶髂关节炎 0~I 级时，骶髂关节软骨基质已有变性改变^[15]。磁化传递对比成像能够捕捉到早期骶髂关节软骨基质变性时水分子内质子交换的微量变化。透明软骨的磁化传递效应比较明显原因在于透明软骨存在大量的细胞外基质成分，如胶原蛋白和粘多糖等^[20-22]。

SpA 组患者的骶髂关节皮质下骨髓的 ADC 值明显高于对照组，这与以前的研究结果相一致，即早期骶骨及髂骨骨髓水肿，使得骨髓 ADC 值升高^[6,23]。其病理生理学原因尚不明确，最为可能的解释为由于骨质水肿和骨小梁微结构的破坏引起病变部位水分子的扩散增加^[24]。关于骶髂关节炎阴性的中轴型脊柱关节炎患者的 MRI 研究较少。本研究通过磁化传递对比成像和 DWI 成像对骶髂关节炎阴性的中轴型脊柱关节炎患者骶髂关节软骨和皮质下骨髓进行半定量测

量，结果表明骶髂关节软骨的 MTR 在发现早期骶髂关节炎微观变化方面较骨髓 ADC 值敏感。

本研究存在一些缺陷比如研究对象数量较少，缺乏正常者作为对照组，以及缺乏骶髂关节组织病理学对照等。

磁化传递对比成像和 DWI 成像能够用于检测早期中轴型脊柱关节炎，对比常规 MRI 成像序列，磁化传递对比成像可作为一种反映早期软骨炎性改变的半定量测量手段。

参考文献：

- [1] Calin A, Comment on article by van der Linden et al. Evaluation of diagnostic criteria for ankylosing spondylitis: a proposal for modification of the New York criteria[J]. Arthritis Rheum, 1985, 28(3):357-359.
- [2] van der Linden S, Valkenburg HA, Cats A. Evaluation of diagnostic criteria for ankylosing spondylitis. A proposal for modification of the New York criteria[J]. Arthritis Rheum, 1984, 27(4):361-368.
- [3] Rudwaleit M, Landewe R, Vander Heijde D, et al. The development of assessment of spondylo arthritis international society classification criteria for axial spondyloarthritis (part I): classification of paper patients by expert opinion including uncertainty appraisal[J]. Ann Rheum Dis, 2009, 68(6):770-776.
- [4] Rudwaleit M, et al. The development of assessment of spondylo arthritis international society classification criteria for axial spondyloarthritis (part II): validation and final selection[J]. Ann Rheum Dis, 2009, 68(6):777-783.
- [5] Ai F, Ai T, Li X, et al. Value of diffusion-weighted magnetic resonance imaging in early diagnosis of ankylosing spondylitis[J]. Rheumatol Int, 2012, 32(12):4005-4013.
- [6] Bozgeyik Z, Ozgocmen S, Kocakoc E. Role of diffusion-weighted MRI in the detection of early active sacroiliitis[J]. AJR, 2008, 191(4):980-986.
- [7] Wang C, Witschey W, Goldberg A, et al. Magnetization transfer ratio mapping of intervertebral disc degeneration[J]. Magn Reson Med, 2010, 64(5):1520-1528.
- [8] Welsch GH, Trattng S, Scheffler K, et al. Magnetization transfer contrast and T₂ mapping in the evaluation of cartilage repair tissue with 3T MRI[J]. J Magn Reson Imaging, 2008, 28(4):979-986.
- [9] Rudwaleit M, Jurik AG, Hermann KG, et al. Defining active sacroiliitis on magnetic resonance imaging (MRI) for classification of axial spondyloarthritis: a consensual approach by the ASAS/OMERACT MRI group[J]. Ann Rheum Dis, 2009, 68(10):1520-1527.
- [10] Xu J, Xie G, Di Y, et al. Value of T₂-mapping and DWI in the diagnosis of early knee cartilage injury[J]. J Radiol Case Rep, 2011, 5(2):13-18.
- [11] Splendiani A, Perri M, Conchiqlia A, et al. MR assessment of lumbar disk herniation treated with oxygen-ozone diskolysis: the role of DWI and related ADC versus intervertebral disk volumetric analysis for detecting treatment response[J]. Neuroradiol J, 2013, 26(3):347-356.

- [12] Gong Y, Zheng N, Chen SB, et al. Ten years' experience with needle biopsy in the early diagnosis of sacroiliitis[J]. Arthritis Rheum, 2012, 64(5): 1399-1406.
- [13] Hermann KG, Bollow M. Magnetic resonance imaging of sacroiliitis in patients with spondyloarthritis: correlation with anatomy and histology[J]. Rofo, 2014, 186(3): 230-237.
- [14] Francois RJ, Gardner DL, Degraive EJ, et al. Histopathologic evidence that sacroiliitis in ankylosing spondylitis is not merely enthesitis[J]. Arthritis Rheum, 2000, 43(9): 2011-2024.
- [15] Wang QW, Zeng QY, Xiao ZY, et al. Needle biopsy of spondyloarthropathy: pathological features and clinical significance[J]. Zhonghua Nei Ke Za Zhi, 2004, 43(11): 832-836.
- [16] Carlson GC, Shipley MT, Keller A. Long-lasting depolarizations in mitral cells of the rat olfactory bulb[J]. J Neurosci, 2000, 20(5): 2011-2021.
- [17] Muche B, Bollow M, Francois RJ, et al. Anatomic structures involved in early- and late-stage sacroiliitis in spondylarthritis: a detailed analysis by contrast-enhanced magnetic resonance imaging[J]. Arthritis Rheum, 2003, 48(5): 1374-1384.
- [18] Benjamin M, McGonagle D. The anatomical basis for disease localisation in seronegative spondyloarthropathy at entheses and related sites[J]. J Anat, 2001, 199(Pt 5): 503-526.
- [19] Maksymowych WP. Ankylosing spondylitis—at the interface of bone and cartilage[J]. J Rheumatol, 2000, 27(10): 2295-2301.
- [20] Gray ML, Burstein D, Lesperance LM, et al. Magnetization transfer in cartilage and its constituent macromolecules[J]. Magn Reson Med, 1995, 34(3): 319-325.
- [21] Kim DK, et al. Analysis of water-macromolecule proton magnetization transfer in articular cartilage[J]. Magn Reson Med, 1993, 29(2): 211-215.
- [22] Seo GS, Aoki J, Moriya H, et al. Hyaline cartilage: in vivo and in vitro assessment with magnetization transfer imaging[J]. Radiology, 1996, 201(2): 525-530.
- [23] 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.
- [24] Baur A, Stabler A, Bruning R, et al. Diffusion-weighted MR imaging of bone marrow: differentiation of benign versus pathologic compression fractures[J]. Radiology, 1998, 207(2): 349-356.

(收稿日期: 2014-12-18 修回日期: 2015-01-27)

· 书讯 ·

《功能性磁共振诊断》由华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科夏黎明教授和朱文珍教授主编,于2011年3月由人民卫生出版社出版,全书共十章,50多万字,近1000幅图片,书中内容是同济医院放射科同道们10多年来的科研、临床的总结和汇报,包括功能性磁共振技术在中枢神经系统、心血管系统、乳腺、腹部、盆腔、肌骨、关节、胎儿、淋巴结和分子影像实验等领域的研究,其中一些内容是国内率先或领先开展、报道,并在RSNA或ISMRM上发言或展板。可以说技术先进,内容科学、全面、系统,图文并茂,实用性强,具有较高的参考价值,欢迎广大同道、读者订阅。可直接与人卫出版社的张老师或范老师联系,享受优惠价。电话:010-597873381,010-59787351。

《盆腔疾病CT、MRI鉴别诊断学》由广东省东莞市人民医院郑晓林和中山大学附属第一医院许达生主编,于2013年12月由世界图书出版西安有限公司出版发行,其书是以鉴别诊断为前提的盆腔病变CT、MRI专著,全书共分为5章,从基本理论、正常解剖到盆腔的各种病变都进行了详细论述。为了加深对每类病征鉴别诊断的理解,本书尽力做到每个病种都有病例图片。全书共计1500多幅CT、MRI图片,使各病种之间的鉴别诊断更加直观。本书既可供影像专业医师临床应用,也可作为临床相关科室尤其是妇科、泌尿生殖医师的案头参考书。全国各地新华书店和当地医学书店有售。出版社电话:029-87233647。

《心血管磁共振诊断学》由阜外心血管病医院赵世华教授主编,人民军医出版社出版。该书的出版得到刘玉清院士和胡大一教授的充分肯定和高度评价,并亲自作序,由韩美林先生题写书名。全书40余万字、600余幅图片,系统的阐述了心脏MR成像技术及其在常见心血管疾病中的诊断价值、优势及不足。本书全部内容皆由作者根据自己在阜外医院丰富的临床经验以及多年来所总结的心得历经心血凝练而成,具有突出的临床实用性。所有图片基本都取材于该院,病种全面,内容翔实,是一本在该领域具有国内领先水平的参考书,可供医学影像学、心脏内外科医师和技术人员参考阅读,也可作为研究生和进修生的辅导教材。定价98元,各地新华书店和当当网有售。邮购联系人:高爱英 13611070304。