

# 微血流成像与能量多普勒超声在显示活动性强直性脊柱炎骶髂关节血流中的对比研究

付晓萌 高晓丽 刘立盟 单尧飞 张桂萍

**摘要** **目的** 比较微血流成像(SMI)技术与能量多普勒超声(PDUS)技术显示活动性强直性脊柱炎(AS)患者骶髂关节滑膜血流的丰富程度及显示率的差异,探讨SMI评估活动性AS患者骶髂关节炎的临床价值。**方法** 分别应用SMI和PDUS两种血流模式检查30例活动性AS患者(病例组)和30例健康志愿者(对照组)左右两侧各60个骶髂关节,比较两组滑膜血流丰富程度及血流显示率的差异。应用Kappa检验分析两种模式诊断结果的一致性;绘制受试者工作特征(ROC)曲线计算两种血流模式的诊断效能。**结果** SMI和PDUS对病例组的血流显示率比较差异有统计学意义(96.7% vs. 86.7%,  $P=0.048$ );病例组与对照组的血流丰富程度在两种血流模式中比较差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ )。病例组以2~3级多血流为主,而对照组以0~1级少血流为主;对照组中两种血流模式对血流分级的一致性较好( $Kappa=0.761, P<0.001$ ),病例组中的一致性一般( $Kappa=0.686, P<0.001$ )。SMI和PDUS诊断活动性AS患者骶髂关节炎的ROC曲线下面积分别为0.783、0.775,两者比较差异无统计学意义。**结论** 应用SMI和PDUS观测血流丰富程度均可作为诊断AS患者骶髂关节炎及评估其活动性的重要参考依据,两者诊断效能相当,但SMI能够提高骶髂关节滑膜血流的显示率,上调血流级别,血流显示更加清晰,有助于更好地评估AS患者骶髂关节炎的活动性。

**关键词** 微血流成像;能量多普勒;强直性脊柱炎,活动性;骶髂关节;滑膜血流

[中图分类号]R445.1;R681.5

[文献标识码]A

## Comparison of superb microvascular imaging and power Doppler ultrasound of the sacroiliac blood flow in patients with active ankylosing spondylitis

FU Xiaomeng, GAO Xiaoli, LIU Limeng, SHAN Yaofei, ZHANG Guiping

Department of Ultrasound, the Fifth Hospital Affiliated to Xinjiang Medical University, Urumqi 830011, China

**ABSTRACT** **Objective** To compare the difference of the display rate and richness of synovial blood flow in the sacroiliac joint (SIJ) in patients with active ankylosing spondylitis (AS) by superb microvascular imaging (SMI) and power Doppler ultrasound (PDUS), and to explore the clinical value of SMI in evaluating SIJ inflammation in patients with active AS. **Methods** Two blood flow patterns of SMI and PDUS were used to examine 60 sacroiliac joints on both sides of 30 healthy volunteers (the control group) and 30 AS patients (the patient group) respectively in this study, the differences of the display rate of blood flow and richness of synovial blood flow were compared between the two groups. The consistency of diagnostic results of the two models was tested by Kappa. The diagnostic efficiency of the two methods was calculated by ROC curve. **Results** The difference of blood flow display rate in by SMI and PDUS was only statistically significant in AS patients (96.7% vs. 86.7%,  $P=0.048$ ). There were significant differences in the blood flow richness of sacroiliac joint between the AS patients and healthy volunteers by SMI and PDUS (all  $P<0.05$ ). Grade 2~3 blood flow was mainly observed in the patient group, while grade 0~1 blood flow was mainly observed in the control group. The consistency of blood flow classification under the two blood flow patterns was better in the control group than patient group ( $Kappa=0.761, 0.686$ , both  $P<0.001$ ). The area under the ROC curve of SMI and PDUS in the diagnosis of sacroiliitis in AS patients were 0.783 and 0.775, respectively. **Conclusion** The blood flow richness of SMI and PDUS can provide important reference for the diagnosis of sacroiliitis in AS patients and evaluation of their activity. The diagnostic efficacy of SMI and PDUS in the evaluation of sacroiliitis in AS patients is basically the same. SMI can increase the

基金项目:新疆维吾尔自治区自然科学基金项目(2016D01C232)

作者单位:830011 乌鲁木齐市,新疆医科大学第五附属医院超声医学科

通讯作者:张桂萍, Email: 1967565335@qq.com

display rate and elevate the classification of sacroiliac joint synovial blood flow, the blood flow display is clearer compared with PDUS. SMI has an advantage in evaluating the activity of sacroiliitis in AS patients.

**KEY WORDS** Superb microvascular imaging; Power Doppler; Ankylosing spondylitis, active; Sacroiliac joint; Synovial blood flow

微血流成像技术 (superb microvascular imaging, SMI) 是近年出现的超声血流显示模式, 其能够清晰显示更低速的血流信号, 还可以减少运动伪象, 同时具有高分辨率及高帧频等特点, 使滑膜内低速血流检出率明显增加。滑膜内是否存在血流信号及血流信号的丰富程度是判断强直性脊柱炎 (ankylosing spondylitis, AS) 活动性的重要依据。彩色多普勒超声 (color Doppler ultrasound, CDUS) 和能量多普勒超声 (power Doppler ultrasound, PDUS) 目前临床常用检测 AS 患者骶髂关节血流的方法。本研究通过比较 SMI 和 PDUS 两种血流模式对活动性 AS 患者骶髂关节炎的血流显示率及血流丰富程度的差异, 探讨其临床价值。

### 资料与方法

#### 一、研究对象

选取 2016 年 5 月至 2018 年 3 月在我院风湿免疫科确诊的活动期 AS 患者 30 例 (共 60 个骶髂关节) 作为病例组, 其中男 17 例, 女 13 例, 年龄 17~45 岁, 平均 (30.0±7.2) 岁。所有患者均符合 2010 年国际脊柱关节病评估协会 (Assessment in spondyloarthritis international society, ASAS) 的诊断标准<sup>[1]</sup>, 入院后均行 MRI 检查骶髂关节, 结果均为活动期病变。另选我院健康成人 30 例为对照组 (共 60 个骶髂关节), 其中男 15 例, 女 15 例, 年龄 21~44 岁, 平均 (29.0±5.4) 岁。所有志愿者均无骶髂关节及外周关节疼痛病史, 无内分泌、肿瘤、家族遗传病等重大病史。两组性别、年龄比较差异均无统计学意义, 排除合并其他风湿性疾病 (类风湿性关节炎、风湿热、结缔组织病等)、腰背肌筋膜炎、骨关节外伤及退行性变、恶性肿瘤、有慢性感染病史的患者及孕妇。本研究经我院医学伦理委员会批准, 入选者均知情同意。

#### 二、仪器与方法

使用百胜 MyLab Twice 彩色多普勒超声诊断仪, 凸阵探头, 频率 1~8 MHz, 彩色频率 2.3 MHz, 脉冲重

复频率 1.0 kHz; 配备 CDUS、PDUS 及 SMI 技术。受检者取俯卧位, 充分暴露骶髂关节, 根据被检者腰背部软组织厚度, 选用合适的探头频率。探头先与髂后上嵴平行, 在灰阶模式下确定一侧的髂骨、骶骨, 然后在第一骶孔平面向外侧略微倾斜, 扫查骶髂关节上部, 缓慢转为横切后逐渐向尾部移动, 取得理想的骶髂关节二维声像图后按原扫查路线反向扫查, 切换至 PDUS 和 SMI 模式检测骶髂关节内部及周边血流丰富程度。将取样框调至合适大小, 采用半定量分级将骶髂关节区域的血流丰富程度分为 4 级<sup>[2]</sup>: 0 级, 无血流信号; 1 级, 点状血流信号; 2 级, 短条状血流信号或 2~3 个点状血流信号; 3 级, 长条状或树枝状血流信号。将 0~1 级归为少血流, 2~3 级归为多血流。若关节内、外均出现血流信号, 则仅选择关节内血流信号进行评估及测量。骶髂关节超声检查及指标评价均由两名具备 3 年以上肌骨超声检查经验的超声医师完成。

#### 三、统计学处理

应用 SPSS 19.0 统计软件, 计数资料比较行  $\chi^2$  检验。两种血流模式的一致性分析行 Kappa 检验。以 MRI 为相对金标准, 分别绘制 SMI 和 PDUS 诊断 AS 患者骶髂关节炎的受试者工作特征 (ROC) 曲线, 计算并比较其诊断效能。P<0.05 为差异有统计学意义。

### 结 果

对照组两种血流模式检查结果见表 1。对照组中 PDUS 血流显示率 63.3%, SMI 血流显示率为 70.0%, 差异无统计学意义。两种血流模式测得对照组骶髂关节血流分级有较好的一致性 (Kappa=0.761, P<0.001)。以较稀疏血流信号为主, 少血流 (0 或 1 级) 骶髂关节在 PDUS 模式下占 85.0%, 在 SMI 模式下占 78.3%, 差异无统计学意义。

病例组两种血流模式检查结果见表 2。病例组中 PDUS 血流显示率 86.7%, SMI 血流显示率为 96.7%, 差异

表 1 对照组 PDUS 及 SMI 模式血流显示率及丰富程度比较

不同模式	骶髂关节数 (个)	血流显示率 (%)	血流分级 (个)				少血流 (个)	多血流 (个)
			0 级	1 级	2 级	3 级		
PDUS	60	63.3	22	29	9	0	51	9
SMI	60	70.0	18	29	12	1	47	13

有统计学意义( $P=0.048$ )。两种血流模式测得病例组骶髂关节血流分级一致性一般( $Kappa=0.686, P<0.001$ )。以较丰富血流信号为主,多血流(2或3级)骶髂关节在PDUS模式下占70.0%,在SMI模式下占78.3%,差异无统计学意义。

对照组中PDUS血流模式下为0级的4个关节在SMI血流模式下为1级,1级的4个关节在SMI血流模式下为2级,2级的1个关节在SMI血流模式下为3级,见

表3。病例组中PDUS血流模式下为0级的6个关节在SMI血流模式下为1级,1级的5个关节在SMI血流模式下为2级,2级的2个关节在SMI血流模式下为3级,见表4。两组SMI血流模式均上调了血流级别(图1,2)。用血流丰富程度指标诊断AS患者骶髂关节炎时,PDUS和SMI的ROC曲线下面积分别为0.775、0.783(图3),其敏感性、特异性、准确率分别为70.0%、85.0%、77.5%和78.3%、78.3%、78.3%,差异均无统计学意义。

表2 病例组PDUS和SMI模式血流显示率及丰富程度比较

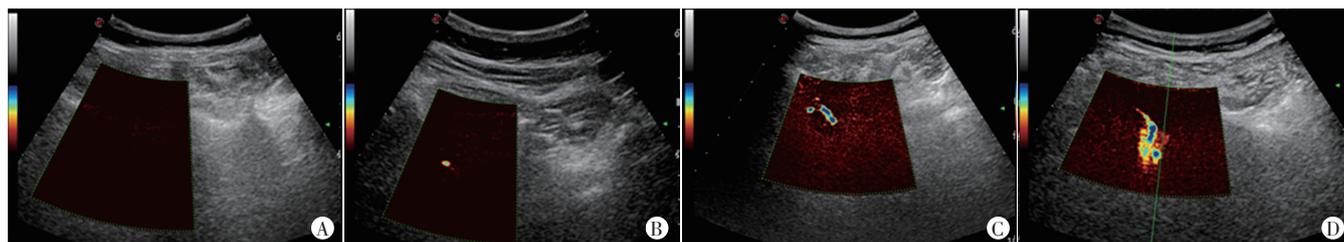
不同模式	骶髂关节数(个)	血流显示率(%)	血流分级(个)				少血流(个)	多血流(个)
			0级	1级	2级	3级		
PDUS	60	86.7	8	10	20	22	18	42
SMI	60	96.7	2	11	23	24	13	47

表3 对照组PDUS和SMI血流分级结果比较 个

PDUS分级	SMI分级				合计
	0	1	2	3	
0	18	4	0	0	22
1	0	25	4	0	29
2	0	0	8	1	9
3	0	0	0	0	0
合计	18	29	12	1	60

表4 病例组PDUS和SMI血流分级结果比较 个

PDUS分级	SMI分级				合计
	0	1	2	3	
0	2	6	0	0	8
1	0	5	5	0	10
2	0	0	18	2	20
3	0	0	0	22	22
合计	2	11	23	24	60



A:0级;B:1级;C:2级;D:3级

图1 SMI模式下骶髂关节各血流分级表现

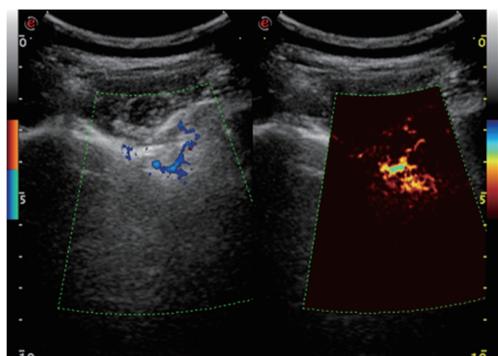


图2 病例组中同一患者PDUS(左)和SMI(右)模式血流成像图

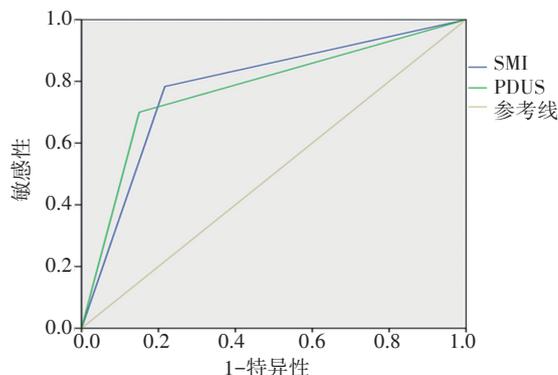


图3 SMI和PDUS诊断活动性AS患者骶髂关节炎的ROC曲线图

### 讨论

AS是一种与人类白细胞抗原-B27高度相关的慢性炎性疾病,属自身免疫性疾病。起病较隐匿,大多

不能及时早期发现,后期出现骶髂关节、椎体方形变、韧带钙化、脊柱“竹节样”变,严重者可发生脊柱畸形和强直<sup>[3-4]</sup>。AS的早期表现之一是骶髂关节炎,95%以上的AS患者存在双侧或一侧骶髂关节受累<sup>[5]</sup>,因此早

期发现骶髂关节炎对AS的诊断及患者的预后至关重要。

本研究病例组中PUDS模式血流显示率86.7%, SMI模式血流显示率为96.7%,二者比较差异有统计学意义( $P=0.048$ );对照组中PUDS血流模式血流显示率63.3%,SMI血流模式血流显示率为70.0%,二者比较差异无统计学意义,结果与国内外文献<sup>[6-8]</sup>一致。病例组两种血流模式下骶髂关节血流显示率均高,以多血流(2~3级)信号为主,而对照组血流显示率低,以少血流(0~1级)信号为主。本研究比较了PUDS与SMI两种模式诊断AS患者骶髂关节炎的效能,以血流丰富程度为诊断指标时两种血流模式的ROC曲线下面积(PDUS为0.775,SMI为0.783),提示二者皆具有诊断能力,其敏感性、特异性、准确率比较差异均无统计学意义。漆家高等<sup>[9]</sup>研究发现AS患者骶髂关节的血流丰富程度明显高于健康志愿者,骶髂关节动、静脉血流信号均显著增多,证明CDUS对AS患者骶髂关节炎的早期诊断具有一定的应用价值。Zhu等<sup>[10]</sup>研究发现骶髂关节的血流丰富程度及阻力指数的减低与疾病活动性具有非常好的相关性。邹晋梅等<sup>[11]</sup>研究发现PDUS与MRI在检出骶髂关节炎方面比较差异无统计学意义。本研究结果与上述研究结果一致,说明PUDS和SMI两种模式的诊断效能相当。

本研究还发现SMI与PUDS两种模式在检测对照组骶髂关节血流分级时具有较好的一致性( $Kappa=0.761, P<0.001$ ),而在检测病例组骶髂关节血流分级时一致性一般( $Kappa=0.686, P<0.001$ )。对照组中PDUS血流模式下为0级的4个关节在SMI血流模式下为1级,1级的4个关节在SMI血流模式下为2级,2级的1个关节在SMI血流模式下为3级;病例组中PDUS血流模式下为0级的6个关节在SMI血流模式下为1级,1级的5个关节在SMI血流模式下为2级,2级的2个关节在SMI血流模式下为3级,结果显示上述关节在SMI血流模式下较PDUS模式均上调了一个血流级别,与魏小雨等<sup>[12]</sup>研究结果一致,说明SMI有助于更好地评估AS患者的血流情况。

SMI对低速血流的显示可以达到类似超声造影的显示水平。Klauser等<sup>[13]</sup>通过对比AS患者CDUS和超声造影两种模式下骶髂关节的血流特点,发现超声造影在低速血流的显示率上有了极大的提高,特别是针对亚临床骶髂关节炎的患者,但因其价格昂贵,操作复杂,重复性不高,应用受到了一定的限制。SMI最大的优势是可清晰显示微小血管的低速血流信号,目前

在颈动脉、乳腺及类风湿性关节炎的关节滑膜等的临床应用上取得了较好的效果。本研究发现SMI虽然可以提高血流显示率,但其上调血流级别增加病例组中真阳性率的检出,因此单独以血流丰富程度一项指标判断病情的活动与否欠妥,还需结合血流阻力指数、其他影像学检查、临床症状及实验室相关检查等指标综合考虑。

综上所述,SMI较PDUS能提高低速血流的检出率,更适用于活动性AS患者骶髂关节滑膜血流的检出及血流丰富程度的动态观察,可为早期AS患者骶髂关节炎的诊断及其活动性评估提供重要的参考价值。

#### 参考文献

- [1] Braun J, van den Berg R, Baraliakos X, et al. 2010 update of the ASAS/EULAR recommendations for the management of ankylosing spondylitis[J]. Ann Rheum Dis, 2011, 70(6): 896-904.
- [2] 朱家安,胡兵,汪年松,等.彩色超声在强直性脊柱炎患者骶髂关节诊断中的初步应用[J].上海交通大学学报(医学版),2008,28(9): 1146-1148.
- [3] Laloo F, Herregods N, Varkas G, et al. MR signal in the sacroiliac joint space in spondyloarthritis: a new sign[J]. Eur Radiol, 2017, 27(5): 2024-2030.
- [4] Golder V, Schachna L. Ankylosing spondylitis: an update[J]. Aust Fam Physician, 2013, 42(11): 780-784.
- [5] 郑锦萍.利用SPARCC评分评估AS患者骶髂关节炎的研究[D].汕头:汕头大学,2014.
- [6] 王颖芳.彩色超声评估活动期强直性脊柱炎患者骶髂关节炎应用价值的研究[D].温州:温州医学院,2012.
- [7] Jiang Y, Ling C, Zhu J, et al. Power Doppler ultrasonography in the evaluation of infliximab treatment for sacroiliitis in patients with ankylosing spondylitis[J]. Rheumatol Int, 2013, 33(8): 2025-2029.
- [8] 赖瑞青,刘基凤,蒋志坚,等.早期强直性脊柱炎(AS)的能量多普勒(PDI)表现[J].现代医用影像学,2016,25(3): 497-499.
- [9] 漆家高,郭道宁,刘强,等.彩色多普勒超声骶髂关节检查在早期强直性脊柱炎诊断中的应用价值[J].疑难病杂志,2014,13(8): 824-826.
- [10] Zhu J, Xing C, Jiang Y, et al. Evaluation of complex appearance in vascularity of sacroiliac joint in ankylosing spondylitis by color Doppler ultrasonography[J]. Rheumatol Int, 2012, 32(1): 69-72.
- [11] 邹晋梅,杨静,漆家高,等.能量多普勒超声检查骶髂关节对早期强直性脊柱炎的诊断价值[J].现代诊断与治疗,2013(18): 4081-4083.
- [12] 魏小雨,朱家安,陈征,等.微血流成像技术在类风湿关节炎中的应用价值[J].中国超声医学杂志,2015,31(9): 818-820.
- [13] Klauser AS, De Zordo T, Bellmann-Weiler R, et al. Feasibility of second-generation ultrasound contrast media in the detection of active sacroiliitis[J]. Arthritis Rheum, 2009, 61(7): 909-916.

(收稿日期:2018-04-20)