

## DWI 显示正常骶髂关节的最佳 b 值的研究

崔艳秋<sup>1,2</sup>, 俞咏梅<sup>1</sup>, 刘清祥<sup>1</sup>, 仰肖敏<sup>1</sup>

( 1. 皖南医学院第一附属医院 弋矶山医院 影像中心, 安徽 芜湖 241001; 2. 宿州市第一人民医院 CT 室, 安徽 宿州 234000)

**【摘要】**目的: 通过比较正常骶髂关节在磁共振不同 b 值的弥散加权成像( DWI) 表现, 分析其 ADC 值的差异, 探寻 1.5 T 磁共振 DWI 显示骶髂关节的最佳 b 值, 为后期研究强直性脊柱炎( AS) 骶髂关节炎奠定基础。方法: 随机选择 20 例( 男 14 例, 女 6 例) 健康志愿者, 年龄 15~35 岁, 对其行骶髂关节的常规 MRI 扫描及不同 b 值( 0、400、600、800 s/mm<sup>2</sup>) DWI 轴位扫描, 观察 3 种 b 值时骶髂关节的显示情况, 分别测量 3 种 b 值时两侧骶髂关节面下骨髓区( 骶骨侧、髂骨侧) ADC 值, 比较不同 b 值时两侧骶髂关节面下骨髓区 ADC 值的差异。结果: 对比分析后发现, b 值为 400 s/mm<sup>2</sup> 及 600 s/mm<sup>2</sup> 时, 图像较清晰, 骶髂关节与周围组织对比良好; b 值为 800 s/mm<sup>2</sup> 时, 骶髂关节显示欠清晰, 与周围组织对比度下降。两侧骶髂关节面下骨髓区的 ADC 值随着 b 值的增高而逐渐减小。3 种 b 值下右髂侧、右骶侧、左骶侧以及左髂侧关节面下骨髓区 ADC 值的差异均有统计学意义。3 种 b 值下两侧髂骨与骶骨关节面下骨髓区 ADC 值间差异无统计学意义。b 值为 400 s/mm<sup>2</sup> 时, 两侧骶髂关节面下骨髓区 ADC 值的离散度较大; b 值为 600、800 s/mm<sup>2</sup> 时, ADC 值离散度相对较小。结论: b 值为 600 s/mm<sup>2</sup> 时, DWI 图像较清晰, 骶髂关节面下骨髓区 ADC 值离散度小、精准可靠, 是 1.5 T 磁共振 DWI 显示骶髂关节的适宜 b 值。

**【关键词】**磁共振; 弥散加权成像; b 值; 骶髂关节

**【中图分类号】**R 445.2; R 684 **【文献标志码】**A

**【DOI】**10.3969/j.issn.1002-0217.2018.05.023

## Determination of the best b-value of DWI in showing normal sacroiliac joint

CUI Yanqiu, YU Yongmei, LIU Qingxiang, YANG Xiaomin

Medical Imaging Center, The First Affiliated Hospital of Wannan Medical College, Wuhu 241001, China

**【Abstract】Objective:** To determine the optimal b-value of 1.5 T magnetic resonance( MR) diffusion weighted imaging( DWI) and analyze the difference of apparent diffusion coefficient( ADC) in showing the normal sacroiliac joint for evidence in following research of ankylosing spondylitis and sacroiliac conditions. **Methods:** Twenty healthy volunteers aged 15 to 35 years( 14 males and 6 females) were randomly recruited and underwent conventional MRI scanning of the sacroiliac joint in DWI using different b-value( b=0, 400, 600, 800 s/mm<sup>2</sup>, respectively) to observe the sacroiliac joint presentation in the different three b-value. The ADC value of the bone marrow area( sacral side and ilium side ) of the sacroiliac joint was measured under the three b-values, and the difference was compared. **Results:** b-value at 400 s/mm<sup>2</sup> and 600 s/mm<sup>2</sup> revealed clear image and better contrast of the sacroiliac joint against the surrounding tissue. However, the sacroiliac joint was poorly presented and the contrast against peripheral tissue became weaker under b-value at 800 s/mm<sup>2</sup>. The ADC value was gradually decreased with increase of b-value at the bilateral sacroiliac joint surface of bone marrow area. The difference was significant in ADC value under the three b-value among the right iliac side, the right sacral side, the left sacral side and the left iliac lateral joint, yet the difference was insignificant in the ADC value between the two sacral and iliac joints. The dispersion of the ADC value was enlarged at b-value of 400 s/mm<sup>2</sup> for bilateral sides of the sacroiliac joint surface of bone marrow area, and became smaller at b-value of 600 s/mm<sup>2</sup> and 800 s/mm<sup>2</sup>. **Conclusion:** Clearer DWI can be obtained at b-value of 600 s/mm<sup>2</sup> and dispersion of ADC value is smaller. The findings indicate that 600 s/mm<sup>2</sup> should be the optimal b-value in 1.5 T magnetic resonance DWI for sacroiliac joint.

**【Key words】** magnetic resonance; diffusion weighted imaging; b-value; sacroiliac joint

基金面自: 安徽省卫生和计划生育委员会科研计划项目( 2016QK076)

收稿日期: 2017-12-06

作者简介: 崔艳秋( 1989-), 女, 2014 级硕士研究生, ( 电话) 13955307286, ( 电子信箱) 1051684202@qq.com;

俞咏梅, 女, 主任医师, 硕士生导师, ( 电子信箱) yjsyym131@163.com, 通信作者。

强直性脊柱炎(ankylosing spondylitis, AS) 是血清阴性脊柱关节病中最常见的一种疾病<sup>[1]</sup>, 好发于 10~40 岁男性, 以 20 岁左右发病率最高; 该病主要累及中轴骨关节(骶髂关节及脊柱), 骶髂关节最早及最常受累, 其病情不可逆, 晚期发生脊柱及关节强直, 严重降低患者的生活质量。影像学检查是诊断 AS 及检测其活动性的主要依据之一。磁共振弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI) 是目前唯一可以无创检测活体水分子弥散运动的影像学检查方法, 近年来 DWI 用于 AS 的早期诊断及活动评估的研究逐渐增多, 但目前 DWI 序列显示骶髂关节的最佳 b 值尚无统一标准<sup>[2-3]</sup>。本研究通过对健康志愿者采用 3 种不同 b 值进行骶髂关节 DWI 扫描, 探寻 DWI 用于显示骶髂关节的最佳 b 值, 为后续研究 DWI 在评估 AS 骶髂关节活动性病变的应用价值奠定基础。

## 1 资料与方法

1.1 研究对象 选 20 例健康志愿者作为研究对象, 其中男 14 例, 女 6 例, 年龄 15~35 岁。所有志愿者均无风湿病及代谢性疾病史、无腰背部疼痛及关节痛史、无腰背部手术及外伤史。所有受检者均无 MRI 检查禁忌证并知情同意。

1.2 MRI 检查方法 使用 SIEMENS 公司 Anovnto 1.5T 超导磁共振扫描仪, 行骶髂关节常规 MRI 及 DWI 横断位扫描。常规 MRI 扫描: 采用快速自旋回波 T1WI、压脂 PDWI 序列行轴位扫描, 扫描参数分别为 T1WI: TR 440 ms、TE 10 ms; 压脂 PDWI: TR 2000 ms、TE 30 ms; 视野(FOV) 224 mm×320 mm, 激励次数为 2, 扫描层厚 4.5 mm、层间距 0.4 mm, 层数 15 层。

磁共振 DWI 扫描: 扫描层面与常规平扫一致。扫描参数分别为: TR 3200 ms, TE 74 ms, 扫描层厚 4.5 mm, 层间距 0.4 mm, 视野(FOV) 130 mm×130 mm, 激励次数为 6, 采用 4 个 b 值, 即 0、400 s/mm<sup>2</sup>、600 s/mm<sup>2</sup>、800 s/mm<sup>2</sup> 进行扫描, 分别获取图像的原始数据。

1.3 MRI 图像后处理 运用西门子图像后处理工作站, 分别将 DWI 原始图像显示成表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC) 图。参考常规 MRI 图像, 在 DWI 图与 ADC 图上勾画感兴趣区(region of interest, ROI), 测量其 ADC 值, ROI 大小约 30~40 mm<sup>2</sup>。在两侧关节骶骨侧及髂骨侧关节面下的骨髓区各选取 3 个 ROI, 共 12 个感兴趣区, 分别取 3 个 ROI 的平均值(图 1); 选取 ROI 时, 尽量避开

血管、骨皮质及伪影。

1.4 图像质量评估 由两名从事磁共振诊断工作的高年资医师采用双盲法对磁共振常规(T1WI、压脂 PDWI)、DWI 及 ADC 图像进行评估, 意见不统一时经协商达成一致。常规图像主要观察关节软骨、关节面下骨髓区的显示情况; 对比 3 种 b 值下 DWI 的图像质量, 主要观察关节面与关节旁骨髓区情况, 并评价图像与周围组织的对比度、伪影程度及有无变形。

1.5 统计学分析 计量资料采用  $\bar{x} \pm s$  表示, 不同 b 值下所测得的骨髓区 ADC 值比较采用 F 检验和 q 检验; 同一 b 值下髂侧、骶侧骨髓区 ADC 值差异比较采用 t 检验。P<0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 图像质量的评价 20 名健康志愿者的常规 MRI 平扫均未见异常, 两侧关节对称, 关节面较光滑, 关节面下骨髓区信号较均匀(T1WI 呈中等或稍高信号, 压脂 PDWI 呈低信号)。在 b 值为 400 s/mm<sup>2</sup> 及 600 s/mm<sup>2</sup> 时, DWI 图像比较清晰, 骶髂关节与周围的组织对比良好, 图像没有出现明显伪影及变形, 可以较好地显示骶髂关节的“低信号(骨皮质)-中等信号(软骨)-低信号(骨皮质)”三层平行状结构; b 值为 800 s/mm<sup>2</sup> 时, DWI 图像欠清晰, 比较容易出现磁敏感伪影, 骶髂关节与周围组织对比度下降(图 2)。

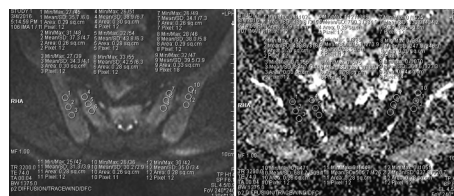
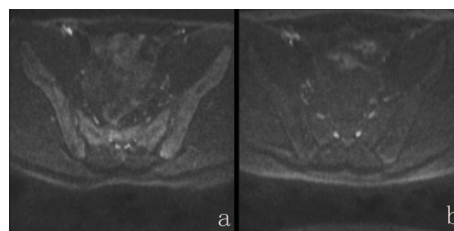


图 1 健康志愿者骶髂关节骨髓区 ADC 值测量方法图



a: b=600 s/mm<sup>2</sup> 时 DWI 图像清晰, 骶髂关节与周围组织对比良好; b: b=800 s/mm<sup>2</sup> 时 DWI 图像欠清晰, 骶髂关节与周围组织对比度降低。

图 2 不同 b 值时 DWI 图像骶髂关节与周围组织对比度

2.2 不同 b 值下两侧骶髂关节面下骨髓区 ADC 值的对比 两侧骶髂关节面下骨髓区的 ADC 值随着

b 值的增高而逐渐减小。3 种 b 值下右髌侧、右髌侧、左髌侧以及左髌侧的骨髓区 ADC 值差异均有统计学意义,见表 1。两两比较发现 b 值为 400 s/mm<sup>2</sup> 组的髌髌关节面下骨髓区 ADC 值高于 b 值为 600 s/mm<sup>2</sup> 组, b 值为 600 s/mm<sup>2</sup> 组高于 b 值为 800 s/mm<sup>2</sup> 组。

mm<sup>2</sup> 组。相同 b 值下,每组两侧髌骨与髌骨关节面下骨髓区 ADC 值间差异无统计学意义,见表 2。b 值为 400 s/mm<sup>2</sup> 时,两侧关节面下骨髓区 ADC 值的离散度较大; b 值为 600 s/mm<sup>2</sup> 和 800 s/mm<sup>2</sup> 时,其离散度相对较小(图 3)。

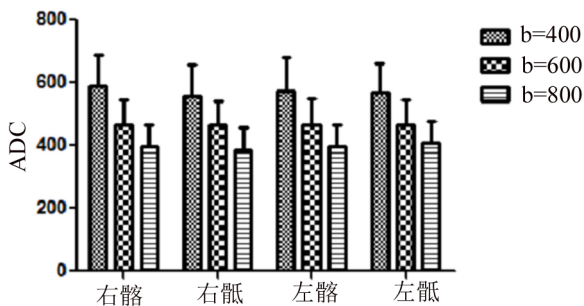
表 1 不同 b 值时两侧髌骨、髌骨关节面下骨髓区 ADC 值比较

	不同 b 值/(s/mm <sup>2</sup> )			F	P
	400	600	800		
右髌侧	587.550±101.196 <sup>a</sup>	462.683±82.956 <sup>b</sup>	395.100±71.421 <sup>c</sup>	22.421	<0.001
右髌侧	558.150±97.326 <sup>a</sup>	463.067±79.122 <sup>b</sup>	385.133±72.410 <sup>c</sup>	25.125	<0.001
左髌侧	571.317±108.119 <sup>a</sup>	464.883±84.216 <sup>b</sup>	395.763±69.135 <sup>c</sup>	29.674	<0.001
左髌侧	568.067±94.221 <sup>a</sup>	465.367±78.141 <sup>b</sup>	407.817 ±67.183 <sup>c</sup>	23.107	<0.001

注: 不同 b 值间两两比较采用 q 检验, 两组间字母不同表示 P<0.05。

表 2 相同 b 值时髌骨、髌骨关节面下骨髓区 ADC 值比较

b 值/ (s/mm <sup>2</sup> )	髌侧	髌侧	t	P
400	579.433 ±104.121	563.108±96.536	0.753	>0.05
600	463.783 ±81.246	464.217±78.558	0.032	>0.05
800	395.431 ±71.596	396.475 ±69.497	0.054	>0.05



b 值为 400 s/mm<sup>2</sup> 时, 两侧髌髌关节面下骨髓区 ADC 值的离散度较大, b 值为 600 s/mm<sup>2</sup> 和 800 s/mm<sup>2</sup> 时, 其离散度相对较小。

图 3 3 种 b 值下髌髌关节面下骨髓区 ADC 值精确度比较

### 3 讨论

DWI 是目前唯一能检测活体组织水分子扩散运动的影像学检查方法, 其根据水分子的运动成像, 可以通过测量检测区 ADC 值的大小来量化水分子的弥散程度。DWI 序列在中枢神经系统中的应用已经被广泛认可<sup>[4]</sup>, 目前也广泛应用在其他系统, 包括疾病的诊断、病情的监测以及疗效的评估, 如腹腔脏器、肌肉系统等<sup>[5-6]</sup>。近年来, DWI 在髌髌关节的应用价值逐渐被重视, 成为研究的热点。髌髌关节是微动的滑膜关节<sup>[7]</sup>, 主要由两侧的髌骨及髌骨的耳状面构成。髌髌关节形态与结构复杂, 不同个体间变异较多, 髌骨以凸面紧密嵌入髌骨的凹面,

关节腔狭长, 呈裂隙状, 关节面的凹凸不平是其正常生理表现<sup>[8]</sup>。髌髌关节分为滑膜部(前下 2/3)及韧带部(后上 1/3)。关节髌侧及髌侧均覆以薄层软骨, 滑膜部的髌侧软骨常较薄、为纤维软骨, 厚度不足 1 mm; 髌侧软骨较髌侧厚、主要为透明软骨, 约 2~4 mm, 因此髌髌关节的病变多表现为髌髌侧最早受累。关节囊周围有多条韧带包绕, 以加强关节的稳定性, 如髌髌骨间、髌髌骨前及背侧韧带等; 其中以髌髌骨间韧带最强, 位于关节的后上部, 填充其不规则形的关节间隙<sup>[9]</sup>。部分年龄超过 60 岁(尤其是男性)的人群中, 其关节后上部的韧带可以发生钙化、部分甚至完全强直<sup>[10]</sup>; 王俊山等<sup>[11]</sup>通过对髌髌关节的 CT 表现研究也发现, 随着年龄的增长, 髌髌关节逐渐退变, 关节腔出现积气增多, 部分老人关节间隙变窄, 甚至部分融合, 所以, 本研究选择的志愿者年龄均在 40 岁以下, 以便避免年龄因素带来的不必要干扰。

正常髌髌关节的 DWI 表现为“低-中等-低”信号三层平行状的结构, 两侧的低信号为关节面骨皮质, 中间中等信号为骨被覆的关节软骨, 各层信号均匀、呈线状连续, 关节面下骨髓区信号较均匀, DWI 呈稍低信号, ADC 图呈低信号。不同 b 值对 DWI 图像质量及 ADC 值的影响: b 值是对水分子弥散能力检测的指标。所选 b 值越高, DWI 对水分子的弥散运动越敏感, 弥散所占权重越大, 所得 ADC 值显示组织中水分子的弥散情况越真实, 受局部微循环灌注的影响相对较小, 但与此同时图像的信噪比(SNR)降低, 图像易变形; 选取的 b 值越低, DWI 图像的信噪比随之增高, 但其对弥散运动的敏感度下降, 微小病灶不易被检出, 且 ADC 值受微循环灌注影响增大。因此, 扫描时需要选择合适的 b 值, 在提

高病灶检出率的同时保证图像的质量。因使用设备的机型、场强的不同,目前磁共振 DWI 用于显示正常骶髂关节的最佳 b 值国内外报道不一,尚未有统一的标准<sup>[12-13]</sup>。本研究在 SIEMENS 公司 Anovnto 1.5TMR 上结果显示: b 值为 400 s/mm<sup>2</sup> 及 600 s/mm<sup>2</sup> 时, DWI 图像比较清晰,骶髂关节与周围组织对比良好,图像没有出现明显伪影及变形,可以较好地显示骶髂关节骨皮质及关节软骨的三层平行状结构; b 值为 800 s/mm<sup>2</sup> 时, DWI 图像欠清晰,较容易出现伪影,骶髂关节与周围组织对比度下降。 b 值为 400 s/mm<sup>2</sup> 时两侧骶髂关节面下骨髓区 ADC 值最大,随 b 值的增加, ADC 值逐渐减小; b 值为 400 s/mm<sup>2</sup> 时, ADC 值受微循环灌注的影响大,比较分散。 b 值分别为 400、600 及 800 s/mm<sup>2</sup> 时, 两侧骶髂关节面下 ADC 值差异无统计学意义。综合 DWI 图像的质量及 ADC 值的精准度,我们认为 600 s/mm<sup>2</sup> 是显示骶髂关节的适宜 b 值。

#### 【参考文献】

- [1] JEFFREY R CURTIS, LESLIE R HARROLD, MARYAM M AS-GARI, *et al.* Diagnostic prevalence of ankylosing spondylitis using computerized health care data, 1996 to 2009: underrecognition in a US health care setting[J]. *Perm J* 2016, 20(4): 4-10.
- [2] 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.
- [3] ZHAO YH, LI SL, LIU ZY, *et al.* Detection of active sacroiliitis with ankylosing spondylitis through intravoxel incoherent motion diffusion-weighted MR imaging. [J]. *European Radiology* 2015, 25(9): 2754.
- [4] WANG KANG, DENG YANG, WANG MINGGUI, *et al.* Magnetic resonance diffusion weighted imaging( DWI) in Acute Cerebral Infarction[J]. *Modern Medical Imaging* 2015, 24(4): 581-584.
- [5] 高益萍, 王省白, 万伟荣, 等. 1.5T MR 高 b 值 DWI 诊断早期前列腺癌的临床价值研究[J]. *中国医学计算机成像杂志* 2016, 22(2): 148-151.
- [6] HARISH S, CHIAVARAS MM, KOTNIS N, *et al.* MR imaging of skeletal soft tissue infection: utility of diffusion-weighted imaging in detecting abscess formation[J]. *Skeletal Radiology* 2011, 40(3): 285-294.
- [7] 刘艳翠, 安宁, 冯冲. 骶髂关节的临床解剖学分析[J]. *临床和实验医学杂志* 2012, 11(17): 1428-1429.
- [8] LI BB, REN CP, LI Y, *et al.* Magnetic resonance diffusion weighted imaging sequence shows the best b value of sacroiliac joint imaging of healthy volunteers [J]. *Chinese Journal of Tissue Engineering Research* 2013, 17(17): 3124-3131.
- [9] 孙志峰, 张烽. 骶髂关节韧带应用解剖学意义[J]. *中国组织工程研究与临床康复* 2011, 15(48): 9048-9050.
- [10] BRAUN J, BARALIAKOS X, HERMANN KG, *et al.* Golimumab reduces spinal inflammation in ankylosing spondylitis: MRI results of the randomised, placebo-controlled GO-RAISE study [J]. *Ann Rheum Dis* 2012, 71(6): 878-884.
- [11] 王俊山, 黄银平. 正常骶髂关节特殊性 CT 表现及其临床意义[J]. *华西医学* 2010, 25(8): 1492-1494.

## 《皖南医学院学报》2019 年征订启事

《皖南医学院学报》是中国科技论文统计源期刊,中国科技核心期刊,属综合性的医学类学术期刊。本刊旨在传播医学信息,促进院内外学术交流,推动教学、科研、医疗工作的进展。设有基础医学、药理学、临床医学、口腔医学、麻醉医学、影像医学、心理学、预防医学、大学生科技园地等栏目,既可为高等医学院校师生的科研、医疗工作提供参考,又可指导基层广大医务人员的临床实践。

本刊为双月刊,国际标准 A4 开本(大 16 开),102 页,逢双月出版。国内统一刊号: CN34-1068/R,国际标准刊号: ISSN 1002-0217。每期定价 15 元,全年 90 元。发行: 中国邮政集团公司芜湖市分公司,全国各地邮政局均可订购; 邮发代号: 26-235, 欢迎广大读者订阅。

地址: 皖南医学院学报编辑部(安徽省芜湖市弋江区文昌西路 22 号)

邮政编码: 241002, 电话: 0553-3932553, 电子信箱: wnyxyxb@163.com