

论 著

磁共振全身扩散加权成像在强直性脊柱炎活动性病灶检测的应用价值*

张琪明¹ 祁 良^{2,*} 顾敏敏³
李俊华¹ 郑 凯¹
1.南京医科大学附属江苏盛泽医院放射科 (江苏 苏州 215200)
2.南京医科大学第一附属医院放射科 (江苏 南京 210029)
3.吴江区中医医院放射科 (江苏 苏州 215200)

【摘要】目的 评估全身扩散加权成像(WB-DWI)在强直性脊柱炎(AS)患者活动性病灶检测的应用价值。方法 回顾性分析2019年6月至2022年8月南京医科大学第一附属医院风湿免疫科收治的确诊强直性脊柱炎的患者181例,患者除行常规扫描MRI方案外,均行相同的全身磁共振扫描方案,扫描序列主要包括全身冠状位短时反转恢复序列(STIR)、磁共振全身扩散加权成像序列(WB-DWI)。两名副高以上职称医师分别独立分析冠状位STIR序列图像及冠状位DWI序列反转图像,对特定关节解剖区域是否受累进行诊断分析(受累主要表现为STIR图像上的高信号及DWI反转图像上扩散受限的低信号区域),评估部位主要包括颈椎、胸椎、腰椎、胸骨、肩关节、肩锁关节、胸锁关节、髋关节、坐骨、耻骨、髌髌关节,并计算各部位的受累情况及病灶的检出数,采用Mann-Whitney检验分析两种序列对不同解剖部位的病灶检出情况。结果 所有181例AS患者中,有129例患者在上述不同解剖区域检测出活动性病灶,检出数最高的是胸椎(WB-DWI检出526处,STIR检出384处),其次为腰椎(WB-DWI检出183处,STIR检出115处),坐骨受累检出病灶数最少(WB-DWI检出10处,STIR检出7处)。WB-DWI序列在胸椎、胸骨及胸锁关节的病灶检出数较STIR序列差异有统计学意义。结论 WB-DWI在强直性脊柱炎患者全身活动性病灶的检出中较全身冠状位STIR序列有一定的优势,是一种较好的替代序列。

【关键词】强直性脊柱炎; 活动性病灶;
全身磁共振成像; 全身弥散加权序列
【中图分类号】R445.2
【文献标识码】A
【基金项目】江苏盛泽医院科研能力提升
专项项目(WWKY202440)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.10.049

Application Value of Whole Body Diffusion-weighted Magnetic Resonance Imaging in Detection of Active Lesions of Ankylosing Spondylitis*

ZHANG Qi-ming¹, QI Liang^{2,*}, GU Min-lan³, LI Jun-hua¹, ZHENG Kai¹.
1.Department of Radiology, The Affiliated Jiangsu Shengze Hospital of Nanjing Medical University, Suzhou 215200, Jiangsu Province, China
2.Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029, Jiangsu Province, China
3.Department of Radiology, Suzhou Wujiang District Hospital of Traditional Chinese Medicine, Suzhou 215200, Jiangsu Province, China

ABSTRACT
Objective To evaluate the value of whole body diffusion weighted imaging (WB-DWI) in the detection of active lesions in patients with Ankylosing spondylitis (AS). **Methods** Retrospective analysis was made on 181 patients with Ankylosing spondylitis who were admitted to the Rheumatology and Immunology Department of the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University from June 2019 to August 2022. In addition to the routine scanning MRI scheme, all patients underwent the same whole body MRI scanning scheme. The scanning sequences mainly included the whole body coronal short-term inversion recovery sequence (STIR) and the whole body diffusion weighted imaging sequence (WB-DWI). Two doctors with the professional title of deputy high or above independently analyzed the coronal STIR sequence image and the coronal DWI sequence inversion image, and diagnosed and analyzed whether the specific joint anatomical area was involved (the involvement was mainly manifested as the high signal area on the STIR image and the low signal area with limited diffusion on the DWI inversion image). The evaluation sites mainly included the cervical vertebra, thoracic vertebra, lumbar vertebra, sternum, Shoulder joint, acromioclavicular joint, sternoclavicular joint, hip joint, ischia The pubic bone and sacroiliac joint were involved, and the number of lesions detected in each region was calculated. Mann Whitney test was used to analyze the detection of lesions in different anatomical regions using two sequences. **Results** Out of all 181 AS patients, 129 patients detected active lesions in different anatomical regions mentioned above, with the highest detection rate being in the thoracic spine (526 detected on WB-DWI and 384 detected on STIR), followed by the lumbar spine (183 detected on WB-DWI and 115 detected on STIR), and the least number of lesions detected on the sitting bone (10 detected on WB-DWI and 7 detected on STIR). The WB-DWI sequence showed statistically significant differences in the number of lesions detected in the thoracic spine, sternum, and sternoclavicular joint compared to the STIR sequence. **Conclusion** WB-DWI has certain advantages over the whole body coronal STIR sequence in the detection of systemic active lesions in patients with Ankylosing spondylitis, and it is a better alternative sequence.
Keywords: Ankylosing Spondylitis; Active Lesions; Whole Body Magnetic Resonance Imaging; Whole Body Diffusion Weighted Sequence

强直性脊柱炎(ankylosing spondylitis, AS)是一种血清阴性脊柱关节病(seronegative spondyloarthropathy, sSPA)^[1], AS是一种以骶髂关节受累为主,也可累及脊柱及外周关节或关节外器官的全身性、多灶性、进行性的非特异性炎症疾病。其病理特征是关节滑膜增生、肌腱端炎和滑膜炎等。AS最早累及骶髂关节,引起骶髂关节炎,其次以累及颈椎、胸椎、腰椎较为多见^[2],引起椎角炎、椎间盘炎、椎旁韧带炎等,也可累及肩关节、肩锁关节、胸骨等部位,引起关节周围的炎症及骨髓水肿。对于进展期强直性脊柱炎患者,往往同时存在着多关节不同程度的受累,常规的MR成像因只能进行单部位扫描,无法全面的反映其他部位受累的严重程度。因此,许多研究建议对AS的患者行全身磁共振检查(whole-body magnetic resonance maging, WB-MRI)^[3-7]。与常规MRI检查相比, WB-MRI检查能在相对较短的时间内获得全身图像,有利于直观、全面的评估不同疾病的全身受累情况。目前,全身冠状位短时反转恢复序列(STIR)在AS的影像学检查中应用最广泛,能清晰地显示全身多部位受累的情况。而磁共振全身弥散加权成像(whole body diffusion weighted imaging, WB-DWI)作为一种较新的全身显像方法,近年来逐渐成为WB-MRI的核心序列,其通过探测全身组织中水分子的自由扩散运动,间接的反应人体组织细胞微环境的病理变化,以往多用于评估恶性肿瘤的全身转移情况或者血液系统疾病骨髓的受累情况^[6-7], 但其在评估AS全身受累情况中的应用还在探索阶段,相关的研究报道仍较少。本研究的目的是通过比较全身冠状位DWI序列及全身冠状位STIR序列在AS患者全身活动性病灶检出数,评估全身扩散加权成像在强直性脊柱炎患者中应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 病例纳入标准:既往存在明确的炎性背痛, HLA-B27阳性, 临床诊断AS; 近期无外伤史; 无相关部位的手术史; 既往无恶性肿瘤史; 能坚持完成WB-MRI检

【第一作者】张琪明, 男, 主治医师, 主要研究方向: 骨肌系统磁共振成像。E-mail: jsszzqm@163.com
【通讯作者】祁 良, 男, 副主任医师, 主要研究方向: 骨肌系统磁共振成像。E-mail: jsszyyql@163.com

查；无MRI检查禁忌症。搜集南京医科大学第一附属医院 2019 年 6 月至 2022 年 8 月期间符合上述标准病例 181 例。其中男 124 例、女 57 例，患者年龄 14~68 岁，平均(36.0±11.6) 岁。

1.2 MRI检查方法 WBMRI扫描采用Siemens Vida 3.0T磁共振，患者采用仰卧位，身体正中矢状面与扫描床中线重叠，双手置于身体两侧，头先进，根据患者的身高，将全身冠状位检查分为4-6 段扫描。胸腹部图像采用分次屏气完成。扫描范围主要覆盖股骨中段至颅顶。具体扫描参数见表1。

表1 全身磁共振成像扫描参数

序列	TR(ms)	TE(ms)	FOV	层厚(mm)	层数	层间距(mm)	扫描时间(min)
全身冠状	3800	63	460	5.0	36	1	12
位STIR							
WB-DWI	6340	57	430	5.0	40	1	17

1.3 影像表现分析、部位评估 将扫描所得图像传至后处理工作站，对 WB-DWI 图像进行3D 最大密度投影及多平面重建，最后对图像进行黑白反转。由两名十年以上的磁共振阅片经验的放射科诊断医师在后处理工作站上，对每位患者的全身冠状位STIR及全身冠状位DWI反转图像观察，进行独立评估，根据STIR图像上的水肿高信号区及DWI反转图像上的扩散受限低信号区分别对每位患者的颈椎(C1-C7)、胸椎(T1-T12)、腰椎(L1-L5)、肩关节(左肩关节、右肩关节)、肩锁关节(左侧肩锁关节、右侧肩锁关节)、胸锁关节(左侧胸锁关节、右侧胸锁关节)、胸骨(胸骨体、胸骨柄)、耻骨(左侧耻骨、右侧耻骨)、坐骨(左侧坐骨、右侧左膈)、髌关节(左侧髌关节、右侧髌关节)、髌髌关节(左侧髌髌关节、右侧髌髌关节)是否受累进行评估，并分别计算各部位的受累数，出现分歧时协商达成一致。如椎体的前后缘、椎弓、椎板、上下关节突、肋横突关节等部位受累，即认为该椎体受累；如关节的组成骨、韧带、周围肌间隙受累，即认为该关节受累。椎体中央怀疑是血管瘤的病灶不认为是椎体受累。分别计算每个部位的受累情况，并进行统计学分析。

1.4 统计分析 采用SPSS 23.0进行统计学分析。采用Mann-Whitney检验对STIR序列及DWI序列各部位病灶的检出数进行组间比较，以P<0.05为差异有统计学意义。

2 结 果

最终总共确诊AS的181例患者的图像中，其中52例患者STIR序列和DWI序列均无阳性表现，表明这部分病人可能处于疾病非急性期，129例患者中，STIR序列共检出活动性病灶：椎体(560

处)、坐骨(7处)、耻骨(41处)、胸骨(25处)、胸锁关节(49处)、肩锁关节(22处)、肩关节(17处)、髌关节(46处)、髌髌关节(160处)；DWI序列共检出活动性病灶：椎体(789处)、坐骨(10处)、耻骨(64处)、胸骨(43处)、胸锁关节(85处)、肩锁关节(33处)、肩关节(25处)、髌关节(60处)、髌髌关节(162处)。在129例有异常表现的患者中，DWI在任一区域的检出数均高于STIR序列，两种序列均以脊柱受累检出数最高，并且受累以椎角附着点炎为主，其次是椎弓根受累及肋横突关节受累，其中胸椎的受累数较颈椎及腰椎高，DWI序列的胸椎受累检出数(526处)高于STIR序列(384处)，并且该差异具有统计学差异(P<0.05)，在颈椎及腰椎的检出数方面，两种序列没有统计学差异。胸骨受累以胸骨柄为主，DWI序列(43处)较STIR序列(25处)检出数高，并且该差异具有统计学差异(P<0.05)，胸锁关节以两侧同时受累为主，DWI序列(85处)较STIR序列(49处)检出数高，并且差异具有统计学意义(P<0.05)，坐骨、耻骨受累的病灶主要发生在坐骨结节及耻骨联合两侧，DWI序列(10处、64处)较STIR序列(7处、41处)差异无统计学意义，肩关节受累主要表现在肱骨头、其次是肩关节盂，DWI序列(25处)较STIR序列(17处)差异无统计学意义；肩锁关节的受累主要表现在肩锁关节囊周围，DWI序列(33处)较STIR序列(22处)差异无统计学意义；髌关节受累主要表现在股骨大转子、其次是髌臼，DWI序列(60处)较STIR序列(46处)差异无统计学意义。两种方法检出数最接近的为髌髌关节，STIR序列(160处)，DWI序列(162处)。具体情况见表2。

表2 全身STIR序列与DWI病灶检出数比较

	组别		z 值	P
	STIR	DWI		
颈椎	61	80	-0.242	0.809
胸椎	384	526	-2.406	0.016*
腰椎	115	183	-1.768	0.077
肩关节	17	25	-0.295	0.768
肩锁关节	22	33	-0.337	0.736
胸骨	25	43	-2.211	0.027*
胸锁关节	49	85	-2.117	0.034*
坐骨	7	10	-0.029	0.977
耻骨	41	64	-0.388	0.698
髌关节	46	60	-0.429	0.668
髌髌关节	160	162	-0.052	0.958

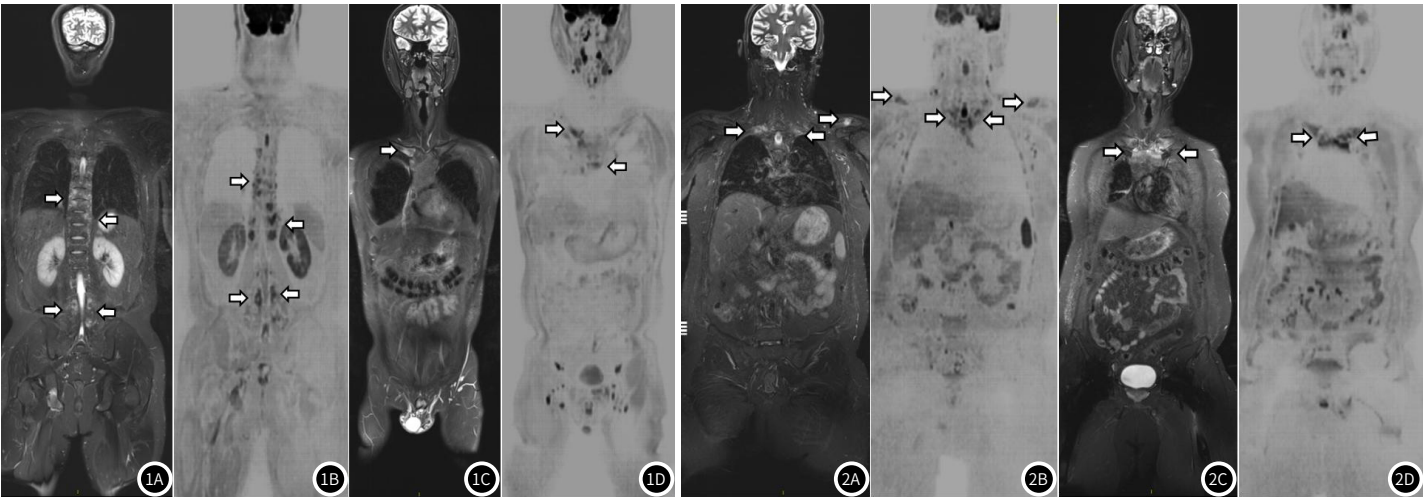


图1A-图1D 25岁男性，AS病史10年，生物制剂停用二年，目前表现为双臀周、背部疼痛。图1A为STIR图像，显示胸6、胸7椎体右缘及胸8、胸9椎体左缘、腰4左右缘及腰5左缘受累(白色箭头)；图1B为DWI反转图像，显示胸6、胸7椎体右缘及胸8左缘、胸9、胸10左右缘、腰4左右缘及腰5左缘受累受累(白色箭头)；图1C为STIR图像，显示右侧胸锁关节及胸骨柄受累(白色箭头)；图1D为DWI反转图像，显示为右侧胸锁关节、胸骨柄、胸骨体受累(白色箭头)。
图2A-图2D 30岁男性，AS病史15年，一直感双肩、胸前部疼痛。图2A为STIR图像，显示为左侧肩锁关节，双侧第一肋横突关节受累(白色箭头)；图2B为DWI图像，显示为双侧肩锁关节，双侧第一肋横突关节受累(白色箭头)；图2C为STIR图像，显示为双侧胸锁关节及胸骨柄受累(白色箭头)；图2D为DWI反转图像，显示为双侧胸锁关节及胸骨柄受累(白色箭头)。DWI反转图像检出的病灶较STIR图像数量多。

3 讨论

AS起病隐匿,早期的征象主要是腰骶部钝痛及晨僵,随着病情的进展,逐渐引起脊柱及全身多部位的非特异性炎症,如不干预,炎症部位会形成纤维化及骨化,最终形成骨性强直^[8]。以往的研究重点主要是通过骶髂关节MRI成像早期诊断AS,然而大部分AS患者存在全身多部位的受累,常规的MRI检查易造成病灶的漏诊及误诊。近年来,随着磁共振成像技术的进步,使用相控阵表面线圈结合并行采集技术,通过自动移床,能实现全身成像,WB-MRI是一种能同时对人体多部位、多器官扫描的成像方法。是一种相对较新的影像学检查方法,其功能成像序列主要包括短时反转恢复序列(STIR)、WB-DWI序列,STIR序列通过抑制脂肪信号,可以提供组织含水量的图像,AS患者的骨及关节受累主要表现为骨髓水肿、附着点炎、韧带肌腱炎,使相应组织的含水量增加,表现为STIR序列上的高信号,但是当受累部位水肿不明显时,会降低病变的诊断效能和诊断医师的诊断信心,遗漏一部分病灶。

DWI序列是目前唯一能够观察活体水分子微观扩散运动的成像方法^[9],通过探测人体组织细胞间隙内水分子自由运动的信号强弱,反映局部组织水分子的含量及扩散能力^[10]。WB-DWI是传统DWI序列的一大发展,WB-DWI主要是通常结合STIR序列和平面回波成像(echo-planar imaging EPI)技术,对全身进行DWI横断位扫描,然后通过反转恢复技术,进行脂肪抑制,最后对图像进行三维重建,获得三维全身扩散加权成像,对重建图像进行黑白反转,能得到类似PET检查的图像,因此,也称为类PET成像^[11]。DWI序列检测AS患者活动性病灶的原理是受累部位的炎性细胞浸润并填充细胞外间隙,使水分子扩散空间缩小,导致水分子的自由运动受限、表现为DWI图像上的高信号。有研究报道,使用DWI序列及STIR序列对AS患者骶髂关节炎进行评估,发现DWI序列对骶髂关节炎的评估能力高于STIR序列^[12]。此外,也有文献报道,与STIR序列相比,DWI序列在检测肌肉水肿方面显示出更高的准确性^[13],但是这些结果都仅局限在局部的MRI扫描中。本研究对比了全身冠状位STIR及全身冠位DWI序列在AS患者活动性病灶的检出数,结果表明,在全身磁共振成像的扫描序列中,对于AS患者活动性病灶检测,DWI序列优于STIR序列,DWI序列对于骨髓水肿、肌腱端炎、滑膜炎均具有非常好的敏感性,两种方法检出椎体受累率最高的部位为胸椎、其次是腰椎、颈椎,与文献报道一致^[14],并且受累部位主要是椎角、其次是椎弓根及肋横突关节,DWI序列对各部位活动性病灶的检出数均高于STIR序列,DWI序列在胸骨、胸锁关节、胸椎这3个部位的检出数较STIR序列差异具有统计学意义。

此外,相较于STIR序列,WB-DWI还能提供定量的ADC值,通过对ADC值的分析,可以定量评估受累部位的活动性程度,在制定个体化治疗方案及监测治疗效果中,较STIR序列更有优势。

本研究有以下不足:(1)考虑到时间及患者的耐受性,本次研究的扫描范围为从股骨中段至颅顶,并非真正意义上的全身扫描;(2)本次研究仅对比了全身冠状位STIR序列及全身冠状位DWI序列,未进行矢状位对比,可能会遗漏一部分椎体椎角的病灶。(3)本次研究没有评估不同ADC值对检测病变的差异性。

综上,本次研究初步表明,WB-DWI作为全身磁共振成像的关键序列,在检测AS患者活动性病灶的诊断效能可能要优于STIR序列,并且其还能量化评估受累部位炎症的轻重程度,因此,在AS患者全身活动性病灶的检测中,WB-DWI序列是STIR序列的较好的一种替代扫描方案。

参考文献

- [1] 班超,葛丽红,牛广明,等.强直性脊柱炎骶髂关节病变磁共振成像定量研究进展[J].磁共振成像,2018,9(2):157-160.
- [2] 吴俊华,张德洲,李敏,等.强直性脊柱炎累及脊柱的低场MRI表现[J].华西医学,2013,28(9):1402-1404.
- [3] Rennie WJ,Dhillon SS,Conner-Spady B,et al.Magnetic resonance imaging assessment of spinal inflammation in ankylosing spondylitis:standard clinical protocols may omit inflammatory lesions in thoracic vertebrae[J].Arthritis Rheum,2009,61:1187-1193.
- [4] Althoff CE,Appel H,Rudwaleit M,et al.Whole-body MRI as a new screening tool for detecting axial and peripheral manifestations of spondyloarthritis[J].Ann Rheum Dis,2007,66:983-985.
- [5] Mager AK,Althoff CE,Sieper J,et al.Role of whole-body magnetic resonance imaging in diagnosing early spondyloarthritis[J].Eur J Radiol,2009,71:182-188.
- [6] Padhani AR,Koh DM,Collins DJ.Whole-body diffusionweighted MR imaging in cancer:current status and research directions[J].Radiology,2011,261:700-718.
- [7] Lecouvet FE.Whole-Body MR Imaging:Musculoskeletal Applications[J].Radiology,2016,279:345-365.
- [8] 陈辉,黄文起,褚爱鹏,等.强直性脊柱炎骶髂关节病变的CT、MRI表现[J].中国中西医结合影像学杂志,2014,12(4):441-442.
- [9] 康英杰,张皓.磁共振弥散加权成像在直肠癌检查中的价值[J].磁共振成像,2015,6(2):155-160.
- [10] 郑梦龙,翁春娇,李文娟,等.3.0 T MRI全身扩散加权成像在多发骨髓瘤诱导治疗疗效评估中的应用[J].磁共振成像,2019,10(3):201-205.
- [11] Takahara T,Imai Y,Yamashita T,et al.Diffusion weighted whole body imaging with background body signal suppression (DWIBS):technical improvement using free breathing,STIR and high resolution 3D display[J].Radiat Med,2004,22(4):275-282.
- [12] Lecouvet FE,Vander Maren N,Collette L,et al.Whole body MRI in spondyloarthritis (SpA):preliminary results suggest that DWI outperforms STIR for lesion detection[J].Eur Radiol,2018;28:4163-4173.
- [13] Faruch M,Garcia AI,Del Amo M,et al.Diffusion weighted magnetic resonance imaging is useful for assessing inflammatory myopathies[J].Muscle Nerve,2019,59:555-560.
- [14] Rennie WJ,Dhillon SS,Conner-Spady B,et al.Magnetic resonance imaging assessment of spinal inflammation in ankylosing spondylitis:standard clinical protocols may omit inflammatory lesions in thoracic vertebrae[J].Arthritis Rheum,2006,61(9):1187-1193.

(收稿日期:2023-08-04)
(校对编辑:韩敏)