

骶髂关节炎影像学评估方法研究进展[▲]

梁继军 崔宇

(广西中医药大学第一附属医院,广西南宁市 530023)

【摘要】 骶髂关节是强直性脊柱炎首先累及的关节,骶髂关节炎以全身进行性慢性炎症为主,疾病晚期,病情发展速度快,患者脊柱韧带出现广泛钙化、骨化导致骨性强直,其发病率、致残率、致畸率高,对患者的日常生活造成严重影响。文章结合目前国内外关于骶髂关节炎的研究及诊断新技术,对骶髂关节的解剖结构、骶髂关节炎的病理特征及其影像评估方法进行综述,为减轻患者症状、延缓病情发展、提高生活质量提供参考。

【关键词】 骶髂关节炎;磁共振成像;影像学;综述

【文章编号】 1673-6575(2024)03-0308-04

DOI:10.11864/j.issn.1673.2024.03.18

骶髂关节是强直性脊柱炎首先累及的关节,在放射学中骶髂关节炎是诊断强直性脊柱炎的关键证据之一^[1]。骶髂关节炎以全身进行性慢性炎症为主,受遗传和环境等多种因素的影响,男性发病率高于女性,但其发病机制目前尚不清楚^[2]。骶髂关节炎发病隐匿,早期临床症状及体征不明显,如不进行有效治疗,随着病情进展,将导致强直性脊柱炎,疾病晚期可能出现肢体残疾,严重影响患者的生活质量。因此,对骶髂关节炎早期患者进行准确的临床诊断十分重要^[3]。本文根据骶髂关节的解剖特征、骶髂关节炎的病理特征及其影像学评估方法进行综述,旨在为骶髂关节炎的诊疗提供参考。

1 骶髂关节的解剖特征

骶髂关节的解剖形态较特殊,不同性别、体型的左右关节面存在差别。骶髂关节属于微动关节,活动度有限,这与骶髂关节形态及特殊解剖位置有关,其结构特点有助于维持骨盆的稳定性^[4]。骶髂关节由骶骨耳状面和髌骨耳状面组成,关节面的特点是前宽后窄,在横断位上由后内斜向前外侧走行,这种结构特点导致X线难以发现早期骶髂关节病变^[5]。骶髂关节面表面有较多的不均匀点状凹陷及相对应的不均匀凸起,使两侧关节面紧密贴合。骶髂关节的骶骨侧关节面由透明软骨覆盖,髌骨侧关节面由纤维软骨覆盖,髌骨侧关节面的软骨厚度小于骶骨侧。因骶髂关节左右两侧解剖结构的不同,骶髂关

节炎发生病变时一般会先累及髌骨侧,且髌骨侧的病变较骶骨侧更重。

2 骶髂关节炎的病理特征

骶髂关节炎的病理表现为骨髓水肿、滑膜炎、形成血管翳、软骨变化、软骨下骨质变化^[6]。骶髂关节炎早期病理表现为关节滑膜炎性增生、增厚,然后形成血管翳,再侵犯、破坏关节软骨,使软骨发生变薄、变性及破坏,最后导致骨髓炎症、骨质结构变化,关节面呈锯齿状和毛刷状改变等^[7-8]。病程晚期,骨质内脂肪组织逐渐增多,关节软骨得到修复,但关节隙周围出现不规则硬化区和纤维肉芽组织增生可引起软骨骨化、纤维化,关节间隙不同程度变窄甚至消失,最终导致关节强直(纤维性强直和骨性强直)^[9-10]。因此,深入了解骶髂关节炎的病理特征,探索其病理机制和病因,并根据具体情况寻找可靠的检查方法或临床疗效评估方法,可为临床制订正确的治疗方案提供帮助。

3 骶髂关节炎影像学评估方法

3.1 X线片检查 X线片检查能够显示骶髂关节的大体病变,是最快捷、最经济、辐射剂量最小的影像学检查手段,是骶髂关节炎患者的常规检查之一,常规体位包括骨盆正位(前后位)、骶髂关节正位(前后位)和骶髂关节斜位,其中骶髂关节左右斜位更有利于观察骶髂关节病变。临床上评价骶髂关节病变X线片,多以纽约1984年修订版骶髂关节炎X线片分级为标准^[11]:0级为正常的双侧骶髂关节;I级为骶髂关节有可疑异常情况;II级为骶髂关节间隙

▲基金项目:广西壮族自治区卫生健康委员会自筹经费科研课题(编号:Z-A20220905)

正常, 关节面下有轻度骨质硬化、侵蚀等; Ⅲ级为髋髂关节面毛糙不光整, 关节间隙有狭窄或增宽, 并伴有中度骨质硬化、侵蚀等; Ⅳ级为髋髂关节明显异常, 关节间隙消失, 大部分强直或全部强直、关节融合。但由于X线片密度分辨率低, 髋髂关节解剖、形态结构复杂, 二维影像重叠因素难以避免, 降低了X线片诊断髋髂关节炎的准确性和敏感度, 漏诊率较高^[12]。

3.2 CT检查 CT具有极高密度的分辨率, 不仅可以准确区分不同层次的复杂密度成分, 还可清晰显示病变的侵犯范围, 对骨质破坏、骨质硬化的检出均明显优于X线片, 能够避免组织之间的重叠, 准确显示硬化程度、侵蚀范围、关节间隙等。其标准多采用Lee等^[13]制订的髋髂关节炎螺旋CT分级标准: 双侧髋髂关节表现正常为0级; 单个层面有少量骨质侵蚀为1级; 可见骨侵蚀层面 $<25\%$, 且关节间隙未改变为2级; 可见骨侵蚀层面 $\geq 25\%$, 并伴有关节间隙狭窄和/或部分强直出现为3级; 髋髂关节间隙消失, 完全强直为4级。但CT无法显示关节软骨、韧带及关节囊的变化^[14], 尤其是急性炎性改变, 如骨髓水肿和滑膜炎, 因此CT对早期没有骨质破坏的髋髂关节炎病变的检出率较低。

3.3 磁共振成像检查 与X线片和CT相比, 磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)不仅具有多平面成像、软组织分辨率高、无辐射的优点, 而且在组织水肿、软骨的变化及组织内脂肪沉积的诊断方面也颇具优势, 有利于提前发现髋髂关节的炎症现象, 提高髋髂关节炎的早期诊断率。MRI在诊断髋髂关节炎时通常采用Braun等^[15]修订的纽约标准进行分级: 0级为髋髂关节无慢性炎症改变。I级为轻度软骨下骨质硬化, 关节间隙不模糊, 关节旁伴/无脂肪沉积; 和/或每层 <2 处骨质侵蚀, 关节间隙处于正常范围 $[(4.2\pm 7)\text{mm}]$ 。II级为中度软骨下骨板硬化, 关节面模糊 $<1/3$, 关节旁伴/无脂肪沉积; 和/或每层 >2 处骨质侵蚀, 未见因侵蚀灶融合而致关节腔假性扩大或狭窄的现象。III级为软骨下骨板硬化明显, 关节腔模糊 $>1/3$, 关节旁伴/无脂肪沉积; 和/或出现骨质侵蚀致关节腔假性扩大现象, 和/或出现关节面骨性突起致 $<1/4$ 关节腔狭窄现象。IV级为明确关节腔强直 $>1/4$, 强直的关节腔被类骨髓组织填充。MRI在诊断及分级判断髋髂关节炎中均有较高确诊率, 临床应

用价值高, 值得推广应用^[16]。

MRI、X线片及CT三者相比, MRI对于细微骨质破坏、硬化的敏感性较差, CT对髋髂关节面增生硬化及关节面侵蚀的检出率均高于MRI、X线片。但金花等^[17]研究表明, MRI对髋髂关节病变的早期诊断率及分级优于CT。近年来, 随着MRI技术的不断发展, 国内外关于髋髂关节炎MRI检查的研究越来越多, 从定性诊断的层面逐步向定量诊断层面发展, 从宏观层面拓展到微观领域, 这提示MRI在髋髂关节炎早期诊断、定量评估其活动性等方面均展现出独特优势。MRI多种功能成像技术均可无创地获得病变组织的血管化程度和灌注情况、水分子的微观弥散运动和生化信息, 用于早期诊断。

3.3.1 磁共振弥散加权成像 MRI功能成像磁共振弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)序列, 是目前唯一能够反映活体内水分子扩散属性的成像方法。DWI图像的信号强度高可直接反映目标区域水分子的弥散程度, 水分子的扩散情况也可通过检测目标区域的表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)值进行量化, ADC值越大提示水分子的扩散能力越强。髋髂关节炎患者的早期特点为病变区出现炎症细胞浸润, 导致细胞外水分子增多、血管通透性增高和关节面下骨髓水肿。水肿区的水分子运动扩散能力增强, ADC值增大。有研究显示髋髂关节炎经治疗后, 病变区的DWI信号减弱, ADC值降低^[18], 提示磁共振DWI序列可作为判断髋髂关节炎的活动性工具之一。

3.3.2 磁共振动态对比增强 磁共振动态对比增强(dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging, DCE-MRI)是成熟的MRI功能成像技术, 能反映人体组织器官的微循环状态。DCE-MRI采用快速、连续的扫描方式, 观察人体组织器官在注射对比剂前、中、后的微循环改变情况; 其时间分辨率较高, 可通过快速、连续扫描, 采集对比剂进入血管后的图像, 分析得出对比剂在血管内外的分布情况, 并根据药物代谢动力学参数, 反映人体组织器官血流灌注情况, 进行半定量和定量分析^[19]。髋髂关节炎早期病变区出现炎症细胞浸润, 导致血管通透性增大, 注射对比剂后, 血管灌注程度增加, 病变区出现明显强化现象。由此可知, 病变区的强化程度及速度与炎症反应程度呈正相关^[20]。DCE-MRI是一项能够反映出

人体组织器官微循环状态的影像学检查技术。

3.3.3 磁共振波谱成像 磁共振波谱成像(magnetic resonance spectroscopy, MRS)是MRI功能成像技术,其利用化学位移现象的成像方法,是当前唯一无创检测人体组织器官的细胞代谢和生理及病理变化的技术,可以分析检测组织器官物质含量、人体代谢变化的定量。MRS在临床上主要用于阿尔茨海默病、炎症病变、各部位肿瘤及脑白质病变等的诊断,目前已被逐步运用在软组织肌肉和骨关节等方面的研究^[21]。髌髌关节炎活动期伴有骨髓水肿,其中水和脂质是骨髓的主要成分,故检测水和脂质比例成分的改变,能够反映出髌髌关节炎的活动度情况。MRS采用较短回波时间进行扫描,采集髌髌关节频谱图像,分析水峰和脂质峰的变化并得出水脂比例情况,可间接地反映出髌髌关节骨髓水肿程度。

3.3.4 磁共振MRI T2*-mapping成像 T2*-mapping是近年来较热门的一项磁共振功能成像技术,其是在梯度回波序列的基础上,利用多回波进行扫描,得出不同回波时间的多组图像,在多组图像上计算出某一组织的T2*值,T2*值包括组织横向弛豫时间(T2值)及不均匀性空间磁场导致的横向弛豫时间,一般情况下T2值>T2*值。目前MRI T2*-mapping技术多用于关节软骨方面的研究,以及在髌髌关节炎方面有软骨成分成像的量化评估研究。髌髌关节炎活动期的主要改变为炎性细胞浸润和骨髓水肿,其炎症程度不同在MRI脂肪抑制T2WI序列上的高信号程度表现也不同,病变区炎性程度越严重则信号强度越高、病变区相对应组织的横向弛豫时间越长^[22],因此利用T2*-mapping成像技术测定T2*弛豫时间值,可以对髌髌关节炎的炎性程度进行定量评估。

3.3.5 磁共振非对称回波的最小二乘估算法迭代水脂分离序列 磁共振非对称回波的最小二乘估算法迭代水脂分离(iterative decomposition of water and fat with echo asymmetry and least-squares estimation-iron sequence, IDEAL-IQ)技术是一种全新的水脂分离成像技术,是目前较为准确的脂肪定量技术。从前的两点式DIXON技术采用对称回波,而IDEAL-IQ采用不对称回波三点法水脂分离技术,能够克服静磁场及射频场不均匀影响,精准测量组织内的脂肪含量。IDEAL-IQ采用多回波(6回波)采集,同时7个峰值的

脂肪峰模型被用于水、脂信号分离,通过多回波幅度图计算R2*弛豫率,保证水脂分离的可靠性和准确性。从前对于髌髌关节炎脂肪沉积灶的研究,主要在于评估病灶范围的大小。近期有研究表明,脂肪沉积是形成骨性强直的重要危险因素,认为脂肪沉积是连接急性炎症与骨性强直的重要环节,脂肪沉积灶的大小随病情及临床治疗方式的不同而发生变化^[23-24]。有研究显示正常股骨头的脂肪含量值低于坏死股骨头^[25]。髌髌关节炎最常见的MRI表现是骨髓水肿及脂肪沉积,其中脂肪沉积是活动性炎症之后出现的首个慢性结构破坏性损伤^[26]。因此,应用IDEAL-IQ技术测量组织内的脂肪含量,可间接反映髌髌关节炎病变程度。

4 小结与展望

近年来随着MRI技术的发展,国内外越来越多学者对有关髌髌关节炎的MRI检查进行研究,现逐步提高到定量诊断层面,与原来的定性诊断层面形成鲜明对比,并从宏观层面拓展到微观领域,在髌髌关节炎早期诊断、定量评估其活动性等方面都展现出独特的优势。因此,将常规传统MRI成像技术与各种定量MRI新技术(如DWI、T2*-mapping、MRS、IDEAL-IQ等)结合起来将成为髌髌关节炎MRI检查发展的主要方向,从而实现髌髌关节炎的早期诊断、早期干预,为延缓病情发展,改善预后,提高生活质量提供帮助。

参 考 文 献

- [1] 蒋峰,邹月芬,王文涛.MRI评估髌髌关节正常骨髓分布变化辅助诊断强直性脊柱炎[J].南京医科大学学报(自然科学版),2019,39(9):1327-1330,1364.
- [2] 董晓强,杨勇,张凌志,等.螺旋CT低剂量扫描和MRI检查在强直性髌髌关节炎中的诊断价值研究[J].检验医学与临床,2015,12(6):812-813.
- [3] 孔祥权,张权.MRI和X线在强直性脊柱炎髌髌关节病变的诊断价值分析[J].现代医用影像学,2020,29(2):264-266.
- [4] Vleeming A, Schuenke MD, Masi AT, et al. The sacroiliac joint: an overview of its anatomy, function and potential clinical implications[J]. J Anat, 2012, 221(6): 537-567.
- [5] El Rafei M, Badr S, Lefebvre G, et al. Sacroiliac joints: anatomical variations on MR images[J]. Eur Radiol,

- 2018, 28(12): 5328-5337.
- [6] Braun J, Bollow M, Neure L, et al. Use of immunohistologic and in situ hybridization techniques in the examination of sacroiliac joint biopsy specimens from patients with ankylosing spondylitis[J]. *Arthritis Rheum*, 1995, 38(4): 499-505.
- [7] 侯志铎, 肖征宇. 对放射学阴性中轴脊柱关节炎骶髂关节病理研究的再认识[J]. *中华风湿病学杂志*, 2017, 21(4): 217-219.
- [8] 梁碧玲. 骨与关节疾病影像诊断学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2006: 660-676.
- [9] Zhang JB, Wang ZY, Chen J, et al. The expression of human leukocyte antigen G (HLA-G) is associated with sacroiliitis stages of ankylosing spondylitis[J]. *Immunol Lett*, 2013, 152(2): 121-125.
- [10] 白人驹, 张雪林. 医学影像诊断学[M]. 3版. 北京: 人民卫生出版社, 2010: 589-590.
- [11] 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.
- [12] 黄振国, 张雪哲, 洪闻, 等. 早期强直性脊柱炎骶髂关节病变的X线、CT和MRI对比研究[J]. *中华放射学杂志*, 2011, 45(11): 1040-1044.
- [13] Lee YH, Hong YS, Park W, et al. Value of multidetector computed tomography for the radiologic grading of sacroiliitis in ankylosing spondylitis[J]. *Rheumatol Int*, 2013, 33(4): 1005-1011.
- [14] 张晋清, 董瑞生. 强直性脊柱炎骶髂关节病变的螺旋CT磁共振成像对照研究[J]. *实用医学影像杂志*, 2014, 15(4): 292-294.
- [15] Braun J, Bollow M, Seyrekbasan F, et al. Computed tomography guided corticosteroid injection of the sacroiliac joint in patients with spondyloarthropathy with sacroiliitis: clinical outcome and followup by dynamic magnetic resonance imaging[J]. *J Rheumatol*, 1996, 23(4): 659-664.
- [16] 梁健成, 张延伟, 肖衍. 强直性骶髂关节炎采取螺旋CT与MRI扫描的临床价值比较[J]. *影像研究与医学应用*, 2020, 4(10): 13-15.
- [17] 金明花, 马湘乔, 胡冰. CT与MRI检查强直性脊柱炎骶髂关节病变的临床分析[J]. *医学影像学杂志*, 2016, 26(11): 2089-2091.
- [18] 王娟, 张家雄, 周守国. 扩散加权成像及动态增强MRI在强直性脊柱炎骶髂关节炎疗效评估中的价值[J]. *放射学实践*, 2019, 34(1): 60-64.
- [19] 李筱倩, 朱建忠, 赵鲁平, 等. 磁共振DWI联合DCE序列诊断早期强直性脊柱炎骶髂关节改变[J]. *放射学实践*, 2015, 30(6): 679-682.
- [20] 曲哲, 钱邦平, 邱勇. MRI在强直性脊柱炎诊疗中的应用进展[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2016, 26(9): 850-853.
- [21] 尚伟, 余卫, 林强, 等. 椎体骨髓状况的磁共振波谱评估[J]. *实用放射学杂志*, 2010, 26(1): 63-66.
- [22] 刘玉涛, 洪国斌, 周盼妍, 等. MR功能成像对早期强直性脊柱炎骶髂关节的定量评估[J]. *实用放射学杂志*, 2016, 32(12): 1915-1918.
- [23] Maksymowych WP, Wichuk S, Chiowchanwisawakit P, et al. Fat metaplasia and backfill are key intermediaries in the development of sacroiliac joint ankylosis in patients with ankylosing spondylitis[J]. *Arthritis Rheumatol*, 2014, 66(11): 2958-2967.
- [24] Poddubnyy D, Listing J, Sieper J. Brief report: course of active inflammatory and fatty lesions in patients with early axial spondyloarthritis treated with infliximab plus naproxen as compared to naproxen alone: results from the infliximab As first line therapy in patients with early active axial spondyloarthritis trial[J]. *Arthritis Rheumatol*, 2016, 68(8): 1899-1903.
- [25] 韩晓蕊, 洪郭驹, 刘宇, 等. 单侧激素性股骨头坏死患者正常侧股骨头脂肪含量及局部微循环: MR IDEAL-IQ和IVIM-DWI研究[J]. *放射学实践*, 2017, 32(12): 1291-1294.
- [26] 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.

(收稿日期: 2024-02-19 修回日期: 2024-04-23)