

Application progresses of MRI in diagnosis of inflammatory bowel disease

QIN Xingru, REN Ying*

(Department of Radiology, Shengjing Hospital of China Medical University, Shenyang 110004, China)

[Abstract] Inflammatory bowel disease (IBD) is a group of chronic nonspecific inflammatory diseases, including Crohn's disease (CD) and ulcerative colitis (UC). IBD has a long course of disease, different severity of illness, easy recurrence and prolonged unhealed, and eventually leads to intestinal narrowing and even malignant transformation. The treatment strategies of IBD are related to the activity and severity of the disease. The rapid development of MRI technology provides a new choice of diagnosis for IBD. The application progresses of conventional MRI and relative new technologies in diagnosis of IBD were reviewed in this article.

[Key words] Inflammatory bowel diseases; Magnetic resonance imaging

DOI:10.13929/j.1003-3289.201802104

MRI 诊断炎性肠病的应用进展

秦幸茹, 任莹*

(中国医科大学附属盛京医院放射科, 辽宁 沈阳 110004)

[摘要] 炎性肠病(IBD)是一组慢性非特异性炎性疾病,主要包括克罗恩病和溃疡性结肠炎,其病程较长,病情轻重不一,易反复发作、迁延不愈,最终导致肠道狭窄、甚至恶变。对于 IBD 的治疗策略与疾病的活动性及严重程度相关。MRI 技术的快速发展为诊断 IBD 提供了新的选择。本文就常规 MRI 及其新技术在 IBD 诊断中的应用进展进行综述。

[关键词] 炎性肠病;磁共振成像

[中图分类号] R574.62; R445.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2018)11-1736-04

炎性肠病(inflammatory bowel disease, IBD)的发病率逐年上升。MRI 具有安全、无辐射等优势,能提供良好的软组织对比度,具有多平面成像能力,可客观地显示肠道透壁或壁外病变及其并发症,并能定量评估病变的活动性,为临床决策、观察疗效发挥重要作用,尤其适用于对 IBD 患儿的长期随访。本文就常规 MRI 及其新技术在 IBD 诊断中的应用进展进行综述。

1 常规 MRI

常规序列联合脂肪抑制序列能提高 MR 诊断肠

壁水肿和肠外炎性改变的效能,包括肠管周围淋巴结改变。脂肪抑制序列可很好地区分急性期肠壁黏膜下水肿和慢性期肠壁黏膜下脂肪沉积。增强扫描能更好地显示肠外并发症等病变,且可辨别是否为肠壁病变或肠内容物,如肛周瘘和脓肿。多项研究^[1-3]发现高分辨率 MR 序列诊断肠溃疡、瘘管和脓肿的准确率高。常规 MRI 诊断受累肠段病灶及疾病后遗症的敏感度和特异度与增强 MRI 相似^[4]。

2 DWI

DWI 利用细胞及亚细胞水平水分子的运动提供图像对比度。有学者^[5]定量分析溃疡性结肠炎(ulcerative colitis, UC)患者直肠、乙状结肠和病理学结肠周围淋巴结(pathologic pericolic lymph nodes, PCLNs)的 ADC 值及正常淋巴结 ADC 值,发现病变肠段于缓解期 ADC 值升高而活动期 ADC 减低,尤其

[基金项目] 国家自然科学基金青年科学基金项目(81301265)。

[第一作者] 秦幸茹(1991—),女,山西运城人,在读硕士。研究方向:炎性肠病 MRI。E-mail: 502815745@qq.com

[通信作者] 任莹,中国医科大学附属盛京医院放射科,110004。

E-mail: renying79@126.com

[收稿日期] 2018-02-25 **[修回日期]** 2018-08-02

直肠,而 PCLNs 的 ADC 值则与疾病活动度无关。通过对 UC 患者进行无肠道准备 MR 检查,发现 b 值为 800 s/mm^2 ($0, 400, 600, 800, 1\ 000 \text{ s/mm}^2$) 时 DWI 诊断准确率最高,炎性肠段与正常肠段的 ADC 值差异有统计学意义 ($P < 0.05$),提示 DWI 联合常规无肠道准备 MRI 可区分肠道炎症和正常黏膜段^[6]。表明 b 值为 800 s/mm^2 时图像信噪比和对比度显示最佳,同时诊断活动性克罗恩病 (Crohn's disease, CD) 病灶的敏感度更高^[7]。肠道纤维化也会导致 ADC 值降低^[8-9]。此外,有研究^[10]表明 DWI 可准确区分非活性及轻度、中度及重度活动性 CD,且区分活性与非活性炎症的准确率优于常规 MR 肠道造影 (MR enterography, MRE),提示 ADC 可能比传统 MRE 更适于监测 CD 的活动性。有学者^[11]采用 MRE 联合 DWI 及肠镜观察及随访治疗前后 CD 患者,发现症状改善者 (包括完全缓解及炎症减少) 与未改善者 (包括炎症不变及炎症增加) 之间 ADC 的变化 (ΔADC) 差异有统计学意义,且 ΔADC 和治疗前后 MR 活动指数变化 ($\Delta\text{CD MRI activity index}$, ΔCDMI) 与炎症改善呈显著负相关,提示 DWI 可定量、定性监测 CD 治疗后肠道炎症。

对扫描体的易感性和有限的空间分辨率是 DWI 的主要缺点。Neubauer 等^[12]认为 DWI 诊断 IBD 需适当扩张肠道,否则可能导致假阳性。DWI 联合常规 MR 序列可克服有限的空间分辨率,且诊断 IBD 的准确率高于二者单独使用。

3 扩散峰度成像 (diffusion kurtosis imaging, DKI)

DKI 是 DWI 及 DTI 技术的延伸,是基于体内水分子非高斯扩散运动原理进行成像的一种新兴 MRI 技术。与 DWI 相比,DKI 可准确地反映人体非均匀水的扩散运动。DKI 需至少使用 3 个不同 b 值及 15 个扩散梯度场方向,且须包含 $b=0$ 。研究^[13-15]发现 DKI 可提高前列腺、肾脏和乳腺疾病的检出率,且能改善疾病分级^[16]。

有学者^[17]采用 DKI ($b=0 \sim 2\ 000 \text{ s/mm}^2$) 和 DWI 观察 CD 患者,以 MR 指数评分进行分级,测量并比较不同炎症分级 CD 患者的去除非高斯分布的校正 ADC 值 (D_{app})、平均峰度 (K_{app}) 及 DWI 上非高斯分布的 ADC 值,结果显示非活动性 CD 度和中重度 CD 患者的 K_{app} 、 D_{app} 、ADC 值差异均有统计学意义,各肠段 D_{app} 和 ADC 值与 MR 指数呈良好的相关性; K_{app} 阈值为 0.703 时,鉴别活动性与非活动性 CD 的敏感度为 89%,特异度为 95%,提示 DKI 对 CD 炎症

活动性进行分级的准确性可能优于常规 DWI。

4 动态增强 MRI (dynamic contrast enhanced MRI, DCE-MRI)

动态增强即于静脉注射对比剂前、中、后快速采集一系列 T1WI,可提供肠壁的灌注功能参数,并进一步描述 UC 的活动状态。半定量参数包括信号强度-时间、增强斜率、峰值时间及相对最大增强,定量参数包括血浆与细胞外细胞间隙 (extravascular extracellular space, EES) 血管容量转移常数 (K^{trans} , 单位 ml/min)、血管外 EES 容积分数 (V_e)、EES 与血浆间速率常数 (K_{ep} , 单位 ml/min) 和血浆容量分数 (V_p)。 K^{trans} 主要反映内皮细胞的完整性和血管的渗透性, V_e 提示 ROI 坏死和细胞化程度,理论上 $K_{\text{ep}} = K^{\text{trans}} / V_e$,提示 K^{trans} 、 V_e 值的影响因素 (微血管通透性、渗漏到血管外细胞外间隙对比剂的量、血管内外的渗透压等) 均有可能影响 K_{ep} 。

研究^[18]发现与正常肠壁相比,病变肠壁的初始斜率增加,增强的比例较高;病变活动组 UC 的特点为肠壁强化峰值最高、达峰时间 (T_{peak}) 最短, TIC 呈速升缓降型; T_{peak} 的长短反映 UC 病变血管生成的特征,可为鉴别活动与非活动病变肠段提供参考。

有学者^[19]采用 DCE-MRI 联合 DWI-MRI 评价 IBD 患者,发现病变组 K^{trans} 、 V_e 及 K_{ep} 明显高于对照组,而 ADC 值低于对照组;且 K^{trans} 和 V_e 与 C 反应蛋白 (C-reactive protein, CRP) 的相关性良好,而 ADC 值与 CRP 呈负相关,提示 DCE-MRI 和 DWI-MRI 可定量评估 IBD 疾病活动性、严重程度及治疗前后的变化。此外,有学者^[20]发现 K^{trans} 联合血容量评估 CD 治疗反应的能力强于单独使用二者,有利于提高预测能力。

5 MRE

MRE 检查前需受检者空腹 4~6 h 及充分扩张肠道,排空膀胱以减少对肠循环的压迫,同时减轻患者的不适。MRE 对诊断 IBD 患儿作用尤其重要,有助于鉴别诊断 UC 与 CD^[21]。

有学者^[22]以肠镜为金标准,采用 CT 小肠造影 (CT enterography, CTE) 和 MRE 评估 CD 患儿病变肠段,发现肠壁影像学特征与炎症活动性的相关性良好,根据肠壁增厚和肠壁增强程度进行诊断的准确性较高;而 MRE 所见肠外影像学特征 (充血血管内皮细胞、肠外水肿及纤维脂肪增生) 的诊断效能低于 CTE。MRE 与肠镜密切相关,特别是患者有肠镜检查禁忌证或严重疾病不能接受肠镜检查时^[23],MRE 可辅助

或替代肠镜检查。MRE 已成为评价 CD 患儿的主要成像方式,但小肠 MRE 需要进行封闭扫描,检查时间长,可能需要镇静或麻醉患儿。

6 MR 结肠成像(MR colonography, MRC)

MRC 是运用专业计算机软件对扫描的原始数据进行图像后处理,诊断疾病活动性、位置、严重程度和并发症,尤其是 CD 特征性病变穿透和狭窄的准确率较高。有学者^[24]采用 MRC 和结肠镜检查 UC 患者的病变肠段,并分析病变的炎性程度,发现 MRC 诊断病变肠段的阳性预测值为 100%,敏感度为 64%;且与肠镜对直肠、乙状结肠炎症病变的诊断一致性好,提示 MRC 可准确诊断 UC 重度发作,且与直肠、乙状结肠镜检结果显著相关。还有学者^[18]发现 MRC 诊断 UC 的活动性及严重程度的准确率较高。

7 MR 磁化转移成像 (magnetization transfer imaging, MTI)

急性活动性炎症和纤维化均可导致肠管狭窄,而针对不同病因的治疗策略不同:对于纤维化所致狭窄需给予机械性治疗(外科手术或内镜治疗),而急性炎症所致狭窄则需抗感染药物治疗。由于纤维化和急性炎症常同时存在,现有影像学方法不能可靠、准确地区分二者。MTI 技术可反映从游离水分子中的质子到大分子如胶原蛋白之间的能量转移。有学者^[25]基于动物模型研究发现 MTI 联合 T2WI 比值(相对于棘突旁肌肉)能检测同时存在炎症的肠段的纤维化程度,且诊断效能好于单独使用二者。Pazahr 等^[26]发现 MTI 可定量评估 CD,且图像质量满意。江肖松等^[27]对 CD 患者行平扫及增强 MR、MTI 和 DWI 检查,发现 MTI 有助于检测 CD 肠壁纤维化,慢性纤维化组 MTI 值高于炎症+纤维化组,且均高于急性炎症组,提出 MTI 和 DWI 均可用于评估 CD 肠壁性质,且二者鉴别急性炎症与纤维化的效能接近。

8 MR 运动成像

MR 运动成像通过绘图分析肠腔直径随时间的变化,由此分析肠道运动^[28]。Cullmann 等^[29-30]发现 CD 的严重程度与运动损伤等级显著相关,相比正常人,活动性或慢性 CD 患者的肠道运动性差异有统计学意义,但活动性与慢性 CD 患者间差异无统计学意义;此外,非炎症末端回肠的运动指数明显大于活动性炎症部位,运动指标与内镜组织病理学急性炎症评分和基于标准 MRE 序列的活动评分呈显著负相关。

综上所述,MRI 新技术如 DWI、DCE-MRI 及 MR 运动成像可提供重要的定量参数,DWI 可提高诊断肠

外并发症的准确性^[31-32],MTI 可鉴别纤维化与炎症。常规 MRI 及新技术为诊断 IBD 及评估病变严重程度提供了新的选择,可更好地指导临床进行个性化治疗。

[参考文献]

- [1] Kilcoyne A, Kaplan JL, Gee MS. Inflammatory bowel disease imaging: Current practice and future directions. *World J Gastroenterol*, 2016,22(3):917-932.
- [2] Sinha R, Rajiah P, Murphy P, et al. Utility of high-resolution MR imaging in demonstrating transmural pathologic changes in Crohn disease. *Radiographics*, 2009,29(6):1847-1867.
- [3] Sinha R, Murphy P, Sanders S. et al. Diagnostic accuracy of high-resolution MR enterography in Crohn's disease: Comparison with surgical and pathological specimen. *Clin Radiol*, 2013, 68 (9):917-927.
- [4] Menys A, Atkinson D, Odille F, et al. Quantified terminal ileal motility during MR enterography as a potential biomarker of Crohn's disease activity: A preliminary study. *Eur Radiol*, 2012, 22(11):2494-2501.
- [5] Kılıçkesmez O, Soyulu A, Yaşar N, et al. Is quantitative diffusion-weighted MRI a reliable method in the assessment of the inflammatory activity in ulcerative colitis? *Diagn Interv Radiol*, 2010, 16(4):293-298.
- [6] Yu LL, Yang HS, Zhang BT, et al. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging without bowel preparation for detection of ulcerative colitis. *World J Gastroenterol*, 2015, 21 (33): 9785-9792.
- [7] Qi F, Jun S, Qi QY, et al. Utility of the diffusion-weighted imaging for activity evaluation in Crohn's disease patients underwent magnetic resonance enterography. *BMC Gastroenterol*, 2015,15:12.
- [8] Taouli B, Tolia AJ, Losada M, et al. Diffusion-weighted MRI for quantification of liver fibrosis: Preliminary experience. *AJR Am J Roentgenol*, 2007,189(4):799-806.
- [9] Tielbeek JA, Ziech ML, Li Z, et al. Evaluation of conventional, dynamic contrast enhanced and diffusion weighted MRI for quantitative Crohn's disease assessment with histopathology of surgical specimens. *Eur Radiol*, 2014(24):619-629.
- [10] Li XH, Sun CH, Mao R, et al. Diffusion-weighted MRI enables to accurately grade inflammatory activity in patients of ileocolonic Crohn's disease: Results from an observational study. *Inflamm Bowel Dis*, 2017,23(2):244-253.
- [11] Jimi H, Kyung JK, Seong HP, et al. Diffusion-weighted MR enterography to monitor bowel inflammation after medical therapy in Crohn's disease: A prospective longitudinal study. *Korean J Radiol*, 2017,18(1):162-172.
- [12] Neubauer H, Pabst T, Dick A, et al. Small-bowel MRI in children and young adults with Crohn disease: Retrospective head-to-head comparison of contrast-enhanced and diffusion-

- weighted MRI. *Pediatr Radiol*, 2013, 43(1):103-114.
- [13] Wang Q, Li H, Yan X, et al. Histogram analysis of diffusion kurtosis magnetic resonance imaging in differentiation of pathologic Gleason grade of prostate cancer. *Urol Oncol*, 2015, 33(8):337.e15-e24.
- [14] Sun K, Chen X, Chai W, et al. Breast cancer: Diffusion kurtosis MR imaging-diagnostic accuracy and correlation with clinical pathologic factors. *Radiology*, 2015, 277(1):46-55.
- [15] Huang Y, Chen X, Zhang Z, et al. MRI quantification of non-Gaussianwater diffusion in normal human kidney: A diffusional kurtosis imaging study. *NMR Biomed*, 2015, 28(2):154-161.
- [16] Dai Y, Yao Q, Wu G, et al. Characterization of clear cell renal cellcarcinoma with diffusion kurtosis imaging: Correlation between diffusion kurtosis parameters and tumor cellularity. *NMR Biomed*, 2016, 29(7):873-881.
- [17] Huang L, Li XH, Huang SY, et al. Diffusion Kurtosis MRI versus conventional diffusion-weighted imaging for evaluating inflammatory activity in Crohn's disease. *J Magn Reson Imaging*, 2018, 43(7):702-709.
- [18] Ordas I, Rimola J, Garcia-Bosch O, et al. Diagnostic accuracy of magnetic resonance colonography for the evaluation of disease activity and severity in ulcerative colitis: A prospective study. *Gut*, 2013, 62(11):1566-1572.
- [19] Zhu J, Zhang F, Luan Y, et al. Can dynamic contrast-enhanced MRI (DCE-MRI) and diffusion-weighted MRI (DW-MRI) evaluate inflammation disease: A preliminary study of Crohn's disease. *Medicine (Baltimore)*, 2016, 95(14):e3239.
- [20] Zhu J, Zhang FM, Zhou JF, et al. Assessment of therapeutic response in Crohn's disease using quantitative dynamic contrast enhanced MRI (DCE-MRI) parameters: A preliminary study. *Medicine (Baltimore)*, 2017, 96(32):e7759.
- [21] Greer ML. How we do it: MR enterography. *Pediatr Radiol*, 2016, 46(6):818-828.
- [22] Heather IG, Sharatz SM, Taphey M, et al. Comparison of CT enterography and MR enterography imaging features of active Crohn disease in children and adolescents. *Pediatr Radiol*, 2017, 47(10):1321-1328.
- [23] Marchioni BR, Kane S. Current approaches to the management of new-onset ulcerative colitis. *Clin Exp Gastroenterol*, 2014, 9(7):111-132.
- [24] Savoye-Collet C, Roset JB, Koning E, et al. Magnetic resonance colonography in severe attacks of ulcerative colitis. *Eur Radiol*, 2012, 22(9):1963-1971.
- [25] Dillman JR, Swanson SD, Johnson LA, et al. Comparison of noncontrast MRI magnetization transfer and T2-Weighted signal intensity ratios for detection of bowel wall fibrosis in a Crohn's disease animal model. *J Magn Reson Imaging*, 2015, 42(3):801-810.
- [26] Pazahr S, Blume I, Frei P, et al. Magnetization transfer for the assessment of bowel fibrosis in patients with Crohn's disease: initial experience. *MAGMA*, 2013, 26(3):291-301.
- [27] 江肖松, 李雪华, 黄斯韵, 等. 磁化传递成像与扩散加权成像对克罗恩病肠壁性质的诊断价值. *中华放射学杂志*, 2017, 51(1):28-32.
- [28] Bickelhaupt S, Froehlich JM, Cattin R, et al. Software-assisted small bowel motility analysis using free-breathing MRI: Feasibility study. *J Magn Reson Imaging*, 2014, 39(1):17-23.
- [29] Cullmann JL, Bickelhaupt S, Froehlich JM, et al. MR imaging in Crohn's disease: Correlation of MR motility measurement with histopathology in the terminal ileum. *Neurogastroenterol Motil*, 2013, 25(9):e749-e577.
- [30] Bickelhaupt S, Pazahr S, Chuck N, et al. Crohn's disease: Small bowel motility impairment correlates with inflammatory-related markers C-reactive protein and calprotectin. *Neurogastroenterol Motil*, 2013, 25(6):467-473.
- [31] 周金发, 朱建国, 李海歌, 等. MRI 定量参数评估肠道克罗恩病病变活动性. *中国医学影像技术*, 2016, 32(12):1895-1899.
- [32] 李雪华, 江肖松, 蔡华崧, 等. 磁共振扩散加权成像评估克罗恩病活动性. *中国医学影像技术*, 2016, 32(4):547-551.

《医学影像信息学》已出版

由全军医学影像中心、全国学科排名位居前 10 位的南京军区南京总医院医学影像科(南京大学附属金陵医院)王骏主编的高等医学院校教材《医学影像信息学》由北京大学医学出版社出版发行(ISBN978-7-5659-0991-7)。该书以数字图像为基础,介绍了利用各种医学影像后处理技术提取医学影像相关信息,阐述网络技术的存储、传输和查阅,并对如何利用各类搜索引擎短时、精准查阅所需的医学影像相关信息进行了分析,是多学科专家学者共同努力的结晶。该书适合医学影像、生物医学工程及相关医学类在校学生及同行使用。

欲购此书者敬请将 36 元(含包装费+邮费+挂号费)寄至:南京三牌楼新门口 4 号 7 幢 402 室王骏,邮编:210003,敬请在留言栏中注明书名及手机号。