



表观扩散系数值评估克罗恩病的活动性

廖亮, 曾艳, 王利娜, 徐云霞, 钱银锋

(安徽医科大学第一附属医院放射科, 安徽 合肥 230022)

摘要:目的 探讨 ADC 值评估克罗恩病(CD)活动性的价值。方法 回顾性分析 35 例经组织病理学证实的 CD 患者的磁共振小肠成像(MRE)及 DWI 资料, 测量病变肠壁 ADC 值, 以 CD 活动指数(CDAI)作为疾病活动性参考标准, 分析 ADC 值与 CD 活动性的关系。结果 35 例病例中, CD 缓解期(CDAI<150)14 例, 活动期(CDAI≥150)21 例, 缓解期和活动期病变肠壁 ADC 值分别为 $(1.51 \pm 0.27) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、 $(1.23 \pm 0.16) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, 两者差异有统计学意义($P < 0.05$)。病变肠壁 ADC 值与 CDAI 评分呈负相关($r = -0.823, P < 0.05$)。ROC 曲线分析显示, ADC 值评估 CD 活动性的 AUC 较大, 为 0.912。当 ADC 阈值为 $1.32 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, 其诊断 CD 活动性的敏感性、特异性分别为 92.9%、85.7%。结论 MR 定量参数 ADC 值可较准确地评估 CD 的活动性。

关键词: 扩散加权成像; 克罗恩病; 活动性

DOI: 10.3969/j.issn.1002-1671.2019.01.016

中图分类号: R445.2; R573; R574 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1671(2019)01-0065-04

Assessment of Crohn's disease activity with apparent diffusion coefficient value

LIAO Liang, ZENG Yan, WANG Lina, XU Yunxia, QIAN Yinfeng

(Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230022, China)

Abstract: Objective To assess the value of ADC value for evaluating inflammatory activity in patients with Crohn's disease (CD). **Methods** MR enterography (MRE) and DWI data of 35 patients with histopathologically proven CD were analyzed retrospectively. Taking Crohn's disease activity index (CDAI) as reference of CD activity, ADC values of intestinal wall involved by CD were measured, and the relationship between ADC values and CD activity was analyzed. **Results** Of the 35 patients, 14 were in remission of CD (CDAI<150) and 21 were active CD (CDAI≥150). The ADC values of catabatic and activity segment were $(1.51 \pm 0.27) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ and $(1.23 \pm 0.16) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ respectively, with a significant statistical difference ($P < 0.05$). The ADC value was inversely correlated with CDAI ($r = -0.823, P < 0.05$). The ADC value showed good diagnostic accuracy for CD activity with ROC analysis (AUC=0.912). Taking ADC value of $1.32 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ as threshold, the diagnostic sensitivity and specificity was 92.9% and 85.7% respectively. **Conclusion** Quantitative parameters of MR (ADC value) can be used to assess the inflammatory activity of CD with high accuracy.

Key words: diffusion weighted imaging; Crohn's disease; activity

克罗恩病(Crohn's disease, CD)是胃肠道慢性非特异性炎性肉芽肿性病变,好发于青壮年,病因不明,多数人认为与自身免疫、感染及遗传等有关,本病可累及从口腔到肛门的消化道任何部分,呈节段性或跳跃式分布,以回肠末端最常见。CD 的临床分期包括缓解期和活动期,不同时期治疗方法不同,临床对 CD 活动性评估多采用 CD 活动指数(Crohn's disease activity index, CDAI)。近年来,因 MRI 具有无辐射、软组织分辨率高等优点,且能显示 CD 肠壁、肠外改变和并发症等情况,在 CD 中的应用越来越广泛^[1-3]。而 MR DWI 作为一种功能 MRI 方法,可反映组织内水分子扩散受限程度,并可通过测量 ADC 值进行定量分析,

已有学者研究证实^[4-5],其对 CD 的诊断及活动性评估具有较大价值。但现有报道仍较少,本研究旨在探讨 ADC 值对评估 CD 活动性的价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本组 35 例 CD 病例,均为 2015 年 1 月至 2017 年 12 月安徽医科大学第一附属医院住院患者,所有病例均有完整的磁共振小肠成像(magnetic resonance enterography, MRE)+DWI 资料,且经结肠镜和病理证实,后行 CDAI 评分, CDAI<150 分为缓解期, CDAI≥150 分为活动期。其中女 12 例,男 23 例,年龄 12~64 岁,平均(29.6±14.8)岁,缓解期 14 例,活动期 21 例(轻度 14 例,中度 7 例)。病程 3~72 个月,所有病例均表现为反复腹痛、腹泻,其中 4 例伴有肛周脓肿形成,1 例伴有关节酸痛,1 例伴有腹部包块,病变

作者简介: 廖亮(1983-),男,安徽省宿州市人,在职硕士,主治医师。研究方向:腹部影像学。

通信作者: 钱银锋, E-mail: 894206876@qq.com

肠管包括回肠、回盲部、升结肠、横结肠、降结肠及乙状结肠。

1.2 检查方法 患者检查前禁食、禁饮 6 h 并做肠道准备(口服缓泻药或清洁灌肠),检查前 45 min 嘱患者口服 2.5% 等渗甘露醇溶液 1 500~2 000 mL 充盈肠道,每 15 min 口服 500 mL。使用 GE HDxt 3.0T MR 成像仪和体部相控阵表面线圈,仰卧位,均行常规 MRE 扫描序列及 DWI,包括冠状位及轴位稳态采集快速成像(fast imaging employing steady state acquisition, FIESTA)序列;层厚 4 mm,层间距 0.6 mm,TR 3.1 ms,TE 1.1 ms,矩阵 192×224,FOV 35 cm×35 cm,NEX 1。肘静脉注射 20 mg 654-2 后,冠状位、轴位 T₂WI 采用脂肪/非脂肪抑制单次激发快速自旋回波(single shot fast spin echo, SSFSE)序列;TR 1 800 ms,TE 72 ms,层厚 4 mm,层间距 0.6 mm,矩阵 384×192,NEX 0.58。T₁WI 采用肝脏容积加速采集(liver acquisition with volume acceleration, LAVA)序列;TR 2.7 ms,TE 1.3 ms, TI 5.0 ms,层厚 3 mm,层间距 1.5 mm,矩阵 270×224,NEX 0.75。平扫后行多期增强扫描,经肘静脉团注 0.1 mmol/kg 的 Gd-DTPA,注射流率为 2.0 mL/s,随后注入 20 mL 生理盐水,分别于 30 s、70 s 采集冠状位图像,后行全腹轴位扫描,成像参数同平扫 LAVA T₁WI 序列。冠状位 DWI 采用自旋回波/EPI 序列,层厚 4 mm,层间距 0.6 mm,TR 1 800 ms,TE 56.6 ms,矩阵 96×130,b 值=500 s/mm²,NEX 5。

1.3 图像获取及分析 将获得的 DWI 原始数据传到 GE ADW4.6 工作站,经处理得到 ADC 图,ROI 选择参考 MRE 图像,在肠壁增厚且 DWI 信号最高处,重复测量 3 次 ADC 值,取平均值。

1.4 统计学分析 获取的数据采用 SPSS 16.0 软件进行统计学分析,计量资料均以 $\bar{x} \pm s$ 表示。缓解期、活动期 ADC 值及 CDAI 值的比较采用两独立样本 *t* 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。采用 *Pearson* 分析方法对 ADC 值与 CDAI 值进行相关分析,对 ADC 值进行 ROC 曲线分析,计算 AUC,并确定 ADC 阈值,获得其分期的敏感性和特异性。

2 结果

CDAI 评分结果显示,35 例 CD 病例中,缓解期 CDAI 低于活动期,差异有统计学意义($P < 0.05$),病变肠壁与正常肠壁相比,DWI 呈高信号,ADC 图呈低信号,缓解期病变肠壁 ADC 值高于活动期,两者差异有统计学意义($P < 0.05$)(表 1;图 1,2)。采用 *Pearson* 分析方法对病变肠壁 ADC 值与临床 CDAI 评分进行相关性分析,结果显示两者呈负相关($r = -0.823, P <$

0.05)(图 3)。以 CDAI 评分作为活动性参考标准,ADC 值评估 CD 活动性的 ROC 曲线见图 4,AUC 为 0.912,当 ADC 阈值为 $1.32 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,其评估 CD 活动性的敏感性、特异性分别为 92.9%、85.7%。

表 1 缓解期、活动期 ADC 值、CDAI 值比较结果

	ADC($\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)	CDAI
缓解期	1.51±0.27	102.9±27.5
活动期	1.23±0.16	211±46.7
<i>t</i> 值	4.613	-7.782
<i>P</i> 值	0.000	0.000

3 讨论

CD 是一种慢性复发性炎症性肠病,好发于青壮年,临床上以腹痛、腹泻、体质量减轻、腹部包块、瘻管形成和肠梗阻等为特征,准确判断病变肠段范围并评估其活动性对治疗方案的选择至关重要^[6]。临床采用的 CDAI 评分最早由 Best 等^[7]提出,因简便、有效而广泛应用,故本研究采用 CDAI 作为衡量标准,评价 ADC 值对 CD 活动性的评估价值。

Shenoy-Bhangle 等^[8]研究表明病变肠壁 ADC 值为 $(1.56 \pm 0.7) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,正常肠壁 ADC 值为 $(2.58 \pm 1.4) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,病变肠壁 ADC 值低于正常肠壁。其机制可能是炎症肠壁内炎性细胞浸润,使肠壁内细胞水肿、密集,并伴有肉芽组织增生和微小脓肿形成,导致细胞间隙减少,水分子扩散受限,而炎症越重,则上述炎性反应越严重,从而表现出 ADC 值降低^[9]。本研究结果进一步证实了上述理论,病变肠壁 ADC 值与 CDAI 评分呈负相关($r = -0.823, P < 0.05$),活动期肠壁 ADC 值 $(1.23 \pm 0.16) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 低于缓解期 $(1.51 \pm 0.27) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,且与蓝星等^[10]的研究结果大致相符。但本研究中活动期 ADC 值明显高于 Li 等^[11]的研究结果,其报道活动期 ADC 值为 $(0.92 \pm 0.18) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,原因可能与病例收集有关,本研究收集的活动期病例均为轻中度,无重度活动期,导致活动期 ADC 值偏高。

本研究中 ADC 阈值取 $1.32 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 时,其评估 CD 活动性的敏感性、特异性分别为 92.9%、85.7%,但因为受样本选取、扫描参数及分期参考标准的影响,不同研究获得的 ADC 阈值差异较大。Li 等^[11]研究表明,ADC 阈值为 $1.17 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 时,其诊断 CD 活动性的敏感性为 100%,特异性为 88.0%。而 Buisson 等^[12]则以 MR 活动指数为分期标准,得出 ADC 的最佳阈值为 $1.6 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,其敏感性、特异性分别为 82.4%、100%。Hordonneau 等^[13]同样以

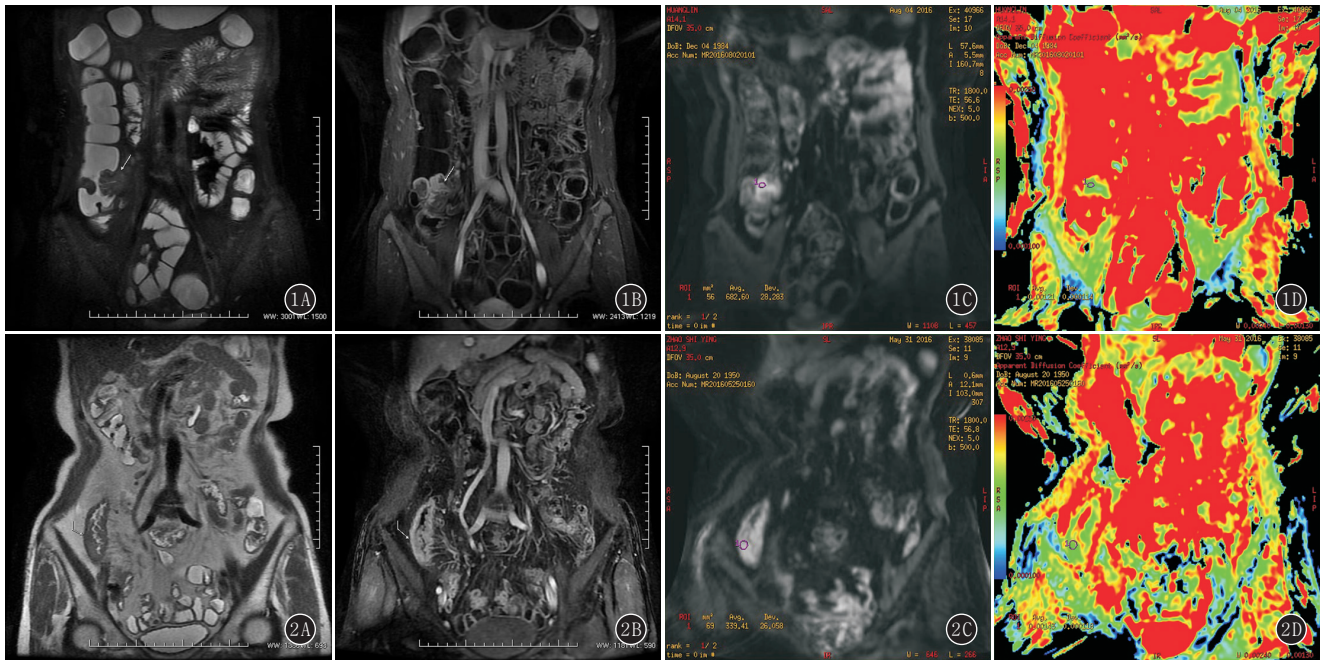


图 1A~D 女, 31 岁, CD 活动期。A. T₂WI 示回盲部肠壁增厚; B. 增强 T₁WI 序列示回盲部肠壁明显强化; C, D. DWI 图示回盲部肠壁呈高信号, ADC 图病灶呈低信号, 测量 ADC 值为 $1.21 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$
图 2A~D 女, 55 岁, CD 缓解期。A. T₂WI 示末端回肠肠壁增厚; B. 增强 T₁WI 序列示末端回肠肠壁明显强化; C, D. DWI 图示末端回肠肠壁呈高信号, ADC 图病灶呈低信号, 测量 ADC 值为 $1.43 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$

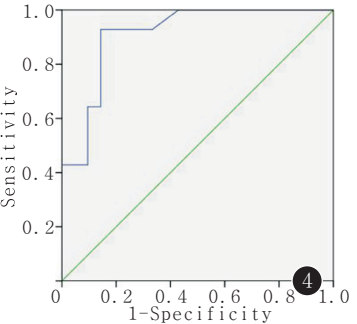
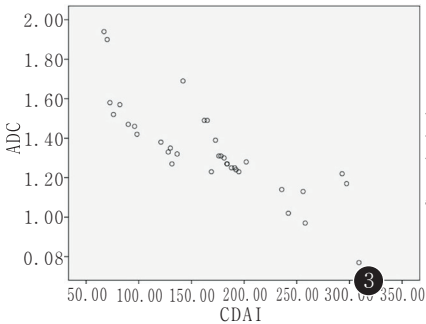


图 3 ADC 值与 CDAI 评分的相关性散点图 图 4 缓解期、活动期 ADC 值 ROC 曲线图

MR 活动指数为标准, 认为 ADC 的最佳阈值为 $1.9 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, 其敏感性、特异性分别为 93.7%、96.0%。故目前 ADC 阈值尚无统一标准, 有待日后进一步研究。

本研究不足之处: 首先, 样本量较少, 今后需收集更多病例进一步研究; 其次, 本研究以 CDAI 评分作为分期标准, 但其主观性较强, 故在今后研究中需结合实验室检查和内镜检查, 综合判断活动性; 此外, 部分病例肠道准备较差, 且炎症肠壁增厚不明显, 测量 ADC 值时容易包含肠内容物, 导致 ADC 值偏高。

总之, ADC 值对 CD 活动性的评估有一定价值, 可指导临床治疗。

参考文献:

[1] MAKANYANGA J C, TAYLOR S A. Current and future role of MR enterography in the management of Crohn disease[J]. AJR, 2013, 201(1): 56-64. DOI: 10.2214/AJR.12.10406.
[2] GÜCER F I, SENTURK S, ÖZKANLI S, et al. Evaluation of Crohn's disease activity by MR enterography: derivation and histopathological comparison of an MR-based activity index[J]. Eur J Radiol, 2015, 84(10): 1829-1834. DOI: 10.1016/j.ejrad.2015.06.005.

[3] 吴亚红, 朱建国, 张发明, 等. MRI 动态增强定量参数在评估肠道克罗恩病病变活动性中的应用价值[J]. 实用放射学杂志, 2017, 33(1): 59-62. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1671.2017.01.016.
[4] 韩晖云, 朱建国, 张发明, 等. 磁共振扩散加权成像在评估肠道克罗恩病病变活动性中的应用[J]. 临床放射学杂志, 2017, 36(1): 95-98. DOI: 10.13437/j.cnki.jcr.2017.01.027.
[5] REAM J M, DILLMAN J R, ADLIER J, et al. MRI diffusion-weighted imaging (DWI) in pediatric small bowel Crohn disease: correlation with MRI findings of active bowel wall inflammation[J]. Pediatr Radiol, 2013, 43(9): 1077-1085. DOI: 10.1007/s00247-013-2712-3.
[6] CHEIFETA A S. Management of active Crohn disease[J]. JAMA, 2013, 309(20): 2150-2158. DOI: 10.1001/jama.2013.4466.
[7] BEST W R, BECKTEL J M, SINGLETON J W, et al. Development of a Crohn's disease activity index. National Cooperative Crohn's Disease Study[J]. Gastroenterology, 1976, 70(3): 439-444. DOI: 10.1016/0011-7471(68)90042-9.
[8] SHENOY-BHANGLE A S, NIMKIN K, ARANSON T, et al. Value of diffusion-weighted imaging when added to magnetic resonance enterographic evaluation of Crohn disease in children[J]. Pediatr Radiol, 2016, 46(1): 34-42. DOI: 10.1007/s00247-015-3438-1.

(下转第 72 页)

[1] 王 红, 陈 婷. 子宫颈癌的研究进展[J]. 中国城乡企业卫生, 2016, 6(6): 23-25. DOI: 10.16286/j.1003-5052.2016.06.009.

[2] CHONG G O, LEE W K, JEONG S Y, et al. Prognostic value of intratumoral metabolic heterogeneity on F-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography in locally advanced cervical cancer patients treated with concurrent chemoradiotherapy [J]. *Oncotarget*, 2017, 8(52): 90402-90412. DOI: 10.18632/oncotarget.18769.

[3] JENSEN J H, HELPERN J A, RAMANI A, et al. Diffusional kurtosis imaging: the quantification of non-Gaussian water diffusion by means of magnetic resonance imaging[J]. *Magn Reson Med*, 2005, 53(6): 1432-1440. DOI: 10.1002/mrm.20508.

[4] 范 翔, 刘 筠, 许 亮. 慢性酒精依赖患者脑结构改变的 DKI 研究[J]. 实用放射学杂志, 2016, 32(7): 1005-1008. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1671.2016.07.003.

[5] SHENG R F, WANG H Q, YANG L, et al. Diffusion kurtosis imaging and diffusion-weighted imaging in assessment of liver fibrosis stage and necroinflammatory activity[J]. *Abdom Radiol*, 2017, 42(4): 1176-1182. DOI: 10.1007/s00261-016-0984-4.

[6] KJOLBY B F, KHAN A R, CHUHUTIN A, et al. Fast diffusion kurtosis imaging of fibrotic mouse kidneys [J]. *NMR Biomed*, 2016, 29(12): 1709-1719. DOI: 10.1016/j.urolonc.2015.03.015.

[7] 姚秋英, 所世腾, 庄治国, 等. 前列腺癌扩散峰度成像的初步研究[J]. 实用放射学杂志, 2015, 31(8): 1301-1304. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1671.2015.08.017.

[8] CHEN T, LI Y, LU S S, et al. Quantitative evaluation of diffusion-kurtosis imaging for grading endometrial carcinoma: a comparative study with diffusion-weighted imaging [J]. *Clin Radiol*, 2017, 72(11): 995.e11-995.e20. DOI: 10.1016/j.crad.2017.07.004.

[9] YOSHIDA S, MIYATA Y, OHTSU A, et al. Significance of and problems in adopting response evaluation criteria in solid tumor RECIST for assessing anticancer effects of advanced gastric cancer [J]. *Gastric Cancer*, 2000, 3(3): 128-133.

[10] 王欢欢, 何 健, 朱丽晶, 等. 磁共振扩散加权成像动态监测中晚期宫颈癌放疗化疗疗效[J]. 实用放射学杂志, 2015, 31(1): 70-73. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1671.2015.01.019.

[11] SOMOYE G, HARRY V, SEMPLE S, et al. Early diffusion weighted magnetic resonance imaging can predict survival in women with locally advanced cancer of the cervix treated with combined chemo-radiation [J]. *Eur Radiol*, 2012, 22(11): 2319-2327. DOI: 10.1007/s00330-012-2496-0.

[12] CHANDARANA H, LEE V S, HECHT E, et al. Comparison of biexponential and monoexponential model of diffusion weighted imaging in evaluation of renal lesions: preliminary experience [J]. *Invest Radiol*, 2011, 46(5): 285-291. DOI: 10.1097/RLI.0b013e3181ffe485.

[13] WU G, LI M M, CHEN F, et al. Diffusion-kurtosis imaging predicts early radiotherapy response in nasopharyngeal carcinoma patients [J]. *Oncotarget*, 2017, 8(39): 66128-66136. DOI: 10.18632/oncotarget.19820.

[14] GOSHIMA S, KANEMATSU M, NODA Y, et al. Diffusion kurtosis imaging to assess response to treatment in hypervascular hepatocellular carcinoma [J]. *AJR*, 2015, 204(5): W543-W549. DOI: 10.2214/AJR.14.13235.

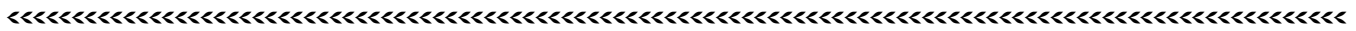
[15] YU J, XU Q, SONG J C, et al. The value of diffusion kurtosis magnetic resonance imaging for assessing treatment response of neoadjuvant chemoradiotherapy in locally advanced rectal cancer [J]. *Eur Radiol*, 2017, 27(5): 1848-1857. DOI: 10.1007/s00330-016-4529-6.

[16] JU F J. Evaluation of the efficacy of chemoradiotherapy in cervical cancer using diffusion-weighted imaging and apparent diffusion coefficient [J]. *Onco Targets Ther*, 2016, 9: 7555-7561. DOI: 10.2147/OTT.S111829.

[17] 冯煜森, 丁莹莹. 定量 DCE-MRI 在宫颈癌疗效评估中的研究进展 [J]. 实用放射学杂志, 2017, 33(4): 622-631. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1671.2017.04.035.

[18] 李 靖, 王 莉, 成慧君, 等. MR 体素内不一致运动序列预测和评价宫颈癌放疗化疗效果 [J]. 临床放射学杂志, 2016, 35(4): 539-544. DOI: 10.13437/j.cnki.jcr.2016.04.013.

(收稿日期: 2017-10-16; 修回日期: 2018-01-04)



(上接第 67 页)

[9] OTO A, KAYHAN A, WILLIAMS J T, et al. Active Crohn's disease in the small bowel: evaluation by diffusion weighted imaging and quantitative dynamic contrast enhanced MR imaging [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2011, 33(3): 615-624. DOI: 10.1002/jmri.22435.

[10] 蓝 星, 魏 娟, 周 帆, 等. 磁共振扩散加权成像对评估肠道克罗恩病及其活动性的临床价值 [J]. 放射学实践, 2017, 32(4): 350-354. DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2017.04.012.

[11] LI X H, SUN C H, MAO R, et al. Assessment of activity of Crohn disease by diffusion-weighted magnetic resonance imaging [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2015, 94(43): e1819. DOI: 10.1097/MD.0000000000001819.

[12] BUISSON A, JOUBERT A, MONTORIOL P F, et al. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging for detecting and assessing ileal inflammation in Crohn's disease [J]. *Aliment Pharmacol Ther*, 2013, 37(5): 537-545. DOI: 10.1111/apt.12201.

[13] HOEDONNEAU C, BUISSON A, SCANZI J, et al. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging in ileocolonic Crohn's disease: validation of quantitative index of activity [J]. *Am J Gastroenterol*, 2014, 109(1): 89-98. DOI: 10.1038/ajg.2013.385.

(收稿日期: 2018-02-05; 修回日期: 2018-04-19)