

MRI在炎症性肠病诊断与评估中的应用

曹晓沧, 王 胰, 赵 新, 孙浩然

曹晓沧, 天津医科大学总医院消化科 天津市 300052
王胰, 天津医科大学影像系 天津市 300200
赵新, 孙浩然, 天津医科大学总医院放射科 天津市 300052
中国博士后科学基金资助项目, No. 200902280
作者贡献分布: 本文由曹晓沧、王胰及赵新完成; 孙浩然审校.
通讯作者: 曹晓沧, 副主任医师, 300052, 天津市和平区鞍山道
154号, 天津医科大学总医院消化科. doccaoxc@163.com
电话: 022-60363615
收稿日期: 2010-05-12 修回日期: 2010-07-06
接受日期: 2010-07-12 在线出版日期: 2010-07-28

MRI for diagnosis and evaluation of inflammatory bowel disease

Xiao-Cang Cao, Yi Wang, Xin Zhao, Hao-Ran Sun

Xiao-Cang Cao, Department of Gastroenterology, Tianjin Medical University General Hospital, Tianjin 300052, China

Yi Wang, Department of Medical Imaging, Tianjin Medical University, Tianjin 300200, China

Xin Zhao, Hao-Ran Sun, Department of Radiology, Tianjin Medical University General Hospital, Tianjin 300052, China

Supported by: the China Postdoctoral Science Foundation, No. 200902280

Correspondence to: Xiao-Cang Cao, Department of Gastroenterology, Tianjin Medical University General Hospital, 154 Anshan Road, Tianjin 300052, China. doccaoxc@163.com

Received: 2010-05-12 Revised: 2010-07-06

Accepted: 2010-07-12 Published online: 2010-07-28

Abstract

As a non-invasive and ionizing radiation-free cross-sectional imaging technique, magnetic resonance imaging (MRI) has shown a bright future in following up patients with inflammatory bowel disease (IBD), especially child and young adult patients. The application of new techniques in MRI makes it possible to obtain MRI images that are richer in information and to evaluate the activity of IBD more objectively and quantitatively. This improvement is of great significance for clinical decision-making and evaluation of drug efficacy in IBD patients.

Key Words: Magnetic resonance imaging; Inflammatory bowel disease; Evaluation; Deep remission

Cao XC, Wang Y, Zhao X, Sun HR. MRI for diagnosis and

evaluation of inflammatory bowel disease. *Shijie Huaren Xiaohua Zazhi* 2010; 18(21): 2247-2252

摘要

作为一种非侵入性的、无电离辐射的肠道断层显像方法, 磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)在对炎症性肠病(inflammatory bowel disease, IBD)患者, 特别是年轻及儿童患者的长期随访过程中显示出较好的应用前景. 新技术的应用不仅使其获得的影像信息更丰富, 而且使更客观地评估病情活动性成为可能, 这些对IBD诊治中临床决策的制定、药物疗效的观察都具有重要意义.

关键词: 磁共振成像; 炎症性肠病; 评估; 深层缓解

曹晓沧, 王胰, 赵新, 孙浩然. MRI在炎症性肠病诊断与评估中的应用. *世界华人消化杂志* 2010; 18(21): 2247-2252
<http://www.wjgnet.com/1009-3079/18/2247.asp>

0 引言

炎症性肠病(inflammatory bowel disease, IBD)是一类病因尚不明确的以肠道免疫功能紊乱为主的慢性非特异性炎症性疾病, 主要包括克罗恩病(Cohn's disease, CD)和溃疡性结肠炎(ulcerative colitis, UC). 随着对IBD认识的不断深入以及治疗方法的不断完善, 其治疗理念也逐步发展, 临床治疗终点已经从以单纯临床症状和血清学指标缓解为目标, 发展到以内镜缓解(endoscopic remission)、黏膜愈合(mucosal healing, MH)为治疗终点, 最近欧美学界又进一步提出“深层缓解”(deep remission, DR)的概念^[1], 期望获得更持久的缓解. 改变疾病的自然病史、最大限度地提高生活质量正在成为IBD最终治疗目标^[1], 为此, 临床迫切需要对IBD患者病情更准确全面的评估手段. 然而目前主要依靠临床表现、内镜、传统肠道X线检查及组织病理学等检查手段所获得的信息十分有限, 已经不能满足临床对患者病情更全面评估的需要. 通过计算机断层成像(computed tomography,

■背景资料

随着对IBD认识的不断深入和疗法的逐步发展, 对患者病情的精确评估日益受到重视. 新技术的应用使MRI能提供多种评价参数, 有助于全面、客观、定量的病情评估, 满足新的治疗理念及评估标准对影像学提出了更高要求. 无电离辐射的特点使MRI更适于长期临床随访观察.

■同行评议者

龙学颖, 副主任医师, 中南大学湘雅医院放射科

■研发前沿

随着MRI的硬件、软件、肠道对比剂及成像方法等影像学技术的进步和发展, MRI肠道图像质量提升很大, 为临床提供了更多评价IBD活动性的客观指标, 多种MRI序列在此方面逐渐显示出其应用价值, 但确立统一、可量化的MRI标准评估指标尚待时日。

CT)^[2,3]及磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)可以获得跨肠壁病变及肠外病变的信息。但不能忽视的是, 仅接受单次腹部CT就能增加受检者恶性肿瘤患病危险性, 尤其对于年轻患者^[4-6]长期随访中的X线暴露问题更为突出。因此CT不是对患者病情长期监测的恰当手段。由于技术的限制, 早期MRI因为呼吸运动或肠道蠕动产生的严重伪影使肠道成像质量下降, MRI肠道成像一度被认为价值不大。近年来, 随着MRI硬件(梯度磁场、主磁场强度的提高, 线圈设计技术的提高)、软件(一系列快速成像序列及呼吸门控技术等)、肠道对比剂的使用及多种成像方法等影像学技术的进步和发展, MRI肠道图像质量有了很大的提升, 而且作为一种非侵入性肠道成像方式, MRI的耐受性较好, 对IBD诊断的敏感性和特异性不亚于CT^[7], 特别是其无电离辐射的特性使其更适于对患者尤其是年轻患者的长期观察随访^[6]。

1 肠道MRI检查的准备工作

目前尚无统一的检查前准备标准。临床中常需要患者在检查前禁食水约6-8 h。

1.1 肠道内对比剂 依据T₁及T₂加权图像信号的不同, 口服对比剂可分为3种^[8,9]: 阳性包括油、脂肪以及与肠内容物易混合的顺磁性物质, 如含钆螯合物(马根维显, Magnevist Enteral, Schering AG, Berlin, Germany); 阴性包括氟化物、气体、黏土混合物、钡剂、氧化铁颗粒及超顺磁微粒(OMP); 双相对比剂, 如水、高渗或等渗甘露醇溶液、甲基纤维素、山梨醇等。目前常用的为双相性对比剂, 由于他们在T₁WI上表现为低信号, T₂WI上表现为高信号, 可以使肠腔和肠壁分界清晰, 能更好地显示肠壁厚度及病变。

1.2 针对不同肠道部位的检查方式 要获得比较满意的肠道MRI图像, 充盈肠道至关重要。对小肠的扫描, MRI与CT相似, 主要也通过口服和鼻空肠管灌肠两种方法实现肠道的充盈。口服法也称磁共振肠造影(MR enterography, MREG), 鼻空肠管灌肠法也称磁共振灌肠(MR enteroclysis, MRE)^[10,11]。MRE中通过鼻空肠管注入等渗水溶液, 从而可以观察肠道蠕动情况, 且对肠道尤其是近段小肠的扩张效果优于MREG, 对黏膜病变的显示也相对较好, 但其也有一定的缺点, 如X线透视监控时的X线暴露以及需要不同检查室之间的联系保障^[12]。在对CD的诊断准确率方面, 有的研究认为MREG与MRE无明

显差异^[11,14], 而且使用口服对比剂能实现小肠及结肠一站式成像^[11,13-15]。

对结肠的扫描, MRI结肠造影类似传统的肠道准备, 检查前行结肠灌肠充盈肠道, 灌肠剂可以为水(T₁WI上表现为低信号)或含钆的螯合物(T₁WI上为高信号)^[16]。也有学者为了减轻患者痛苦, 认为通过标记粪便(在日常饮食中辅以对比剂, 如钡剂, 使肠腔内容物于T₁WI呈低信号)能免去肠道准备及灌肠等步骤^[17,18]。

2 MRI扫描序列特点及在肠道检查中的应用

至于哪些MRI序列最适于肠道检查目前尚无统一意见, 通常是将几种脉冲序列同时应用于肠道检查, 彼此之间可以相互补充。

2.1 单次激发快速自旋回波与快速平衡稳态进动序列 临床上常常序贯应用以上两种序列。目前在较多研究中使用的扫描顺序为: 先进行单次激发快速自旋回波(single-shot fast spin echo, SSFSE)或半傅里叶采集单次激发自旋回波序列(half-Fourier acquisition single-shot-turbo spin-echo, HASTE)采集, 获得腹盆部的冠状面图像, 用于解剖定位。然后行多时相、多层面的快速平衡稳态进动序列(fast imaging employing steady state sequence, FIESTA)或称为平衡全稳态快速场回波序列(balanced fast field echo sequence, all steady-state, B-FFE)、真稳态进动快速成像序列(true fast imaging with steady state precession, true-FISP), 覆盖全小肠及结肠, 每层面扫描15-25个时相。

在SSFSE序列上我们可以观察到肠壁增厚、水肿、肠腔扩张及中到深度的溃疡(表现为增厚肠壁内细线样高强度信号)。另外, SSFSE还有助于区分急性期肠壁水肿及慢性期肠壁脂肪浸润: 在SSFSE的脂肪饱和抑制序列上, 水肿肠壁信号强度高于周围正常肠管, 且水肿可能与CD活动指数(Crohn's disease activity index, CDAI)有一定相关性^[19,20], 从而与纤维增生所致肠壁增厚(SSFSE或FIESTA上为低到中等信号)相区别, CD慢性期, 有的肠壁出现脂肪浸润(健康人群特别是肥胖者也可有此变化, 诊断时需结合患者临床情况^[21]), 同时观察SSFSE的脂肪饱和及非脂肪饱和序列, 可将肠壁水肿与脂肪浸润相区别。

IBD在FIESTA上较为特征的表现“梳齿征”, 为系膜血管生成增多所致, 显示为与肠管纵轴垂直、相互平行的低强度细线样信号, 提

示病情处于活动期; FIESTA多时相扫描后能以电影回放方式动态观察肠道蠕动情况, 可发现有无固定的狭窄、节段性扩张及粘连, 相当于功能成像; 另外, 此序列对肿大淋巴结的观察也较清晰。

以上两种序列的特点各异: SSFSE使肠腔与肠壁对比度好, 也不产生黑线样伪影, 但其对流动空效应产生的运动伪影较敏感, 且不能清晰显示肠系膜结构; 而FIESTA对运动伪影相对不敏感, 且能提供良好的软组织对比度及功能成像, 但是其可以产生延肠壁走行的黑线样伪影, 可能掩盖一些小病变。因此, 在实际工作中常需不同序列间相互对照分析^[22-24]。

2.2 3D-T₁WI梯度回波序列 完成以上两种序列后, 注射胰高血糖素减少肠道蠕动, 在注射静脉对比剂前后分别行冠状面的3D-T₁WI梯度回波序列检查, 以便显示血管形成情况、淋巴结、肠壁增强程度、脓肿及瘘管^[24,25]。另外, 在T₁WI上, 粪便也可高信号, 这也是增强前先预扫1遍的原因之一。静脉注射对比剂后, 病变肠段可表现为分层强化或均匀强化, 分层强化亦称“靶征”或“双晕征”, 提示病变处于活动期^[20,26]。增厚肠段的弥漫性均匀强化通常代表跨肠壁的炎症。肠壁强化程度也被研究者认为是疾病活动性的1个指标^[27]。前述“梳齿征”在注射对比剂后转变为高信号; 较深的裂隙样溃疡可贯穿肠壁与周围结构相通形成瘘管, 在静脉注射对比剂的T₁WI增强图像上为高信号。

对比剂强化T₁WI(T₁WI增强检查)在IBD活动性的定量评估方面有较高的应用价值。从对IBD活动性的定量评估方面看, 对比剂强化的T₁WI是如今应用较广的序列之一, 其参数大多是基于增厚肠壁在对比剂强化前后所获得的MRI结果。由于采集序列、参数、对比剂浓度、场强不同, MRI测得的信号强度也不一样, 因此, 目前多数研究采用的是相对信号强度。Pupillo等^[28]在增强的肠壁上画出感兴趣区(region of interest, ROI), 计算强化率, 发现增厚的病变肠段最大强化率从140%到310%不等, 平均220%, 而正常肠壁最大强化率约100%左右, 约72%有异常强化肠段的患者, 其CDAI大于150(活动期与非活动期的界值)。Florie等^[25]计算肠壁厚度、增厚肠壁动态增强比(ERdyn)与静态增强比(ERstat)发现ERdyn与ERstat与CDAI均有相关性($r = 0.38, 0.31$), ERstat、肠壁厚度与Van Hees活

动指数(VHI)也有相关性($r = 0.36, 0.41$), 但其相关程度均不高。Laghi等^[29]采用脂肪抑制对比剂强化的T₁WI图像分析CD儿童患者的末段回肠肠壁厚度与增强程度并对二者评分后分级, 其结果与CDAI、内镜所见及组织病理学检查具有很好的相关性($r = 0.91, 0.94, 0.95$), 但这一研究中所用的增强程度不是采用增强比, 而是主观判定(无强化为0分, 轻度强化为1分, 显著强化为2分)。Ajaj等^[30]对结肠IBD患者肠壁厚度、增强程度、淋巴结数目及各段结肠皱襞数目评分, 肠壁信号强度采用对比噪声比修正, 将病变组与对照组肠壁强化程度的比值四等分(无强化计为0分, 小于25%为1分, 25%-50%为2分, 大于50%为3分), 其他三项参数也与对照组相比计分, 通过与结肠镜及组织病理学对照, 认为MR结肠成像能有效替代传统结肠镜及镜下活检达到准确诊断IBD并评估其活动性。但是也有关于病变肠段的定性及定量研究^[31,32]认为肠壁强化程度与CDAI没有相关性, 而与C反应蛋白(C-reactive protein, CRP)有较好的相关性, 可能是CDAI是一个依靠相对主观的症状和体征来评分计数, 因此在某些患者特别是儿童患者身上可靠性欠佳, 而更客观的炎症标志物CRP受主观影响较小所致。

2.3 T₂WI脂肪抑制序列 T₂WI脂肪抑制序列可以用来评估肠壁厚度以及周围有水肿的组织或积液^[33], 肿大的淋巴结也较容易观察。并发症如脓肿在此序列上表现为内部长T₁长T₂水样信号, 周边明显强化, 有研究报道其对脓肿的敏感性较高, 可达100%^[26,34]。另外, 在T₂WI上, 可以看到增厚的肠壁为两层低信号中夹杂高信号, 如果为水肿, 提示疾病处于活动期, 如为脂肪浸润, 表示病变处于静止期^[35]。可见, T₂WI脂肪抑制序列在观察肠内外病变并定性评估活动性上有一定意义。

2.4 DWI序列 DWI是正在研究中的用于IBD鉴别诊断及定量评估病变活动性的序列, 冠状面DWI图像对判断活动性病变、瘘管及脓肿有一定的诊断意义, 其重要参数为表观分布系数(ADC)。Kilickesmez等^[36]经研究认为ADC值具有鉴别恶性肿瘤与非肿瘤病变的作用。Kiryu等^[37]应用DWI评估CD活动性, 统计结果显示活动性病变肠段ADC值比非活动性病变肠段ADC值低(小肠: $1.61 \pm 0.44 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ vs $2.56 \pm 0.51 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$; 大肠: $1.52 \pm 0.43 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ vs $2.31 \pm 0.59 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$), 同时发现DWI对瘘管、脓

■创新盘点

目前在国内乃至国外尚无较全面的介绍MRI在IBD诊断与评估中应用的相关综述, 本文结合最新的IBD治疗理念及评估体系等研究热点, 对国内外研究现状及最新进展进行总结, 有一定的新颖性。

■应用要点

新MRI技术使磁共振结肠成像能提供肠壁厚度、信号强度、血管束直径等多种参数,有助于IBD患者病情的全面、客观、定量评估, MRI无电离辐射,更适合作为IBD患者的长期随访手段,有广泛的临床应用前景。

肿等并发症也有一定的诊断意义,他们表现为暗背景上的高信号因而显示清晰。当然, DWI评估IBD活动性也有一定的局限性,如呼吸触发的DWI可重复性较差(每次扫描肠段不相同、肠道蠕动)、b值选择范围不当所致错误诊断、对是否需要肠道准备及应用抑制肠道蠕动药物目前尚无统一意见^[38,39]。

2.5 Look-Locker T1平面回波成像 Look-Locker T₁平面回波成像(LL-echo planar imaging, LL-EPI)可测量绝对T₁值及对比剂浓度,经过后处理形成T₁-map图像或对比剂浓度图像,使客观、定量评估活动期炎症组织的病理生理改变成为可能。Horsthuis等^[40]应用LL-EPI序列,在病变肠管周围画出ROI,计算出注射对比剂前的T₁值及注射后对比剂的平均浓度值,将CD内镜指数、CRP等评估为轻度及重度的患者的以上参数进行比较发现,活动度较高的患者,其ROI内对比剂的平均浓度值更高。目前使用对比剂浓度图像对IBD活动性进行评估的研究较少,尚需进一步深入研究^[22,40]。

总之,多种MRI序列在对IBD活动性定量评估方面逐渐显示出其应用价值,为临床提供了更多的客观评价指标。

3 MRI对IBD诊断的优势及局限性

3.1 MRI对IBD诊断的优势

3.1.1 安全性: MRI是一种非侵入性的检查方法,且无电离辐射,虽然CT在IBD的诊断及其活动性的评估上也显示出了较高的应用价值^[41,42],但是CT检查相对于传统X线摄片,其产生的电离辐射剂量更大,尤其是腹部CT,由此导致的致癌作用使这项技术的应用受到限制^[6],此外,由于IBD患者病变肠道本身就有癌变倾向,而患者中又有相当一部分是年轻人甚至儿童,随访评估过程中需多次检查而造成反复X线暴露,无疑使这种危险雪上加霜^[6,43,44]。因此MRI更适于对患者尤其是年轻患者的长期观察随访。相对于强化CT, MRI无需静脉注射含碘对比剂,碘过敏者可从中受益。现行增强MRI使用的对比剂绝大多数为基于钆的静脉对比剂(gadolinium-based contrast agents, GBCA),虽然近年来认为其有诱发肾源性系统性纤维化(nephrogenic systemic fibrosis, NSF)的不良反应,但回顾性分析发现其发生可能与使用较高剂量的GBCA有关,而且这些患者绝大多数均有肾功能不全的疾病基础。而且,很多情况下, MRI只需平扫便可获得必要

信息,这对孕妇以及严重肾功能不全(肾小球滤过率低于30 mL/min)的高风险者尤为适合^[45,46]。

3.1.2 耐受性: 由于新MRI扫描技术的采用,患者对检查的耐受性大大提高。如SSFSE采用呼吸门控采集,患者无需屏气,对儿童患者尤其适用;而FIESTA采集速度快,能多时相扫描,且对运动伪影相对不敏感,能动态观察肠道蠕动情况,便于了解肠道功能,并清晰显示系膜血管及肿大的淋巴结^[22]。

3.1.3 诊断准确性: 在很多欧洲国家, MRI显示出较高的IBD诊断准确率,且由于其无辐射,逐渐取代了传统的灌肠检查^[26,47-48]。但是不同肠段MRI诊断可靠程度可能存在差异, Laghi等^[29]对CD患儿末段回肠的MRI和内镜检查结果的对照研究发现,其诊断灵敏性和特异性分别为84%、100%。Ajaj等^[30]分析了结肠IBD患者的MRI检查结果认为其灵敏性和特异性分别为87%和100%。Maccioni等^[26]认为静脉注射对比剂后的T1WI图像对空肠病变的诊断敏感性为67%,回肠为92%,而结肠由67%到97%不等,而T2WI对空肠病变的诊断敏感性为100%,回肠为95%,而结肠由67%到93%不等。同时,相对于传统小肠系造影或肠镜检查而言, MRI显示的是断层图,能同时观察肠腔、肠壁及肠壁外病变(脓肿、瘘管、淋巴结肿大等)^[26,34],且在图像质量方面MRI软组织对比度优于CT,对于展示肠壁外病变较有优势。特别是对于脓肿、狭窄、瘘管和窦道,在使对比剂充盈肠腔及静脉注射对比剂后的T1WI的脂肪抑制图像上,显影效果尤佳^[14,26]。研究显示静脉注射对比剂后的T₁WI图像对诊断狭窄和瘘管的敏感性、特异性和准确性^[26]分别为66%、100%、81%及67%、100%、89%,而T2WI对诊断狭窄和瘘管的敏感性、特异性和准确性分别为83%、100%、91%及71%、100%、91%。

3.2 MRI对IBD诊断的局限性 同CT一样, MRI由于其空间分辨率的限制,也很难对黏膜表浅的病变进行评估,小肠镜或结肠镜则能更好的显示黏膜表面的改变^[49],在显示表浅病变时具有不可替代的作用。临床上为了制定用药或手术计划、判断预后、随访药物疗效,对CD和UC的鉴别诊断尤为重要。但两者的MRI肠道及肠道外表现有很多共同点,如果病变分布发展情况、肠壁厚度、并发症(系膜脂肪、瘘管、脓肿、狭窄)等方面出现典型的CD表现时,较容易判断。但有约15%-25%的患者, CD只局限于结肠^[50,51]。因此最终诊断需结合临床、影像、内镜、组织

病理学等检查综合分析。

另外, 目前MRI对IBD活动性的定量评估尚无统一标准, 他不同于CT有标准化的单位(hounsfield unit)能得到客观的、具有很好的可重复性的参数, MRI的定量数据受多种变量(场强、扫描序列、对比剂浓度等)的影响, 且无确切临床意义, 这就使得学者们必须采用比值法或计分法进行图像后处理, 多项研究均表明肠壁厚度及强化程度与其活动性有较好的相关性。为了使MRI具有较好的可重复性, 制定一个统一的量化标准越来越受到关注, 这还需进行更多的多中心大样本的研究。

4 结论

对IBD患者病情精确全面的评估对判断病程、制定临床决策及观察药物疗效有重要意义。目前临床上已经制定了多种IBD活动性评估系统: CDAI、VHI、内镜评分等。最近欧美学界正在尝试建立的新评估体系CD₃S(Cohn's disease digestive damage score), 旨在建立包含肠壁病变指标在内的新评估体系(5th ECCO, Prague, Czech), 以求更为准确地判断病情。总之, 新的治疗理念及评估标准对影像学提出了更高的要求。新技术的应用使磁共振结肠成像(magnetic resonance colonography, MRC)能多参数、多序列、多平面成像, 提供肠壁厚度、信号强度、血管束直径等多种参数, 有助于对IBD患者病情进行更全面的客观定量评估。由于MRI无电离辐射, 对IBD患者, 特别是年轻及儿童患者更适合作为长期随访手段, 在临床上具有很好的应用前景。但在确立统一、可量化的标准评估指标前还需进行更多的多中心大样本的临床研究。

志谢: 感谢天津市资助优秀博士后赴欧培训考察计划对本研究的支持。

5 参考文献

- 1 Vermeire S, van Assche G, Rutgeerts P. Review article: Altering the natural history of Crohn's disease--evidence for and against current therapies. *Aliment Pharmacol Ther* 2007; 25: 3-12
- 2 Gore RM, Balthazar EJ, Ghahremani GG, Miller FH. CT features of ulcerative colitis and Crohn's disease. *AJR Am J Roentgenol* 1996; 167: 3-15
- 3 Doerfler OC, Ruppert-Kohlmayr AJ, Reittner P, Hinterleitner T, Petritsch W, Szolar DH. Helical CT of the small bowel with an alternative oral contrast material in patients with Crohn disease. *Abdom Imaging* 2003; 28: 313-318
- 4 Brenner DJ, Elliston CD. Estimated radiation risks potentially associated with full-body CT screening.

- Radiology* 2004; 232: 735-738
- 5 Brenner D, Elliston C, Hall E, Berdon W. Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. *AJR Am J Roentgenol* 2001; 176: 289-296
- 6 Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography--an increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med* 2007; 357: 2277-2284
- 7 Mackalski BA, Bernstein CN. New diagnostic imaging tools for inflammatory bowel disease. *Gut* 2006; 55: 733-741
- 8 Zhu J, Xu JR, Gong HX, Zhou Y. Updating magnetic resonance imaging of small bowel: imaging protocols and clinical indications. *World J Gastroenterol* 2008; 14: 3403-3409
- 9 Maccioni F. Double-contrast magnetic resonance imaging of the small and large bowel: effectiveness in the evaluation of inflammatory bowel disease. *Abdom Imaging* 2010; 35: 31-40
- 10 Sinha R, Murphy P, Hawker P, Sanders S, Rajesh A, Verma R. Role of MRI in Crohn's disease. *Clin Radiol* 2009; 64: 341-352
- 11 Masselli G, Casciani E, Poletti E, Gualdi G. Comparison of MR enteroclysis with MR enterography and conventional enteroclysis in patients with Crohn's disease. *Eur Radiol* 2008; 18: 438-447
- 12 Lawrance IC, Welman CJ, Shipman P, Murray K. Small bowel MRI enteroclysis or follow through: which is optimal? *World J Gastroenterol* 2009; 15: 5300-5306
- 13 Negaard A, Paulsen V, Sandvik L, Berstad AE, Borthne A, Try K, Lygren I, Storaas T, Klow NE. A prospective randomized comparison between two MRI studies of the small bowel in Crohn's disease, the oral contrast method and MR enteroclysis. *Eur Radiol* 2007; 17: 2294-2301
- 14 Schreyer AG, Geissler A, Albrich H, Schölmerich J, Feuerbach S, Rogler G, Völk M, Herfarth H. Abdominal MRI after enteroclysis or with oral contrast in patients with suspected or proven Crohn's disease. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2004; 2: 491-497
- 15 Cronin CG, Lohan DG, Browne AM, Roche C, Murphy JM. Does MRI with oral contrast medium allow single-study depiction of inflammatory bowel disease enteritis and colitis? *Eur Radiol* 2010; 20: 1667-1674
- 16 Paolantonio P, Ferrari R, Vecchiotti F, Cucchiara S, Laghi A. Current status of MR imaging in the evaluation of IBD in a pediatric population of patients. *Eur J Radiol* 2009; 69: 418-424
- 17 Weishaupt D, Patak MA, Froehlich J, Ruehm SG, Debatin JF. Faecal tagging to avoid colonic cleansing before MRI colonography. *Lancet* 1999; 354: 835-836
- 18 Lauenstein TC, Goehde SC, Ruehm SG, Holtmann G, Debatin JF. MR colonography with barium-based fecal tagging: initial clinical experience. *Radiology* 2002; 223: 248-254
- 19 Masselli G, Brizi GM, Parrella A, Minordi LM, Vecchioli A, Marano P. Crohn disease: magnetic resonance enteroclysis. *Abdom Imaging* 2004; 29: 326-334
- 20 Punwani S, Rodriguez-Justo M, Bainbridge A, Greenhalgh R, De Vita E, Bloom S, Cohen R, Windsor A, Obichere A, Hansmann A, Novelli M, Halligan S, Taylor SA. Mural inflammation in Crohn disease: location-matched histologic validation of MR imaging features. *Radiology* 2009; 252: 712-720
- 21 Harisinghani MG, Wittenberg J, Lee W, Chen S, Gutierrez AL, Mueller PR. Bowel wall fat halo sign in patients without intestinal disease. *AJR Am J*

■名词解释

深层缓解(DR): 该概念为欧美学界新近提出的IBD临床治疗终点, 目前并没有公认的定义或标准。正是该概念的提出, 使得单纯依靠内镜来评估病情产生了局限性。ECCO的Colombel在其研究中将界定为: CDAI<150达到临床缓解, 加上明确黏膜溃疡消失达到黏膜愈合。

■同行评价

本文选题新颖, 内容详实, 可读性好, 具有一定的临床参考价值。

- 22 Roentgenol 2003; 181: 781-784
- 22 Leyendecker JR, Bloomfield RS, DiSantis DJ, Waters GS, Mott R, Bechtold RE. MR enterography in the management of patients with Crohn disease. *Radiographics* 2009; 29: 1827-1846
- 23 Torkzad MR, Vargas R, Tanaka C, Blomqvist L. Value of cine MRI for better visualization of the proximal small bowel in normal individuals. *Eur Radiol* 2007; 17: 2964-2968
- 24 Girometti R, Zuiani C, Toso F, Brondani G, Sorrentino D, Avellini C, Bazzocchi M. MRI scoring system including dynamic motility evaluation in assessing the activity of Crohn's disease of the terminal ileum. *Acad Radiol* 2008; 15: 153-164
- 25 Florie J, Wasser MN, Arts-Cieslik K, Akkerman EM, Siersema PD, Stoker J. Dynamic contrast-enhanced MRI of the bowel wall for assessment of disease activity in Crohn's disease. *AJR Am J Roentgenol* 2006; 186: 1384-1392
- 26 Maccioni F, Bruni A, Viscido A, Colaiacomo MC, Cocco A, Montesani C, Caprilli R, Marini M. MR imaging in patients with Crohn disease: value of T2- versus T1-weighted gadolinium-enhanced MR sequences with use of an oral superparamagnetic contrast agent. *Radiology* 2006; 238: 517-530
- 27 Miao YM, Koh DM, Amin Z, Healy JC, Chinn RJ, Zeegen R, Westaby D. Ultrasound and magnetic resonance imaging assessment of active bowel segments in Crohn's disease. *Clin Radiol* 2002; 57: 913-918
- 28 Pupillo VA, Di Cesare E, Frieri G, Limbucci N, Tanga M, Masciocchi C. Assessment of inflammatory activity in Crohn's disease by means of dynamic contrast-enhanced MRI. *Radiol Med* 2007; 112: 798-809
- 29 Laghi A, Borrelli O, Paolantonio P, Dito L, Buena de Mesquita M, Falconieri P, Passariello R, Cucchiara S. Contrast enhanced magnetic resonance imaging of the terminal ileum in children with Crohn's disease. *Gut* 2003; 52: 393-397
- 30 Ajaj WM, Lauenstein TC, Pelster G, Gerken G, Ruehm SG, Debatin JF, Goehde SC. Magnetic resonance colonography for the detection of inflammatory diseases of the large bowel: quantifying the inflammatory activity. *Gut* 2005; 54: 257-263
- 31 Alexopoulou E, Roma E, Loggitsi D, Economopoulos N, Papakonstantinou O, Panagiotou I, Pahoula I, Kelekis NL. Magnetic resonance imaging of the small bowel in children with idiopathic inflammatory bowel disease: evaluation of disease activity. *Pediatr Radiol* 2009; 39: 791-797
- 32 Schunk K, Kern A, Oberholzer K, Kalden P, Mayer I, Orth T, Wanitschke R. Hydro-MRI in Crohn's disease: appraisal of disease activity. *Invest Radiol* 2000; 35: 431-437
- 33 Udayasankar UK, Martin D, Lauenstein T, Rutherford R, Galloway J, Tudorascu D, Sitaraman SV. Role of spectral presaturation attenuated inversion-recovery fat-suppressed T2-weighted MR imaging in active inflammatory bowel disease. *J Magn Reson Imaging* 2008; 28: 1133-1140
- 34 Rieber A, Aschoff A, Nüssle K, Wruk D, Tomczak R, Reinshagen M, Adler G, Brambs HJ. MRI in the diagnosis of small bowel disease: use of positive and negative oral contrast media in combination with enteroclysis. *Eur Radiol* 2000; 10: 1377-1382
- 35 Maccioni F, Colaiacomo MC, Parlanti S. Ulcerative colitis: value of MR imaging. *Abdom Imaging* 2005; 30: 584-592
- 36 Kilickesmez O, Atilla S, Soyulu A, Tasdelen N, Bayramoglu S, Cimilli T, Gurmen N. Diffusion-weighted imaging of the rectosigmoid colon: preliminary findings. *J Comput Assist Tomogr* 2009; 33: 863-866
- 37 Kiryu S, Dodanuki K, Takao H, Watanabe M, Inoue Y, Takazoe M, Sahara R, Unuma K, Ohtomo K. Free-breathing diffusion-weighted imaging for the assessment of inflammatory activity in Crohn's disease. *J Magn Reson Imaging* 2009; 29: 880-886
- 38 Nasu K, Kuroki Y, Kuroki S, Murakami K, Nawano S, Moriyama N. Diffusion-weighted single shot echo planar imaging of colorectal cancer using a sensitivity-encoding technique. *Jpn J Clin Oncol* 2004; 34: 620-626
- 39 Kwee TC, Takahara T, Koh DM, Nievelstein RA, Luijten PR. Comparison and reproducibility of ADC measurements in breathhold, respiratory triggered, and free-breathing diffusion-weighted MR imaging of the liver. *J Magn Reson Imaging* 2008; 28: 1141-1148
- 40 Horsthuis K, Nederveen AJ, de Feiter MW, Lavini C, Stokkers PC, Stoker J. Mapping of T1-values and Gadolinium-concentrations in MRI as indicator of disease activity in luminal Crohn's disease: a feasibility study. *J Magn Reson Imaging* 2009; 29: 488-493
- 41 Colombel JF, Solem CA, Sandborn WJ, Booya F, Loftus EV Jr, Harmsen WS, Zinsmeister AR, Bodily KD, Fletcher JG. Quantitative measurement and visual assessment of ileal Crohn's disease activity by computed tomography enterography: correlation with endoscopic severity and C reactive protein. *Gut* 2006; 55: 1561-1567
- 42 Lee SS, Kim AY, Yang SK, Chung JW, Kim SY, Park SH, Ha HK. Crohn disease of the small bowel: comparison of CT enterography, MR enterography, and small-bowel follow-through as diagnostic techniques. *Radiology* 2009; 251: 751-761
- 43 Saibeni S, Rondonotti E, Iozzelli A, Spina L, Tontini GE, Cavallaro F, Ciscato C, de Franchis R, Sardanelli F, Vecchi M. Imaging of the small bowel in Crohn's disease: a review of old and new techniques. *World J Gastroenterol* 2007; 13: 3279-3287
- 44 Wong SH, Wong VW, Sung JJ. Virtual colonoscopy-induced perforation in a patient with Crohn's disease. *World J Gastroenterol* 2007; 13: 978-979
- 45 Fidler JL, Guimaraes L, Einstein DM. MR imaging of the small bowel. *Radiographics* 2009; 29: 1811-1825
- 46 Martin DR. Nephrogenic systemic fibrosis. *Pediatr Radiol* 2008; 38 Suppl 1: S125-S129
- 47 Sinha R, Nwokolo C, Murphy PD. Magnetic resonance imaging in Crohn's disease. *BMJ* 2008; 336: 273-276
- 48 Ryan ER, Heaslip IS. Magnetic resonance enteroclysis compared with conventional enteroclysis and computed tomography enteroclysis: a critically appraised topic. *Abdom Imaging* 2008; 33: 34-37
- 49 Gölder SK, Schreyer AG, Endlicher E, Feuerbach S, Schölmerich J, Kullmann F, Seitz J, Rogler G, Herfarth H. Comparison of capsule endoscopy and magnetic resonance (MR) enteroclysis in suspected small bowel disease. *Int J Colorectal Dis* 2006; 21: 97-104
- 50 Yantiss RK, Odze RD. Diagnostic difficulties in inflammatory bowel disease pathology. *Histopathology* 2006; 48: 116-132
- 51 Darbari A, Sena L, Argani P, Oliva-Hemker JM, Thompson R, Cuffari C. Gadolinium-enhanced magnetic resonance imaging: a useful radiological tool in diagnosing pediatric IBD. *Inflamm Bowel Dis* 2004; 10: 67-72