

论 著

弥散加权成像MRI和动态增强MRI在活动性肠道克罗恩病诊断中的应用

四川省德阳市人民医院放射科
(四川 德阳 618000)

曾 琦

【摘要】目的 研究弥散加权成像MRI和动态增强MRI对于活动性肠道克罗恩病的应用价值。**方法** 回顾性分析我院2015年3月至2018年3月收治的肠道克罗恩病患者作为47例,并根据HBI指数依次分为:静止组(HBI ≤ 4) 14例,轻中度活动组($4 < \text{HBI} < 9$) 20例,重度活动组(HBI ≥ 9) 13例;再收集同时间段疑似肠道疾病且实施肠道MRI检查患者作为健康对照组25例。所有受试人群均实施弥散加权成像MRI和动态增强MRI检查,观察病例组和对照组DWI-MRI和DCE-MRI检查值差异,包括:表观弥散系数(ADC)、容积转运常数(K^{trans});对比病例组三组患者ADC、 K^{trans} 值,并对分析两种诊断方式ROC曲线。**结果** 病例组ADC值显著低于对照组($P < 0.05$),病例组 K^{trans} 值显著高于对照组($P < 0.05$);病例组三组患者DWI-MRI和DCE-MRI检查结果变化显著,其中ADC值由高到低依次为静止组、轻中度活动组、重度活动组($P < 0.05$),而 K^{trans} 值由低到高依次为静止组、轻中度活动组、重度活动组($P < 0.05$)。ADC值、 K^{trans} 值断活动性肠道克罗恩病ROC曲线AUC依次为0.865、0.924,最佳分割点依次为 $1.454 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 、 0.892min^{-1} ,敏感性为96.00%、100.00%,特异性为70.21%、85.11%,且两种诊断方式差异无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** 弥散加权成像MRI和动态增强MRI定量参数依次为ADC值和 K^{trans} 值均具有较高的可信度,且对活动性肠道克罗恩病诊断价值均较高。

【关键词】 克罗恩病; 磁共振动态增强成像; 磁共振扩散加权成像; 定量参数

【中图分类号】 R445.2; R574

【文献标识码】 A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2020.02.034

通讯作者: 曾 琦

Application of Diffusion-weighted Imaging MRI and Dynamic Contrast-enhanced MRI in the Diagnosis of Active Intestinal Crohn's Disease

ZENG Qi. Department of Radiology, Sichuan Deyang People's Hospital, Deyang 618000, Sichuan Province, China

[Abstract] Objective To study the application of diffusion-weighted imaging MRI and dynamic contrast-enhanced MRI in the diagnosis of active intestinal Crohn's disease.

Methods 47 patients with intestinal Crohn's disease admitted to our hospital from March 2015 to March 2018 were retrospectively analyzed and were divided into static group (HBI ≤ 4 , 14 cases), mild-to-moderate activity group ($4 < \text{HBI} < 9$, 20 cases) and severe activity group (HBI ≥ 9 , 13 cases) according to HBI index. Another 25 patients with suspected intestinal diseases who were given intestinal MRI were collected as healthy control group. Diffusion-weighted imaging MRI and dynamic contrast-enhanced MRI were performed in all subjects, and the DWI-MRI and DCE-MRI examination values were observed between case group and control group, including: apparent diffusion coefficient (ADC) and capacity transfer constant (K^{trans}). The ADC and K^{trans} values of the three groups in case group were compared, and the ROC curves of the two diagnostic methods were analyzed. **Results** The ADC value in case group was significantly lower than that in control group ($P < 0.05$) while the K^{trans} value in case group was significantly higher than that in control group ($P < 0.05$). The DWI-MRI and DCE-MRI results of the three groups in case group were changed significantly, and the ADC value from high to low was static group, mild-to-moderate activity group and severe activity group ($P < 0.05$), and the K^{trans} value from low to high was static group, mild-to-moderate activity group and severe activity group ($P < 0.05$). The AUC values of ROC curves of ADC value and K^{trans} value were 0.865 and 0.924 respectively in the diagnosis of active intestinal Crohn's disease, and the optimal cutting-points were $1.454 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ and 0.892min^{-1} , and the sensitivities were 96.00% and 100.00%, and the specificities were 70.21% and 85.11%, and the differences between the two diagnostic methods were not statistically significant ($P > 0.05$). **Conclusion** Quantitative parameters of diffusion-weighted imaging MRI and dynamic contrast-enhanced MRI of ADC value and K^{trans} value have high reliability, and have high diagnostic value for active intestinal Crohn's disease.

[Key words] Crohn's Disease; Dynamic Contrast-enhanced Magnetic Resonance Imaging; Diffusion-weighted Imaging Magnetic Resonance Imaging; Quantitative Parameters

克罗恩病作为慢性肠道疾病之一,主要发病部位在回盲肠,基本特征为反复缓解-复发,造成肠道累积性损伤,疾病分布具有跳跃性,病程相对较长,治愈难度较大,手术及致残率均较高,故合理有效的诊断及治疗方案显得尤为重要^[1]。目前,临床诊断主要是将临床症状与内镜检查结果相结合的综合诊断方案,但内镜作为侵袭性检查之一,部分患者检查不耐受,且操作期间肠穿孔风险较大^[2]。随着医学科学技术不断革新,各种无创检查方式应用日益广泛,核磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)作为其中之一,其有着较高的软组织对比度,且能多平面呈现,在肠腔及肠外病变中优势明显,可有效显示克罗恩病病变肠段^[3]。近年有关研究发现,弥散加权成像MRI(diffusion weighted MRI, DW-MRI)和动态增强MRI(dynamic contrast-enhanced MRI, DCE-MRI)均可对活动性肠道克罗恩病进行半定量分析^[4]。基于此,本文对弥散加权成像MRI和动态增强MRI在活动性肠道克罗恩病诊断中的应用进行分析,现将研究结果汇报如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析我院2015年3月至2018年3月收治的47例肠道克罗恩病患者,并参照Harvey-Bradshaw指数^[5](HBI)进行分组,其中静止组(HBI≤4)14例,轻中度活动组(4<HBI<9)20例,重度活动组(HBI≥9)13例;再收集同时时间段疑似肠道疾病且实施肠道MRI检查患者作为健康对照组25例。病例组男性27例,女性20例;年龄18~62岁,平均(35.51±12.64)岁。对照组男性13岁,女性12岁;年龄18~60岁,平均(34.47±10.52)岁。两组患者一般资料差异无统计学意义(P>0.05)。

纳入标准:①均因腹痛、排便异常等,肠道疑似疾病实施肠道MRI检查;②均进行弥散加权成像MRI和动态增强MRI检查;③MRI检查前72h内实施胶囊小肠镜、结肠镜检查及病理学确诊,其中肠道克罗恩病诊断标准参照《炎症性肠病诊断与治疗的共识意见(2012年·广州)》^[6]中相关标准确诊;④肠道克罗恩病患者经肠镜确诊为肠道内单一病灶,且发病部位在盲肠处;⑤所有患者临床及影像学资料完整,能正常获取研究所需资料;⑥经我院医学伦理委员会批准该项研究。

排除标准:①存在肠道切除史;②影像学图像模糊,存在伪影干扰,无法正常得出诊断结果;③存在MRI或肠镜检查禁忌症;④合并有感染、血液疾病、肝硬化等对检查结果可造成一定影响的疾病;⑤合并肠道肿瘤;⑥合并神经及精神障碍,无法正常配合完成检查。

1.2 方法 所有受试人群入组后均使用GE公司生产的Signa HDxt 3.0T超导型MRI扫描仪及配套腹盆腔线圈实施扫描。扫描前6h禁食,检查前45min内,口服

2.5%甘露醇(福州海王福药制药有限公司,国药准字H35020496,250ml:50g)1500mL充盈肠道(口服500ml/次,间隔15min一次,共三次)。检查开始前3min,静脉注射山莨菪碱(河南天方药业股份有限公司,国药准字H41023403,1ml:5mg)20mg抑制肠道蠕动。

常规扫描序列及参数:①冠状位T₂WI:屏气扫描,层厚设定为5mm,间距设定为1mm,TR设定为2800ms,TE设定为70ms;②轴位T₂WI:呼吸触发,层厚设定为4mm,间距设定为2mm,TR设定为1200ms,TE设定为90ms;③轴位T₁WI:屏气扫描,层厚设定为4mm,间距设定为0mm,TR设定为4.5ms,TE设定为1.7ms。

DWI为平面回波序列,扫描参数设定为:轴位设定为4mm,层厚设定为4mm,TR设定为6666ms,TE设定为57ms,矩阵设定为130×96,视野设定为40cm,b值设定为0、6s/mm²,激励次数设定为6。

DCE为三维容积超快速扫描序列,扫描参数设定为:

轴位设定为4mm,层厚设定为4mm,间距设定为0mm,TR设定为2.9ms,TE设定为1.1ms,矩阵设定为224×120,视野设定为42×42cm,翻转角设定为12°,连续进行30个时像采集,采集时间分辨率设定为6s,时长设定为3min14s。扫描期间对比剂为钆双胺注射液(GE Healthcare Ireland,国药准字J20020044,10ml:4.305g),注射剂量为0.1mmol/kg,注射速率为2mL/s,且在对比剂注射结束后以相同速率注射20mL生理盐水(福建省安溪制药有限公司,国药准字H35020612,100ml:0.9g)。对比剂注射前需实施5个时像扫描作为蒙片,扫描翻转角依次为4°、6°、8°、10°、12°。

所有图像资料均由2名以上高年资腹部影像学主症医师采用盲法进行分析,并对有异议图像进行协商,待结论一致后予以采纳。

1.3 观察指标 观察病例组和对照组DWI-MRI和DCE-MRI检查值差异,包括:表观弥

表1 病例组和对照组ADC值、K^{trans}值比较($\bar{x} \pm s$)

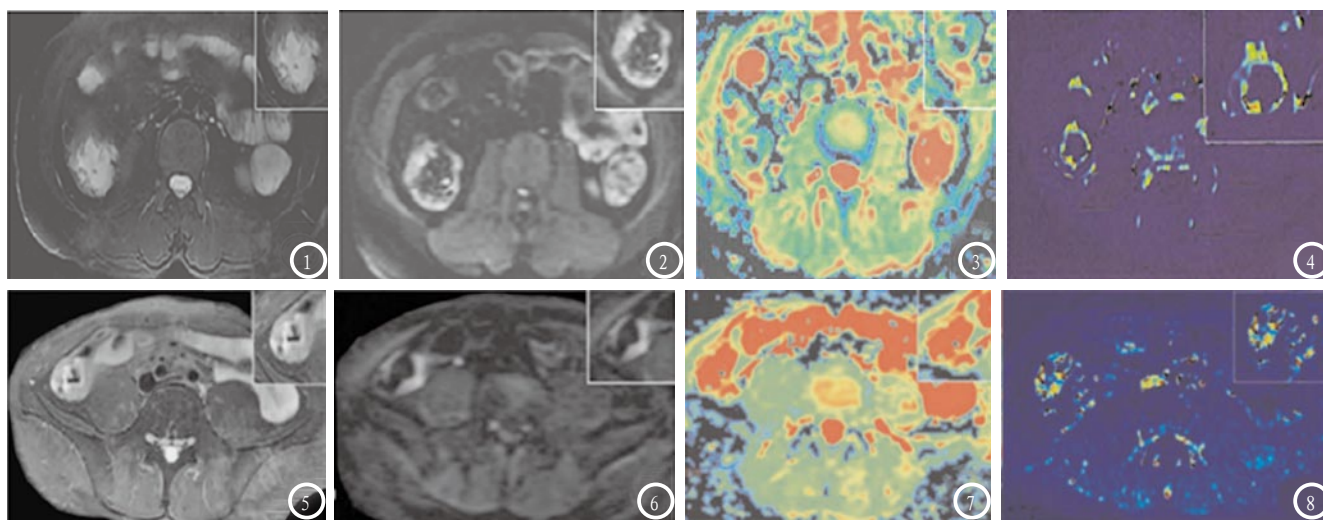
组别	例数	ADC($\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)	K ^{trans} (min ⁻¹)
病例组	47	1.467±0.425	2.125±1.118
对照组	28	2.130±0.394	0.681±0.150
t		6.402	6.471
P		0.000	0.000

表2 病例组三组患者一般资料、ADC值、K^{trans}值比较

组别	例数	性别 (男/女)	年龄(岁)	ADC($\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)	K ^{trans} (min ⁻¹)
静止组	14	8/6	29.33±10.58	2.062±0.220	1.235±0.679
轻中度活动组	20	12/8	35.51±13.36	1.280±0.091	1.925±0.136
重度活动组	13	7/6	34.48±12.55	1.110±0.133	3.391±1.241
χ^2/F		0.123	1.098	28.977	12.683
P		0.940	0.343	0.000	0.000

表3 ADC、K^{trans}值诊断活动性肠道克罗恩病ROC曲线分析

诊断值	AUC	最佳分割点	敏感性(%)	特异性(%)	95%CI	P
ADC($\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)	0.865	1.454	96.00	70.21	0.764~0.934	0.211
K ^{trans} (min ⁻¹)	0.924	0.892	100.00	85.11	0.873~0.973	



ADC值诊断活动性肠道克罗恩病ROC曲线分析

Ktrans值诊断活动性肠道克罗恩病ROC曲线分析

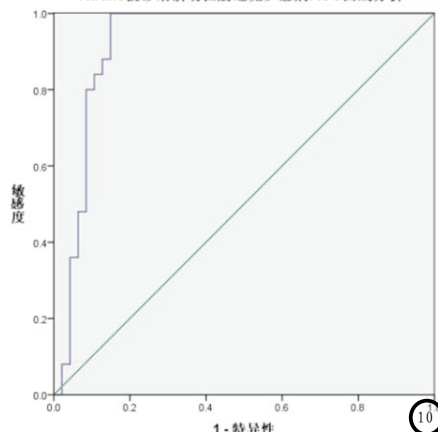
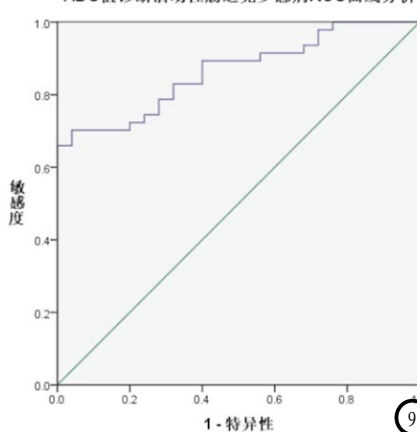


图1-8 活动性肠道克罗恩病典型病例分析。图1-4 为重度活动组：男性，28岁，HBI评分为10分。图1 诊断为回盲部肠壁增厚且伴有溃疡形成；图2 为DWI-MRI诊断ADC值为 $0.982 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ ；图3 为伪彩图，将病变肠壁显示为冷色；图4 为DCE-MRI诊断 K^{trans} 值为 3.402min^{-1} 。图5-8 为轻度活动组：男性，28岁，HBI评分为5分。图5 诊断为回盲部肠壁增厚，但内壁光滑；图6 为DWI-MRI诊断ADC值为 $1.276 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ ；图7 为伪彩图，将病变肠壁显示为冷色；图8 为DCE-MRI诊断 K^{trans} 值为 1.957min^{-1} 。图9-10 ADC、 K^{trans} 值诊断活动性肠道克罗恩病ROC曲线分析图。

止组、轻中度活动组、重度活动组 ($P < 0.05$)，而 K^{trans} 值由低到高依次为静止组、轻中度活动组、重度活动组 ($P < 0.05$)，见表2。见图1-8。

2.3 ADC、 K^{trans} 值诊断活动性肠道克罗恩病ROC曲线分析 ADC值、 K^{trans} 值断活动性肠道克罗恩病ROC曲线AUC依次为0.865、0.924，最佳分割点依次为 $1.454 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 、 0.892min^{-1} ，且两种诊断方式差异无统计学意义 ($P > 0.05$)，见表3，图9-10。

散系数 (apparent diffusion coefficient, ADC)、容积转运常数 (volume transfer constant, K^{trans})；对比病例组三组患者DWI-MRI和DCE-MRI数据比较，包括：ADC、 K^{trans} 值，并对分析两种诊断方式ROC曲线。

1.4 统计学方法 将本文所有数据经双人交流录入EXCEL表格，并使用SPSS17.0统计学软件进行处理，①计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示，符合正态分布且方差齐时，各组间采取t检验分析，多组间比较采取重复测量方差分析；②计数资料采取例数(%)表示，无序分类资料采用 χ^2 检验；③ADC、 K^{trans} 值诊断活动性肠道克罗恩病进行ROC分析并绘制ROC曲线，计算ROC曲线下面积 (area under

the curve, AUC)、95%可信区间，cut-off点为ROC曲线上以约登指数 (敏感度+特异度-1) 最大点。所有检测均为双侧检验，并以 $P < 0.05$ 认为有统计学意义。

2 结果

2.1 病例组和健康组ADC值、 K^{trans} 值比较 病例组ADC值显著低于对照组 ($P < 0.05$)，病例组 K^{trans} 值显著高于对照组 ($P < 0.05$)，见表1。

2.2 病例组三组患者一般资料、ADC值、 K^{trans} 值比较 病例组三组患者性别、年龄变化相当 ($P > 0.05$)，病例组三组患者DWI-MRI和DCE-MRI检查结果变化显著，其中ADC值由高到低依次为静

3 讨论

肠道克罗恩病是一种免疫相关性慢性肉芽肿性炎症反应，现已成为慢性腹泻主要病因之一，疾病具有终生性，病情相对复杂，目前尚未发现根治药物，需长期监测、随访了解疾病变化情况，不断调整治疗方案，进而改善疗效及预后，故及时有效的病情评估显得尤为重要^[7]。现阶段，肠镜检查仍为克罗恩病主要检查方式，该方式为侵袭性检查，患者接受度及耐受性均较差，不适合长期反复检查，且单一肠镜检查无法全面评估克罗恩病肠道病变情况及病变范围^[8]。MRI作为医学影像技术之一，该项检查方式可无创且无电辐射检

查,可通过不同脉冲序列获得较优的组织对比度,具有较好的实时成像功能,可反复且严密监测肠道病变情况,在肠道克罗恩病评估中潜在优势明显^[9]。

弥散加权成像MRI (DWI-MRI) 作为MRI新型技术之一,在检查过程中无需注入对比剂,仅通过布朗运动无创反应组织内水分子运动差异成像,通过测量表观扩散系数(ADC)对活体组织及器官病变进行定性研究及定量分析,且在炎症反应中特异性较强^[10]。炎症反应越炎症,会增加体内微小脓肿形成,且肉芽组织增殖明显增加,体内水分子弥散受限,DWI信号增强,ADC值明显降低,Li X H等^[11]研究证实,克罗恩病使肠道出现炎性病变,进而导致DWI信号异常,ADC值变化明显。本文研究结果与此一致,病例组患者ADC值明显低于对照组,且在病例组患者中静止组、轻中度活动组、重度活动组患者ADC值依从递减,这可能与病变炎症反应炎症程度有关,炎症反应越重,水分子弥散能力明显下降。

动态增强MRI (DCE-MRI) 技术是一项无创评价微血管生成技术,主要是通过药物动力学模型计算的 K^{trans} 等值进行定量分析,从细胞分子水平反应肿瘤微血管通透性,进而评价新生血管情况^[12]。近年有研究发现,炎症反应在一定程度上刺激微血管生成、增加血管通透性,且在注入对比剂后,对比剂可经高通透性且不成熟的新生血管向外扩散,进而通过对比剂注入前后连续图像,可得对比剂分布情况,进而得出 K^{trans} 等定量参数^[13]。本文研究结果显示,使用DCE-MRI技术检查克罗恩病患者 K^{trans} 值明显高于健康对照组,且在静止组、轻中度活动组、重度活动组一次递减,这与吴亚红等^[14]研究结果类似,DCE-MRI技术可通过血管内

皮、毛细血管床容积等,半定量分析活动性肠道克罗恩病,炎症反应越重,新生血管及血管通透性均明显上升,进而导致 K^{trans} 值越高。

本文还将DWI-MRI和DCE-MRI诊断效能进行分析,发现两种诊断方式在活动性肠道克罗恩病诊断ROC曲线下面积相当,敏感性依次为96.00%、100.00%,特异性依次为70.21%、85.11%,且最佳分割点依次为 $1.454 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、 0.892 min^{-1} ,这与Zhu J等^[15]研究结果相似。两种诊断方式诊断优势各异,均能通过ADC、 K^{trans} 值对肠道克罗恩病进行定量或半定量分析,诊断效能较高、诊断优势明显,且在活动性疾病诊断中优越性较高。

综上所述,活动性肠道克罗恩病使用弥散加权成像MRI和动态增强MRI优势明显,且两种诊断方式ROC曲线下面积相当,敏感性、特异性均较高,进一步提供较为明确的病变信息,通过微循环变化监控病情,对临床诊断及治疗提供一定的参考信息。

参考文献

- [1] 石桥,谢婷婷,袁知东,等.能谱CT单能量小肠成像应用于克罗恩病临床评估的价值[J].中国CT和MRI杂志,2016,14(6):95-97.
- [2] Langhorst J, Boone J, Koch A, et al. P176 Correlation of biomarkers to PET/MRI and endoscopy in patients with Crohn's disease with special focus on small bowel involvement. [J]. J CROHNS COLITIS, 2017, 11 (suppl-1): S165-S165.
- [3] Bhatnagar G, Makanyanga J, Ganeshan B, et al. MRI texture analysis parameters of contrast-enhanced T1-weighted images of Crohn's disease differ according to the presence or absence of histological markers of hypoxia and angiogenesis [J]. ABDOM RADIOL, 2016, 41 (7): 1261-1269.
- [4] 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[J].中国医学影像技术,2016,32(12):1895-1899.

- [5] 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.
- [6] 中华医学会消化病学分会炎症性肠病学组.炎症性肠病诊断与治疗的共识意见(2012年·广州)[J].中华内科杂志,2012,51(10):818-831.
- [7] 彭明洋,张卫东,马跃虎,等.多排螺旋CT小肠成像在Crohn病中的诊断价值[J].中国CT和MRI杂志,2015,13(7):80-83.
- [8] 朱建国,李海歌,曹鹏.克罗恩病多模态磁共振成像[J].放射学实践,2017,32(10):80-84.
- [9] 李雪华,黄斯韵,林锦江,等. MR扩散加权成像评估回结肠克罗恩病活动性的价值[J].中华放射学杂志,2017,51(3):178.
- [10] 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[J].中国医学影像技术,2016,32(4):547-551.
- [11] Li X H, Sun C H, 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 [J]. INFLAMM BOWEL DIS, 2017, 23 (2): 244.
- [12] Oto A, Kayhan A, Williams J T B, 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, 2015, 33 (3): 615-624.
- [13] Zhu J, Zhang F, Zhou J, et al. Assessment of therapeutic response in Crohn's disease using quantitative dynamic contrast enhanced MRI (DCE-MRI) parameters: A preliminary study [J]. Medicine, 2017, 96 (32): e7759.
- [14] 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.
- [15] Zhu J, Zhang F, Yun L, 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 [J]. Medicine, 2016, 95 (14): e3239.

(本文编辑: 张嘉瑜)

【收稿日期】2019-01-27