

· 腹部影像学 ·

CT 肠道成像定量评分系统在回结肠克罗恩病活动性评估中的应用价值

吴慧, 程静云, 王艳, 冷小园, 陈敏, 黄梅芳, 吴光耀, 徐国斌

【摘要】 目的:探讨 CT 肠道成像(CTE)在回结肠克罗恩病(CD)活动性评估中的应用价值。**方法:**搜集我院经内镜、病理及临床随访确诊的 CD 患者共 110 例。110 例患者均行常规结肠镜及 CTE 标准化检查,两种检查时间间隔小于 1 周。CTE 检查主要评价病变部位、肠壁厚度、肠黏膜 Δ CT 值(门静脉期黏膜 CT 值-增强前黏膜 CT 值)、病变肠段周围最大淋巴结短径,有无肠壁分层强化、肠腔狭窄、肠系膜血管增粗(梳征)及肠系膜纤维脂肪增生。结肠镜检查根据克罗恩病简化内镜活动性评分(SES-CD)将 CD 患者分为非活动组、轻微活动组和中重度活动组。**结果:**110 例 CD 患者共评估 298 个病变肠段,其中非活动组 80 个,轻微活动组 142 个,中重度活动组 76 个。单因素分析结果表明,各组间的肠壁厚度、 Δ CT 值、淋巴结短径、肠壁分层强化及肠腔狭窄的差异均有统计学意义(P 值均 <0.05);而各组间的肠系膜血管增粗、肠系膜纤维脂肪增生的差异均无统计学意义($P>0.05$)。相关性分析结果显示,肠壁厚度、 Δ CT 值、肠壁分层强化与 SES-CD 均呈中度相关, r 值分别为 0.535、0.787、0.676(P 值均 <0.01);肠腔狭窄与 SES-CD 呈轻度相关, r 值为 0.480($P<0.01$)。通过多分类有序 logistic 回归模型初步计算出一个 CTE 定量评分系统:简化 CTE 评分 = $0.2 \times$ 肠壁厚度 + $0.3 \times \Delta$ CT 值 + $1.5 \times$ 肠壁分层强化 + $2 \times$ 肠腔狭窄。通过对之后新收集的 30 例(88 个肠段)CD 患者的验证分析表明,该评分系统与 SES-CD 高度相关($r=0.866, P<0.01$)。ROC 曲线分析结果表明,当 CTE 评分为 13.3 时,其在区分 CD 活动组与非活动组中的灵敏度和特异度分别为 80.3%、95.5%,曲线下面积(AUC)=0.906;当 CTE 评分=16.5 时,其在区分 CD 轻微活动组与中重度活动组中的灵敏度和特异度分别为 96.3%、90.2%,AUC=0.961。**结论:**CTE 定量评分系统可用于 CD 病变活动性及严重程度的评估。

【关键词】 克罗恩病; CT 肠道成像; 体层摄影术, X 线计算机; 克罗恩病简化内镜活动性评分; CTE 定量评分系统

【中图分类号】 R574.5; R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2020)01-0061-07

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2020.01.012

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

**Quantitative CT enterography scoring system in the evaluation of activity of ileocolonic Crohn disease**

WU Hui, CHENG Jing-yun, WANH Yan, et al. Department of Radiology, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, China

【Abstract】 Objective: To explore the application values of CT enterography (CTE) in evaluating the activity of ileocolonic Crohn's disease (CD). **Methods:** A total of 110 CD patients confirmed by endoscopy, pathology and clinical follow-up in our hospital were enrolled. All patients underwent routine colonoscopy and standardized CTE with the interval less than 1 week. CTE parameters included the lesion site, the bowel-wall thickness, intestinal mucosa Δ CT value (CT value of mucosa in portal vein stage-CT value of mucosa before enhancement), the maximum short diameter of lymph nodes around the intestinal segment of the lesion, mural stratificated enhancement, luminal stenosis, mesenteric hyper-vascularity (manifested as "comb sign") and mesenteric fibro-fatty proliferation. The CD patients were divided into inactive, mild and moderate-severe active groups according to Crohn's disease simplified endoscopic activity score (SES-CD). **Results:** 298 intestinal segments in 110 CD patients were evaluated, in which 80, 142 and 76 were inactive, mild active and moderate-severe active, respectively. Uni-

作者单位: 430071 武汉, 武汉大学中南医院放射科(吴慧、程静云、王艳、冷小园、吴光耀、徐国斌), 消化内科(陈敏、黄梅芳); 518055 广东深圳, 深圳大学总医院放射科(吴光耀)

作者简介: 吴慧(1994—), 女, 湖北荆州人, 硕士研究生, 主要从事腹部影像诊断工作。

通讯作者: 吴光耀, E-mail: wuguangy2002@163.com; 徐国斌, E-mail: guobinxu@126.com

基金项目: 国家重点研发计划(No. 2016YFC1304702), 深圳大学基金(No. 85706—0000040544)

variate analysis showed that there were significant differences in the bowel-wall thickness, Δ CT values, short diameter of lymph nodes, mural stratificated enhancement, and luminal stenosis among the three groups ($P < 0.05$), while there were no significant differences in mesenteric hyper-vascularity and mesenteric fibro-fatty proliferation among the three groups ($P > 0.05$). The correlation analysis showed that bowel-wall thickness, Δ CT values, and mural stratificated enhancement were moderately correlated with SES-CD (r values were 0.535, 0.787, and 0.676, respectively; $P < 0.01$); and luminal stenosis was mildly correlated with SES-CD (r value was 0.480; $P < 0.01$). Through multinomial and ordinal logistic regression model, we initially calculated a quantitative CTE scoring system (simplified CTE score = $0.2 \times$ wall thickness + $0.3 \times \Delta$ CT values + $1.5 \times$ mural stratificated enhancement + $2 \times$ luminal stenosis). Validation analysis of the newly collected 30 CD patients (88 intestinal segments) showed this CTE scoring system was highly correlated with the SES-CD ($r = 0.866$, $P < 0.01$). ROC curve analysis showed that when the cutoff value of CTE score was 13.3, the sensitivity and specificity in discriminating the active group from inactive group were 80.3% and 95.5%, respectively, and the area under the ROC curve was 0.906; when the cutoff value of CTE score was 16.5, the sensitivity and specificity in discriminating the mild active group from moderate-severe active group were 96.3% and 90.2%, respectively, and the area under the ROC curve was 0.961. **Conclusion:** This quantitative CTE scoring system could be an effective way to assess the activity and severity of ileocolonic CD lesions.

【Key words】 Crohn's disease; Computed tomography enterography; Tomography, X-ray computed; Simplified endoscopic activity score for Crohn disease; Quantitative CTE score system

克罗恩病(Crohn's disease, CD)是一种与基因、环境、免疫及肠道菌群相关的慢性非特异性肉芽肿性炎症,可累及整个消化道,具有反复发作的特点,其特征是肠壁节段性受累和透壁性炎症^[1]。内窥镜仍是胃肠道病变的首选检查方法^[2],可直接观察胃肠道黏膜病变,获取病变组织,极大地提高了病变诊断准确率;但其侵袭性常给患者带来不适,并存在相关并发症的发生风险,且无法观察肠腔外肠系膜及其淋巴结表现。CT 肠道成像(computed tomography enterography, CTE)可无创性显示肠腔内外病变,成像速度快,患者舒适度高,多平面重建(multiplanar reformation, MPR)可多方位显示病灶,是内镜检查和临床评估等传统方法的有效补充,并且很多研究证实,CTE 可用于 CD 病变活动性和严重程度评估以及临床疗效评估^[3-5]。然而,目前仍缺乏一个通用的 CTE 定量评分系统用于评估和预测 CD 活动性及严重程度。本研究旨在探讨各 CTE 征象与内镜评分的相关性,并试图建立一个用于评估和预测 CD 活动性及严重程度的 CTE 定量评分系统。

材料与方法

1. 病例资料

搜集 2016 年 3 月—2019 年 2 月间在我院行 CTE 检查并经内镜、病理及临床随访确诊的 CD 患者。病例纳入标准:①按照炎症性肠病诊断与治疗专家共识意见^[6],经临床、结肠镜、病理及影像综合诊断为 CD;

②进行过常规结肠镜及 CTE 标准化检查,两种检查时间间隔小于 1 周;③临床、影像及实验室检查资料完整;④CTE 检查前,患者无肠切除手术史;⑤肠道充盈及图像质量良好,不影响病变评估者。病例排除标准:①CTE 检查发现合并肠道其他病变(如恶性肿瘤、严重肠痿、腹腔脓肿等)者;②病变局限在末端回肠以上者。

本研究共纳入 110 例 CD 患者,其中男 82 例,女 28 例,年龄 16~62 岁,平均(32 ± 12)岁;病程 1~60 个月,中位病程 11 个月。另外,本研究新搜集了 2019 年 2 月~5 月间在我院行 CTE 检查并符合以上全部标准的 CD 患者 30 例(88 个肠段),用于对建立的定量评分系统进行验证。

2. CTE 检查方法

检查前 1 天中、晚餐流质或半流质饮食,晚上冲服聚乙二醇电解质散剂 120~180 g 清洁肠道;检查前 70~80 min 间断口服 2.5% 等渗甘露醇溶液 1500~2000 mL(以患者体格及舒适度为限),分 5~6 次等量服用,每次间隔约 10 min,扫描前追服 300 mL 以充盈胃腔和空肠上段;扫描前 10 min 肌肉注射盐酸山莨菪碱 10 mg 抑制肠道蠕动,有青光眼、前列腺增生等禁忌证者除外。

CT 检查采用德国 Siemens Definition 64 层双源 CT 扫描仪。扫描前训练患者呼吸,吸气末屏气扫描。扫描范围从膈顶至耻骨联合下缘。扫描参数:管电压 120 kV,管电流 160~240 mAs,层厚 5 mm。平扫结束

后,采用高压注射器以 2.5 mL/s 流率一次性团注对比剂碘海醇(碘浓度 350 mg/mL),剂量 1.5 mL/kg,注射对比剂后 20~30 s、60~65 s 分别行动脉期和静脉期增强扫描。常规扫描后在德国 Siemens 后处理工作站(Syngo CTWorkplace, VA44A)行 1 mm 薄层重建以及 MRR 处理。

3. CTE 图像评估

由 2 位具有副主任医师以上职称,从事腹部影像诊断的放射科医师独立评估图像,采用双盲法对图像进行分析,评价 2 位医师间测量结果的一致性,各 CTE 指标取 2 人的平均值进行后续分析,评估过程中意见不一致时经讨论达成一致意见。观察记录的内容包括病变部位、肠壁厚度、有无肠壁分层强化(门静脉期)、 Δ CT 值(Δ CT 值=门静脉期黏膜 CT 值-增强前黏膜 CT 值)、有无肠腔狭窄、有无肠系膜血管增粗(梳征)及肠系膜纤维脂肪增生、病变肠段周围最大淋巴结短径。

病变部位:为了便于比较每个肠段的 CTE 和内镜评估结果,笔者将病变肠段分为五段(末端回肠、升结肠、横结肠、降结肠及乙状结肠、直肠);同时为了评估各段中 CD 病变的严重程度,在每个肠段中选取病变最严重处进行评估。肠壁厚度:选取病变肠段充盈较好的部分,在横轴位上同时测量该肠段内径和外径,肠壁厚度=(外径-内径)/2。肠壁强化方式:A 型肠壁呈多层状(3 层或 3 层以上);B 型肠壁呈双层状,由明显强化的黏膜层及低密度的黏膜下层组成;C 型肠壁呈双层状,但无黏膜层明显强化;D 型肠壁均匀强化,无分层^[7]。在评估时,将 A、B 两型归为分层强化,计 1 分;而 C、D 两型归为无分层强化,计 0 分;评估强化方式时以门静脉期图像为参照。 Δ CT 值的测量:首先将每个感兴趣区(ROI)的大小设定为 3~6 mm²,采用规则圆形 ROI,并将 ROI 手动置于肠黏膜区域,测出其 CT 值;同时在其邻近肠黏膜区域以相同的方法勾画两个 ROI 并记录其 CT 值,最后计算 3 个 CT 值的平均值,即为最终的肠黏膜 CT 值^[8]。本研究采用门静脉期图像来测量肠壁强化程度是基于 Wold 等^[9]的研究结果。由于肠黏膜厚度有限,测量相对比较困难,因此测量时应将图像尽可能放大。肠腔狭窄的评估:为了最大限度地减少假阳性结果,本研究将肠腔狭窄定义为 CTE 图像上表现为肠腔缩小(内径<1.0 cm),并且伴有明确的近端肠管扩张(为邻近正常肠管的 1.5 倍)^[10],同时结合 CT 多期扫描图像来区分器质性狭窄(即固定狭窄)和肠收缩所致的一过性狭窄。肠系膜纤维脂肪增生的评估:主要通过测量肠系膜脂肪的密度,若肠壁与肠系膜界面变模糊,且病变肠段周围肠系膜脂肪密度较正常肠段周围肠系膜脂肪密度增高

20 HU 以上,则认为病变肠段周围肠系膜脂肪增生^[11]。病变肠段周围肠系膜淋巴结的测量:本研究将病变肠段周围淋巴结定义为其周围 5cm 范围内最大的淋巴结,并测量其短径。遇到淋巴结同时属于两个肠段周围,测量其与病变肠段的直线距离,并将其归属于距离较近的肠段。

4. 结肠镜检查及评估方法

由一位有经验的肠镜医师采用单气囊电子结肠镜(日本 SIF-Q260 Olympus)进行结肠镜检查。常规清洁肠道后,静脉注射丙泊酚 1.5~2.0 mg/kg 诱导麻醉,6.0~8.0 mg/kg·h 维持麻醉,经肛进镜至回盲瓣约 150 cm 行结肠镜检查。

根据克罗恩病简化内镜活动性评分(simplified endoscopic activity score for Crohn disease, SES-CD)^[2]对病变肠段进行评估,评估内容包括:溃疡大小(0~3 分)、溃疡面积(0~3 分)、病变累及范围(0~3 分)及肠段狭窄(0~3 分)。病变肠段分为 5 段(末端回肠、升结肠、横结肠、降结肠及乙状结肠、直肠),每个肠段评分的可能值在 0~12 分之间。根据评估结果将 CD 患者分为非活动组(0~2 分)、轻微活动组(3~6 分)及中重度活动组(≥ 7 分),其中轻微活动组和中重度活动组均为活动组。

5. 统计学处理

采用 SPSS 25.0 软件进行统计分析。对于连续变量,服从正态分布者以 $\bar{x} \pm s$ 表示,不服从正态分布者以中位数(范围)表示;计数资料以频数(百分比)表示;对于连续变量的组间比较,若数据服从正态分布采用单因素方差分析,若数据不服从正态分布则采用 Kruskal-Wallis 秩和检验;分类变量的组间比较采用行 $\times$ 列表卡方检验。采用 Pearson(正态分布数据)或 Spearman(偏态分布数据)评价 CTE 指标与结肠镜评分的相关性;通过多分类有序 logistic 回归分析计算出 CTE 定量评分系统,并通过受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线评估 Δ CT 值及 CTE 定量评分系统在 CD 病变活动性预测中的准确性。采用组内相关系数(intra-class correlation coefficient, ICC)评价两位放射科医师对肠壁厚度、 Δ CT 值及淋巴结短径测量的一致性;通过 kappa 统计量比较两者对肠壁分层强化、肠腔狭窄评估的一致性。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 患者基线特征

110 例 CD 患者纳入本研究,其中男 82 例,女 28 例,年龄中位数为 28 岁(16~62 岁),病程 1~60 个月,中位数为 11 个月。共评估 298 个病变肠段,其中

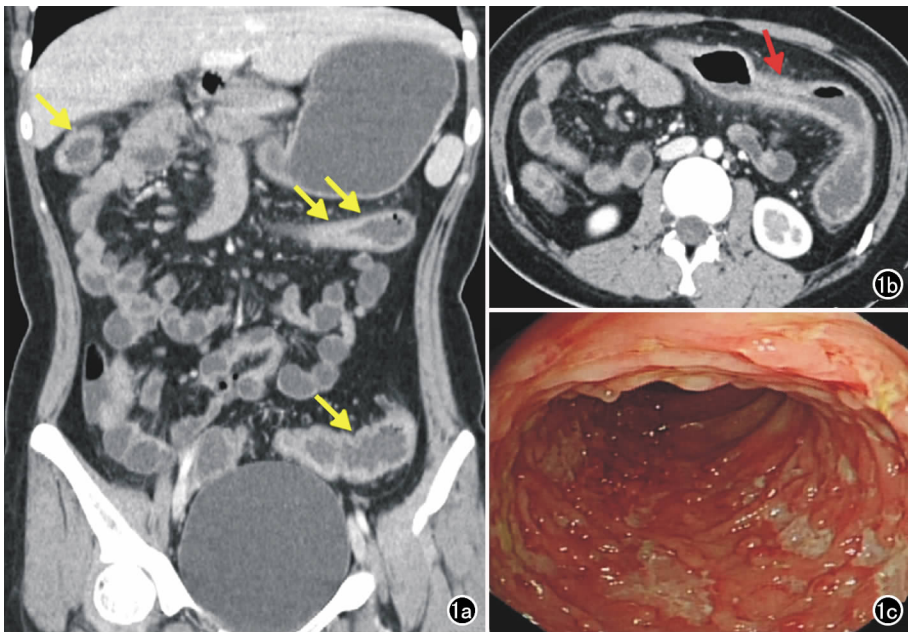


图 1 中重度活动期 CD 患者,女,22 岁,右半结肠、横结肠及左半结肠的 SES-CD 均为 8 分。a) 增强扫描门静脉期图像示右半结肠、横结肠及左半结肠肠壁增厚(箭); b) 横轴面图像示横结肠肠腔狭窄(箭); c) 结肠镜示横结肠黏膜充血水肿,结肠袋不典型,血管网欠清,可见多发不规则纵行溃疡及铺路石样改变。

非活动组 80 个,轻微活动性组 142 个,中重度活动组 76 个。SES-CD 为 0~11 分,中位数为 4 分;ESR(红细胞沉降率)为 4.0~140.0 mm/1 h,中位数为 22.5 mm/1 h;CRP(C-反应蛋白)为 1.4~134.8 mg/L,中位数为 22.2 mg/L。

2 位医师对 CTE 指标测量及评估的一致性均较好,肠壁厚度、ΔCT 值、淋巴结短径对应的 ICC 分别为 0.83、0.80、0.85(P 值均 <0.01);肠壁分层强化、肠腔狭窄、肠系膜血管增粗(梳征)、肠系膜纤维脂肪增生对应的 kappa 值分别为 0.88、0.90、0.89、0.81(P 值均 <0.01)。

2. CD 患者的 CTE 表现

通过单因素分析发现,各组间的肠壁厚度(图 1~3)、ΔCT 值、淋巴结短径、肠壁分层强化(图 2a)及肠腔

狭窄(图 1b)的差异均有统计学意义(P 值均 <0.05),而肠系膜血管增粗(梳征)、肠系膜纤维脂肪增生的各组间差异均无统计学意义(P 值 >0.05 ,表 1)。

3. CTE 指标与内镜评分的相关性分析

相关性分析结果显示,肠壁厚度、ΔCT 值、肠壁分层强化与 SES-CD 均呈中度相关,肠腔狭窄、淋巴结短径与 SES-CD 呈轻度相关(表 2)。通过多分类有序 logistic 回归模型,初步计算出一个 CTE 定量评分系统,即 CTE 评分 $=0.185 \times$ 肠壁厚度 $+0.311 \times$ ΔCT 值 $+1.416 \times$ 肠壁分层强化 $+1.809 \times$ 肠腔狭窄(简化 CET 评分 $=0.2 \times$ 肠壁厚度 $+0.3 \times$ ΔCT 值 $+1.5 \times$ 肠壁分层强化 $+2 \times$ 肠腔狭窄)(表 3)。

30 例(88 个肠段)CD 患者的验证分析结果表明,该简化 CTE

表 2 各 CTE 指标($P<0.05$)与内镜评分的相关性

CTE 指标	内镜评分	P 值
肠壁厚度	0.535	$<0.001^b$
分层强化	0.676	$<0.001^b$
肠腔狭窄	0.480	$<0.001^b$
ΔCT 值	0.787	<0.001
淋巴结短径	0.276	$<0.001^b$

注:^b表示采用 Spearman 相关。

评分系统与 SES-CD 高度相关, $r=0.866$ ($P<0.001$)。ROC 曲线分析结果显示,简化 CTE 评分在评估 CD 活动性与非活动性、区分 CD 轻微活动组与中重度活动组中的价值均优于单一的 CTE 评估指标(表 4)。当 CTE 评分=13.3 时,其在区分 CD 活动组与非活动组中的灵敏度和特异度分别为 80.3%、

表 1 CD 各组间的 CTE 征象比较

指标	非活动组 (n=80)	轻微活动组 (n=142)	中重度活动组 (n=76)	统计量	P 值
肠壁					
肠壁厚度(mm)	5(2~10)	7(2.5~15)	9.5(4.5~26)	64.317	$<0.001^a$
分层强化(n,%)	6(7.5)	58(40.8)	68(89.5)	107.448	<0.001
肠腔狭窄(n,%)	6(7.5)	22(15.5)	48(63.2)	77.855	<0.001
ΔCT 值(HU)	31.7±4.2	38.0±5.4	46.8±4.1	196.955	<0.001
肠系膜					
淋巴结短径(mm)	5.1(2~11)	5.7(3~11.5)	6.8(3.9~15)	21.436	$<0.001^a$
梳征(n,%)	46(57.5)	93(65.5)	56(73.7)	7.975	0.093
纤维脂肪增殖(n,%)	33(41.3)	69(48.6)	44(57.9)	4.338	0.114

注:^a表示采用 Kruskal-Wallis 秩和检验

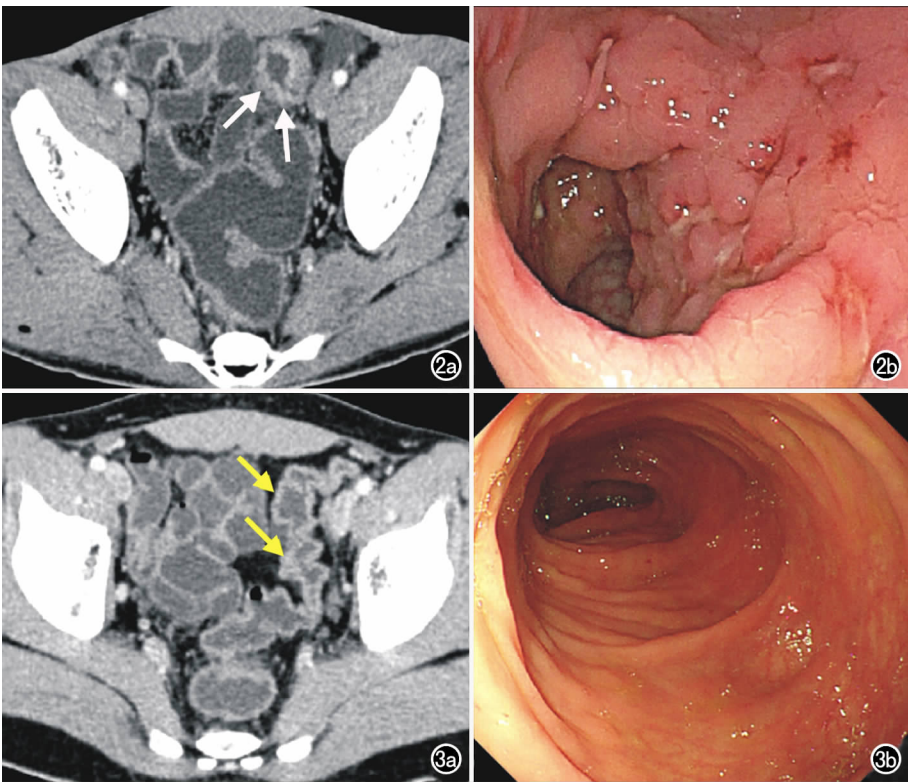


图 2 轻微活动期 CD 患者,男,20 岁,SES-CD 为 5 分。a)增强扫描门静脉期图像示左半结肠肠壁增厚伴明显分层强化(箭);b)结肠镜示多发不规则小溃疡及充血水肿糜烂。 图 3 CD 患者,男,22 岁,SES-CD 为 1 分。a)增强扫描门静脉期图像示乙状结肠肠壁稍增厚(箭);b)内镜示乙状结肠散在分布针尖样糜烂灶。

95.5%,AUC=0.906(图 4);当 CTE 评分=16.5 时,其在区分 CD 轻微活动组与中重度活动组中的灵敏度和特异度分别为 96.3%、90.2%,AUC=0.961(图 5)。

讨论

1.CTE 征象在 CD 活动性评估中的价值
本研究结果显示,肠壁厚度、ΔCT 值、肠壁分层强

化与 SES-CD 均呈中度相关,这与以往研究结果一致^[12]。CD 活动期往往会出现肠壁增厚、分层及黏膜高度强化,其中肠系膜侧肠壁偏心性增厚和明显强化是 CD 的特征。肠壁分层强化的病理基础为黏膜、浆膜层的充血和黏膜下的水肿或脂肪沉积,增强时在 CTE 图像上黏膜层、浆膜层表现为高密度,而中间的黏膜下层呈低密度,即分层强化。对于那些病程太长和透壁纤维化的患者,肠壁的分层改变会消失,而且在 CT 扫描时病变肠壁的密度通常均匀降低。肠壁分层及明显强化可能表明透壁纤维化尚未发生,并且被认为与疾病的临床活动性相关^[13,14]。

Bodily 等^[13]的研究表明,肠壁高强化与组织学炎症相关,是反映 CD 活动性最敏感的指标。本研究中,ΔCT 值在模型中的作用最为显著,这可能提示 ΔCT 值可作为 CD 活动性评估的独立预测因子。Adler 等^[15]的研究表明,CD 的肠腔狭窄既可以是炎性水肿引起,也可以由肠壁纤维化所致,仅靠 CTE 很难鉴别两者,同时肠腔的明显狭窄经常与肠壁纤维化相关,这可以解释为什么在本研究中肠腔狭窄与 SES-CD 仅呈轻度相关。

CD 是透壁性炎症,肠壁炎症可以延伸到邻近的周围脂肪及小肠肠系膜组织中。肠壁炎症的渗透会导致肠周脂肪密度的增加,即肠系膜纤维脂肪增殖,而

表 3 多元有序 Logistic 回归模型分析结果

指标	回归系数 (B)	标准误 (SE)	Wald	P 值	OR	CI(95%置信区间)
肠壁厚度	0.185	0.060	9.631	0.002	1.203	1.070~1.353
分层强化	1.416	0.395	12.869	0.000	4.121	1.900~8.935
肠腔狭窄	1.809	0.392	21.313	0.000	6.104	2.832~13.144
ΔCT 值	0.311	0.036	75.208	0.000	1.365	1.273~1.464
淋巴结短径	0.001	0.076	0.000	0.994	1.001	0.862~1.162

表 4 CTE 多个指标预测 CD 活动性的 ROC 曲线分析结果

指标	非活动组与活动组			轻微活动与中重度活动组		
	AUC	P 值	95% CI	AUC	P 值	95% CI
肠壁厚度	0.739	0.001	0.623~0.855	0.725	0.001	0.611~0.839
分层强化	0.795	0.000	0.695~0.896	0.756	0.000	0.651~0.861
肠腔狭窄	0.674	0.015	0.561~0.788	0.685	0.006	0.557~0.814
ΔCT 值	0.865	0.000	0.787~0.943	0.934	0.000	0.885~0.984
简化 CTE 评分	0.906	0.000	0.843~0.969	0.961	0.000	0.926~0.997

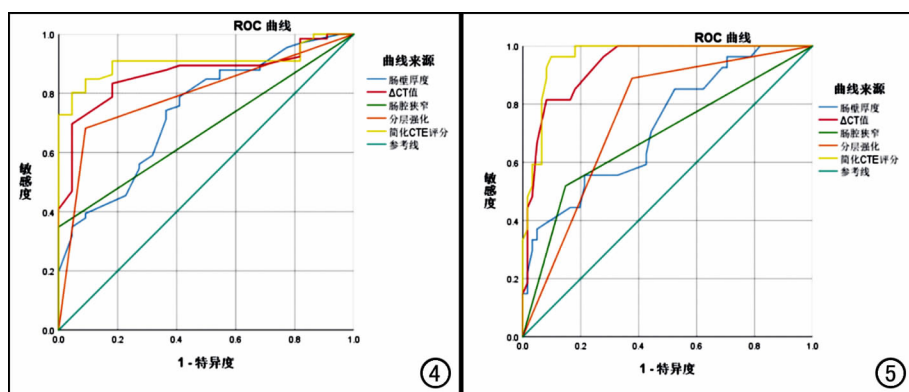


图 4 各 CTE 指标及简化 CTE 评分鉴别 CD 活动组与非活动组的 ROC 曲线图。图 5 各 CTE 指标及简化 CTE 评分鉴别 CD 轻微活动组与中重度活动组的 ROC 曲线图。

“梳征”是肠系膜炎症所致充血直小血管的一个表现,它们均与 CRP 升高相关^[16,17]。CT 增强扫描时,当出现肠系膜血管增多伴管腔扩张、迂曲和广泛分布的直小血管时,就产生了“梳征”,它归因于病变部位肠系膜血流及纤维脂肪增殖的增加,所以在 CD 病变中“梳征”和肠系膜纤维脂肪增殖经常同时存在。相关研究表明,CD 患者若在 CT 上出现“梳征”,表明病变在临床上处于活动期、进展期^[18,19]。本研究结果显示,非活动组、轻微活动组、中重度活动组出现“梳征”的概率依次增高,但三组间的差异并无统计学意义。在我们的评估过程中发现,有 44 个非活动性肠段出现“梳征”表现,这可能是由于此处的肠系膜炎症尚未恢复,且其滞后于肠黏膜炎症的愈合;另外,有 64 个活动性肠段的炎症局限于肠黏膜或肠壁,肠周未见“梳征”表现。类似的情况也见于“肠系膜纤维脂肪增殖”,这表明黏膜炎症与肠系膜炎症并不一致。在此基础上,Colombel 等^[17]的研究表明,CRP 仅与肠周炎症(如“梳征”、肠系膜脂肪密度的增加)显著相关,而与肠黏膜炎症无相关性,且与黏膜组织活检的炎症无关($r=0.08, P=0.49$)。笔者判断 CD 活动性是以内镜评估为标准,而内镜只能反映病变肠黏膜的情况,并不能反映肠周的炎症。仅使用内镜作为参考标准可能会产生假阴性结果,因为当肠黏膜正常而 CTE 发现肠壁及肠系膜存在炎症时,若以内镜为标准,它将被归为假阳性^[5]。这也许可以解释为什么本研究未发现三组在“梳征”及“肠系膜纤维脂肪增殖”上的差异。

2. CTE 定量评分系统在 CD 活动性预测中的潜在价值

对 CD 病变的准确评估有利于患者管理,临床上主要结合临床症状、内镜检查及各种实验室化验指标综合评估 CD 活动性及严重程度。最常用的症状评分系统有克罗恩病活动指数(Crohn's Disease Activity

Index, CDAI)^[20],但其存在一定的主观性,并且临床症状常与肠道炎症水平并不相关,而实验室检查(如 CRP 或其他标志物的血清水平)也不是评估 CD 严重程度的充分指标^[21];内镜检查是目前公认的评估 CD 病变的金标准,相应的评分系统如简化的克罗恩病内镜下活动性评分(SES-CD)^[22]已经得到广泛认可,但内镜是一项侵入性检查,患者对其耐受性差,并且存在肠穿孔等风险。因此,各种替代检查方法如 CTE、MRE 等开始出现,与此同时,各种磁共振定量评

分系统也相继出现,其中磁共振活动性指数(magnetic resonance index of activity, MaRIA)的应用最为广泛^[22]。

然而,到目前为止大部分 CTE 的研究都只是基于 CTE 的半定量评分,因此本研究第一次尝试使用多分类有序 logistic 回归模型建立了一个 CTE 定量评分系统,并且它与内镜评分高度相关,基于 ROC 曲线分析,CTE 定量评分系统具有预测 CD 活动性及严重程度的潜在能力。本研究结果显示 CTE 定量评分系统能更好地区分轻微活动组与中重度活动组,当 CTE 评分截值点为 16.5 时,敏感度(96.3%)和特异度(90.2%)均很高,这可能是由于随着炎症程度的增加,CTE 征象更容易识别。

3. 本研究的局限性

首先,本研究是一项单中心回顾性研究,且 CTE 定量评分系统并未对肠腔狭窄和肠壁分层强化进行分级量化,因此仍需多中心、大样本的研究对此评分系统进行修正、改进;其次,纳入患者有不同的病程并且可能接受了不同种类的药物,导致某些 CTE 征象无法呈现,从而在一定程度上影响了分析结果;再次,采用内镜作为金标准会造成一定程度的假阴性情况,在未来的研究中,若采用内镜下活检病理作为炎症活动性标准,可让模型具有更高的可靠性;最后,尽管 CTE 检查有其独特的优势,但仍有潜在的电离辐射风险,尤其对于年轻患者,因此不适合患者的长期随访。

综上所述,CTE 定量评分系统为准确评估 CD 病变提供了定量基础,该评分系统有望用于 CD 活动性及严重程度评估,从而指导临床治疗、评估预后。

参考文献:

- [1] Baumgart DC, Sandborn WJ. Crohn's disease[J]. Lancet, 2012, 380 (9853): 1590-1605.
- [2] Daperno M, D'Haens G, Assche GV, et al. Development and vali-

- dation of a new, simplified endoscopic activity score for Crohn's disease; the SES-CD[J]. *Gastrointest Endosc*, 2004, 60(4): 505-512.
- [3] 谢辉,程静云,徐国斌,等. 多层螺旋 CT 小肠造影在克罗恩病临床诊断中的应用研究[J]. *放射学实践*, 2018, 33(3): 275-279.
 - [4] Deepak P, Fletcher JG, Fidler JL, et al. Radiological response is associated with better long-term outcomes and is a potential treatment target in patients with small bowel Crohn's disease[J]. *Am J Gastroenterol*, 2016, 111(7): 997-1006.
 - [5] Fletcher JG, Fidler JL, Bruining DH, et al. New concepts in intestinal imaging for inflammatory bowel diseases[J]. *Gastroenterology*, 2011, 140(6): 1795-1806.
 - [6] 吴开春,梁洁,冉志华,等. 炎症性肠病诊断与治疗的共识意见[J]. *中国实用内科杂志*, 2018, 38(9): 26-43.
 - [7] Choi D, Lee SJ, Cho YA, et al. Bowel wall thickening in patients with Crohn's disease; CT patterns and correlation with inflammatory activity[J]. *Clin Radiol*, 2003, 58(1): 68-74.
 - [8] Radmard AR, Vaghefi RE, Montazeri SA, et al. Mesenteric lymph nodes in MR enterography; are they reliable followers of bowel in active Crohn's disease? [J]. *Eur Radiol*, 2018, 28(10): 4429-4437.
 - [9] Wold PB, Fletcher JG, Johnson CD, et al. Assessment of small bowel Crohn disease; noninvasive peroral CT enterography compared with other imaging methods and endoscopy——feasibility study[J]. *Radiology*, 2003, 229(1): 275-281.
 - [10] Bruining DH, Zimmermann EM, Loftus EV Jr, et al. Consensus recommendations for evaluation, interpretation, and utilization of computed tomography and magnetic resonance enterography in patients with small bowel Crohn's disease[J]. *Gastroenterology*, 2018, 154(4): 1172-1194.
 - [11] Hill NS, Disantis DJ. The comb sign[J]. *Abdom Imaging*, 2015, 40(5): 1010.
 - [12] 程静云,谢辉,杨昊,等. CT 小肠成像对克罗恩病活动性分级定量评估的价值[J]. *中华放射学杂志*, 2018, 52(8): 608-613.
 - [13] Bodily KD, Fletcher JG, Solem CA, et al. Crohn disease; mural attenuation and thickness at contrast-enhanced CT Enterography——correlation with endoscopic and histologic findings of inflammation[J]. *Radiology*, 2006, 238(2): 505-516.
 - [14] Gore RM, Balthazar EJ, Ghahremani GG, et al. CT features of ulcerative colitis and Crohn's disease[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 1996, 167(1): 3-15.
 - [15] Adler J, Punglia D, Dillman JR, et al. S1178 CT enterography findings correlate with tissue inflammation but not fibrosis in resected small bowel Crohn's disease[J]. *Inflamm Bowel Dis*, 2012, 18(5): 849-856.
 - [16] Park EK, Han NY, Park BJ, et al. Value of computerized tomography enterography in predicting Crohn's disease activity; correlation with Crohn's disease activity index and C-reactive protein[J]. *Iran J Radiol*, 2016, 13(4): e34301.
 - [17] Colombel JF, Solem CA, Sandborn WJ, et al. Quantitative measurement and visual assessment of ileal Crohn's disease activity by computed tomography enterography; correlation with endoscopic severity and C reactive protein[J]. *Gut*, 2006, 55(11): 1561-1567.
 - [18] Lee SS, Ha HK, Yang SK, et al. CT of prominent pericolic or perienteric vasculature in patients with Crohn's disease; correlation with clinical disease activity and findings on barium studies[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2002, 179(4): 1029-1036.
 - [19] Sakurai T, Katsuno T, Saito K, et al. Mesenteric findings of CT enterography are well correlated with the endoscopic severity of Crohn's disease[J]. *Eur J Radiol*, 2017, 89(2): 242-248.
 - [20] Best WR, Beckett JM, Singleton JW, et al. Development of a Crohn's disease activity index. National cooperative Crohn's disease study[J]. *Gastroenterology*, 1976, 70(3): 439-444.
 - [21] Solem CA, Loftus EV Jr, Tremaine WJ, et al. Correlation of C-reactive protein with clinical, endoscopic, histologic, and radiographic activity in inflammatory bowel disease[J]. *Inflamm Bowel Dis*, 2005, 11(8): 707-712.
 - [22] Rimola J, Rodriguez S, García-Bosch O, et al. Magnetic resonance for assessment of disease activity and severity in ileocolonic Crohn's disease[J]. *Gut*, 2009, 58(8): 1113-1120.

(收稿日期: 2019-08-07 修回日期: 2019-10-19)