

李璐, 申晓俊, 解睿, 等. CT 高浓度碘对比剂在克罗恩病中的应用效果[J]. CT 理论与应用研究, 2020, 29(4): 488-494. DOI:10.15953/j.1004-4140.2020.29.04.12.  
LI L, SHEN X J, XIE Q, et al. The effect of high iodine concentration contrast media in Crohn's disease patients[J]. CT Theory and Applications, 2020, 29(4): 488-494. DOI:10.15953/j.1004-4140.2020.29.04.12. (in Chinese).

## CT 高浓度碘对比剂在克罗恩病中的应用效果

李璐, 申晓俊, 解睿, 梁宗辉<sup>✉</sup>

(复旦大学附属上海市静安区中心医院放射科, 上海 200040)

**摘要:** 目的: 通过比较不同浓度碘对比剂在克罗恩患者腹部 CT 血管成像质量及肠壁相对强化值, 探讨高浓度对比剂在该病患者腹部 CT 的应用价值。方法: 回顾性地分析了 2016 年 5 月至 2019 年 1 月经临床及病理诊断为 CD, 并进行了小肠 CTE 检查的 30 例患者, 根据使用对比剂浓度的不同, 分为高浓度组 (A 组碘浓度为 400 mg/mL), 常规浓度组 (B 组碘浓度为 350 mg/mL)。所有患者通过自动触发技术进行动脉期扫描。动脉期对腹部主要血管显影质量以三级评分为基础进行评价, 对腹主动脉、肠系膜上动脉强化及肠壁强化进行以 CT 值测量为基础的定量评价, 计算目标血管的对比噪声比 (CNR), 采用独立样本 t 检验对结果进行评价。结果: 在定性评价上, 动脉期腹部血管成像质量 A 组高于 B 组 ( $P < 0.05$ )。定量评价动脉期 A 组在腹主动脉、肠系膜上动脉强化值均高于 B 组 ( $P = 0.025$ ), 且 A 组在肠壁的动脉期相对强化值 ( $39.25 \pm 11.99$ ) HU 高于 B 组 ( $30.27 \pm 11.69$ ) HU, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。A 组目标血管的对比噪声比 (CNR) 皆高于 B 组, 组间存在统计学差异 ( $P < 0.05$ )。结论: 在克罗恩患者中, 高浓度碘对比剂对腹主动脉及肠系膜血管主干分支强化程度更高、显影更佳, 对病变肠壁强化更明显。

**关键词:** 对比剂; 克罗恩病; CT 小肠造影; CT 血管成像

DOI:10.15953/j.1004-4140.2020.29.04.12 中图分类号: R 814.42 文献标志码: A

随着多排探测器 CT 的发展, 在提高层面间分辨率的同时大大地减少了扫描所需时间<sup>[1]</sup>, 在临床上有助于大范围的 CT 血管成像。同时由于多层螺旋 CT 的扫描速度较快, 其可以在较短的动脉对比剂充盈时间之内完成数据采集<sup>[2]</sup>, 理论上需要提高注射速率或者使用高浓度对比剂来获得血管的高碘通量, 然而在实际临床中由于对比剂外渗等风险很少能将注射流率提高到 5 mL/s 以上, 若使用高浓度对比剂, 其可以通过相对较少剂量的对比剂获得满足临床诊断的图像。部分研究<sup>[3-5]</sup>在脑和心脏血管使用不同浓度对比剂发现, 高浓度碘对比剂由于更高的对比增强效果能显著提高成像质量, 这说明较高的碘浓度是提高图像质量的重要因素。

克罗恩病 (Crohn's disease, CD) 是可以累及消化道任何部位的慢性炎性病变, 常表现为多发性、跳跃性病变, 临床上已将 CT 小肠造影 (CT enterography, CTE) 列为诊断克罗恩病的常规检查<sup>[6]</sup>, 而肠壁增厚是 CD 的最基本特征。Choi 等<sup>[7]</sup>发现 95% 的 CD 患者可见肠壁增厚。有研究<sup>[8-9]</sup>使用不同浓度对比剂观察在肝脏或胰腺的强化发现, 使用高浓度对比剂使这些实质器官强化更明显。另有研究<sup>[10]</sup>发现碘浓度的增加对于区分正常肝脏及病灶是存在优势的。但是对不同浓度对比剂下对小肠病变研究较少, 本文通过对比两组不同浓度

收稿日期: 2020-01-17。

基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (81871423)。

对比剂分析其对血管成像质量的影响及 CD 病变肠段强化程度是否存在差异。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

本研究回顾性地收集了 2016 年 6 月至 2019 年 1 月在本院行 CTE 检查的克罗恩病患者 30 例, 其中男 17 例, 女 13 例, 年龄 16~64 岁, 平均年龄  $(36.2 \pm 13.3)$  岁, 主要临床表现为反复腹痛、腹泻。纳入标准: ① 均按照 2018 年我国炎症性肠病诊断治疗与规范的共识意见<sup>[1]</sup> 诊断, 同时参考 WHO 关于克罗恩病的诊断标准。② 血沉或 C 反应蛋白指数增高提示病变处于活动期。③ IBM 指数位于 23~28 之间。排除标准: ① CTE 图像质量不佳而影响肠道病变的评估; ② 并发其他肠道疾病如肠癌等。根据对比剂注射浓度的不同将患者分为两组, 高浓度组 (A 组,  $n=15$ , 注射浓度为 400 mg/mL) 及常规浓度组 (B 组,  $n=15$ , 注射浓度为 350 mg/mL)。

### 1.2 检查方法

#### 1.2.1 扫描方案

患者检查前禁食、禁饮 8 h 以上并清洁肠道, 检查前 45 min 嘱患者分 4 次口服 2.5% 甘露醇溶液共 1.5~2 L 以充盈肠道, 扫描开始前再口服 2.5% 甘露醇溶液 500 mL。检查开始前约 10 min 肌注山莨菪碱 10 mg 抑制肠道蠕动。扫描前进行一定的呼吸训练以尽量减少运动伪影。

使用 GE highspped64 排螺旋 CT, 扫描参数: 120 kV, 250 mA, 扫描范围: 膈顶至耻骨联合, 层厚、层间距: 5 mm。先行全腹部平扫, 然后使用高压注射器以 2.5 mL/s 的注射速率经肘静脉注入碘对比剂 (高浓度组为 400 mg/mL, 常规浓度组为 350 mg/mL), 剂量高浓度组为 75 mL, 常规浓度组为 100 mL, 进行动脉期及门静脉期扫描, 动脉期采用自动触发方式进行扫描, 感兴趣区置于腹主动脉, 触发阈值为 100 HU, 延迟 5 s 开始扫描, 动脉期后约 30 s 进行门脉期扫描。各期图像均以层厚 0.625 mm、层间距 1.0 mm 进行图像重建, 然后传输至 PACS 工作站进行图像后处理。

#### 1.2.2 对比剂注射方案

高浓度组对比剂采用碘美普尔 400 mg/mL, 注射速度 2.5 mL/s; 常规浓度组对比剂采用碘海醇 350 mg/mL, 注射速度 2.5 mL/s。所有患者采用 CT 专用高压注射器经左肘静脉用 20 G 留置针注入对比剂, 随后用生理盐水 40 mL 冲管, 流速 3 mL/s。

### 1.3 图像后处理及图像分析

由两位放射科医师分别在 PACS 工作站对所获得图像采用多平面重组 (MPR)、容积再现 (VR) 和最大密度投影 (MIP) 技术进行图像重组, 依次观察平扫期、动脉期及门静脉期, 对所有患者的目标血管及病变肠段进行观察。

### 1.4 评价指标

CD 患者 CTE 显示肠壁的增厚及异常强化、肠腔狭窄等肠道本身病变的同时, 还包括肠道外病变, 如淋巴结增大、直小血管增多, 瘘管以及脓肿等。基于患者的主要影像表现,

通过定性及定量评价对患者图像进行评价。

定性评价：由两名有经验的放射科主治医师采用双盲法对动脉期腹主动脉血管显影及远端分支显示进行图像质量评价。对重组后各图像质量予以 3 级评分：1 分，能清楚显示腹主动脉一级分支，二级分支管腔边缘显影模糊；2 分，腹主动脉一、二级分支显影清楚，3 级分支管腔边缘显影模糊；3 分，能清楚显示腹主动脉三级及以上分支。

定量评价：所有患者均测量动脉期轴位原始图像的目标血管 CT 值。感兴趣区 (region of interest, ROI) 选取：腹主动脉 ROI 选择腹腔干出现层面，肠系膜上动脉 ROI 选择其首次出现平面，肠壁选择增厚程度及强化程度最大的层面测量。所测 ROI 大小应不小于所示截面的 1/2，避开钙化，放置 3 个 ROI，取其平均值。分别计算目标血管 ROI 的对比噪声比 (CNR)，计算公式为

$$CNR = (CT_{ROI} - CT_{muscle}) / SD_{fat},$$

$CT_{muscle}$  为同层面竖脊肌的 CT 值，噪声为腹部皮下脂肪的标准差。动脉期/门脉期肠壁相对强化值

$$\Delta HU = \text{动脉期/门脉期 CT 值} - \text{平扫期 CT 值}。$$

## 1.5 统计学方法

采用 SPSS 20.0 统计软件进行数据处理分析，计量数据以均值  $\pm$  标准差表示，图像质量定性评价两组间比较采用 Mann-Whitney U 检验；图像质量定量评价即两组间目标血管、肠壁相对强化、CNR 比较采用独立样本  $t$  检验， $P < 0.05$  表示差异有统计学意义。

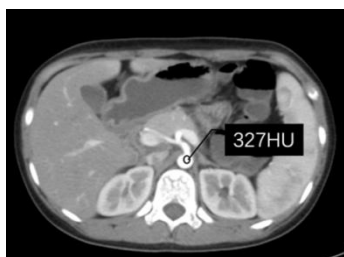
## 2 结果

### 2.1 图像质量定性评价

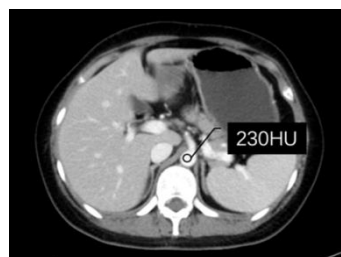
两名评价者对腹主动脉及其分支评价结果 (表 1) 显示，两组图像质量差异有统计学差异 ( $P < 0.05$ )，如图 1 为两组间腹主动脉的测量值。

表 1 腹主动脉及其主要分支图像质量  
Table 1 Image quality of Abdominal aorta and main branches

分组	例数	图像质量评分			P 值
		1	2	3	
A 组 (高浓度组)	15	0	4	11	0.041
B 组 (常规浓度组)	15	2	8	5	



(a) 18 岁女性患者注射对比剂浓度为 400 Img/mL



(b) 16 岁男性患者注射对比剂浓度为 350 Img/mL

图 1 不同浓度碘对比剂下 CD 患者的动脉期扫描图像

Fig.1 The arterial phase CT image of Crohn's disease with different iodine concentrations

## 2.2 图像质量定量评价

结果如表 2 所示: 两组在腹主动脉与肠系膜上动脉的 CT 值存在统计学差异 ( $P < 0.05$ ), 两组间的动脉期肠壁相对强化值  $\Delta HU$  存在统计学差异 ( $P < 0.05$ ), 门脉期的肠壁相对强化值差异  $\Delta HU$  无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

A 组与 B 组在目标血管 CNR 评价结果: 腹主动脉与肠系膜上动脉 A 组均高于 B 组, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。

表 2 两组腹主动脉与肠系膜上动脉的 CT 值、肠壁相对强化值及目标血管 CNR  
Table 2 CT values of Abdominal aorta, superior mesenteric artery, intestinal wall enhancement and CNR in different group

项目	评估指数	A 组	B 组	P 值
CT 值/HU	腹主动脉	271.30 ± 42.60	211.80 ± 42.00	0.001
	肠系膜上动脉	251.00 ± 43.80	206.60 ± 38.70	0.006
	动脉期肠壁相对强化值 $\Delta HU$	39.25 ± 11.99	30.27 ± 11.69	0.047
	门脉期肠壁相对强化值 $\Delta HU$	60.33 ± 13.36	52.30 ± 12.45	0.100
CNR	腹主动脉	21.16 ± 8.35	13.88 ± 5.43	0.009
	肠系膜上动脉	19.10 ± 7.53	13.34 ± 4.54	0.018



(a) 多段肠壁增厚伴明显强化, 病变肠段周围直小血管增多



(b) 肠壁增厚伴有明显强化

图 2 克罗恩患者的门脉期冠状位重建图像

Fig.2 The Coronal reconstructed images of portal phase in CD patients. The CTE findings showed mural thickening and hyperenhancement, and lesion segment presented comb sign

## 3 讨论

目前国内多层螺旋 CT 成像技术采用常规浓度对比剂较多, 在血管造影中, 目标血管的强化程度与对比剂浓度和注射速率成正相关, 若想要达到满足诊断的更高质量图像, 在对比剂总剂量不变的前提下, 通过提高注射速率的方式尽管也能够提高血管的强化程度, 但其达到峰值的时间缩短, 且易产生对比剂外渗等不良反应, 同时加重患者的肾脏负荷<sup>[12]</sup>。相关研究表明<sup>[13]</sup>采用高浓度低剂量对比剂可以获得满意的图像, 其在满足临床诊断要求的同时, 对患者可能产生的危害减低。

对比两组不同浓度对比剂的腹部血管成像质量,在使用相同注射速率的前提下,使用高浓度对比剂组在定性评价上,其3级图像比例(11/15)明显高于常规浓度组(5/15),另外,在高浓度组的CD患者中,发现直小血管增多患者3例,而在常规浓度组未发现有典型直小血管增多征象,因样本量少,并未将此征象纳入统计分析。根据 Scaldaferrri 等<sup>[14]</sup>的研究,病理性血管生成参与炎症性肠病的发病,若提高血管远端分支显影质量可能会更早地发现此征象,同时有助于评估CD变的活动性。

在定量评价上,本研究主要是通过测量目标血管的CT值及CNR来对腹部血管显影情况进行评价,因对比剂注射速率较低(2.5mL/s),两组别虽在目标血管CT值上较部分文献所测得CT值较低,但高浓度组的腹主动脉及肠系膜上动脉CT值均高于常规浓度组( $P<0.05$ ),为了进一步评估注射速率的影响,后续研究可采用前瞻性随机分组研究不同速率及不同浓度对比剂下血管强化值的差异。但由于生理功能下降,老年人存在不良反应的特殊风险,尤其是使用高剂量对比剂时需要格外注意。因本研究样本量较小,尚不能完全排除因高浓度对比剂而出现的不良反应,有较大样本量的研究表明<sup>[15]</sup>,在使用高浓度对比剂发现其可能产生不良反应,但其与等渗对比剂碘克沙醇相比,两者在安全性上差异并不明显。以往的研究<sup>[16]</sup>肯定了高浓度的对比剂对增强效果及血管成像更具优势,同时在剂量上相对减少。

本研究与其结论一致,高浓度组的血管成像质量高于常规浓度组。另一方面,小肠常规腹部分区法定位粗糙,而供血动脉相对固定,腹部血管及分支的清晰显影帮助CD变肠段更准确地定位<sup>[17-18]</sup>。

CD在CTE上的主要表现为肠壁增厚及异常强化(包括分层强化、靶状强化)、淋巴结增大、直小血管的增多。本文两组间的肠壁动脉期相对强化值存在统计学差异,而门脉期的相对强化差异不明显,分析原因可能是动脉期对比剂峰值到达时间早而持续时间较短,引起肠壁早期强化,而门脉期更反映病变本身的病理(如水肿、活动性炎症、纤维化等)改变。

本研究为回顾性研究,在测量上可能存在一定误差,也可能存在治疗或并发症的影响。同时由于样本量小,研究例数有限,研究结果可能存在偏倚,后续可进一步增大样本量及调整注射方案深入研究。

总之,在全球精准医疗发展的大方向下,CT设备日益发展更新,对比剂成为日常检查必不可少的一部分,在追求图像质量改善的同时,也必须慎重考虑其适用范围及安全性,即在发展设备本身的同时也应注意对比剂的优化。以往的研究绝大多数已认可CTE对于CD的价值,若使用高浓度对比剂能进一步改善图像质量,相信更多的定量参数对CD的评价作用将更为完善。

## 参考文献

- [1] FLEISCHMANN D. Use of high-concentration contrast media in multiple-detector-row CT: principles and rationale[J]. *European Radiology*, 2003, 13(S5): M14-20.
- [2] SCHOELLNAST H, BRADER P, OBERDABERNIG B, et al. High-concentration contrast media in multiphasic abdominal multidetector-row computed tomography: Effect of increased iodine flow rate on parenchymal and vascular enhancement[J]. *Journal of Computer Assisted Tomography*, 2005, 29(5): 582-587.

- [3] KONIG M, BULTMANN E, BODE-SCHNURBUS L, et al. Image quality in CT perfusion imaging of the brain. The role of iodine concentration[J]. *European Radiology*, 2007, 17(1): 39-47.
- [4] CADEMARTIRI F, MOLLET N R, VAN DER LUGT A, et al. Intravenous contrast material administration at helical 16-detector row CT coronary angiography: Effect of iodine concentration on vascular attenuation[J]. *Radiology*, 2005, 236(2): 661-665.
- [5] RAMGREN B, BJORKMAN-BURTSCHER I M, HOLTAS S, et al. CT angiography of intracranial arterial vessels: Impact of tube voltage and contrast media concentration on image quality[J]. *Acta Radiologica*, 2012, 53(8): 929-934.
- [6] BRUINING DH, ZIMMERMANN E M, LOFTUS E V, 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]. *Radiology*, 2018, 286(3): 776-799.
- [7] CHOI D, JIN LEE S, AH CHO Y, et al. Bowel wall thickening in patients with Crohn's disease: CT patterns and correlation with inflammatory activity[J]. *Clinical Radiology*, 2003, 58(1): 68-74.
- [8] JO BG, SONG YG, SHIM SG, et al. Comparison of enhancement and image quality: Different iodine concentrations for liver on 128-slice multidetector computed tomography in the same chronic liver disease patients[J]. *The Korean Journal of Internal Medicine*, 2016, 31(3): 461-469.
- [9] FENCHEL S, FLEITER T R, ASCHOFF A J, et al. Effect of iodine concentration of contrast media on contrast enhancement in multislice CT of the pancreas[J]. *The British Journal of Radiology*, 2004, 77(922): 821-830.
- [10] MARCHIANO A, SPREAFICO C, LANOCITA R, et al. Does iodine concentration affect the diagnostic efficacy of biphasic spiral CT in patients with hepatocellular carcinoma?[J]. *Abdominal Imaging*, 2005, 30(3): 274-280.
- [11] 郭亚慧, 牛巍巍, 张晓岚. 炎症性肠病诊断与治疗的共识意见(2018年, 北京): 克罗恩病部分解读[J]. *临床荟萃*, 2018, 33(12): 1077-1079, 1082.  
GUO Y H, NIU W W, ZHANG X L. Interpretation of the consensus on diagnosis and management of inflammatory bowel disease (Beijing, 2018) from the perspective of diagnosis of Crohn's disease[J]. *Clinical Focus*, 2018, 33(12): 1077-1079, 1082. (in Chinese).
- [12] 中华医学会放射学分会对比剂安全使用工作组. 碘对比剂使用指南(第2版)[J]. *中华放射学杂志*, 2013, 47(10): 869-872.
- [13] SUWANNASRI A, KAEWLAI R, ASAVAPHATIBOON S. Contrast medium usage reduction in abdominal computed tomography by using high-iodinated concentration contrast medium[C]//13th South-East Asian Congress of Medical Physics 2015, 2015.
- [14] SCALDAFERRI F, VETRANO S, SANS M, et al. VEGF-A links angiogenesis and inflammation in inflammatory bowel disease pathogenesis[J]. *Gastroenterology*, 2009, 136(2): 585-595. e5.
- [15] ROMANO L, GRAZIOLI L, BONOMO L, et al. Enhancement and safety of iomeprol-400 and iodixanol-320 in patients undergoing abdominal multidetector CT[J]. *The British Journal of Radiology*, 2009, 82(975): 204-211.
- [16] HOLALKERE N S, MATTHES K, KALVA S P, et al. 64-Slice multidetector row CT angiography of the abdomen: Comparison of low versus high concentration iodinated contrast media in a porcine model[J]. *The British Journal of Radiology*, 2011, 84(999): 221-228.
- [17] 吕一枝, 成科, 张新军, 等. 小肠CT成像联合肠系膜血管CTA对炎症性肠病的诊断价值[J]. *医学影像学杂志*, 2018, 28(11): 1898-1902.  
LV Y Z, CHENG K, ZHANG X J, et al. The value of computer tomography enterography combined with mesenteric vessel CT angiography in the diagnosis of inflammatory bowel disease[J]. *Journal of Medical Imaging*, 2018, 28(11): 1898-1902. (in Chinese).
- [18] 周敏清, 谢宝君. 克罗恩病的小肠CTE联合CTA诊断[J]. *放射学实践*, 2015(4): 364-368.  
ZHOU M Q, XIE J B. Value of enterography and CTA in diagnosis of intestinal Crohn's disease[J]. *Radiologic Practice*, 2015(4): 364-368. (in Chinese).

# The Effect of High Iodine Concentration Contrast Media in Crohn's Disease Patients

LI Lu, SHEN Xiaojun, XIE Qian, LIANG Zonghui✉

Department of Radiology, Shanghai Jing'an District Centre  
Hospital of Fudan University, Shanghai 200040, China

**Abstract:** Objective: The purpose of this study was to discuss the effect of high iodine concentration contrast media in patients with Crohn's disease, by comparing the degree of the image quality of abdominal artery and enhancement of thickened bowel wall by using non-ionic contrast agent of different iodine concentrations. Methods: This study was retrospectively performed in 30 patients with known Crohn's disease from May 2016 to January 2019 who underwent CTE. They were assigned into two groups according to different iodine concentration injection, high-concentration iodinated contrast medium (Group A, 400 mgI/mL) and regular-concentration iodinated contrast medium (Group B, 350 mgI/mL). The bolus tracking technique was used to initiate the arterial phase scan. The degrees of image quality were rated on a 3-point scale for qualitative assessment. The computed tomography values of abdominal aorta and Superior mesenteric artery and intestinal wall enhancement were measured for quantitative evaluation, and CNR was computed. The independent t-test was used to compare outcome variables. Results: Group A had significantly higher scores for vascular enhancement image quality ( $P < 0.05$ ). The mean Abdominal aorta and Superior mesenteric artery enhancement was significantly higher in group A than in group B during the arterial phases ( $P = 0.025$ ). Relative enhancement value of intestinal wall in arterial phase was  $(39.25 \pm 11.99)$  HU and  $(30.27 \pm 11.69)$  HU, respectively, which group A was high than that of group B. The difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). The CNR of abdominal vascular overall in group A is higher than group B ( $P < 0.05$ ). Conclusion: Our study suggests that, in patient with Crohn's disease, an increased concentration of iodine improves the image quality of abdominal vascular and its branches, and contributes to a better enhancement in intestinal wall.

**Keywords:** contrast agent; Crohn's disease; CTE; CTA



作者简介: 李璐 (1992—), 女, 硕士研究生, 上海市静安区中心医院放射科, 主要从事腹部影像的 CT 及 MR 研究, Tel: 021-61578004, E-mail: lilu019@163.com; 梁宗辉✉ (1969—), 男, 博士, 硕士生导师, 主任医师, 上海市静安区中心医院 (复旦大学附属华山医院静安分院) 放射科主任、介入科主任, 主要从事神经影像学和腹部影像学诊断研究, Tel: 021-61578005, E-mail: liangzh@vip.163.com。