

# 仿真胃镜与钡餐比较评价胃部溃疡性病灶: ROC 曲线分析

孙军 郑凯尔 陈峰 居胜红 欧希龙 胡征江

**【摘要】** 目的: 与上消化道钡餐(UGI)比较研究 CT 仿真胃镜(CTVG)对胃部溃疡性病灶诊断的价值。方法: 经胃镜检查证实为溃疡性病变的患者 39 例, 手术病理证实 29 例为胃癌, 10 例为良性溃疡。所有患者均在 3 天内行螺旋 CT 及 UGI 检查, 两位阅片者对所有的 CTVG 及 UGI 图像进行主观性盲法阅片。图像质量的评价分 3 级, 检出的可信度、良恶性溃疡的鉴别及恶性溃疡分型的鉴别评价分 5 级, 后两项采用 ROC 曲线进行分析。结果: 两位阅片者均认为对于图像质量、病灶检出率、溃疡病灶的良恶性鉴别, CTVG 与 UGI 类似( $P > 0.05$ ); 对于溃疡型胃癌分型的准确性, CTVG 明显优于钡餐( $P < 0.05$ )。结论: CTVG 对溃疡型胃癌分型的判断优于 UGI, 但对溃疡病灶的良恶性鉴别, CTVG 与 UGI 无明显差异; 胃部螺旋 CT 扫描是一种简便、有效的检查方法, 值得进一步研究。

**【关键词】** 螺旋 CT; 仿真胃镜; 肿瘤; 溃疡; 胃

**【中图分类号】** R816.5; R445; R573.1 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2003)04-0233-04

**Comparison between CT virtual gastroscopy and barium examination in evaluation of gastric lesion: ROC curve analysis** SUN Jun, ZHENG Kai'er, CHEN Feng, et al. Department of Radiology, Zhong Da Hospital, Southeast University Medical School, Nanjing 210009

**【Abstract】 Objective:** To compare CT virtual gastroscopy (CTVG) with upper gastrointestinal series (UGI) for accuracy in differentiation between benign and malignant ulcer and for accuracy in differentiation between Borrmann's type II and type III of malignant ulcer. **Methods:** Thirty-nine patients (23 men, 16 women, aged 27~70 years) observed of having gastric ulcerous lesions by conventional gastroscopy were examined. The final diagnosis was confirmed at surgery to be gastric cancer in 29 patients; the other 10 patients were deemed to have gastric benign ulcer. All patients underwent both spiral CT and UGI imaging studies within 3 days. All CTVG and UGI images were assessed by two independent observers by using a three-point scale for image quality and a five-point scale for the detection of lesion, the differentiation between benign and malignant ulcer and the differentiation between Borrmann's type II and type III of malignant ulcer. Receiver operating characteristic curves for CTVG and UGI imaging were analyzed. **Results:** At image quality, detection of lesion and differentiation between benign and malignant ulcer analysis, CTVG and UGI imaging were comparable, but CTVG was superior to UGI imaging ( $P < 0.05$ ) in differentiation between Borrmann's type II and type III of malignant ulcer. **Conclusion:** CTVG is more sensitive than UGI imaging for differentiation between Borrmann's type II and type III of malignant ulcer.

**【Key words】** Spiral CT; Virtual gastroscopy; Neoplasm; Ulcer, Stomach

螺旋 CT 问世以来, 三维成像技术尤其是 CT 仿真内镜(CT virtual endoscopy, CTVE), 对胃部病变的诊断价值已被逐渐认同<sup>[1-3]</sup>。胃溃疡性病灶比较常见, 上消化道钡餐(upper gastrointestinal series, UGI)检查易发现较大溃疡并作出诊断, 但较小的及生长在特殊部位的溃疡则需胃镜检查证实。国内外文献目前尚未见针对胃溃疡性病灶的 CT 仿真胃镜(CT virtual gastroscopy, CTVG)的专题研究报道。本研究旨在以纤维胃镜、手术病理为金标准, 与 UGI 比较评价 CTVG 对胃溃疡性病灶的良恶性鉴别及恶性溃疡分型的诊断价值。

## 材料与方 法

搜集经胃镜下疑为胃癌的溃疡性病灶 39 例, 男 23 例, 女 16 例, 年龄 27~70 岁, 包括良性病变 10 例, 恶性病灶 29 例, 均

经手术病理证实, 所有患者均在 3 天内行螺旋 CT 和钡餐检查。

**成像技术:** 采用 GE 公司 Hispeed CT/i 螺旋 CT。扫描前, 患者肌注 20mg 山莨菪碱, 口服发泡剂(青岛制药厂)2 包 6g。扫描体位一般先采用仰卧位, 如已知病灶位于贲门、胃底, 则采取俯卧位。正位定位像上确定胃充气满意后, 采用球管电流 200mA、电压 120kV、层厚 3mm、螺距 1.2~1.5、重建间距 1mm 进行扫描, 扫描时间 22~33s, 扫描范围包括整个胃。CTVG 图像由同机工作站的导航者(Navigator)软件重建后获得。选择“黑在白内(black in white)”阈值模式显示胃内表面, 阈值一般取-525HU, 横断面、冠状面、矢状面图像与 CTVG 同时显示。

UGI 采用胃气钡双重造影法, 除病灶位于胃窦部、幽门前区者加摄充盈像外, 均摄双对比像。

**图像分析:** 由两位有经验的放射诊断主任医师在未知临床、病理和其它影像资料的情况下, 随机、独立地进行主观性读片和评分。

## 1.39 例 CTVG 和 UGI 图片的评价

对 CTVG 及 UGI 的图像质量的评价: 根据病灶及细节的

\* 本研究获以下基金资助: ①ECR 2000: EAR-ECR Research and Education Fund Fellowship Grant; ②江苏省卫生厅重点资助课题(H-99281)  
作者单位: 210009 南京, 东南大学附属中大医院放射科(孙军、郑凯尔、陈峰、居胜红、胡征江), 消化科(欧希龙)  
作者简介: 孙军(1972~), 男, 辽宁大连人, 住院医师, 硕士研究生, 主要从事医学影像诊断工作。

显示,图像的呼吸伪影、重建伪影、胃内滞留物伪影等,对图像的质量进行 3 级评分:①没有伪影,病灶显示清晰;②少量伪影,但不影响病灶观察;③严重伪影,并影响病灶的显示及观察。如有伪影(评分 2、3 级),需同时记录伪影的形态及产生原因。

对病灶检出可信度的评价:所有图像上病灶检出的可信度分 5 级评分:①肯定没有;②可能没有;③可能有;④很可能有;⑤肯定有。每位阅片者对每个评分病灶同时记录形态、位置。

以上等级资料采用非参数等级检验(Wilcoxon signed rank)进行比较,每位阅片者及各项成像技术对胃溃疡性病灶检出敏感性(病灶的诊断可信度  $\geq 3$  视为检出)的比较,采用 McNemar 检验,  $P < 0.05$  认为有统计学意义。

### 2.39 例溃疡性病灶的良恶性鉴别

诊断标准:良性溃疡的开口部比较光滑、连续,或可见放射状的粘膜集中在溃疡口部。恶性溃疡可见口部的环堤呈不规则状,可见结节状隆起或不连续。

诊断评价标准分 1~5 级:①肯定良性;②可能良性;③不确定;④可能恶性;⑤肯定恶性。

### 3.29 例恶性溃疡的 Borrmann II、III 型鉴别诊断

诊断标准: Borrmann II 型胃癌溃疡环堤明显隆起,与周围正常的胃壁分界清晰; Borrmann III 型胃癌溃疡环堤隆起不明显,与周围正常的胃壁呈延续状。

可信度评价分 1~5 级:①肯定 II 型;②可能 II 型;③ II、III 型不能确定;④可能 III 型;⑤肯定 III 型。

以上 5 级评价采用接受器操作特征曲线(receiver operating characteristic curves, ROC)分析,每种诊断技术的准确性用曲线下面积  $A_z$  表示,2 种方法的差异性评价采用 Tw o-tailed  $t$  检验,  $P < 0.05$  认为差异有显著性意义。

两位阅片者间差异的评价用  $k$  检验,阅片者之间的一致度判断如下:  $k < 0.2$  为差;  $k = 0.21 \sim 0.40$  为较差;  $k = 0.41 \sim 0.60$  为一般;  $k = 0.61 \sim 0.80$  为较好;  $k = 0.81 \sim 1.00$  为好。

## 结 果

在轴位图像上测量胃病灶大小,其直径范围为 0.5~8cm。其中,直径  $< 1$ cm 有 3 例,1~3cm 有 22 例,  $> 3$ cm 有 14 例。

### 1. CTVG 和 UGI 图片的评价分析

39 例胃部病变患者的 CTVG、UGI 图片的评价分析表明,两位阅片者均认为 CTVG 的总体图像质量与 UGI 之间差异无显著意义( $P > 0.05$ , 表 2),但诊断可信度高于 UGI( $P < 0.05$ , 表 1、2)。两位阅片者均认为在病变检出(诊断可信度  $\geq 3$ )的敏感性方面,CTVG 与 UGI 间无显著统计学意义( $P > 0.05$ , 表 1、2)。

两位阅片者认为有严重伪影(评分为 3)的图像共出现在 3 例患者的 10 帧图像中,占 6.4%(5/156),产生这种严重伪影的原因为呼吸因素(40%, 4/10)和胃液潴留过多(60%, 6/10)。两位阅片者认为有中度伪影(评分为 2)的图像共出现在 8 例患者的 22 帧图像中,占 14%(22/156),其主要原因是螺旋扫描时形成的环形伪影(36%, 8/22),其它为胃液潴留(55%, 12/22)、呼吸伪影(9%, 2/22)。

表 1 CTVG 和 UGI 图片的评价分析 (例)

图像评价	阅片者 1		阅片者 2	
	CTVG	UGI	CTVG	UGI
图像质量				
①	30	33	28	33
②	7	4	8	3
③	2	2	3	3
诊断可信度				
①	1	1	1	1
②	1	3	1	2
③	2	2	1	3
④	6	8	4	7
⑤	29	25	32	26

表 2 两位阅片者 CTVG 和 UGI 图像评价的统计分析  $P$  值

项目	阅片者 1	阅片者 2
图像质量 <sup>a</sup>	$> 0.05$	$> 0.05$
诊断可信度 <sup>b</sup>	$< 0.05$	$< 0.05$
检出敏感性 <sup>c</sup>	$> 0.05$	$> 0.05$

注:诊断可信度  $\geq 3$  为病灶检出, <sup>a,b</sup> Wilcoxon signed rank 检验, <sup>c</sup> McNemar 检验

### 2. 良恶性溃疡的鉴别

两位阅片者对良恶性溃疡鉴别的 ROC 分析结果见图 1,均认为对于良恶性溃疡病灶的鉴别,CTVG 略好于 UGI,但二者无统计学意义( $P > 0.05$ )。

### 3. 恶性溃疡分型的鉴别

两位阅片者对恶性溃疡分型鉴别的 ROC 分析结果见图 2,均认为对于溃疡型胃癌的 II、III 型分型鉴别诊断的准确性和敏感性,CTVG 的诊断明显高于胃钡餐检查( $P < 0.05$ )。

### 4. 两位阅片者的一致性分析

$K$  检验表明对所有诊断的结果两位阅片者之间的一致性均较好( $k = 0.61 \sim 0.80$ )或好( $k = 0.81 \sim 1.00$ ) (表 3)。

表 3 两位阅片者之间各项诊断的一致度分析  $k$  值

图像诊断	图像质量	诊断可信度	良恶性溃疡的鉴别	恶性溃疡分型的鉴别
UGI	0.906	0.708	0.674	0.728
CTVG	0.811	0.724	0.712	0.654

## 讨 论

CTVE 自 1994 年 Vining 等<sup>[1]</sup>首次报道以来,在全身各个系统中均得到广泛应用。消化系统中,CTVE 主要用于胃肠道,西方国家结肠癌发病率比较高,因此国外主要集中于 CT 仿真结肠镜的研究<sup>[2,3]</sup>,将其应用于结肠癌的普查已是指日可待。东亚地区是胃癌的高发区,我国及日本、韩国的不少学者<sup>[4,11]</sup>对 CT 仿真胃镜的应用进行了积极的探索。本研究试图从胃部溃疡性病灶入手,并与钡餐相比较,探索 CT 仿真胃镜的应用价值。

比较 CTVG 及 UGI 对胃溃疡性病灶的诊断效能时,本研究从图像质量、诊断可信度、胃溃疡性病变的良恶性鉴别及恶性溃疡分型的诊断价值等多方面进行比较,而不是如一般文献所报道的那样仅仅比较 2 种方法诊断的准确性(敏感性及特异性)。众所周知,影像学诊断主要受三方面因素的影响,即病

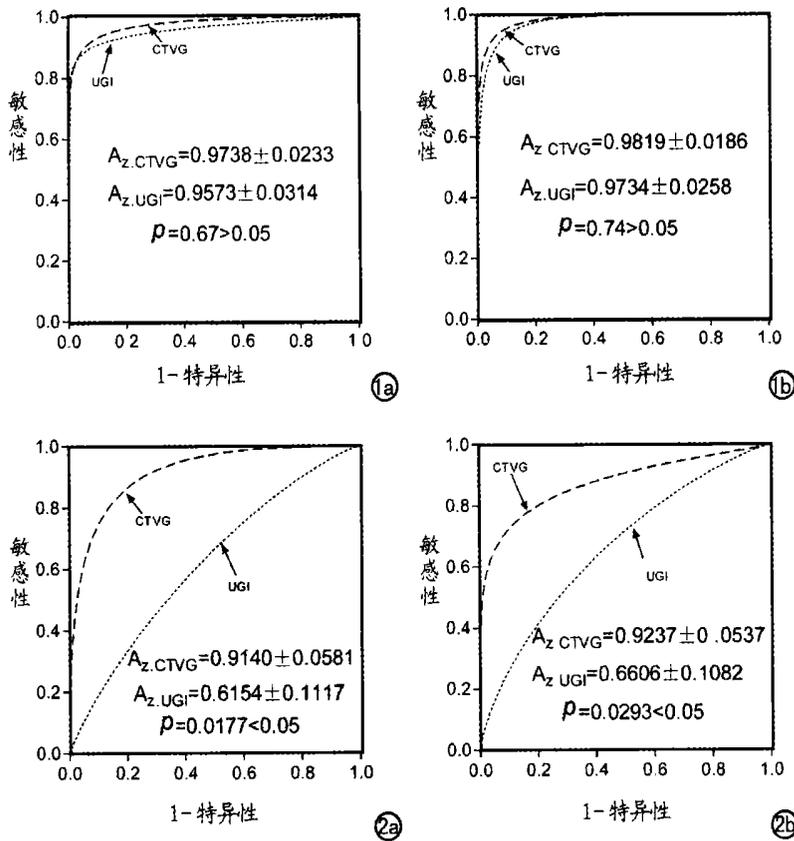


图 1 良恶性溃疡鉴别的 ROC 曲线分析。a) 阅片者 1; b) 阅片者 2。

图 2 恶性溃疡分型鉴别的 ROC 曲线分析。a) 阅片者 1; b) 阅片者 2。

例选择、成像方法、阅片者(诊断者)。本研究旨在比较 2 种方法的诊断,属于比较、相对性评价,并不是只对 1 种方法进行绝对性评价,因此病例的选择没有后者严格,只要不影响得到正确的结论,或者说不影响 2 种方法的排序即可。对 2 种方法的图像质量进行评价,其目的是在不考虑阅片者影响时比较 2 种成像方法本身的优劣。如果 1 种成像方法的图像质量总是很差,这说明成像方法本身存在缺陷,需要改进。本文评价的 2 种方法总体图像质量均较好而且比较接近,这说明 2 种成像方法本身无法明显提高诊断的准确性。同样,为排除阅片者的影响,本研究采用了多阅片者双盲法进行诊断,而且阅片者诊断水平相近, $k$  检验<sup>[12,13]</sup>表明,两位阅片者的一致度较好,说明所得结果有一定的重复性及可靠性。本研究并没有回避客观存在的影像诊断中的主观性读片问题,而是采用了等级法<sup>[13]</sup>进行评价,这也符合临床日常工作中的实际情况,因为影像诊断并非总是十分确定的“是”或“否”,大多数的情况下是一种可能性的估计,如“很可能是”、“可能是”等。评价 CTVG 和 UGI 两种方法对胃溃疡性病变的良恶性鉴别及恶性溃疡分型时,采用了 ROC 曲线分析方法。这种方法可以对可能存在混淆的 2 种不同状态(如病灶的有无或病灶的良恶性)加以鉴别,是国际公认的比较 2 种或 2 种以上诊断方法效能的统计学工具<sup>[14,15]</sup>。目前,国外放射学文献中,ROC 曲线分析非常广泛,但国内比较少

见。比较 2 种方法的诊断可信度时,由于所选病例均为阳性病例,所以不适合 ROC 曲线分析的条件(ROC 曲线分析要求 2 种状态如阴性和阳性病例都必须有一定量)。图像质量及诊断可信度的评分是等级(ordinal)数据,不是计量数据,无法采用参数检验(如  $t$  检验),因此采用了非参数检验方法<sup>[13]</sup>。本研究 2 种方法的研究对象是配对样本,非参数 Wilcoxon signed rank 检验针对的正是配对样本,与参数检验中的配对  $t$  检验相对应。Weighted Kappa 检验用于等级数据的一致性分析,而 McNemar 检验则同样属于非参数检验,用于对病灶检出敏感性(病灶的诊断可信度  $\geq 3$  视为检出)的比较。

本文对溃疡型胃癌分型的研究结果认为 CTVG 显示溃疡凹陷较深、形态不规则、底部不平及凹陷周围有明显的境界清楚的环境是确诊 Borrmann II 型的主要特征表现(图 3a)。CTVG 示溃疡凹陷浅而大,环堤与附近胃壁无明显分界,呈灰白色“河岸状”或“彗星征”则是 Borrmann III 型主要征象(图 4a)。

经手术病理证实的患者中有 10 例为良性溃疡,CTVG 图像上良性溃疡因溃疡口水肿而形成四周光滑的隆起,称假环堤(图 5a),而溃疡型胃癌的环堤是不规则的,可以看到结节影(图 3a、4a)。水肿的程度不同,假环堤的宽窄也不一,并且与周围正常胃壁无明显分界。良性溃疡的底平滑,附近可见微隆起粘膜纹集中在口部。

有文献<sup>[9-11]</sup>表明 CTVG 可以对胃癌进行 Borrmann 分型,但对于良恶性溃疡的鉴别,尚未见专门报道。本研究表明,虽然 CTVG 显示病灶的细节要优于 UGI(图 3b、4b、5b),但对于溃疡病灶的良恶性鉴别,CTVG 与钡餐差异无显著性意义。这与胃钡餐检查可以多体位摄点片,可以结合其它征象如胃壁僵硬程度、排空等信息进行评价有关。

胃癌大体类型(Borrmann 分型)、部位及大小是外科医师术前对胃癌生物学行为进行估计的重要依据,对决定手术方式和判断切除的可能性提供依据。本研究中两位阅片者都认为 CTVG 对胃癌的 Borrmann 分型能力优于 UGI。这与 UGI 不能从腔内观察病变,且常与其它结构重叠,很难显示环堤外缘的形态和堤壁角的大小以及能否显示及显示情况受钡剂质量及操作者技术水平的影响等因素有关。另外,一些 Borrmann II 型和 III 型病灶难以鉴别,是因为 UGI 显示贲门溃疡和肿块浸润情况的能力有限。

有报道表明,单次螺旋 CT 扫描患者所接受的总 X 线量要少于 UGI,而且除可以获得 CTVG 图像外,还可以获得其它的三维重建方法如表面遮盖法(surface shaded display, SSD)、透明法(raysum)及横断面图像。SSD、Raysum 的图像可以直观的显示胃腔的形态及病灶的位置,而横断面图像则可以进行胃癌 TNM 分期,这无疑对手术方案的制定有帮助。总之,胃部螺旋 CT 扫描是一种简便、有效的检查方法,值得进一步研究。



图3 Borrmann II型胃癌。a) CTVG示溃疡的底不平,周围有境界清楚、形态不规则的环堤(箭头),环堤上可见多个结节(箭); b) 上消化道造影显示贲门充盈缺损(白箭),病灶显示不如CTVG直观; c) 手术标本照片(白箭表示环堤,黑箭表示结节)。

图4 Borrmann III型胃癌。a) CTVG示溃疡的底不平,周围的环堤(白箭)与附近胃壁无明显分界,环堤上可见多个结节(黑箭); b) 上消化道造影显示胃窦“双边”影(白箭); c) 手术标本照片(白箭表示环堤,黑箭表示结节)。

图5 良性溃疡。a) CTVG示溃疡的底平滑,溃疡的口部水肿而形成四周光滑的隆起,称假环堤(黑箭); b) 上消化道造影显示胃角切迹“双边”影(白箭),病灶显示不如CTVG直观; c) 手术标本照片(黑箭表示水肿带、假环堤)。

参考文献

1 Vining DJ, Gelfand DW, Bechtold RE, et al. Technical feasibility of colon imaging with helical CT and virtual reality[J]. AJR, 1994, 162(Suppl): 104-106.

2 Johnson CD, Hara AK, Reed JE. Computed tomographic colonography (virtual colonoscopy): a new method for detecting colorectal neoplasms [J]. Endoscopy, 1997, 29(6): 454-461.

3 Hara AK, Johnson CD, Reed JE, et al. Detection of colorectal polyps by computed tomography colography: feasibility of a novel technique[J]. Gastroenterology, 1996, 110(1): 284-290.

4 张晓鹏, 徐刚, 徐舟, 等. 胃肠道螺旋CT三维成像方法及临床应用评价[J]. 中华放射学杂志, 2000, 34(5): 308-312.

5 郑凯尔, 陈峰, 居胜红, 等. CT仿真胃镜及三维成像在胃部疾病中的临床应用[J]. 中国医学影像技术, 2000, 16(9): 716-719.

6 潘振宇, 张镭, 顾华, 等. CT仿真内窥镜技术的模型研究[J]. 中华放射学杂志, 2000, 32(8): 563-567.

7 郑凯尔, 陈峰, 居胜红, 等. CT仿真内窥镜在消化系统临床应用的初步评价[J]. 世界华人消化杂志, 1999, 7(7): 629-631.

8 Ogata I, Komohara Y, Yamashita Y, et al. CT evaluation of gastric lesions with three-dimensional display and interactive virtual endoscopy: comparison with conventional barium study and endoscopy [J]. AJR,

1999, 172(5): 1263-1270.

9 Lee DH, Ko YT. Advanced gastric carcinoma: the role of three dimensional and axial imaging by spiral CT[J]. Abdom Imaging, 1999, 24(2): 111-116.

10 Lee DH. Two-dimensional and three-dimensional imaging of gastric tumors using spiral CT[J]. Abdom Imaging, 2000, 25(1): 1-6.

11 Lee DH, Ko YT. The role of 3D spiral CT in early gastric carcinoma [J]. J Comput Assist Tomogr, 1998, 22(5): 709-713.

12 Kelly HZ, John AC. Comparison of accuracy and interreader agreement in side-by-side versus independent evaluations of MR imaging of the medial collateral ligament of the elbow [J]. Acad Radiol, 2002, 9(5): 520-525.

13 Schoenberg SO, Bock M, Knopp MV, et al. Renal arteries: optimization of three-dimensional gadolinium-enhanced MR angiography with bolus-timing independent fast multiphase acquisition in a single breath hold [J]. Radiology, 1999, 211(3): 667-679.

14 Metz CE. ROC methodology in radiologic imaging [J]. Invest Radiol, 1986, 21(9): 720-733.

15 孙军, 陈峰, 郑凯尔. ROC曲线分析方法在放射学中的应用[J]. 中华放射学杂志, 2001, 35(8): 574-578.

(2002-07-11 收稿 2002-10-21 修回)