

## Reproducibility and thickness selection in measurement of gastric cancer volume using MSCT

LI Xue-dan\*, ZHU Yu-sen, LIU Yi, REN Ke, XU Ke

(Department of Radiology, the First Hospital of China

Medical University, Shenyang 110001, China)

**[Abstract]** **Objective** To investigate the slice thickness selection of measuring gastric cancer volume using MSCT, and to evaluate the reproducibility of the measurement of gastric cancer volume with MSCT. **Methods** MSCT image data of 33 patients with gastric cancer were transferred to the workstation. Gastric cancer volume was measured with the slice thickness of 3 mm, 5 mm and 7 mm, respectively, and was repeatedly measured with 5 mm slice thickness by another experienced radiologist. Intra-observer and inter-observer variability was calculated. **Results** Gastric cancer volume measured with slice thickness of 3 mm, 5 mm and 7 mm were  $(65.06 \pm 46.87) \text{cm}^3$ ,  $(64.74 \pm 47.13) \text{cm}^3$  and  $(63.56 \pm 45.82) \text{cm}^3$  ( $F=5.409$ ,  $P<0.05$ ), respectively. Analysis of variance of the repeatedly measured results showed that the differences between 3 mm and 7 mm, 5 mm and 7 mm had statistical significance (all  $P<0.05$ ), while the difference between 3 mm and 5 mm had no statistical significance ( $P=0.298$ ). Interclass correlation coefficient of the slice thickness of 3 mm and 5 mm, 3 mm and 7 mm, 5 mm and 7 mm in measuring gastric cancer volume were 0.992, 0.990, 0.988, respectively. Time costed was  $(30.6 \pm 15.5) \text{min}$ ,  $(20.0 \pm 11.8) \text{min}$  and  $(12.3 \pm 6.4) \text{min}$  when measured with slice thickness of 3 mm, 5 mm and 7 mm, respectively. The gastric cancer volumes measured by two observers with 5 mm slice thickness were  $(64.74 \pm 47.13) \text{cm}^3$  and  $(65.32 \pm 45.82) \text{cm}^3$  ( $F=1.386$ ,  $P=0.248$ ), respectively. And the interclass correlation coefficient was 0.998. **Conclusion** It is better to select slice thickness of 3 mm and 5 mm to measure gastric cancer volume using MSCT. Selection of 5 mm slice thickness measuring gastric cancer volume can spare time. Measurement of gastric cancer volume with MSCT is of high consistency and reproducibility and has clinical value.

**[Key words]** Tomography, X-ray computed; Gastric neoplasms; Volumetry; Reproducibility

## MSCT 测量胃癌体积的层厚选取及可重复性

李雪丹\*, 朱玉森, 刘屹, 任克, 徐克

(中国医科大学附属第一医院放射科, 辽宁 沈阳 110001)

**[摘要]** **目的** 探讨 MSCT 测量胃癌体积的层厚选取, 评价 MSCT 测量胃癌体积的可重复性。 **方法** 将 33 例胃癌的 MSCT 图像传输至工作站, 分别用 3 mm、5 mm 和 7 mm 层厚进行胃癌体积测量, 并由另 1 名医师以 5 mm 层厚对所有胃癌体积进行重复测量。计算观察者内或观察者间的差异。 **结果** 3 mm、5 mm、7 mm 层厚测得胃癌体积分别为  $(65.06 \pm 46.87) \text{cm}^3$ 、 $(64.74 \pm 47.13) \text{cm}^3$  和  $(63.56 \pm 45.82) \text{cm}^3$  ( $F=5.409$ ,  $P<0.05$ )。3 mm 和 5 mm 层厚测量胃癌体积差异无统计学意义 ( $P=0.298$ ); 3 mm 和 7 mm 层厚、5 mm 和 7 mm 层厚测量结果差异有统计学意义 ( $P$  均  $<0.05$ )。3 mm 和 5 mm、3 mm 和 7 mm、5 mm 和 7 mm 层厚测量胃癌体积的组内相关系数分别为 0.992、0.990、0.988。用 3 mm、5 mm、7 mm 层厚测量胃癌体积所需时间分别为  $(30.6 \pm 15.5) \text{min}$ 、 $(20.0 \pm 11.8) \text{min}$  和  $(12.3 \pm 6.4) \text{min}$ 。两名观察者用 5 mm

**[基金项目]** 辽宁省自然科学基金(20092121)。

**[作者简介]** 李雪丹(1968—), 女, 辽宁沈阳人, 硕士, 副教授。研究方向: 腹部影像研究。

**[通讯作者]** 李雪丹, 中国医科大学附属第一医院放射科, 110001。E-mail: xuedan1225@sina.com

**[收稿日期]** 2012-10-14 **[修回日期]** 2012-11-30

层厚测量的胃癌体积平均值分别是  $(64.74 \pm 47.13) \text{ cm}^3$  和  $(65.32 \pm 45.82) \text{ cm}^3$ , 差异无统计学意义 ( $F=1.386, P=0.248$ ), 组内相关系数为 0.998。结论 MSCT 测量胃癌体积时选用 3 mm 和 5 mm 层厚较佳; 选用 5 mm 层厚测量胃癌体积节省工作时间; MSCT 胃癌体积测量具有较高的一致性和可重复性。

[关键词] 体层摄影术; X 线计算机; 胃肿瘤; 体积; 重复性

[中图分类号] R735.2; R814.42 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2013)05-0757-04

随着 MSCT 成像技术的进步和体积测量软件的开发, 活体测量病灶和脏器的体积已成为现实。体积测量软件采用微积分原理, 通过测量 ROI 像素体积, 得到被测结构的体积。目前体积测量在临床上较多应用于肝脏、脾脏、肾脏、甲状腺、脑、肺结节等<sup>[1-6]</sup>, 而胃肿瘤体积测量的应用报道<sup>[7-9]</sup>较少。Lee 等<sup>[7-8]</sup>应用 MSCT 测量胃癌化疗前后的体积, 发现胃癌化疗前后体积减少率与化疗疗效有较好的相关性, 显示 MSCT 体积测量在胃癌疗效评价方面具有潜在应用价值。测量胃癌体积目前尚无统一方法。本研究采用不同层厚测量胃癌体积, 并由不同观察者采用相同层厚进行重复测量, 探讨 MSCT 测量胃癌体积的适当层厚, 评价测量的可重复性。

### 1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2011 年 8—10 月在本院就诊的进展期胃癌患者 33 例, 其中男 19 例, 女 14 例, 年龄 39~76 岁, 平均  $(56.7 \pm 8.4)$  岁。所有病例均经手术及病理证实。

1.2 仪器与方法 患者空腹, 检查前 0.5 h 服温开水 300 ml, 上检查床前即刻再服温开水 500~800 ml。采用 Toshiba Aquillion 64 排 CT、Siemens Definition 双源 CT 和 Philips Brilliance 256 排 iCT, 行仰卧位 CT 平扫加增强扫描, 对比剂采用优维显 (300 mgI/ml)。注射对比剂后 25~30 s、60~80 s、120~180 s 分别进行动脉期、门静脉期及延迟期扫描。管电压 120 kV, 电流 180~250 mAs, 采集层厚 0.50~0.625 mm × 64/256。重建层厚 5 mm。将门静脉期图像再以 1.0 mm 或 1.5 mm 层厚进行薄层重建, 将图像数据传入 PACS。

1.3 胃癌 CT 体积测量 应用 Siemens 后处理工作站 (SyngoMultimodality Workplace) VOLUME 测量软件。采用 Transfer 功能将 Toshiba 64 排 CT 和 Philips 256 排 CT 获得的 1.0 mm 或 1.5 mm 层厚的门静脉期薄层图像格式转化为适应 VOLUME 测量软件所需格式。首先阅读平扫、动脉期、门静脉期及延迟期图像以确定病变部位及病变范围, 在门静脉期图像上测量病变各部位 CT 值, 以确定测量胃癌体积范围内的

CT 阈值上下界。采用边缘划线法将病变圈入测量范围, 避开胃周血管、淋巴结及邻近脏器, 尽量贴近病变边缘, 避免划入胃内或胃外的非病变组织, 同时参考矢状位及冠状位图像确定病变的上下边界。逐层将病变全部划入后, 点击“Start Evaluation”键, 系统自动生成测量的胃癌体积结果。

由同一观察者在同一时间段内分别采用 3 mm、5 mm 及 7 mm 的不同层厚对同一患者进行测量, 并记录测量结果及所需时间。由另一名观察者以 5 mm 层厚测量胃癌平均体积、胃癌体积差值及差值率 (差值/两次测量值的均值 × 100%)。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 15.0 统计学软件。计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示。采用方差分析比较不同层厚及不同观察者测量所得胃癌体积及 CT 值, 以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。对不同层厚及不同观察者测量胃癌体积的相关性分析采用组内相关系数 (interclass correlation coefficient, ICC) 描述, ICC 大于 0.8 时认为一致性较好。

### 2 结果

2.1 同一观察者选用不同层厚测量的胃癌体积结果见表 1。测量层厚为 3、5、7 mm 时, 结果的差异有统计学意义 ( $F=5.409, P < 0.05$ )。两两比较结果显示, 3 mm 和 5 mm 测量层厚的胃癌体积差异无统计学意义 ( $P=0.298$ ), 3 mm 和 7 mm 层厚 ( $P=0.002$ )、5 mm 和 7 mm 层厚的胃癌体积差异均有统计学意义 ( $P=0.008$ , 图 1)。3 mm 和 5 mm 层厚、3 mm 和 7 mm 层厚、5 mm 和 7 mm 层厚的 ICC 分别为 0.992、0.990、0.988, 具有较好的一致性。

表 1 同一观察者以不同层厚测量胃癌体积的结果 ( $n=33$ )

层厚	胃癌体积 ( $\text{cm}^3$ )	标准误	95%可信区间	
			下限	上限
3 mm	$65.06 \pm 46.87$	8.16	48.44	81.68
5 mm	$64.74 \pm 47.13$	8.21	48.03	81.45
7 mm	$63.56 \pm 45.82$	7.98	47.31	79.81

2.2 观察者 1 选用 5 mm 层厚测量胃癌体积的结果

[ $(64.74 \pm 47.13) \text{cm}^3$ ] 与观察者 2 [ $(65.32 \pm 45.82) \text{cm}^3$ ] 的差异无统计学意义 ( $F = 1.386, P = 0.248$ )。两者的测量差值为  $(2.17 \pm 1.85) \text{cm}^3$ , 差值率为  $(4.10 \pm 3.05)\%$ , 16 例差值率  $< 3\%$ , 10 例差值率为  $3\% \sim 4\%$ , 7 例差值率  $\geq 5\%$ , 其中最高 1 例为  $10.6\%$ 。两者的 ICC 值为  $0.998$ 。

### 2.3 同一观察者选用不同层厚

测定胃癌体积所需时间的差异有统计学意义 ( $F = 62.12, P < 0.05$ , 表 2)。

表 2 不同层厚测定 33 例胃癌体积所需时间比较 (min)

层厚	最短时间	最长时间	平均时间
3 mm	10.0	80.0	$30.6 \pm 15.5$
5 mm	6.0	60.0	$20.0 \pm 11.8$
7 mm	4.0	25.0	$12.3 \pm 6.4$

2.4 不同层厚、不同观察者测量胃癌所获平均 CT 值见表 3。两两比较显示, 3 mm 与 7 mm 层厚测量肿瘤平均 CT 值差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 3 mm 与 5 mm 层厚、5 mm 和 7 mm 层厚、不同观察者用 5 mm 层厚测得的平均 CT 值差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

表 3 不同层厚、不同测量者测量胃癌所获 CT 值比较

层厚	CT 值 (HU)	标准误	95% 可信区间	
			上限	下限
观察者 1				
3 mm	$63.31 \pm 9.17$	1.62	60.00	66.62
5 mm	$63.60 \pm 8.95$	1.58	60.37	66.82
7 mm	$63.79 \pm 9.47$	1.67	60.38	67.21
观察者 2				
5 mm	$63.25 \pm 8.88$	1.57	60.04	66.45

### 3 讨论

胃是形态不规则的空腔脏器, 随充盈程度不同, 形态可有较大变化。胃癌形态多种多样, 包括肿块型、局限溃疡型、浸润溃疡型和弥漫浸润型, 测量难度较大, 准确性有限。因此, 临床评估化疗效果时, 胃癌被认为是不可测病灶而未列入 RECIST 疗效评价标准。

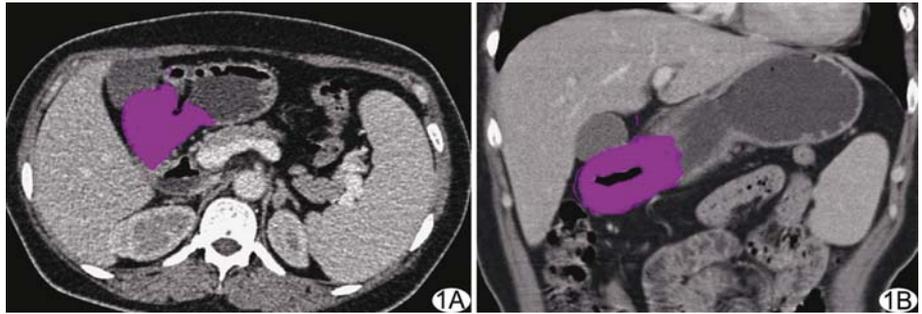


图 1 胃窦癌患者的 CT 图像 粉色区域显示在轴位 (A) 和冠状位 (B) 圈定的用于计算胃癌体积的范围

MSCT 体积测量受病变形态影响小, 可以测量不规则形状的体积, 为胃癌体积测量带来曙光。Hashiba 等<sup>[9]</sup>采用 MSCT 测量 1 例胃间质瘤的体积为  $558.4 \text{cm}^3$ , 应用排水法测量术后切除的肿瘤标本体积为  $510 \text{cm}^3$ , CT 测量该肿瘤 10 个月前的体积为  $63.2 \text{cm}^3$ , 得出肿瘤倍增时间为 3.3 个月, 增长较快, 术前诊断为恶性肿瘤, 并经病理证实。但该例为个案报道, 目前罕见关于 CT 测量胃癌体积与标本实际体积的对照研究。李大鹏等<sup>[10]</sup>用 CT 体积测量软件在活体上测量 10 只兔肝脏体积, 并与离体后排水法获得的兔肝脏体积进行比较, 发现二者差异无统计学意义。余元龙等<sup>[11]</sup>用排水法测量 2 例肝癌术后离体肿块体积, 与术前用 CT 测量的体积结果也非常接近。

胃癌体积测量的研究报道不多, 可能是由于 CT 图像上确定胃癌范围较为困难。本研究认为可采用以下标准测量胃癌体积: ①检查前嘱患者大量饮水, 使胃腔充分扩张; ②参照平扫、动脉期、门静脉期、延迟期图像确定病变部位和范围, 在门静脉期重建图像上测定体积; ③圈定肿瘤厚度时, 无论是否侵犯浆膜, 均应包括浆膜面; ④划线时紧贴肿瘤表面, 避开胃周血管、淋巴结及邻近脏器, 避免划入胃内或胃周 CT 值在设定阈值内的非病变组织; ⑤根据门静脉期 CT 值测定结果设定胃癌体积测量阈值, 上限  $200 \sim 250 \text{HU}$ , 下限  $0 \sim 20 \text{HU}$ 。依据上述测量标准, 本研究中同一观察者采用 3 mm 与 5 mm 层厚测得的胃癌体积差异无统计学意义, 而用 7 mm 层厚与 3 mm、5 mm 层厚测量的胃癌体积差异有统计学意义。彭振军等<sup>[12]</sup>报道, MSCT 对模拟肿瘤靶体积的测量误差与准直宽度和螺距无关, 而与 z 轴空间分辨率有关, 影响 z 轴空间分辨率的主要成像参数是重建层厚, 重建层厚越大, z 轴空间分辨率就越小, 部分容积效应越严重。本研究选用 7 mm 层厚进行胃癌体积测量, 结果与用 3 mm 层厚和 5 mm

层厚获得的体积结果差异有统计学意义,考虑可能是由于层厚较厚、受部分容积效应影响较大所致。彭振军等<sup>[12]</sup>测量瘤体模型的实验研究显示,重建层厚为 2 mm、3 mm 和 5 mm 时,CT 体积测量值与实际值差异无统计学意义,而重建层厚为 8 mm 和 10 mm 时 CT 测得的体积与实际体积有统计学差异。因此,应用 CT 测量体积时层厚选择很重要,结合以往报道及本研究结果,笔者认为选用 3 mm 或 5 mm 层厚进行胃癌体积测量较好。

由于胃癌形态不规则,目前的 CT 软件还不能自动测量胃癌体积,甚至不能像测量肝脏和甲状腺一样半自动测量,而需要逐层手动测量,因此肿瘤体积越大,选用层厚越薄,测量体积所需时间越长。本组 1 例 Borrmann 4 型胃癌,采用 3 mm 层厚测量,耗时 80 min,在临床工作中较难普及应用。本研究采用 3 mm 层厚测量胃癌体积平均时间为(30.6 ± 15.5)min,采用 5 mm 层厚需要的平均时间为(20.0 ± 11.8)min,由于 3 mm 层厚测量的胃癌体积与 5 mm 层厚差异无统计学意义,因此,建议选 5 mm 层厚作为胃癌体积测量的层厚选择,尤其是病变较大时,以节省工作时间。

测量的可靠性指用试验或工具获得的测量值(赋值或分类)可重复测量的程度。ICC 是评价一致性的理想指标,对测量的系统误差和随机误差均敏感,并可用于“重复测量”这种非独立变项的数据。本研究观察者内和观察者间的 ICC 值均大于 0.9,显示 MSCT 胃癌体积测量在观察者内和观察者间均有较高的一致性和可重复性。尽管不同观察者间应用 MSCT 测得的胃癌体积结果不存在统计学差异,但就每一个病例而言,不同观察者测得的胃癌体积不完全相同,7 例患者测得的胃癌体积差值率 ≥ 5%;分析原因,主要是不同观察者对病变边界的圈定不同。因此,在临床工作中应用胃癌体积数据变化判断疗效时,应考虑到测量误差所致体积改变,建议最好由同一观察者使用相同条件对患者的连续复查资料进行测定。

体积测量软件在获得胃癌体积的同时还可自动计算出测量体积内所有像素的平均 CT 值。选用不同层厚和不同观察者测量时,CT 值均保持恒定。Choi 等<sup>[13]</sup>评价胃肠道间质瘤疗效时,将治疗后病变有缓解组定义为 CT 测量肿瘤长径缩小 ≥ 10% 和(或)肿瘤密度(HU)减小 ≥ 15%。唐磊等<sup>[14]</sup>联合应用 CT 值变化率与长径退缩率作为指标,发现其可在早期有效评价伊马替尼治疗胃肠道间质瘤疗效,并客观反映中长期

预后。但上述研究只是测量肿瘤最大层面治疗前后的 CT 值变化率,不能完全反映肿瘤整体的 CT 值变化。能否应用体积测量所获体积变化及平均 CT 值变化来评价胃肿瘤的化疗效果尚有待进一步研究。

## [参考文献]

- [1] Liu P, Li P, He W, et al. Liver and spleen volume variations in patients with hepatic fibrosis. *World J Gastroenterol*, 2009, 15(26):3298-3302.
- [2] Cheong B, Muthupillai R, Rubin MF, et al. Normal values for renal length and volume as measured by magnetic resonance imaging. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2007, 2(1):38-45.
- [3] Shabana W, Peeters E, De Maeseneer M. Measuring thyroid gland volume: Should we change the correction factor? *AJR Am J Roentgenol*, 2006, 186(1):234-236.
- [4] 吕曦,邹翎,宋思思,等.基于高分辨力 MRI 的中国正常成人侧脑室的体积测量. *中国医学影像技术*, 2010, 26(9):1607-1610.
- [5] 龚必焱,季倩,沈文,等. MSCT 半自动法肝体积测量在活体肝移植中的价值. *中国医学影像技术*, 2011, 27(2):326-329.
- [6] Goodman LR, Gulsun M, Washington L, et al. Inherent variability of CT lung nodule measurements in vivo using semiautomated volumetric measurements. *AJR Am J Roentgenol*, 2006, 186(4):989-994.
- [7] Lee SM, Kim SH, Lee JM, et al. Usefulness of CT volumetry for primary gastric lesions in predicting pathologic response to neoadjuvant chemotherapy in advanced gastric cancer. *Abdom Imaging*, 2009, 34(4):430-440.
- [8] 刘炜,李小毅,薛华丹,等. CT 体积测量在进展期胃癌患者新辅助化疗疗效评价中的应用价值研究. *癌症进展*, 2010, 8(5):420-424.
- [9] Hashiba T, Oda K, Koda K, et al. A gastrointestinal stromal tumor in the stomach: Usefulness of computed tomographic volumetry. *Gastric Cancer*, 2004, 7(4):260-265.
- [10] 李大鹏,王德杭,刘希胜,等. 16 层螺旋 CT 测量免肝脏体积的实验研究. *南京医科大学学报:自然科学版*, 2011, 31(7):1064-1066,1074.
- [11] 余元龙,李良才,唐秉航,等. 原发性肝癌肿块和肝脏螺旋 CT 三维体积测量的应用价值. *中华放射学杂志*, 2004, 38(6):636-639.
- [12] 彭振军,王晔,雷子乔,等. 肿瘤靶体积测量 16 层 CT 成像参数的选择. *放射学实践*, 2007, 22(6):613-615.
- [13] Choi H, Charnsangavej C, Faria SC, et al. Correlation of computed tomography and positron emission tomography in patients with metastatic gastrointestinal stromal tumor treated at a single institution with imatinib mesylate: Proposal of new computed tomography response criteria. *J Clin Oncol*, 2007, 25(13):1753-1759.
- [14] 唐磊,孙应实,沈琳,等. CT 值变化率在胃肠道间质瘤靶向治疗影像学评效的应用研究. *当代医学*, 2010, 16(8):32-35.