

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2019.01.004

文章编号: 1005-8982 (2019) 01-0023-06

不同出血速率联合低剂量多层螺旋 CT 诊断消化道出血的实验研究*

于鹏¹, 翟宁², 宫凤玲², 王思瑞², 马春梅², 王星稳², 王原³, 张博⁴
(华北理工大学附属医院 1. 核医学科, 2. CT 室, 3. 消化内科, 4. 普通外科,
河北 唐山 063000)

摘要: 目的 比较 3 种不同出血速率在不同管电压条件下, 多层螺旋 CT (MDCT) 显示消化道活动性出血的敏感性。**方法** 复制消化道出血模型, 以测得的 30 例消化道出血患者 (均经病理证实) 出血点 CT 平均值 (212.13 ± 64.54) HU 为参考值, 将浓度为 320 mgI/ml 碘佛醇与 0.9% 生理盐水配比成浓度为 6.4 mgI/ml 的碘溶液, 120 kV 对应 CT 值 (214.73 ± 1.63) HU, 在相同对比剂浓度下 (6.4 mgI/ml), 通过微量注射泵模拟出血速率, 分别以 0.3、0.4 和 0.5 ml/min 的注射速率注射, 并对消化道出血模型行 MDCT 扫描。对照组: 120 kV, 300 mAs; 实验 A 组: 100 kV, 300 mAs; 实验 B 组: 100 kV, 400 mAs; 实验 C 组: 80 kV, 465 mAs。由 2 位放射医师采用双盲法读片, 比较 4 组辐射剂量、客观噪声值、信噪比, 记录每组 MDCT 对模型出血的检出情况, 并测量出血点 CT 值。**结果** 对照组、实验 A、B、C 组 CT 容积剂量指数 (CTDIvol)、有效剂量 (ED) 比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 实验 B 组图像噪声、信噪比、图像质量主观评分与对照组比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 对照组和实验各组在出血速率为 0.5 和 0.4 ml/min 时对模型出血的检出率为 100%; 对照组、实验 A、B 组未能检出血速率为 0.3 mgI/min 的出血; 实验 C 组在出血率为 0.3 ml/min 时对模型出血检出率为 28.6% (2/7), 但检出率与对照组 (0.5 ml/min) 比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。**结论** 常规扫描条件下, MDCT 能够显示出血速率 > 0.4 ml/min 的出血点; 降低管电压能够有效增加出血点 CT 值。

关键词: 胃肠出血; 辐射剂量; 碘流率; 体层摄影术

中图分类号: R572

文献标识码: A

Study on different Iodine flow rate combined with low dose MDCT scanning technique in diagnosis of gastrointestinal hemorrhage*

Peng Yu¹, Ning Zhai², Feng-ling Gong², Si-rui Wang², Chun-mei Ma²,
Xing-wen Wang², Yuan Wang³, Bo Zhang⁴

(1. Department of Nuclear Medicine, 2. CT Division, 3. Department of Gastroenterology, 4. Department of General Surgery, Affiliated Hospital, North China University of Science and Technology, Tangshan, Hebei 063000, China)

Abstract: Objective To compare the sensitivity of MDCT combined with different tube voltages in diagnosis of gastrointestinal bleeding. **Methods** The average CT value of the 30 patients with alimentary tract bleeding (all confirmed by pathology) was (212.13 ± 64.54) HU, which served as the reference value. A concentration of 6.4 mgI/ml was prepared with Iodine fo alcohol (320 mgI/ml) and 0.9% normal saline; 120 kV corresponds to CT value of (214.73 ± 1.63) HU. Under the same contrast concentration (6.4 mgI/ml), the injection rate of 0.3 ml/min, 0.4 ml/min

收稿日期: 2018-03-22

* 基金项目: 河北省科技厅支撑计划项目 (No: 162777172)

[通信作者] 宫凤玲, E-mail: gongfengl@163.com

min, and 0.5 ml/min was performed with microinjection pump. MDCT scan was carried out on the gastrointestinal bleeding model. Control group: 120 kV, 300 mAs; Experimental group A: 100 kV, 300 mAs; Experimental group B: 100 kV, 400 mAs; Experimental group C: 80 kV, 465 mAs Radiation dose, objective noise value and SNR, recognition rate of hemorrhage, CT value of the bleeding point were recorded by two double-blind radiologists.

Results CT volume dose index (CTDIvol) and effective dose (ED) were significant different among 4 groups ($P < 0.05$). There was no statistically significant difference between the group B and control group in image noise, SNR, image quality subjective score ($P > 0.05$). Detection rate of the model hemorrhage was 100% in all 4 groups when the bleeding rate was 0.5 and 0.4 ml/min. Control group, group A and group B failed to detect bleeding when bleeding rate was 0.3 ml/min. The detection rate of hemorrhage of 0.3 ml/min was (2/7) in group C, which was increased significantly when compared with control group ($P < 0.05$). **Conclusions** Under normal scanning conditions, MDCT is able to identify bleeding point (0.4 ml/min); reduction of the tube voltage effectively increases the CT value of the bleeding point.

Keywords: gastrointestinal hemorrhage; radiation dosage; iodine deliver rate; tomography

消化道活动性出血病因复杂,病情反复,变化快,患者发病时可能发生急性外周血液循环衰竭,病死率较高^[1-2]。目前常用于消化道出血的检查手段包括内镜、消化道钡餐造影、数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)、CT血管造影(CT Angiography, CTA)及核素显像等。而多层螺旋CT(multi-detector computed tomography, MDCT)凭借其较高的敏感性、特异性,以及检查手段简便、迅速等特点,在诊断消化道活动性出血上的优势越来越明显^[3-4]。本实验利用微量注射泵模拟3种不同出血速率,结合不同管电压,模拟消化道出血的MDCT增强检查,探讨在不同出血速率结合不同管电压条件下,MDCT诊断消化道出血的敏感性。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

复制消化道出血模型:在2块新鲜猪肋板间填充新鲜动物脂肪、肾脏及小肠,并将小肠内充入适量气体,将静脉留置针(20 G)置入肠管内,通过连接管与微量注射泵相连。配制对比剂:以测得的30例经病理证实的消化道出血患者出血点CT平均值(212.13 ± 64.54)HU为参考值,将浓度为320 mgI/ml碘佛醇(中国江苏恒瑞医药有限公司)与0.9%生理盐水配比成浓度为6.4 mgI/ml的碘溶液,120 kV对应CT值为(214.73 ± 1.63)HU。

1.2 实验方法

本实验利用微量注射泵模拟3种不同出血速率(0.5、0.4和0.3 ml/min),应用荷兰Philips Brilliance 256 ICT[飞利浦(中国)投资有限公司]扫描模型。

对照组(-0.5 ml/min);120 kV、300 mAs;实验A组:100 kV、300 mAs;实验B组:100 kV、400 mAs;实验C组:80 kV、465 mAs。微量注射泵分别以0.3、0.4和0.5 ml/min注射速率注射浓度为6.4 mgI/ml的对比剂,并行MDCT扫描。每种参数扫描7次,每次扫描完成后对小肠进行冲洗,以免对比剂残留对实验结果造成影响。

1.2.1 辐射剂量 扫描完成后CT容积剂量指数(volume CTdose index, CTDIvol)、剂量长度乘积(dose length product, DLP)由机器自动生成,有效剂量(effective dose, ED)=DLP×k,根据国际放射防护委员会公布的标准,k=0.015^[5]。

1.2.2 图像客观评价 测量消化道出血模型肌内CT值及标准差,经多次测量取平均值。用肌内CT值的标准差表示噪声(standard deviation, SD),图像噪声信噪比(signal to noise ratio, SNR)=CT/SD。

1.2.3 图像主观评分 采用双盲法进行评分,评分标准^[6]:1分=图像质量差,图像噪声高,无法用于诊断;2分=图像质量较差,图像噪声较高,无法用于诊断;3=图像质量中等,图像能够用于诊断;4=图像质量好;5=图像质量完美。

1.2.4 模型消化道出血检出标准 以导管末端可见溢出的线状、喷射状或椭圆形的对比剂影为检出,否则为未检出^[7]。

1.3 统计学方法

数据分析采用SPSS 17.0统计软件,计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,多组间比较用单因素方差分析,进一步两两比较用LSD-t检验,计数资料采用率表示,检出率的比较采用Fisher确切概率法,

$P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 辐射剂量、图像主观评分的比较

各组辐射剂量、图像主观评分比较, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。实验 A、B、C 组的 DLP、ED 与对照组比较, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。实验组低于对照组。见表 1。

2.2 图像质量的比较

实验 B 组噪声高于对照组, 信噪比、图像主观评分低于对照组, 但差异无统计学意义 ($t = 0.256$ 、 0.141 和 0.126 , $P = 0.802$ 、 0.890 和 0.901); 实验 A 组和 C 组的噪声、信噪比、图像主观评分与对照组比较, 差异均有统计学意义 ($t_A = 6.026$ 、 10.111 和 2.217 , $P_A = 0.000$ 、 0.000 、 0.031 ; $t_C = 8.102$ 、 11.954 和 2.809 , $P_C = 0.000$ 、 0.000 和 0.007)。见表 1 和图 1。

表 1 各组辐射剂量、图像主观评分比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	CTDIvol/mGy	DLP/ (mGy × cm)	ED/mSv	噪声	信噪比	图像主观评分
对照组	19.63	691.60 ± 13.98	10.37 ± 0.21	14.40 ± 0.74	3.17 ± 0.19	4.67 ± 0.58
实验 A 组	12.36	445.53 ± 21.02 [†]	6.68 ± 0.32 [†]	20.90 ± 2.01 [†]	1.65 ± 0.33 [†]	3.67 ± 0.72 [†]
实验 B 组	16.49	588.90 ± 25.04 [†]	8.83 ± 0.38 [†]	14.66 ± 0.86	3.15 ± 0.14	4.61 ± 0.50
实验 C 组	9.52	332.97 ± 19.25 [†]	4.99 ± 0.29 [†]	22.64 ± 2.32 [†]	1.48 ± 0.23 [†]	3.40 ± 0.91 [†]
F 值	-	229.259	229.259	33.759	81.630	9.909
P 值	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

注: † 与对照组比较, $P < 0.05$

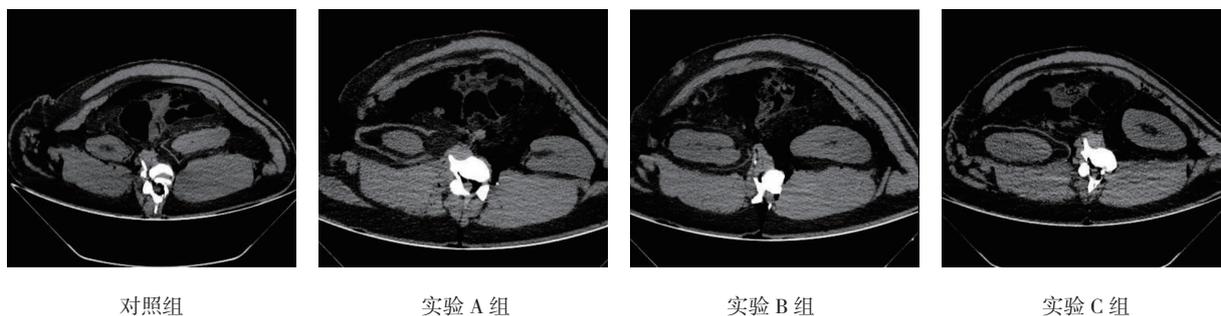


图 1 对照组及实验各组 MDCT 图像

2.3 不同出血速率结合不同管电压下对模型出血的检出数及出血点平均 CT 值的检出率

对照组及实验各组在出血速率为 0.5 和 0.4 ml/min 时对模型出血的检出率为 100%; 对照组、实验 A、

B 组未能检出出血速率为 0.3 ml/min 的出血; 实验 C 组在出血速率为 0.3 ml/min 时对模型出血的检出率为 28.6% (2/7), 与对照组 -0.5 ml/min 的检出率比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 2、3 和图 2。

表 2 各组不同出血速率下模型出血的检出数及出血点平均 CT 值

组别	出血速率 0.5 ml/min		出血速率 0.4 ml/min		出血速率 0.3 ml/min	
	检出数	出血点平均 CT 值 / (HU, $\bar{x} \pm s$)	检出数	出血点平均 CT 值 / (HU, $\bar{x} \pm s$)	检出数	出血点平均 CT 值 / (HU, $\bar{x} \pm s$)
对照组	7	119.33 ± 8.82	7	104.86 ± 12.68	0	-
实验 A 组	7	155.86 ± 16.18	7	131.14 ± 17.97	0	-
实验 B 组	7	150.71 ± 16.52	7	126.29 ± 13.03	0	-
实验 C 组	7	188.29 ± 14.28	7	156.14 ± 20.33	2	99.50 ± 7.79

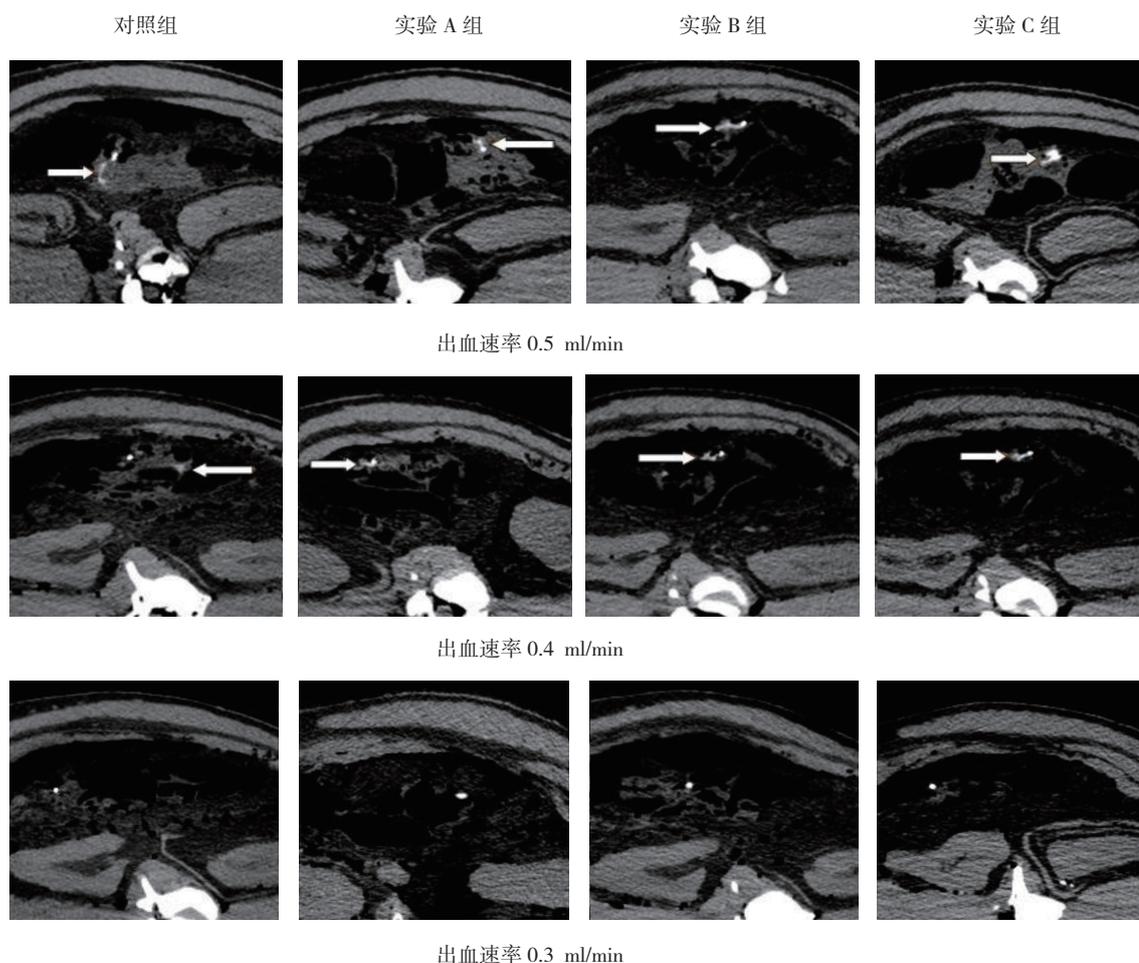


图 2 对照组及实验各组出血点 MDCT 图像

表 3 对照组与实验 C 组对模型出血的检出率比较

组别	未检出	检出	合计	检出率 /%
对照组	0	7	7	100.0
实验 C 组	5	2	7	28.6

3 讨论

消化道出血是临床常见急症。在诊断消化道出血时，往往需要结合多种检查手段，以获得较为可靠的定性和定位的诊断。目前有多种常用于消化道出血的检查手段：内镜在诊断消化道出血的同时能够对出血部位进行止血，以免延误患者病情，但该检查对下消化道存在一定盲区，胶囊内镜的问世弥补了这一缺陷，但肠道准备较为繁琐，不适用于急诊检查；钡餐造影成本低，曾长期作为小肠检查的一线诊断手段，但对肠道细致结构的显示能力差，且不能观察管腔外的结构；DSA 可明确出血部位，并对血管性病变更进行栓塞

治疗，但诊治过程中患者一直暴露于射线下；核素显像敏感性高，且安全无创，但在定位方面价值不大^[8]。MDCT 血管造影可非侵袭性一次显示多支血管，反应肠壁异常情况，提供病变与周围组织器官的关系，成为诊断消化道出血的有力工具^[9-10]。本实验保证对比剂浓度不变，通过改变微量注射泵的注射流率来模拟不同出血速率，结合低剂量扫描技术，探讨 MDCT 增强检查显示消化道出血的敏感性。

理想的 CT 血管造影图像获得的时间是在血管内对比剂维持在峰值时，此时进行扫描，单位时间内血管中通过的碘原子数越多，血管的强化程度及获得的图像质量越好。而碘流率与碘原子个数及血管强化程度是呈正相关的，碘流率 = 对比剂浓度 × 注射流率，因此，注射流率及对比剂浓度是影响血管内碘原子含量的主要原因。但注射速率越快，峰值强化时间越短^[11]，易错过最佳扫描时机，且有可能导致对比剂外渗；对比剂浓度越高，黏度、血管阻力越大，血管成

像质量受到影响^[12],发生对比剂肾病的风险也随之增加。对于含碘对比剂等高密度物质来说,降低管电压能接近碘离子 K 边缘,获得较高 CT 值,能够在延长最佳扫描时机的同时采用低浓度对比剂、低注射流率,减少对比剂外渗等相关副作用^[13]。但降低管电压会增加噪声,影响图像分辨率。研究表明^[14],管电压由 120 kV 降至 100 kV,脊柱旁软组织噪声增加 38.1%。就腹部而言,组织器官间密度接近,噪声的增加会对图像质量存在一定影响,本实验通过适当增加管电流以弥补对图像质量造成的影响。研究表明实验 B 组噪声、信噪比及图像质量主观评分与对照组比较差异无统计学意义,能够满足诊断对图像质量的要求。同时本研究发现,测量的出血点平均 CT 值随着管电压的降低而升高,在 80 kV、465 mAs 条件下对出血速率为 0.3 ml/min 的出血检出 2 次,虽然检出率未能达到对照组要求,但有望通过适当降低管电压而提高 MDCT 对消化道出血检出的敏感性,在今后的诊疗过程中,降低 MDCT 增强检查的碘流率,减轻心功能不全患者的循环负担,降低老年患者因血管弹性差而发生对比剂外渗的风险。

对比剂的外溢是目前被广泛认可的 MDCT 诊断消化道出血的阳性征像。在高云等^[15]的实验研究中,用 300 mgI/ml 对比剂模拟常规检查中注射速率为 3 ml/s 的出血,能够检出血速率为 0.1 ml/min 以上的出血,在方磊等^[16]的实验研究中,用 400 mgI/ml 对比剂模拟常规检查中注射速率为 3 ml/s 的出血,能够检出血速率为 0.05 ml/min 以上的出血。但在本实验研究中均未能检出 0.3 ml/min 及以下的出血,原因可能是本实验采用的对比剂配制方法与前两者不同。高云、方磊的研究中取每秒心输出量 100 ml,常规对比剂注射速率 3 ml/s,则靶血管血液中对对比剂浓度约 3.0%,那么浓度为 300 mgI/ml 对比剂对应的靶血管血液中理论对比剂浓度为 9.0 mgI/ml,浓度为 400 mgI/ml 对比剂对应的靶血管血液中理论对比剂浓度为 12.0 mgI/ml;本研究根据 30 例消化道出血患者出血点 CT 值,以该 CT 平均值为参考值配对比剂的浓度为 6.4 mgI/ml,低于前两者的对比剂浓度,因此未能检出 0.3 ml/min 及以下的出血是可以解释的。

本研究的局限性:本研究制作的消化道出血模型

与临床上消化道出血实际情况有所差异,本研究将连接了微量注射泵的静脉留置针直接置入肠管内模拟对比剂外溢,以微量注射泵的注射流率模拟出血速率。在没有肠管内液体稀释效应的情况下,其模拟的出血点的 CT 值取决于配制的对比剂浓度,但在实验过程中需对肠管进行冲洗,降低残留溶液对对比剂的稀释作用;本研究中未对能检测的最低出血速率进行探讨,模拟的出血速率的组数少,仅 3 个不同速率,且样本量少,仅 7 个样本,仍需积累实验次数,深化研究。

综上所述,对比剂浓度为 6.4 mgI/ml 条件下,MDCT 能够检出出血速率 0.4 ml/min 及以上的出血;降低管电压能够有效增加出血点 CT 值。

参 考 文 献:

- [1] JAEEKLE T, STUBER G, HOFFMANN M H, et al. Acute gastrointestinal bleeding: value of MDCT[J]. *Abdom Imaging*, 2008, 33(3): 285-293.
- [2] MILLWARD S F, ACR. Appropriateness criteria on treatment of acute nonvariceal gastrointestinal tract bleeding[J]. *J Am Coll Radiol*, 2008, 5(4): 550-554.
- [3] 梁朝辉. CT 小肠造影对不明原因消化道出血的诊断价值[J]. *中国现代医学杂志*, 2014, 24(11): 90-93.
- [4] 张桂丽, 石磊, 王翔宇. MSCT 对下消化道出血诊断价值的研究进展[J]. *中国老年保健医学*, 2014, 12(2): 67-68.
- [5] HUDA W, OGDEN K M, KHORASANI M R. Converting dose-length product to effective dose at CT[J]. *Radiology*, 2008, 248(3): 995-1003.
- [6] BEHRENDT F F, SCHMIDT B, PLUMHANS C, et al. Image fusion in dual energy computed tomography: effect on contrast enhancement, signal-to-noise ratio and image quality in computed tomography angiography[J]. *Investigative Radiology*, 2009, 44(1): 1-6.
- [7] JARCKLE T, STUBER G, et al. Acute gastrointestinal bleeding: Value of MDCT[J]. *Abdom Imaging*, 2008, 33(3): 285-293.
- [8] RAMESH RAJAN, PUNEET DHAR, et al. Role of contrast CT in acute lower gastrointestinal bleeding[J]. *Dig Surg*, 2004, 21(4): 293-296.
- [9] 林少波. 多层螺旋 CT 对消化道出血的诊断价值[J]. *罕少疾病杂志*, 2014, 21(6): 12-14.
- [10] 梁韬, 曾苗雨, 王毓佳, 等. 64 层 CT 在上消化道出血诊断中的临床应用价值[J]. *中华临床医师杂志*, 2016, 10(10): 1432-1436.
- [11] SCHOELLANST H, DEUTSCHMANN H A, BERGHOLD A, et al. MDCT angiography of the pulmonary arteries: influence of body weight, body mass index, and scan length on arterial

- enhancement at different iodine flow rates[J]. AJR, 2006, 187(4): 1074-1078.
- [12] MAHNKEN A H, JOST G, SEIDENSTICKER P, et al. Contrast timing in computed tomography:effect of different contrast media concentrations on bolus geometry[J]. Eur J Radiol, 2012, 81(4): 629-632.
- [13] 寇珍平, 王昕, 石峰. 碘对比剂不同流速注射法在 CT 增强扫描中的应用体会 [J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2014, 12(2): 218-219.
- [14] 赵峰, 曾勇明, 彭盛坤, 等. 胸部 CT 扫描参数与组织噪声相关性的实验研究 [J]. 重庆医科大学学报, 2012, 37(7): 617-621.
- [15] 高云, 胡道予, 李震, 等. MSCT 及 DSA 诊断消化道出血价值的实验研究 [J]. 放射学实践, 2007, 22(11): 1165-1167.
- [16] 方磊, 邵剑波, 郑楠楠, 等. 不同浓度对比剂 MSCT 增强诊断小肠出血的对比实验 [J]. 放射学实践, 2013, 28(6): 619-622.

(张西倩 编辑)