

• 实验研究 •

不同浓度对比剂 MSCT 增强诊断小肠出血的对比实验

方磊, 邵剑波, 郑楠楠, 胡道予

【摘要】 目的:比较 4 种不同浓度对比剂 MSCT 增强显示小肠单个出血点持续出血的敏感性。**方法:**将 4 种不同浓度对比剂(300、350、370 和 400 mg I/ml)分别配制成 3%、4%、5%(其中 400 mg I/ml 还配制成 2.5%),模拟 MSCT 增强对比剂以 3、4 和 5 ml/s 流率注射时(对于 2.5%则为 2.5 ml/s 注射流率)单位时间内动脉血液中相应对比剂的理论浓度,采用微泵装置分别模拟 0.05、0.1、0.2、0.3、0.4 和 0.5 ml/min 的出血量通过 3F 微导管注入透 X 线容器制成的模型内。64 层螺旋 CT 机分别在注射对比剂后 3 s、30 s 时扫描,模拟 MSCT 增强时的动、静脉期成像,比较 4 种不同浓度对比剂对模拟出血检出的敏感性。**结果:**400 mg I/ml 对比剂显示模拟少量小肠出血最敏感,可显示模拟 0.05 ml/min 以上出血;随着对比剂浓度的增加,4 种对比剂对模拟出血检出率增加,400 mg I/ml 对模拟出血检出率高于 300 mg I/ml 且有统计学差异($P < 0.05$);400 mg I/ml 对比剂在注射流率为 2.5 ml/s 时与 300 mg I/ml 对比剂在注射流率为 3 ml/s 时对模拟出血检出率无统计学差异。**结论:**MSCT 增强高浓度对比剂有利于小肠出血的显示;高浓度对比剂适当降低注射流率诊断小肠出血具有可行性。

【关键词】 体层摄影术, X 线计算机; 胃肠出血; 对比研究

【中图分类号】 R814.42; R722.152 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2013)06-0619-04

A comparative experimental study of MSCT with different concentrations of contrast agents in diagnosing small bowel hemorrhage FANG Lei, SHAO Jian-bo, ZHEN Nan-nan, et al. Department of Radiology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, P. R. China

【Abstract】 Objective: To compare the sensitivities of 4 different concentrations of contrast agents in detecting a single point of persistent small bowel hemorrhage using 64-MSCT. **Methods:** Four kinds of contrast medium(300mg I/ml, 350mg I/ml, 370mg I/ml and 400mg I/ml) were diluted into 3%, 4% and 5%, respectively. Flow rates of 3ml/s, 4ml/s, 5ml/s (400mg I/ml was also diluted into 2.5%) were used to simulate contrast medium's theoretical concentrations. The contrast agents were injected into a radiolucent cylindric model filled with water through a 3F microcatheter at different rate of 0.05ml/min, 0.1ml/min, 0.2ml/min, 0.3ml/min, 0.4 ml/min and 0.5ml/min which imitated the status of bleeding bowel. The experimental model was scanned by 64-MSCT at 3s and 30s after injection of the agents. The sensitivities of 4 kinds of contrast agents in detecting small bowel hemorrhage were compared. **Results:** The concentration of 400mg I/ml was the most sensitive to detect a small amount of small bowel hemorrhage over 0.05ml/min. With the increase of the concentration of contrast medium, the total detection rate of simulated hemorrhage also increased. The total detection rate of simulated bowel hemorrhage of 400mg I/ml was higher than that of 300mg I/ml ($P < 0.05$). The total detection rates for simulated bowel hemorrhage between using contrast agents of 400mg I/ml with the flow rate of 2.5ml/s and 300mg I/ml with the flow rate of 3ml/s were not statistically significant. **Conclusion:** Contrast medium of high concentration is conducive to detecting small amount of hemorrhage like small bowel bleeding by using MSCT. It's feasible to use lower injection rate and higher concentration of contrast medium for diagnosis of small bowel bleeding.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Gastrointestinal hemorrhage; Comparative study

消化道出血是临床中常见病,对出血的定位及病因诊断是临床的重点和难点^[1],特别是小肠出血的检查确诊仍有盲区^[2-4]。随着 MSCT 技术的发展,MSCT 凭借扫描速度快、空间分辨力和密度分辨力高等优点,可清晰显示小肠形态、小肠壁及腔内改变。MSCT 血管造影(MSCTA)可非侵袭性一次同时显示大范围的多支血管,并可显示血管与病灶、临近解剖结

构的关系,在诊断小肠出血方面正体现出日益明显的优势^[5-10]。本实验采用 4 种不同浓度对比剂模拟小肠出血的 MSCT 检查,旨在探讨这 4 种不同浓度对比剂 MSCT 增强在显示小肠出血上的敏感性。

材料与方法

1. 小肠出血模型的建立和检查方法

取一大小约 30 cm×15 cm×10 cm 透 X 线容器,盛入适量清水模拟充满液体的小肠腔,将 4 种不同浓度对比剂(300、350、370 和 400 mg I/ml)分别配制成 3%、4%和 5%(其中 400mg I/ml 还配制成 2.5%),

作者单位: 430030 武汉,华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科(方磊、胡道予); 430016 武汉,武汉市儿童医院 CT&MRI 影像科(方磊、邵剑波、郑楠楠)

作者简介: 方磊(1977—),男,湖北松滋人,硕士研究生,主要从事腹部影像诊断工作。

通讯作者: 胡道予, E-mail: dyhu@tjmu.edu.cn

模拟 MSCT 增强对比剂以 3、4 和 5 ml/s 流率注射时(对于 2.5%则为 2.5 ml/s 注射流率)单位时间内相应对比剂在动脉血液中的理论浓度^[11]。将配制好的对比剂抽入注射器,与 1 根 3F 微导管相连,并预先使导管内充满对比剂,然后将导管插入容器内水中,进行固定以防止导管末端晃动。用微泵分别以 0.05、0.1、0.2、0.3、0.4 和 0.5 ml/min 的流率注射^[11],模拟小肠出血时单个出血点以不同速度持续出血的状态;在注射 3 s、30 s 时分别行 CT 螺旋扫描。每一流率扫描结束后都对容器重新换水,以避免容器内含对比剂水干扰图像。设备为 GE Light Speed VCT 64 层螺旋 CT 机,扫描参数均为 120 kV,300 mA,螺矩 0.516,矩阵 512×512,视野 20 cm,机架旋转时间 0.8 s/r,探头覆盖范围 40 mm,层厚 5 mm。

2. 图像评价与分析

将每次扫描获得的图像数据重组为 0.625 mm 层厚图像后传入 ADW 4.3 工作站,从原始横断面及采用 MPR 对图像进行观察,比较 4 种不同浓度对比剂在模拟不同注射流率、不同出血速度状态时对外出血的检出情况。导管末端可见对比剂影为检出,未见则为未检出。运用统计软件 SPSS 13.0 对数据进行分析,统计方法为精确概率法, $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

结 果

四种不同浓度对比剂在模拟注射流率为 3、4 和 5 ml/s,不同小肠出血速度状态下双期扫描0.625 mm

重组图像对出血检出情况见表 1。

四种不同浓度对比剂对模拟小肠出血检出率比较见表 2。400 mg I/ml 对模拟出血检出率高于 300 mg I/ml 且差异有统计学意义。

表 2 4 种对比剂对模拟小肠出血检出率(%)比较

对比剂	未检出	检出	合计	检出率%
300mgI/ml	7	29	36	80.6
350mgI/ml	2	34	36	94.4
370mgI/ml	1	35	36	97.2
400mgI/ml	0	36	36	100.0
合 计	10	134	144	93.1

注:300 vs 350: $P=0.151$;300 vs 370: $P=0.055$;300 vs 400: $P=0.011$ 。

300 mg I/ml 对比剂在注射流率为 3 ml/s 时与 400 mg I/ml 对比剂在注射流率为 2.5 ml/s 时对模拟出血检出率比较见表 3。

表 3 2 种对比剂不同注射流率对模拟出血检出率(%)比较

对比剂	未检出	检出	合 计	检出率%
300mgI/ml	4	8	12	66.7
400mgI/ml	2	10	12	83.3
合 计	6	18	24	75.0

注: $P=0.640$ 。

讨 论

小肠出血时明确出血部位和原因是针对性治疗的前提。在各种影像检查方法中,钡剂造影、内镜、DSA、核素成像都有一定的限度。MSCT 凭借其扫描速度快,亚毫米微体素成像,图像后处理功能强大可清楚显示肠腔内外情况等优势为诊断小肠出血提供了新的方法^[5-10],目前正广泛应用于临床。另一方面,临床上已

表 1 注射流率 3~5 ml/s 时 4 种对比剂对模拟出血检出情况

出血速度	300mg I/ml		350mg I/ml		370mg I/ml		400mg I/ml	
	动脉期	静脉期	动脉期	静脉期	动脉期	静脉期	动脉期	静脉期
3 ml/s								
0.05	—	—	—	+	—	+	+	+
0.1	—	+	—	+	+	+	+	+
0.2	—	+	+	+	+	+	+	+
0.3	+	+	+	+	+	+	+	+
0.4	+	+	+	+	+	+	+	+
0.5	+	+	+	+	+	+	+	+
4 ml/s								
0.05	—	+	+	+	+	+	+	+
0.1	—	+	+	+	+	+	+	+
0.2	—	+	+	+	+	+	+	+
0.3	+	+	+	+	+	+	+	+
0.4	+	+	+	+	+	+	+	+
0.5	+	+	+	+	+	+	+	+
5 ml/s								
0.05	+	+	+	+	+	+	+	+
0.1	+	+	+	+	+	+	+	+
0.2	+	+	+	+	+	+	+	+
0.3	+	+	+	+	+	+	+	+
0.4	+	+	+	+	+	+	+	+
0.5	+	+	+	+	+	+	+	+

注: + 表示检出,— 表示未检出。

有多种不同浓度对比剂在应用,但不同浓度对比剂对 MSCT 增强小肠出血检出的影响尚未见报道,本实验旨在初步探讨不同浓度对比剂诊断小肠出血的敏感性以指导临床应用。

我们进行小肠疾病常规 MSCT 增强扫描时,对比剂总量为 80 ml,注射流率为 3 ml/s,注射对比剂后 25~30 s、55~60 s 行双期增强扫描^[6,12]。在注射对比剂 30 s 左右时,肠系膜上动脉相应对比剂血中浓度开始处于峰值期,此时即常规扫描时的动脉期,假设小肠中某一部位血管出血,则含对比剂的血液从血管破裂处流出。我们知道一般健康成人心输出量约为 4.5~6.0 min/L,为方便计算取最大值 6.0 min/L,则每秒钟心输出量约为 100 ml,此时根据心输出量、注射流率、对比剂总量和延迟时间计算单位时间内靶血管血液中相应对比剂浓度理论上约为 3%^[11]。如注射流率分别提高到 4 和 5 ml/s,则靶血管血液中相应对比剂浓度理论上相应约为 4%、5%。

试验扫描前已预先使导管内充满对比剂,启动微泵对比剂即从导管末端注射到模型内,此时没有临床扫描中对比剂需经过肘静脉到达小肠出血点这一段时间;同时考虑到启动微泵后实验人员需从扫描室离开的时间,实验中我们在启动微泵后 3 s 时扫描模拟常规扫描时的动脉期;延迟 30 s 后再扫描即模拟静脉期。

因此,本实验采用 64 层螺旋 CT 机模拟小肠常规 CT 增强双期扫描,比较 4 种不同浓度对比剂在不同注射流率、不同出血速度状态时对小肠单个出血点持续出血的检出情况。

实验结果表明 4 种不同浓度对比剂在模拟注射流率 3~5 ml/s、出血速度 0.05~0.5 ml/min 时 400 mg I/ml 对比剂检出模拟少量小肠出血最敏感,可显示模拟 0.05 ml/min 以上出血(表 1),且随着对比剂浓度的增加对模拟出血检出率增加(表 2),400 mg I/ml 对模拟出血检出率与 300 mg I/ml 相比有统计学差异,提示高浓度对比剂有利于小肠出血的显示。

MSCT 增强时对小肠出血的显示取决于出血时相应对比剂血中浓度即单位时间内靶血管血碘浓度(碘流率),碘流率(mg I/s)=对比剂浓度(mg I/ml) $\times$ 注射流率(ml/s);同时出血的显示也与出血速度有关。本组试验中对于少量出血即出血速度较低时,对比剂浓度和注射流率对提高小肠出血的检出和显示最为关键。

四种对比剂均以 3 ml/s 流率注射,出血速度和延迟时间相同时,单位时间内靶血管血碘浓度与对比剂浓度成正比。对比剂浓度越高,血碘浓度越高,与周围背景密度差越大,即显示越清楚。在动脉期启动扫描

时,含对比剂的血液仅从肠管病变血管处流出少量,且被肠腔液体稀释,因此在 CT 机密度分辨率相同、出血速度相同情况下,血液中对比剂的含碘量(即对比剂浓度)对显示少量出血显得尤为重要。因此本组试验 400 mg I/ml 对比剂检出模拟少量小肠出血最敏感,可显示模拟 0.05 ml/min 以上出血。高云等^[11]在实验研究中采用 300 mg I/ml 对比剂,3 ml/s 流率注射行 MSCT 增强扫描可显示模拟 0.1 ml/min 以上出血。本组实验采用的是对比剂浓度高于 300 mg I/ml 的 400 mg I/ml,因此显示模拟 0.05 ml/min 以上出血是可以解释的。

目前我们进行小肠疾病常规 MSCT 增强扫描对比剂总量为 80 ml,注射流率为 3 ml/s 能满足临床诊断的需要^[6,12]。有作者提出高流率注射有助于提高腹部动脉成像效果^[13]。本实验也表明注射流率的增加,4 种不同浓度对比剂对模拟出血检出率增加,这提示提高注射流率有助于小肠出血的检出和显示。但临床实际应用中过高的注射流率易造成对比剂外渗,增加了注射难度;高流率注射使扫描时间窗相对变窄,也增加了扫描难度。而高浓度对比剂的应用^[14]可在降低注射流率的同时仍维持靶血管中较高的血碘浓度,也能达到显示出血的效果。本组实验 400 mg I/ml 对比剂在注射流率为 2.5 ml/s 时与 300 mg I/ml 对比剂在注射流率为 3 ml/s 对模拟出血检出率无统计学差异(表 3)。如前所述,增强时对小肠出血的显示取决于出血时相应对比剂血中浓度即单位时间内血碘浓度(碘流率),碘流率(mg I/s)=对比剂浓度(mg I/ml) $\times$ 注射流率(ml/s),而 $400 \text{ mg I/ml} \times 2.5 \text{ ml/s} > 300 \text{ mg I/ml} \times 3 \text{ ml/s}$,因此这可以解释两种方案对模拟出血检出率差异不显著,甚至理论上 400 mg I/ml 对比剂的注射流率还可适当再低些。在临床中这对于心脏功能差,血管条件不好患者很有意义,我们可采用高浓度对比剂低流率注射避免高注射流率导致的并发症,提高检查成功率及患者舒适度。同时文献报道^[15-16]使用高浓度对比剂还可减少对对比剂剂量,有利于减少对对比剂肾病的发生和患者的经济负担。这也为我们进一步研究减少对对比剂剂量诊断小肠出血提供了借鉴。

本组实验还对模拟动、静脉期对出血检出和显示进行了比较,发现静脉期对模拟出血总检出率高于动脉期,提示在临床 MSCT 增强诊断消化道出血,还应常规扫描增强静脉期,将增强动静脉期图像结合分析,与文献报道一致^[6]。

另外,本研究仅从某一个实验角度模拟小肠单个出血点持续出血时的情况,主要反映的是不同浓度对比剂对小肠出血显示的敏感性;而在临床实际病例中小肠出血是在一种复杂环境下发生的动态变化的过

程,因此不同浓度对比剂在临床中对小肠出血的检出情况还有待通过大样本病例进行进一步研究探讨。

总之,本组模拟小肠常规 MSCT 增强扫描,评估 4 种不同浓度对比剂在不同注射流率、不同出血速度状态时对小肠出血检出的实验表明高浓度对比剂有利于小肠出血的显示;高浓度对比剂适当降低注射流率诊断小肠出血具有可行性。

参考文献:

- [1] Lewis BS. Small intestinal bleeding[J]. Gastroenterol Clin North Am, 2000, 29(1): 67-95.
- [2] Gordon SR, Smith RE, Power GC. The role of endoscopy in the evaluation of iron deficiency anemia in patients over the age of 50 [J]. Am J Gastroenterol, 1994, 89(11): 1963-1967.
- [3] 李雪锋,周明欢,向平,等.胃镜及钡餐检查在上消化道出血中的诊断分析[J]. 中国内镜杂志, 2002, 8(1): 89.
- [4] 吕文嫦,汤敏.选择性动脉造影对小肠出血诊断分析[J]. 中华消化杂志, 1997, 17(2): 75.
- [5] 胡道予. 消化道出血及小肠病变多排 CT 的临床应用[J]. 放射学实践, 2005, 20(1): 85-86.
- [6] 胡道予,李震,肖明,等. 16 层螺旋 CT 诊断小肠出血性疾病的价值[J]. 放射学实践, 2006, 21(3): 218-222.
- [7] Yoon W, Jeong YY, Kim JK. Acute gastrointestinal bleeding: contrast-enhanced MDCT[J]. Abdom Imaging, 2006, 31(1): 1-8.
- [8] Yoon W, Jeong YY, Shin SS, et al. Acute massive gastrointestinal bleeding: detection and localization with arterial phase multi-detector row helical CT[J]. Radiology, 2006, 239(1): 160-167.
- [9] Sabharwal R, Vladica P, Chou R, et al. Helical CT in the diagnosis of acute lower gastrointestinal haemorrhage[J]. Eur J Radiol, 2006, 58(2): 273-279.
- [10] Jaecle T, Stuber G, Hoffmann MH, et al. Detection and localization of acute upper and lower gastrointestinal (GI) bleeding with arterial phase multi-detector row helical CT[J]. Eur Radiol, 2008, 18(7): 1406-1413.
- [11] 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.
- [12] 罗敏,胡道予,王秋霞,等. MSCT 小肠病变双期增强对比剂的应用探讨[J]. 放射学实践, 2007, 22(6): 626-628.
- [13] 马奎元,史志涛,陈月芹,等. 对比剂注射速率对腹部动脉 CT 成像的影响[J]. 济宁医学院学报, 2010, 33(5): 326-331.
- [14] Loewe C, Becker CR, Berletti R, et al. 64-slice CT angiography of the abdominal aorta and abdominal arteries: comparison of the diagnostic efficacy of iobitridol 350mgI/ml versus 400mgI/ml in a prospective, randomized, double-blind multi-centre trial[J]. Eur Radiol, 2010, 20(3): 572-583.
- [15] 缪熙音,陈刚,陈文芳,等. 64 排螺旋 CT 胰周血管成像:不同浓度对比剂的对照研究[J]. 中国临床医学影像杂志, 2010, 21(11): 830-832.
- [16] 孔令燕,王怡宁,张竹花,等. 400mg I/ml 含碘对比剂在双源 CT 冠状动脉成像中的初步应用[J]. 中国医学影像学杂志, 2010, 18(3): 236-241.

(收稿日期:2012-06-11 修回日期:2013-01-25)

本刊网站及远程稿件处理系统投入使用

本刊网站与远程稿件处理系统已开发测试完毕,已于 2008 年 3 月 1 号正式开通投入使用。

作者进行网上投稿及查稿具体步骤如下:请登录同济大学医学期刊网站(<http://www.fsxsj.net>)点击“放射学实践”进入本刊网站首页→点击“作者投稿”→按提示注册(请务必按系统提示正确填写个人信息,同时记住用户名和密码,以便查询稿件处理进度)→用新注册的用户名和密码登录→点击“作者投稿”进入稿件管理页面→点击“我要投稿”→浏览文件→上传文件(浏览文件后请点击后面的“上传”按钮,只有系统提示“稿件上传成功”方可进行下一步录入操作,文章须以 WORD 格式上传,图表粘贴在文章中)→录入稿件标题、关键词等→最后点击“确定”即可完成投稿。投稿后请速寄审稿费(50 元/篇)以使稿件迅速进入审稿处理。

作者自投稿之日起可不定期登录本刊网站查看稿件处理进度,不必打电话或发邮件查询,具体步骤如下:用注册过的用户名和密码登录→点击“作者查稿”进入稿件管理页面→点击左侧导航栏“我的稿件库”→“稿件状态”显示稿件处理进度→点击“查看”→选择“当前信息”或“全部信息”查看稿件处理过程中的具体信息。稿件退修和催审稿费(版面费)的信息作者亦可在注册时填写的邮箱中看到,作者在邮箱看到相关信息后须进入本系统进行相应处理。

作者如从邮箱和邮局投稿(或网上投稿成功后又从邮箱或邮局再次投稿),本刊须花费大量精力将稿件录入系统中,部分稿件重复多次处理,这给我们的稿件统计及处理工作带来巨大困难。本刊作者需登录本刊网站投稿,如果通过邮箱或邮局投稿,本刊会通知您通过网上投稿。

由于准备时间仓促及经验不足,网站及远程稿件处理系统必然会存在一些缺点和不足之处,希望各位影像同仁不吝赐教,多提宝贵意见,予以指正。

如果您在投稿中遇到什么问题,或者对本系统及网站有好的意见和建议,请及时联系我们。

联系人:石鹤 明桥 联系电话:027-83662875