

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2017.14.008

双能 CT 结肠成像部分自动个体化充气扩张结直肠的研究*

梁丹^{1,2},郭红梅^{3#},段济杰⁴,罗明月^{2△},朱冬云²,邱建平²,Wenli Cai⁵

(1. 广东省广州市第一人民医院放射科 510180; 2. 中山大学附属第六医院放射科, 广州 510655; 3. 巴音郭楞蒙古自治州人民医院 CT 和 MR 科, 新疆库尔勒 841000; 4. 清华大学深圳研究生院生物医学工程研究中心, 广东深圳 518055; 5. 哈佛大学医学院麻州总医院放射科, 马萨诸塞州波士顿 02114)

[摘要] **目的** 研究双能 CT 结肠成像部分自动个体化充气扩张结直肠受检者依从性及结直肠充气扩张效果。**方法** 选择 46 例没有影响胃肠道运动功能病史的健康成年志愿者, CT 检查前 1 d 开始 5 次口服 4.0% 泛影葡胺 60 mL 标记肠内容物。利用充气机部分自动、个体化充气扩张结直肠, 充气体位先右侧卧位, 再缓慢改为仰卧位, 速率开始为 1.5 L/min, 后期降低到 0.5 L/min, 并根据侦察图像结直肠充气扩张效果、志愿者自我感觉及肠腔压力确定是否需要增补充气及充气量。仰卧位双能 CT 扫描, 获得双能融合图像。统计分析志愿者的依从性, Kruskal-Wallis H 检验比较结直肠充气扩张效果。**结果** 46 例志愿者均没有腹痛、腹胀、恶心或呕吐等, 容易接受结直肠充气扩张, 依从性 1 级。结直肠充气扩张 1、2、3、4 级效果分别占 0%、2.1%、5.1%、92.8%。结直肠各段肠管充气扩张效果比较差异无统计学意义($\chi^2=6.19, P=0.288$)。6 段肠管充气扩张差, 乙状结肠、直肠各占 2 段。14 段肠管充气扩张欠佳, 降结肠、乙状结肠、直肠分别占 4、4、3 段。**结论** 部分自动个体化充气扩张结直肠受检者依从性非常好, 能够良好地充气扩张结直肠各段肠管。

[关键词] 结肠; 直肠; 体层摄影术, X 线计算机; 双能 CT 结肠成像; 结直肠扩张; 部分自动; 个体化充气; 空气

[中图分类号] R816.5

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-8348(2017)14-1897-03

Study on colorectal distension with partially automated and individualized insufflation of air for dual-energy CT colonography*

Liang Dan^{1,2}, Guo Hongmei^{3#}, Duan Chaijie⁴, Luo Mingyue^{2△}, Zhu Dongyun², Qiu Jianping², Wenli Cai⁵

(1. Department of Radiology, Guangzhou First People's Hospital, Guangzhou, Guangdong 510180, China; 2. Department of Radiology, the Sixth Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou, Guangdong 510655, China; 3. Department of CT and MR, Mongolia Autonomous Prefecture People's Hospital of Bayinguoleng, Kuerle, the Xinjiang Uygur Autonomous Region 841000, China; 4. Research Center of Biomedical Engineering, Graduate School at Shenzhen, Tsinghua University, Shenzhen, Guangdong 518055, China; 5. Department of Radiology, Massachusetts General Hospital and Harvard Medical School, Boston, Massachusetts 02114, the United States)

[Abstract] **Objective** To study the compliance of examinees, and effectiveness of colorectal distension with partially automated and individualized insufflation of air for dual-energy CT colonography. **Methods** Forty-six healthy adult volunteers without history of conditions affecting gastrointestinal motor function were enrolled in this study. One day before CT examination, volunteers were asked to orally administered 60 mL 4% diatrizoate meglumine five times for fecal tagging. Air was insufflated by using an inflator in a partially automated and individualized manner. The volunteers were initially asked to assume the right lateral decubitus position, then slowly turn to the supine position. Insufflation rate began at 1.5 L/min, and decreased to 0.5 L/min at later stage. The necessity and volume of air insufflation were decided according to effectiveness of colorectal distension on CT scout images, self-reported sensation of volunteers, and intestinal pressure. Dual-energy CT scanning was performed, and dual-energy blended images were acquired. Compliance of volunteers was statistically analyzed. The effectiveness of colorectal segments distension was statistically analyzed by using Kruskal-Wallis H test. **Results** No abdominal pain, bloating, nausea or vomiting were noted in the 46 volunteers. All volunteers easily accepted colorectal insufflation of air, with grade 1 compliance. The effectiveness of colorectal distension of grades 1, 2, 3 and 4 were 0%, 2.1%, 5.1% and 92.8%, respectively. The difference of effectiveness of colorectal segments distension had no statistical significance($\chi^2=6.19, P=0.288$). The effectiveness of insufflation was poor in 6 colorectal segments, including 2 in sigmoid colon and 2 in rectum. Effectiveness of insufflation was suboptimal in 14 colorectal segments, including 4 in descending colon, 4 in sigmoid colon, and 3 in rectum. **Conclusion** Compliance of examinees with partially automated and individualized insufflation of air for dual-energy CT colonography is excellent, with good effectiveness of colorectal distension.

[Key words] colon; rectum; tomography, X-ray computed; dual-energy CT colonography; colorectal distension; partially automated; individualized insufflation; air

双能 CT 结肠成像(CT colonography, CTC)很有希望成为 结直肠癌筛查新技术^[1-5]。最佳化结直肠充气扩张是进行高质

* 基金项目:国家自然科学基金资助项目(81230035);广东省科技计划项目(2013B051000016)。 作者简介:梁丹(1989—),住院医师,硕士,从事医学影像新技术方面研究。 # 共同第一作者,郭红梅(1968—),副主任技师,本科,主要从事医学影像新技术方面研究。 △ 通信作者, E-mail: myluo720@163.com。

量 CTC 检查的关键因素之一^[1,6-7]。结直肠充气扩张差,可能掩盖类似图像上的新生物,导致假阴性、假阳性结果,增加阅读时间,降低诊断信心,因此探索最佳化结直肠充气扩张方法是 CTC 研究热点之一^[1]。虽然自动较手工充注二氧化碳能够明显改善结直肠扩张效果,对改善左侧结直肠扩张效果更好^[8];但是受检查者的体型、身体状况、结直肠解剖变异及其内容物、生理活动等影响结直肠充气扩张效果的个体化因素不同,采用千篇一律自动或手工方法充气扩张结直肠,很难达到最佳化结直肠充气扩张效果,而部分自动、个体化充气扩张结直肠将很可能获得最佳化结直肠充气扩张效果。目前,少有双能 CTC 部分自动、个体化充注空气扩张结直肠的文献报道。因此,本试验将研究双能 CTC 部分自动及个体化充注空气扩张结直肠受检者的依从性及结直肠充气扩张效果,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择没有影响胃肠道运动功能病史的中山大学附属第六医院健康志愿者 46 例,其中男 21 例,女 25 例;年龄 32~77 岁,平均(57.70±11.87)岁。不包括活动性肺结核、肝和(或)肾功能不全、甲状腺功能亢进、多发性骨髓瘤、炎症性肠病患者,对碘过敏者,孕妇。志愿者均知情同意本研究,方案得到中山大学附属第六医院医学伦理委员会批准(批准号:L2015ZSLYEC-012)。

1.2 方法

1.2.1 结直肠内容物标记 60%泛影葡胺(湖南汉森制药有限公司)20 mL 溶解于 280 mL 温白开水,配制成为 4.0%泛影葡胺 300 mL,平均分成 5 份。前 1 d 志愿者低纤维、低残渣饮食,早上起床后喝水量大于 200 mL,尽量排空大便;7:00 早餐,12:00 中餐,19:00 晚餐后,23:00 睡觉前分别口服 4.0%泛影葡胺 60 mL 标记肠内容物。检查当天早上起床后喝水量大于 200 mL,尽量排空大便;7:00 早餐后口服 4.0%泛影葡胺 60 mL 第 5 次标记肠内容物。每餐后喝水量大于 200 mL,全天喝水量大于 2 000 mL。

1.2.2 结直肠充气扩张 上午 11:00 时志愿者右侧卧位于 CT 检查床上,双腿稍屈曲。使用一次性导管向肛管直肠插管,注射 20 mL 生理盐水扩张球囊,将导管轻微外拉,使球囊充分堵塞直肠末端,防止充气后经肛管漏气。采用 JS-628F 电脑遥控灌肠充气机(广州今健科技公司)经导管部分自动向肠腔内充注适量空气,先快后慢,个体化确定充气量。设定肠腔压力上限 26.6 mm Hg,超过 26.6 mm Hg 则自动停止充气。开始充气时志愿者右侧卧位,速率 1.5 L/min。当志愿者自我感觉空气到达左中腹部,让其缓慢改为仰卧位,继续充气。询问志愿者自我感觉空气是否到达右下腹,是否有腹胀感,检查者用右手触摸志愿者盲肠部位感受肠腔内气流及腹部紧张度。当二者均认为气体到达并扩张盲肠后,充气速率降低到 0.5 L/min,继续充气约 300 mL,即夹闭导管远端停止充气。随后获得腹部 CT 侦察图像。如果侦察图像上结直肠充气扩张不满意,就根据充气扩张效果、志愿者自我感觉及肠腔压力,再用 0.5 L/min 的速率适量增补充气,直到侦察图像上结直肠充气扩张满意,整个过程需时约 10 min。

1.2.3 CT 图像数据采集 采用东芝公司 Aquilion ONE 双能 CT 机进行 CT 图像数据采集,包括整个结直肠区域,仰卧位,从头端向足端方向采集。扫描参数:管电压 135/80 kVp,自动毫安(Sure Exp. 3D Low Dose),时间 0.35 s,视野 500 mm。重建函数 FC17,重建算法 AIDR 3D STD。训练志愿者扫描时平静呼吸后屏住呼吸,收紧腹肌绷紧腹部,身体保持

不动。

1.2.4 CT 图像后处理 将 CT 扫描图像数据经 PACS 5.0 (西安华海公司,HI-Net)传送到图像处理工作站。在工作站,先对图像数据进行体部对位结构校正,再进行图像融合。

1.2.5 志愿者依从性调查 CT 扫描结束后,对志愿者结直肠充气扩张的依从性进行问卷调查。依从性分为 4 个等级:1 级,容易接受,没有腹痛、腹胀、恶心或呕吐,感觉舒适;2 级,尚可接受,轻微腹痛、腹胀、恶心或呕吐;3 级,稍难接受,明显腹痛、腹胀、恶心或呕吐等;4 级,难以接受,严重腹痛、腹胀、恶心或呕吐。

1.2.6 结直肠充气扩张效果评价 结直肠按照解剖部位分为盲肠、升结肠、横结肠、降结肠、乙状结肠及直肠 6 个肠段。两位富有经验的放射科医生在融合图像上逐段评价结直肠充气扩张效果。如果评价有分歧,则与另一位有经验的放射科医生共同讨论后达成一致意见。

以每段肠管充气扩张效果最差的部分评价该段肠管充气扩张效果,分为 4 个等级^[9]。1 级:肠管没有充气扩张,完全萎陷。2 级:肠管充气扩张差,部分萎陷,两侧肠袋皱襞会合。3 级:肠管充气扩张欠佳,肠壁清晰,容易看见。4 级:肠管充气扩张最佳,肠壁细薄,几乎看不见。

1.3 统计学处理 采用 SPSS20.0 进行数据统计及分析。计数资料用率表示,采用 Kruskal-Wallis H 检验比较结直肠充气扩张效果,检验水准 $\alpha=0.05$,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 志愿者依从性 46 例志愿者均没有腹痛、腹胀、恶心、或呕吐等,容易接受结直肠充气扩张,依从性 1 级,无依从性 2、3、4 级者。

2.2 结直肠充气扩张效果 结直肠充气扩张 1、2、3、4 级效果分别占 0%、2.1%、5.1%、92.8%。结直肠各段肠管充气扩张效果比较,差异无统计学意义($\chi^2=6.19, P=0.288$)。6 段肠管充气扩张差,主要为乙状结肠、直肠,二者各占 2 段。14 段肠管充气扩张欠佳,主要为降结肠、乙状结肠、直肠,三者分别占 4、4、3 段,见表 1、图 1~3。

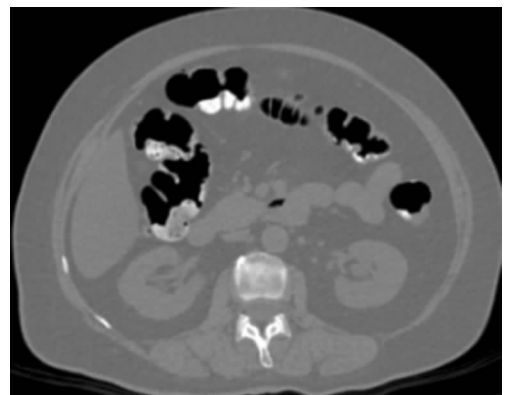


图 1 横结肠 2 级充气扩张效果

表 1 结直肠各段肠管充气扩张效果

肠段	充气扩张效果			
	1 级	2 级	3 级	4 级
盲肠(n)	0	1	1	44
升结肠(n)	0	0	2	44
横结肠(n)	0	1	0	45

续表 1 结直肠各段肠管充气扩张效果

肠段	充气扩张效果			
	1 级	2 级	3 级	4 级
降结肠(n)	0	0	4	42
乙状结肠(n)	0	2	4	40
直肠(n)	0	2	3	41
合计[n(%)]	0(0)	6(2.1)	14(5.1)	256(92.8)

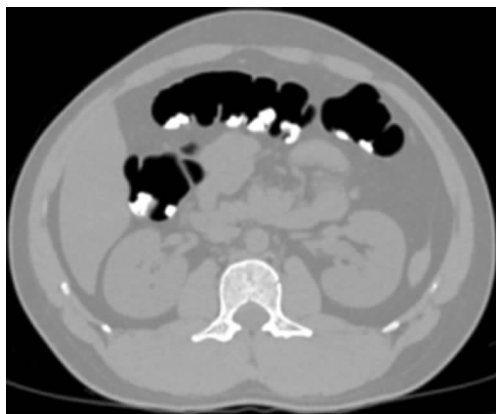


图 2 横结肠 3 级充气扩张效果

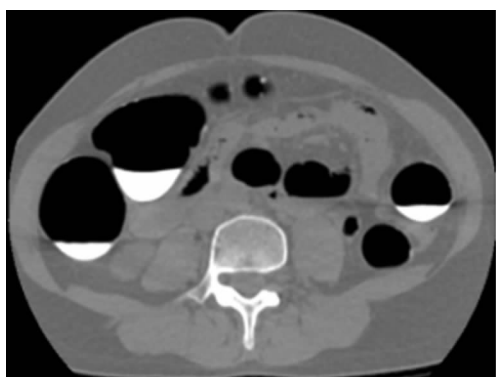


图 3 升结肠 4 级充气扩张效果

3 讨 论

结直肠充气扩张效果将直接影响肠内容物电子清洁的效果和 CTC 筛查结直肠癌的准确性,良好的结直肠充气扩张对 CTC 准确检出结直肠新生物具有至关重要的作用^[1,10]。

本研究双能 CTC 检查前 1 d 开始志愿者低纤维、低残渣饮食,5 次口服 4.0% 泛影葡胺 60 mL 标记结直肠内容物。在保证志愿者的安全情况下,实现部分自动、个体化充注空气扩张结直肠。志愿者没有使用东莨菪碱等平滑肌松弛药,是基于下列 2 个方面的考虑:(1)平滑肌松弛药会增加志愿者的不适感,降低志愿者进行结直肠充气扩张的依从性;(2)该药会降低志愿者自我感受肠腔内气流及其张力的敏感性,降低结直肠充气扩张的安全性。

志愿者结直肠充气扩张的依从性问卷调查发现,志愿者均没有腹痛、腹胀、恶心、或呕吐等,容易接受结直肠充气扩张,依从性达到 1 级。这说明本研究的部分自动、个体化充注空气扩张结直肠的依从性非常好,容易被志愿者接受。

结直肠充气扩张 1、2、3、4 级效果分别为 0%、2.1%、5.1%、92.8%。没有肠管完全萎陷的肠段;肠管充气扩张最佳的肠段占 92.8%,而且 Kruskal-Wallis H 检验提示各段肠管充

气扩张的效果无明显差异;此结果说明,本研究的部分自动、个体化充注空气扩张结直肠能够良好地充气扩张结直肠各段肠管。此外,6 段肠管充气扩张差,主要为乙状结肠、直肠,各占 2 段;14 段肠管充气扩张欠佳,主要为降结肠、乙状结肠、直肠,分别占 4、4、3 段;这说明直肠、乙状结肠、降结肠的充气扩张效果有进一步提高的空间,与文献报道的结果基本一致^[11]。

de Haan 等^[11]的研究认为,与 CTC 检查前 10 min 皮下使用 1 mg 胰高血糖素比较,前 10 min 皮下使用 20 mg 东莨菪碱时 CTC 肠腔扩张的效果更好,东莨菪碱是 CTC 优选的肠道平滑肌松弛药。但是 CTC 检查前使用平滑肌松弛药一直存在争议,还没有达成共识。平滑肌松弛药不仅增加了检查成本,而且松弛了回盲瓣,导致更多气体逆流进入小肠,增加发生长时间肠痉挛的风险,降低结直肠的扩张效果,对充注空气而言尤其如此^[9,10,12]。Kim 等^[13]采用自动充注二氧化碳研究 74 个结直肠癌管腔严重狭窄的病例,认为压力控制自动充注二氧化碳对结直肠癌管腔严重狭窄的扩张效果能够同管腔没有严重狭窄的扩张效果媲美。Burling 等^[7]采用二氧化碳充注结直肠研究 141 个有临床症状的病例,其中 47 例自动充注,94 例手工充注;研究结果发现,与手工充注比较,自动充注二氧化碳能够明显改善结直肠扩张的效果,而且对左侧结直肠扩张、仰卧位检查时结直肠扩张的效果更好,但是两种方法受检者的接受程度差异无统计学意义。

本试验仅为初步研究,难免具有下列 2 点局限性。(1)采用空气充注扩张结直肠,而没有采用二氧化碳。与空气比较而言,二氧化碳较少引起长时间肠痉挛,检查后较快被吸收,尤其是大量气体逆流进入小肠后,受检查者感觉相对舒适,依从性较高,虽然二氧化碳稍微增加了检查成本。今后的研究,如果采用二氧化碳充注结直肠,受检者感觉会更舒适,结直肠充气扩张的效果将能够进一步提高。(2)志愿者 CT 图像数据采集只有单体位的仰卧位,没有包括俯卧位在内的双体位。虽然单一体位较双体位检查时结直肠充气扩张的效果稍差^[12],但是辐射剂量减少了 50%,而且减少了检查时间,提高了检查依从性,这对 CTC 筛查结直肠癌具有非常重要的临床意义。

总之,部分自动个体化充注空气扩张结直肠志愿者的依从性好,能够良好地充气扩张结直肠。

参考文献

- [1] Woodbridge L, Wylie P. Current issues in computed tomography colonography[J]. Semin Ultrasound CT MR, 2016, 37(4):331-338.
- [2] Garborg K. Colorectal cancer screening[J]. Surg Clin North Am, 2015, 95(5):979-989.
- [3] Lieberman D. Screening for colorectal cancer in individuals at average risk; current methods and emerging issues [J]. JAMA Intern Med, 2014, 174(1):10-11.
- [4] Karcaaltincaba M, Ozdeniz I. Dual-energy CT for diagnostic CT colonography[J]. Radiographics, 2014, 34(3):847.
- [5] Bolus DN. Dual-energy computed tomographic scanners: principles, comparisons, and contrasts[J]. J Comput Assist Tomogr, 2013, 37(6):944-947.
- [6] Boellaard TN, De Haan MC, Venema HW, et al. Colon distension and scan protocol for CT-colonography: an overview[J]. Eur J Radiol, 2013, 82(8):1144-1158.
- [7] Burling D, Taylor SA, Halligan S, et al. (下转第 1903 页)

缺氧,发现慢性间断缺氧主要以激活 NF- κ B 为主。另外多个临床研究也发现,在 OSAHS 患者中血浆及外周血单个核细胞中 NF- κ B 的表达明显高于对照组,并且随着疾病越严重,NF- κ B 的表达越高^[14-15],这点与本研究一致。同时,本研究还发现,在 OSAHS 合并高血压的患者外周血 NF- κ B mRNA 较单纯 OSAHS 表达更高。并且把其与单个核细胞 MMP-9 mRNA 的表达进行相关性分析,发现两者具有相关性,这表明在 OSAHS 患者中 MMP-9 的表达可能与 NF- κ B 相关,MMP-9 可能受促炎转录因子 NF- κ B 的调节,从而在 OSAHS 合并高血压的发病中发挥关键作用。

综上所述,血浆 MMP-9 水平、MMP-9 mRNA 及 NF- κ B mRNA 的表达水平在 OSAHS 合并高血压患者中明显增高,并与疾病的严重程度相关。MMP-9 在 OSAHS 合并高血压发病中起着重要作用,可能受 NF- κ B 通路的调节。OSAHS 合并高血压患者是 ACS 心血管死亡的一个重要危险因素,在未来可能将干预 NF- κ B 及其 MMP-9 的表达作为诊治 OSAHS 及其并发症的一个重要突破点。

参考文献

- [1] Sforza E,Roche F. Chronic intermittent hypoxia and obstructive sleep apnea: an experimental and clinical approach[J]. *Hypoxia*,2016(4):99.
- [2] Yüksel M,Kuzu-Okur H,Velioglu-öğünç A, et al. Matrix metalloproteinase-9 level and gene polymorphism in sleep disordered breathing patients with or without cardiovascular disorders[J]. *Balkan Med J*,2013,30(1):8-12.
- [3] Vijayan VK. Morbidities associated with obstructive sleep apnea[J]. *Expert Rev Respir Med*,2012,6(5):557-566.
- [4] Pham LV,Schwartz AR. The pathogenesis of obstructive sleep apnea[J]. *J Thorac Dis*,2015,7(8):1358-1372.
- [5] Chuang LP,Chen NH,Lin SW, et al. Increased matrix metalloproteinases-9 after sleep in plasma and in monocytes of obstructive sleep apnea patients[J]. *Life Sci*,2013,93(5/6):220-225.
- [6] Ryan S,Taylor CT,McNicholas WT. Selective activation of inflammatory pathways by intermittent hypoxia in ob-

structive sleep apnea syndrome[J]. *Circulation*,2005,112(17):2660-2667.

- [7] Zhang W,Si LY. Obstructive sleep apnea syndrome (OSAS) and hypertension: pathogenic mechanisms and possible therapeutic approaches[J]. *Ups J Med Sci*,2012,117(4):370-382.
- [8] Parvănescu V,Georgescu M,Georgescu I, et al. The role of matrix metalloproteinase-9 (MMP-9) as a prognostic factor in epithelial and lymphatic neoplasia[J]. *Chirurgia*,2014,110(6):506-510.
- [9] Hamed GM,Fattah MF. Clinical relevance of matrix metalloproteinase 9 in patients with acute coronary syndrome[J]. *Clin Appl Thromb Hemost*,2015,21(8):705-711.
- [10] Popovic S,Canovic F,Ilic M, et al. Matrix metalloproteinase-9 index as a possible parameter for predicting acute coronary syndrome in diabetics[J]. *Vojnosanit Pregl*,2015,72(5):421-426.
- [11] Feng X,Liu B,Wang J, et al. Research on the serum levels of matrix metalloproteinase-9 and free fatty acids in OSAHS cases[J]. *Lin Chung Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*,2011,25(3):109-113.
- [12] Minoguchi K,Tazaki T,Yokoe T, et al. Elevated production of tumor necrosis factor-alpha by monocytes in patients with obstructive sleep apnea syndrome[J]. *Chest*,2004,126(5):1473-1479.
- [13] Israel L P,Benharoch D,Gopas J, et al. A pro-inflammatory role for nuclear factor kappa B in childhood obstructive sleep apnea syndrome[J]. *Sleep*,2013,36(12):1947.
- [14] 罗玲,高兴林,李东风,等. 核因子 κ B 和缺氧诱导因子 1 在慢性阻塞性肺疾病患者外周血单个核细胞中的表达[J]. *国际呼吸杂志*,2012,32(3):188-192.
- [15] 岳红梅,余勤,张佳宾. 阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征患者血清细胞因子水平变化与高血压的关系研究[J]. *中国全科医学*,2012,15(12):1338-1341.

(收稿日期:2016-11-21 修回日期:2017-01-09)

(上接第 1899 页)

- Automated insufflation of carbon dioxide for MDCT colonography: distension and patient experience compared with manual insufflation[J]. *AJR Am J Roentgenol*,2006,186(1):96-103.
- [8] Shinnars TJ,Pickhardt PJ,Taylor AJ, et al. Patient-controlled room air insufflation versus automated carbon dioxide delivery for CT colonography[J]. *AJR Am J Roentgenol*,2006,186(6):1491-1496.
- [9] Taylor SA,Halligan S,Goh V, et al. Optimizing colonic distention for multi-detector row CT colonography: effect of hyoscine butylbromide and rectal balloon catheter[J]. *Radiology*,2003,229(1):99-108.
- [10] Dachman AH. Advice for optimizing colonic distention and minimizing risk of perforation during CT colonography[J]. *Radiology*,2006,239(2):317-321.

- [11] de Haan MC,Boellaard TN,Bossuyt PM, et al. Colon distension, perceived burden and side-effects of CT-colonography for screening using hyoscine butylbromide or glucagon hydrochloride as bowel relaxant[J]. *Eur J Radiol*,2012,81(8):e910-916.
- [12] Morrin MM,Farrell RJ,Keogan MT, et al. CT colonography: colonic distention improved by dual positioning but not intravenous glucagon[J]. *Eur Radiol*,2002,12(3):525-530.
- [13] Kim SY,Park SH,Choi EK, et al. Automated carbon dioxide insufflation for CT colonography: effectiveness of colonic distention in cancer patients with severe luminal narrowing[J]. *AJR Am J Roentgenol*,2008,190(3):698-706.

(收稿日期:2016-11-18 修回日期:2017-01-06)