多层 CT 结肠仿真活检技术的临床应用

黄泽弟[1]，严超贵[2]，范 淼[2]，吴若岱[1]，张岸洲[1]，王凌雁[1]，方 伟[1]，杜龙庭[1]
(1. 深圳市宝安区中心医院放射科，广东 深圳 518102；2.中山大学附属第一医院医学影像学部，广东 广州 510080)

摘 要：【目的】探讨结肠 CT 仿真活检技术(CTVB)的临床应用价值。【方法】21 例患者术前行 CTVB 检查，其中结肠癌 16 例，结肠息肉 5 例，所有病例均经纤维内窥镜或手术病理证实；CTVB 设定白色代表最高密度组织，CT 值≥400 Hu，红色代表较高密度组织，CT 值 200~399 Hu，橙色至黄色代表中等密度组织，CT 值 20~199 Hu，黄绿色交界区代表水样密度，绿色代表脂肪密度组织，CT 值-199~19 Hu，蓝色至黑色代表低密度组织如空气，CT 值-600~-200 Hu。【结果】CTVB 肿块人工伪彩色色阶以红、棕色色调为主 9 例，代表高密度组织，癌巢色阶像素编织紧密；肿块以橙、土黄色调为主 6 例，代表较高密度组织，癌巢色阶像素编织较疏松；肿块呈土黄色、深黄色条纹为主并见白斑纹 1 例，病例为黏液腺癌，高色阶白斑纹与病理钙化区空间位置相对应，癌巢色阶编织疏松；结肠息肉 5 例，CTVB 结节人工伪彩色色阶呈光整均匀浅黄色。【结论】CTVB 提供了一种无创伤性的模拟病理活检的影像诊断方法，可作为纤维内窥镜活检的补充手段，尤其是患者肠腔狭窄或梗阻部位以上结肠有多处肿块无法行纤维内窥镜活检时，为患者临床术前评估提供更客观的信息。

关键词：多层 CT；仿真内窥镜；仿真活检
中图分类号：R8 **文献标志码**：A **文章编号**：1672-3554(2016)04-0609-05

Clinical Application of Multi-slice CT Virtual Biopsy Technique in Colon

HUANG Ze-di[1], YAN Chao-gui[2], FAN Miao[2], WU Ruo-dai[1], ZHANG An-zhou[1], WANG Ling-yan[1], FANG Wei[1], DU Long-ting[1]
(1.Department of Radiology, Baoan Central Hospital of Shenzhen, Shenzhen 518102, China; 2.Department of Radiology, The First Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, China)
Corresponding to: FAN Miao, E-mail: cmu-sums@163.com

Abstract:【Objective】To investigate the clinical application value of virtual biopsy CT (CTVB).【Methods】21 cases of patients with preoperative CTVB examination, including colon cancer in 16 cases, colon polyps in 5 cases, all cases were treated by endoscopic or surgical pathology. White color gradation in CTVE represented the highest density tissue, whose CT value was more than 400 Hu. Red color gradation represented the higher density tissue, whose CT value was between 200-399 Hu. Orange to yellow color gradation represented the medium density tissue, whose CT value was between 20-199 Hu.Yellow green color gradation border area represented the density of water density tissue, green color gradation represented fat density tissue, whose CT value was between -199 to 19 Hu. Blue to black color gradation represented low density organizations such as air, whose CT value was between -600 to -200 Hu.【Results】9 masses in CTVB whose artificial pseudo color gradation were red, brown color tones, represented the high density, the cancer nest color pixels tightly woven. 6 masses whose artificial pseudo color gradation were orange, yellowish brown tones, represented the slightly higher density tissue, the cancer nest color pixels slightly loose woven. 1 case of colonic mucinous carcinomas whose color gradation was yellow, deep yellow striped and white stripes, white stripes color gradation corresponding to the pathological calcification area. The cancer nest color pixels loose woven. 5 cases of colon polyps whose CTVB artificial pseudo color gradation were light uniformity yellow and smooth. 【Conclusion】 CTVB can provide a noninvasive diagnostic method, which can be used as a supplementary examination of endoscopic biopsy, especially in patients with intestinal lumen stenosis or multiple colon cancer who cannot be obtained the biopsy of distant lesion by endoscopy. It can provide more useful information for clinical evaluation before surgery.

Key words: multi-slice CT; virtual endoscopy; virtual biopsy
[J SUN Yat-sen Univ(Med Sci),2016,37(4):609-613]

收稿日期：2015-12-07
作者简介：黄泽弟，主治医师，研究方向：影像学诊断，E-mail：hzd_666@163.com；范淼，通信作者，副主任医师，研究方向：腹部影像学诊断，E-mail：cmu-sums@163.com

CT仿真内窥镜 (CT virtual endoscopy,CTVE)是基于医学图像三维可视化发展而来,1994 年Vining[1]首次报道,目前已广泛应用于空腔脏器腔内成像, 在 CTVE 中引入仿真活检技术(virtual biopsy), 文献则少见报道。CT 仿真活检技术(CT virtual biopsy,CTVB) 是在 CTVE 下使用色阶或灰阶功能展示组织密度, 将肿物虚拟彩色活检或黑白活检用影像图像显示。笔者回顾性分析了 21 例经手术或纤维结肠镜活检病理证实的 CTVB 图像,探讨其技术原理及临床应用价值。

1 材料与方法

1.1 临床资料

搜集我院 2013 年 7 月至 2015 年 9 月经手术或纤维结肠镜活检病理证实用 CTVE 和 CTVB 方法检查的患者 21 例,其中结肠癌 16 例,结肠息肉 5 例。21 例中,男 16 例,女 5 例,年龄最大 81 岁,最小 33 岁,平均 54 岁。

1.2 设 备

采用美国 GE 公司 LightSpeed 16 排螺旋 CT,AW4.6 后处理工作站,空气灌肠机。

1.3 检查方法

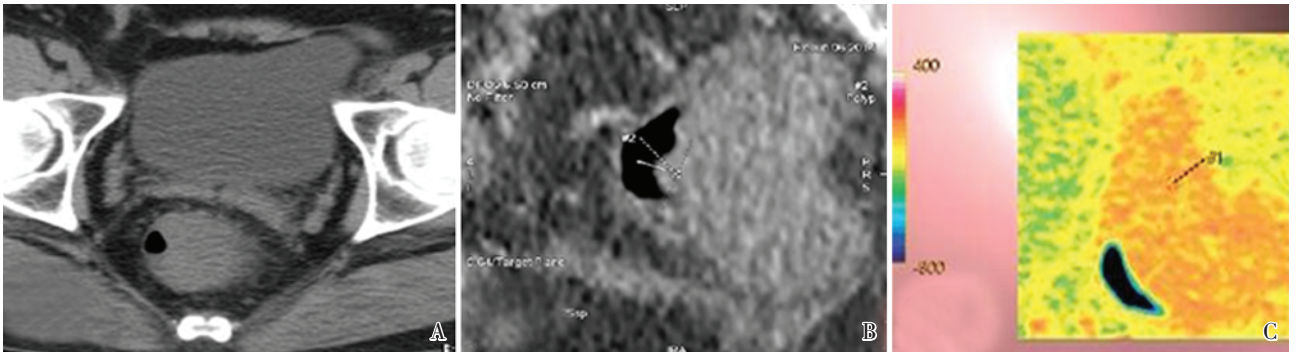
扫描前准备:患者检查前清洁灌肠,检查前 30 min 再用开塞露排空直肠内残渣; 检查前 20 min 肌注 654-2 注射液 5 mg; 检查时肛门插入双腔球囊导尿管,深度约 10 cm,导尿管肛门外段用胶布固定于皮肤;球囊端注入空气约 20 mL,连接灌肠机灌入气体,灌肠压力 5 kPa,灌入气体量以患者自觉稍腹胀为度, 然后夹管并断开灌肠机与导尿管的连接。全腹俯卧位平扫,然后仰卧位平扫,1 例做了增强扫描,仿真活检以平扫为准,增强后未作仿真活检。CT 扫描参数,管电压 120 kV,电流采用自动管电流调制,一般为低剂量检查 50 ~ 100 mA,探测器为 16 × 0.625 mm 数据采集, 螺距 1.75,重组层厚 3 mm,扫描范围自膈面至耻骨联合下缘。

1.4 结肠 CTVE 和 CTVB 技术步骤

CTVE重组应用的后处理技术包括曲面重组(curved planar reformation, CPR)、最小密度投影(minimum intensity pixel, MinIP)、腔内容积再现(volume render, VR) 及多平面重组(mutiplanar reformation, MPR)。还可应用模拟光源照射技术,重组结肠空腔器官的内表面和肠壁情况; 通过360°解剖视图获得结肠腔内立体效果图像, 结肠腔内表面遮盖显示使不需要观察的组织 100%变为透明消除影像,需要观察的组织 0%的透明度保留其体素影像。结肠腔 CT 值阈值的选择为-500~-700 Hu,再自动调节人工伪彩色,即可获得类似纤维内镜的观察效果; 用 CTVE 软件自动选择所需的图像系列进行三维成像, 首先分别加载仰卧和俯卧两个系列, 在结肠内放置多个点并显示中心线,结肠外的所有结构都被清除(例如小肠)。然后图像按中心线进行配准仰卧和俯卧系列所有轴向视图、导航仪视图、解剖视图、空气对比结构图和一个斜面视图。在查看模式下,通过导航仪视图上的注释来更改明亮显示区的透明度,使用操纵杆控制鼠标浏览结肠, 对感兴趣区和可疑病变部位插入标志锁定病变目标。在分析模式中激活仿真活检功能, 在彩色仿真活检模式色阶中,笔者设定白色代表最高密度组织,CT 值≥400 Hu;红色代表较高密度组织,CT 值 200 ~ 399 Hu;橙色至黄色代表中等密度组织,CT 值 20 ~ 199 Hu;黄绿色交界区代表水样密度,绿色代表脂肪密度组织,CT 值-199 ~ 19 Hu;蓝色至黑色代表低密度组织如空气,CT 值-600 ~ -200 Hu。

2 结 果

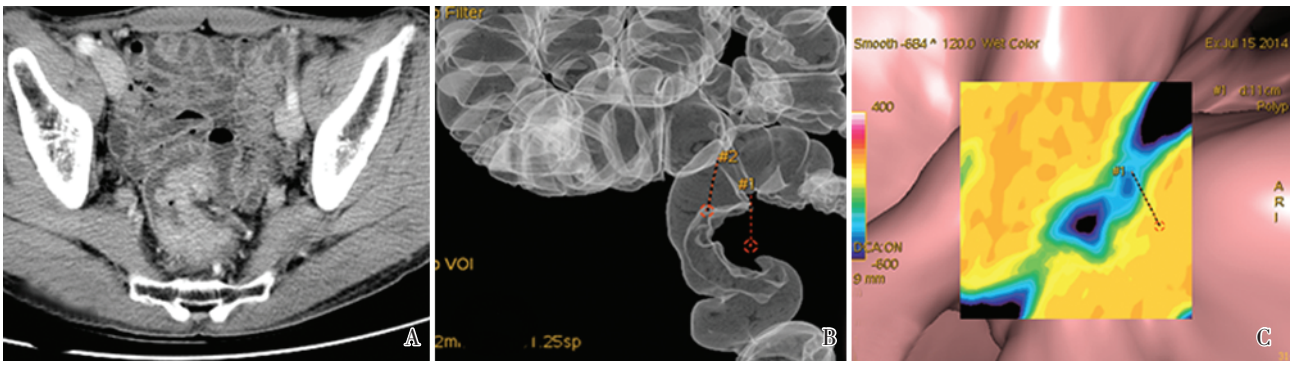
21 例患者中,结肠癌 16 例,结肠息肉 5 例。结肠癌患者中位于升结肠 5 例, 位于结肠肝曲至降结肠 4 例,位于乙状结肠至直肠 7 例;病灶最大径由 15 ~ 105 mm,平均最大径 45 mm;肿瘤的侵犯深度为 2 例仅侵犯黏膜层、5 例侵犯到肌层、9 例侵犯浆膜层。CTVB 肿块人工伪彩色色阶以红、棕色色调为主 9 例(图 1),代表高密度组织,癌巢色阶像素编织紧密。CTVB 肿块人工伪彩色色阶以橙、土黄色调为主 6 例 (图 2), 代表较高密度组织, 癌巢色阶像素编织较疏松。 CTVB 肿块人工伪彩色色阶土黄色、深黄色条纹为主并见白斑纹 1 例(图 3),病理为黏液腺癌,肿瘤位于乙状结肠,肿块呈环形包绕肠壁生长,对照病理标本,高色阶白斑纹与病理钙化区位置相对应, 黄色条纹与黏液腺癌组织相对应,癌巢色阶编织疏松。结肠息肉 5 例,显示肠壁腔内结节状突起,边缘光滑,病灶直径由 5 ~ 15 mm,平均直径 10 mm;结节深度位于黏膜及黏膜下层,边缘平整、清楚,结节与肠壁



A：CT plain scan showed a large mass located in rectal left wall；B：CTVE oblique planar reconstruction showed a lobulated mass located in the rectum left wall， intestinal lumen narrowed. C： CTVB showed the mass color gradation was mainly composed of red and brown hues， the color gradation pixels tightly woven.

图 1　直肠中分化腺癌

Fig.1　Medium differentiated adenocarcinoma of rectum



A：CT enhanced scan showed obvious enhancement of sigmoid colon mass；B：CTVE air contrast structure image showed filling defect of sigmoid colon；C：CTVB showed the mass color gradation was mainly composed of orange and brown yellow hues，the color gradation relatively loose woven.

图 2　乙状结肠腺癌

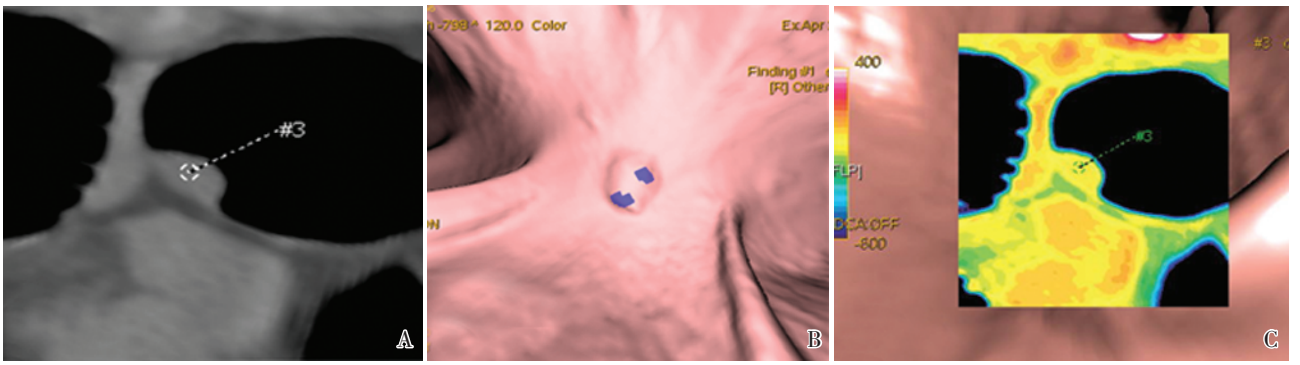
Fig.2　Sigmoid carcinoma



A： CT plain scan showed the tumor invasion along the wall of the intestine； B： CTVE oblique planar reconstruction showed irregular patchy calcifications in tumor；C：CTVB showed the mass color gradation was mainly composed of deep yellow，yellow stripe，high levels color gradation of white spots（arrow）corresponded to calcification area pattern in pathological sections.

图 3　结肠黏液腺癌

Fig.3　Colonic mucinous carcinomas



A: CTVE anatomical view showed the nodule of the bowel wall is raised intestinal cavity; B: CTVE navigator view showed artificial blue marking of the intestinal wall nodular; C: CTVB showed the mass color gradation was clear edges, uniform light yellow.

图 4 结肠息肉

Fig.4 Polyp of colon

肌层分界清楚;CTVB 结节人工伪彩色色阶呈光整均匀浅黄色(图 4)。

3 讨 论

3.1 CTVE 和 CTVB 原理

仿真影像学是指医学传统影像学二维图像数据到三维容积数据的信息处理、重组和绘制为可视化的无损成像，直观揭示人体组织器官解剖结构及其病理改变的后处理影像学。CTVE 原理是通过螺旋 CT 扫描获取三维容积图像数据,然后传输到工作站进行后处理[2];CTVB 是指在 CTVE 的基础上借助各种新成像技术及计算机分析技术,无创性获取病变部位尽可能多的形态、结构、质地、功能信息，虚拟类似或接近组织病理学活检的诊断结果[3]。首先容积数据通过计算机配准、融合与显示技术形成多模态融合成像，操作者观察选定病变或活检目标部位，激活计算机模拟组织提取组织密度高低变化及空间分布的伪彩色色阶图。

3.2 结肠 CTVE 和 CTVB 临床应用

结肠 CTVE 作为一种非侵入性检查,方法简单,安全且无痛苦,易于被患者接受,尤其适用于不能承受纤维内镜检查的患者,Van der Paardt 等[4] 研究表明,CTVE 依从性明显高于传统纤维结肠镜。传统纤维结肠镜检查无法对结直肠癌合并肠梗阻病人梗阻平面以上肠管评估，而结肠仿真内窥镜不仅能评估结直肠癌患者梗阻部位上下肠段、准确定位和测量病灶大小,还能在术前为临床提供更准确的肿瘤分期信息，同时也可以发现梗阻部位以上肠管的多发性肠癌，帮助临床决定患者的手术范围[5]。CTVE 不仅能发现肠腔内、肠壁的异常病变，利用原始数据重组的轴位图和多平面重组图,还能发现肠外病变[6],它的特点在于显示病变和邻近的解剖结构范围较大，满足临床术前不同角度了解病变的侵犯范围及与邻近组织器官的关系。CTVB 在 CTVE 的基础上可无创性获得病变的大体病理学信息,在彩色 CTVB 中,操作者通过计算机彩色设定色级(色阶)差由白色至黑色递减的相应 CT 值范围,显示相应的模拟组织密度,色阶由暖色至冷色变化,模拟组织密度高低变化及空间分布。最后显示提取组织的形态、结构、质地、功能信息的分析检测结果图像。在笔者研究病例中,CTVB 密度均为平扫图像提取。结肠腺癌 CTVB 肿块人工彩色色阶有三种类型：①肿块以红、棕色代表高密度组织色调为主 9 例,癌巢组织色阶像素编织紧密;②肿块以橙、土黄色调为主代表较高密度组织 6 例,癌巢色阶像素编织较疏松;③黏液腺癌肿块呈环形包绕肠腔生长,CTVB 色阶呈深黄、土黄色条纹为主并见白斑纹 1 例,高色阶白斑纹与病理钙化区空间位置相对应。结肠息肉结节 5 例,CTVB 结节人工伪彩色色阶呈均匀浅黄色,与病理息肉腺组织密度相符合。关于色阶窗宽范围的设计方法和色阶与 CT 值对照研究,由于样本量少,笔者未进行统计分析。

3.3 结肠 CTVE 和 CTVB 局限性和展望

虽然结肠 CTVE 和 CTVB 有较多优点,临床应用积累了一定的经验,但也存在其局限性。首先,CTVE 只是观察病变的形态变化,CTVB 虽然能对病灶组织密度进行人工伪彩色标志，对病灶进行组织密度色阶注释,但仍缺乏精准组织特异性,目

前研究样本不大，病种不多，未能更全面评估 CTVB 的敏感度和特异度。其次 CTVE 不能对管腔内膜的真实颜色变化及细节进行观察，也受限于肠腔充气和肠腔蠕动影响。再次,CTVE 仅能显示恶性溃疡形态特征和辨别恶性溃疡不平坦的底部特征[7],影像征象仅能作为疾病鉴别诊断的参考,不能作为疾病诊断的金标准。

随着计算机技术及探测器不断进步,CTVB 技术发展潜力较大,CT 能谱成像能区分不同组织;Van Ravesteijn 等[8]研究表明,在 CTVE 应用电子清洗技术后提高肠道肿块检出的敏感性和准确性;有研究表明,低剂量 CTVE 扫描正常体质量患者可降低 70%辐射剂量，在肥胖患者可降低 40%辐射剂量[9]。

综上所述,随着 CTVE 分辨力进一步提高,低辐射剂量 CTVE 的应用,仿真肠道功能影像 CTVE 和 CTVB 技术将进一步体现其临床应用价值和优势,CTVB 提供了一种无创伤性的模拟病理活检的影像诊断方法，可作为纤维内窥镜活检的补充手段，尤其是患者肠腔狭窄或梗阻部位以上结肠有多处肿块无法行纤维内窥镜活检时，为患者临床术前评估提供更客观的信息。

参考文献

[1] VINING DJ, GELFAND DW, BECHTOLD RE, et al. Technical feasi-bility of colon imaging with helical CT and virtual reality [abstract][J]. AJR,1994,162(Suppl): 104.

[2] 李子平, 许达生, 孟悛非. CT 仿真内窥镜成成像技术临床应用的初步探讨[J].中华放射学杂志, 1998, 32(2): 104-105.
LI ZP, XU DS, MENG QF. CT virtual endoscopy: preliminary clinical applications [J]. Chin J Radiol, 1998, 32(2): 104-105.

[3] 周康荣, 严福华, 曾蒙苏, 等. 腹部 CT 诊断学[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2011: 996-999.
ZHOU KR, YAN FH, ZENG MS, et al. CT diagnostics of the abdomen[M]. Shanghai: Fudan University Press, 2011: 996-999.

[4] VAN DER PAARDT MP, BOELLAARD TN, ZIJTA FM, et al. Magnetic resonance colonography with a limited bowel preparation and automated carbon dioxide insufflation in comparison to conventional colonoscopy: patient burden and preferences[J]. Eur J Radiol, 2015, 84(1): 19-25.

[5] 刘洪雁, 高屹, 李云峰, 等. 低剂量多层螺旋 CT 结肠成像在结直肠疾病中的研究现状[J]. 国际医学放射学杂志, 2015, 38(2): 134-137.
LIU HY, GAO Y, LI YF, et al. Advances of low-dose multi-slice spiral CT colonography in colorectal diseases [J]. Int J Med Radiol, 2015, 38(2):134-137.

[6] BENSON AB, BEKAII-SAAB T, CHAN E, et al. Localized colon cancer, version 3. 2013: featured updates to the NCCN guidelines[J]. J Nat Comp Cancer Net, 2013, 11(5): 519-528.

[7] 龚静山, 刘特, 陈杰, 等. 多层 CT 虚拟胃镜显示胃癌: 与光学胃镜和病理结果对照[J]. 中国医学影像技术, 2011, 27(2): 345-348.
GONG JS, LIU T, CHEN J, et al. Multi-slice CT virtual gastroscopy in demonstrating gastric cancer: comparison with optical gastroscopy and pathology [J]. Chin J Med Imaging Technol, 2011, 27(2): 345-348.

[8] VAN RAVESTEIJN VF, BOELLAARD TN, VAN DER PAARDT MP, et al. Electronic cleansing for 24-h limited bowel preparation CT colonography using principal curvature flow [J]. IEEE Trans Biomed Eng, 2013, 60(11): 3036-3045.

[9] GINSBURG M, OBARA P, WISE L, et al. BMI-based radiation dose reduction in CT colonography [J]. Acad Radiol, 2013, 20(4): 486-492.

(编辑　孙慧兰)