

结直肠CT仿真内窥镜的应用现状

张宗明, 温智勇, 康 枫

张宗明, 首都医科大学北京电力医院普外科 北京市 100073
温智勇, 康枫, 首都医科大学北京电力医院放射科 北京市 100073

张宗明, 教授, 主任医师, 博士生导师, 主要从事肝胆胰外科疾病的临床和基础研究。

国家电网公司科技基金资助项目, No.

SGHB0000AJJS1400182

作者贡献分布: 本文由张宗明、温智勇及康枫撰写; 选题、设计和审校由张宗明完成。

通讯作者: 张宗明, 教授, 主任医师, 博士生导师, 100073, 北京市丰台区太平桥西里甲1号, 首都医科大学北京电力医院普外科. zhangzongming@mail.tsinghua.edu.cn

电话: 010-63503046

收稿日期: 2015-04-28 修回日期: 2015-05-19

接受日期: 2015-06-01 在线出版日期: 2015-10-08

Application of CT virtual endoscopy in diagnosis of colorectal diseases

Zong-Ming Zhang, Zhi-Yong Wen, Feng Kang

Zong-Ming Zhang, Department of General Surgery, Beijing Electric Power Hospital, Capital Medical University, Beijing 100073, China

Zhi-Yong Wen, Feng Kang, Department of Radiology, Beijing Electric Power Hospital, Capital Medical University, Beijing 100073, China

Supported by: The Science and Technology Project of State Grid Corporation of China, No. SGHB0000AJJS1400182

Correspondence to: Zong-Ming Zhang, Professor, Chief Physician, Department of General Surgery, Beijing Electric Power Hospital, Capital Medical University, Jia 1, Taipingqiaoxili, Fengtai District, Beijing 100073, China. zhangzongming@mail.tsinghua.edu.cn

Received: 2015-04-28 Revised: 2015-05-19

Accepted: 2015-06-01 Published online: 2015-10-08

Abstract

Colorectal diseases are a group of common diseases. In recent years, extensive attention has been paid to the application of computed

tomography virtual endoscopy (CTVE) in the diagnosis of colorectal diseases. Through the literature search, combined with the author's experience, we explore the technical principle, bowel preparation and inspection method of CTVE, making a summary of the value of CTVE in the diagnosis of colorectal diseases. CTVE can fully observe morphological characteristics of colorectal cancer, polyps, and inflammatory disease. CTVE can not only determine the lesion location, shape, and size, but also confirm the extent of invasion into the colorectal wall, surrounding tissue and distant metastasis. However, the main limitation is that the detected lesion cannot be biopsied or treated during CTVE. Therefore, CTVE is a new, rapid, convenient, safe, non-invasive, and effective method for colorectal examination, which can be used for screening of colorectal diseases.

© 2015 Baishideng Publishing Group Inc. All rights reserved.

Key Words: Colorectal diseases; CT virtual endoscopy; Conventional colonoscopy

Zhang ZM, Wen ZY, Kang F. Application of CT virtual endoscopy in diagnosis of colorectal diseases. *Shijie Huaren Xiaohua Zazhi* 2015; 23(28): 4457-4463 URL: <http://www.wjgnet.com/1009-3079/23/4457.asp> DOI: <http://dx.doi.org/10.11569/wcjd.v23.i28.4457>

摘要

结直肠疾病是一种常见疾病, CT仿真内窥镜(computed tomography virtual endoscopy, CTVE)在结直肠疾病诊断中的应用近年受到广泛重视。本文通过文献检索, 结合作者

■背景资料

传统的纤维结肠镜作为目前诊断结直肠疾病的主要侵入性检查方法, 因无法观察结直肠腔外结构、不能了解远处转移情况、有一定的痛苦和结肠穿孔风险而受限。CT仿真内窥镜(computed tomography virtual endoscopy, CTVE)不仅可以模拟纤维结肠镜的检查方式, 而且可以观察结直肠病变的大小、浸润范围、周边组织关系及远处转移情况, 因此作为诊断结直肠疾病的一种非侵入性影像学检查新技术、新方法, 近年受到广泛重视。

■同行评议者

李革, 副教授, 延边大学附属医院

■ 研发前沿

CTVE在结直肠疾病诊断中的应用近年受到广泛重视, 通过文献检索, 结合作者的应用经验和体会, 探讨CTVE的技术原理、检查方法, 总结CTVE对结直肠疾病的诊断价值。

的应用经验和体会, 探讨CTVE的技术原理、肠道准备和检查方法, 总结CTVE对结直肠疾病的诊断价值, 结果发现CTVE可以全面观察结直肠肿瘤、息肉、炎症等病变的形态特征, 不仅可以显示结直肠病变的部位、形态、大小, 而且可以明确结直肠癌的肠壁受侵范围、周边组织关系及远处转移情况, 但也存在着发现病变后不能活检或治疗的局限性。因此, CTVE被认为是一种快速、方便、安全、无创、有效的结直肠检查新方法, 可作为结、直肠疾病的筛查手段和普查方法加以推广应用。

© 2015年版权归百世登出版集团有限公司所有。

关键词: 结直肠疾病; CT仿真内窥镜; 纤维结肠镜

核心提示: CT仿真内窥镜(computed tomography virtual endoscopy)作为诊断结直肠疾病的一种非侵入性影像学检查新技术、新方法, 不仅可以显示结直肠病变的部位、形态、大小, 而且可以明确结直肠癌的肠壁受侵范围、周边组织关系及远处转移情况, 可作为结、直肠疾病的筛查手段和普查方法加以推广应用。

张宗明, 温智勇, 康枫. 结直肠CT仿真内窥镜的应用现状. 世界华人消化杂志. 2015; 23(28): 4457-4463 URL: <http://www.wjgnet.com/1009-3079/23/4457.asp> DOI: <http://dx.doi.org/10.11569/wjcd.v23.i28.4457>

0 引言

结直肠癌是一种常见恶性肿瘤, 是男性第三、女性第二高发的癌症, 新近报道2012年全球估计有超过140万新发和69.39万死亡的结直肠癌病例^[1]。传统的纤维结肠镜作为目前诊断结直肠疾病的主要检查方法, 不仅是一种侵入性检查方法, 而且无法观察结直肠腔外结构、不能了解远处转移情况, 并且有一定的痛苦、漏诊、甚至结肠穿孔风险^[2-5]。CT仿真内窥镜(computed tomography virtual endoscopy, CTVE), 自1994年由美国放射学专家Vining等^[6]首次报道以来, 作为诊断结直肠疾病的一种非侵入性影像学检查新技术、新方法, 迅速受到广泛重视。近年来, 国内外有关报道^[7-16]逐渐增多。本文对CTVE在结直肠疾病诊断中的应用现状做一述评, 以期进一步提高其诊断效果。

1 CTVE技术

1.1 技术原理 CTVE是将先进的计算机虚拟现

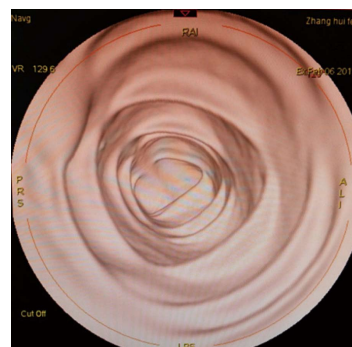


图1 CT仿真内窥镜显示结肠腔内表面. CT: 计算机断层扫描。

实技术与CT影像学结合而产生的一种无创检查新技术, 是通过CT对患者腹盆腔进行连续扫描后, 利用计算机软件对扫描图像进行下述4种图像后处理^[17-20], 从而非常逼真地重建出类似传统纤维结肠镜所见的结直肠腔内结构及病变图像。该技术不仅可以模拟纤维结肠镜的检查方式, 而且可以观察结直肠病变的大小、浸润范围、周边组织关系及远处转移情况。

1.1.1 CT仿真结肠镜(computed tomography virtual colonoscopy, CTVC): 应用Navigator软件, 调整Navigator观察光标至所需检查的肠管, 并旋转方向光标获得所需观察方向, 沿管腔轴向观察以发现病变。从直肠至盲肠、从盲肠到直肠对可疑病变进行双向观察, 可获得类似纤维结肠镜观察的三维图像(图1), 显示病变的近侧面、远侧面、正面和斜面, 有利于病变的综合分析。

1.1.2 多平面重建(multiplanar reformation, MPR): 应用Navigator软件, 以病变肠段为中心, 逐层进行冠状、矢状及任意角度的二维图像重建, 可显示病变段肠腔内、外及肠壁的结构(图2), 有助于CTVE病变的精确定位。MPR图像不仅可以清楚显示病变肠段的肠壁浸润增厚程度以及附壁小粪块、黏液囊肿等病变的密度差, 有利于病变与非病变的鉴别, 而且可以清楚显示病变肠段的肠壁周围侵犯范围和程度。

1.1.3 表面遮盖显示(shaded surface display, SSD): 应用Surface软件对结直肠分布的全部区域行SSD图像重建, 获得病变肠段的图像, 再行局部放大和多角度旋转, 可以充分显示病灶。应用SSD图像切割软件将病变对侧肠壁切除, 自肠管内观察病变, 所见类似纤维结肠镜下表现, 可直观反映病变肠段的狭窄情况(图3A)。

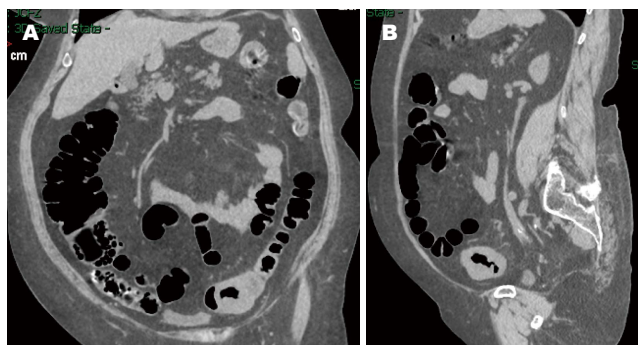


图2 多平面重建. A: 冠状面重建; B: 矢状面重建.

■ 相关报道

CTVE自1994年由美国放射学专家Vining等首次报道以来, 作为诊断结直肠疾病的一种非侵入性影像学检查新技术、新方法, 近年来国内外有关报道逐渐增多. 本文对CTVE在结直肠疾病诊断中的应用现状做一述评, 以期进一步提高其诊断效果.

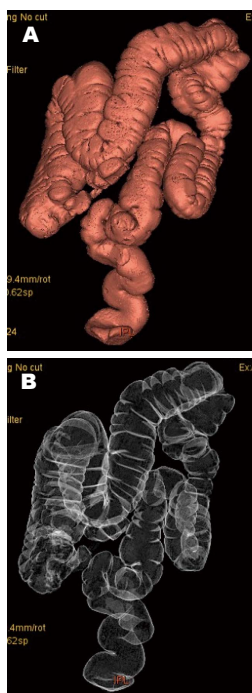


图3 全结肠图像. A: 表面遮盖重建; B: 透明重建.

1.1.4 透明显示(Ray Sum): 在SSD图像基础上, 应用Ray Sum软件, 进一步获得病变肠段的Ray Sum图像, 使肠腔透明, 以观察病变肠段的腔内和肠壁情况(图3B), 对病变肠段肿瘤隆起或凹陷的轮廓, 以及肿瘤生长范围、病灶两端肠腔形态显示较佳.

1.2 检查方法

1.2.1 肠道准备: CTVE检查前2 d无渣饮食, 检查前1 d流汁饮食, 检查前12 h、4 h分别口服复方聚乙二醇电解质散溶液1000 mL或磷酸钠盐45 mL(加水至800 mL)^[21-24], 检查当天空腹. CTVE检查成功与否与肠道准备密切相关.

1.2.2 肠道低张: 肠蠕动会产生运动伪影, 为了抑制肠蠕动, 降低肠管壁张力, 如无禁忌证, 应使用低张药物. 通常在扫描前10 min肌注东莨菪碱10 mg, 以充分扩张肠管, 减少肠蠕动造成的干扰.

1.2.3 检查体位: 患者仰卧, 经肛门注入适量的气体1000-2000 mL(根据患者的耐受程度而定), 通过CT扫描先获取定位像观察肠腔内充气是否满意, 若充气不满意, 可追加气体. 多选用空气或CO₂, CO₂可减少肠痉挛的发生率, 但二者的图像无明显差别. 现主张采用仰卧位与俯卧位相结合的方法进行检查, 并根据对比剂和病变所在部位的不同, 选择适当的体位进行扫描^[25].

1.2.4 扫描技术: 以目前常用的DISCOVERY HD750 64层螺旋CT为例, 采用管电压140 kV, 管电流800 mA, 层厚0.625 mm, 重建间隔0.625 mm, 高图像质量扫描模式, 螺距0.984, 矩阵512×512, 对腹盆腔进行连续扫描.

2 CTVE应用

2.1 结直肠肿瘤

2.1.1 结直肠肿瘤诊断: CTVE对结直肠肿瘤诊断有较高的敏感性, 良性病变的形态规则、表面光滑, 恶性病变则形态不规则、表面凹凸不平^[10-12,26].

CTVE在显示结直肠病变的部位、形态和范围方面有着独特作用, 不仅可以显示肠腔不规则狭窄、单发或多发结节样隆起及菜花样病变, 还可多视角、整体观察病变, 结合CT扫描后的MPR、SSD和Ray Sum图像, 可了解有无肠壁增厚、淋巴结肿大、肠旁脂肪间隙或盆壁侵犯等外侵征象. 诸多报道^[19,27,28]指出CTVE对结直肠癌的检出率为100%、定位准确率100%; MPR能直观反映癌肿处肠壁及肠周受侵状况, 对癌肿肠周受侵判断正确率达100%; SSD有助于鉴别假阳性; Ray Sum在显示癌肿的长度上占优势, 判断正确率达100%. 因此可根据CTVE显示的结直肠病变的形态(图4)、浸润范围、周围淋巴结肿大、腹腔内脏器转移等恶性肿瘤的间接征象, 作出结直肠

■ 创新盘点

本文通过文献检索, 结合作者的应用经验和体会, 全面总结了CTVE的技术原理、肠道准备、检查方法、诊断价值、主要优点和不足, 有利于指导临床推广应用。

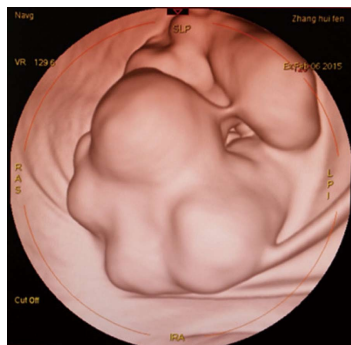


图 4 CT仿真内窥镜显示结肠癌. CT: 计算机断层扫描.

癌的诊断.

CTVE作为结直肠肿瘤诊断的一种新检查手段, 与传统的纤维结肠镜、钡灌肠相比, 其优势在于: (1)适用范围广泛, 尤其适用于高龄体弱、心肺功能不全、脑血管病变后遗症行动不便的患者, 以及急性肠梗阻或其他原因不能耐受传统检查的患者; (2)提供肿瘤的大小、浸润范围、周边组织关系及远处转移情况资料; (3)无创伤. 其不足在于: (1)不能显示病变真实颜色、质地; (2)不能直接接触病变获取病理资料; (3)扁平病变不容易检出.

2.1.2 结直肠癌的TNM分期: CTVE可清晰显示结直肠癌的原发灶、局部淋巴结和远处转移, 因此可对结直肠癌进行比较准确的术前肿瘤-淋巴结-转移(tumor-node-metastasis, TNM)分期, 其判断标准是: (1)T1-2期: 肠壁增厚 >0.5 cm, 癌灶局限于肠壁内层且明显强化, 外缘光整, 外周脂肪可清晰显示, 肠腔没有明显的狭窄; T3期: 肠壁增厚 >0.5 cm, 癌灶侵犯到肠壁外层, 可见肠壁外缘不光滑, 且可见到肠腔狭窄、凹凸不平或呈结节状向外突; T4期: 癌灶侵犯范围为突出到肠壁外层, 可见到肠壁增厚变形明显或肠腔狭窄, 外周脂肪密度增高, 可见到条索状高密度影, 且侵犯到邻近的组织、器官; (2)N0: 可视区域的淋巴结不可见, 或可见到淋巴结肿大但强化不明显; N1: 可视区域淋巴结(直径 ≥ 8 mm), 呈现明显强化; (3)远处转移: M0: 未发现有远处转移; M1: 有远处转移的证据, 如发现有转移到肝、肺或盆腹腔等转移灶. 有报道^[29]多层螺旋CT及其CTVE对结肠癌T、N、M及TNM分期的准确率分别为91.23%、84.21%、98.25%和70.17%. 另有报道^[16]CTVE对结直肠癌的T、N、M分期的准确率分别为96.9%、79.3%、100%.

CTVE作为结直肠癌术前TNM分期的一种新手段, 与传统的纤维结肠镜、钡灌肠相比, 尽管纤维结肠镜、钡灌肠对结直肠癌的诊断很有帮助, 但因其只能观察肠腔情况, 不能判断肿瘤浸润程度, 不能了解肠腔外及其周围情况, 因此不能准确地进行结直肠癌分期; 与传统的CT扫描图像直肠癌分期^[30](I期: 肠腔内息肉样肿块, 肠壁不增厚; II期: 肠壁增厚 >0.5 cm, 肿瘤未浸及周围组织; IIIA期: 肿瘤侵及周围组织, 未扩展至盆腔侧壁; IIIB期: 肿瘤扩展至盆腔侧壁; IV期: 盆腔肿瘤和远处转移)相比, CTVE可提供与国际抗癌联盟(Union for International Cancer Control, UICC)制定的病理学TNM分期基本一致的术前TNM分期^[29], 且术前TNM分期对于判断手术指征、制订手术方案及术后综合治疗措施均具有指导价值.

2.1.3 结直肠肿瘤性梗阻: 传统纤维结肠镜检查被认为是诊断结肠癌的金标准, 但纤维结肠镜无法通过高度狭窄的肠腔, 如果结直肠肿瘤造成肠道梗阻, 纤维结肠镜就无能为力了. CTVE是利用气体成像, 可显示气体能够通过的任何部位, 既不受肠腔梗阻或狭窄的严格限制, 又能观察结直肠肿瘤的近、远端, 同时也能观察全结肠腔内、腔外及其周围病变, 因此对梗阻性结直肠肿瘤的检测和定位也是CTVC的一大优势. 早在2000年就有报道^[31], 对因梗阻性病变无法进行结肠镜检查的病例, CTVC可清晰显示病灶的形态、范围及其远端情况. 新近有报道^[19]指出约10%的结直肠癌为多发癌, 而梗阻性结直肠癌有1.5%-9.0%同时合并第2处结肠癌肿, 27%-55%同时合并多发息肉, 应用CTVC全面评估整个结肠情况就显得更加重要了.

2.2 结直肠息肉 结直肠息肉是一种常见的结、直肠疾病, 可单发或多发, 息肉的恶变几率与息肉的大小、位置、数量及是否有蒂等因素密切相关. 息肉越大, 数目越多, 恶变的几率就越大. CTVE检查时, 一方面, 结直肠充气扩张, 肠壁充分舒展, 皱襞平坦, 并有气体形成的强烈对比, 使小息肉易于暴露(图5); 另一方面, CTVE能以任意切入点、任意视角观察和显示息肉的形态, 且能同时观察肠壁、肠外结构以及发现肠外病变. 有报道^[32]指出CTVE对 ≥ 10 mm的结直肠息肉的敏感性为100%, 6-9 mm的为83.3%, ≤ 5 mm的为51.3%. 由于结肠息肉直径 >10 mm有潜在恶变的可能(恶变率约10%),

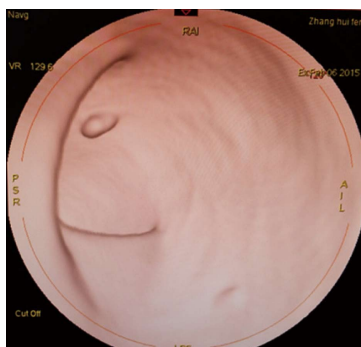


图 5 CT仿真内窥镜显示结肠息肉. CT: 计算机断层扫描.

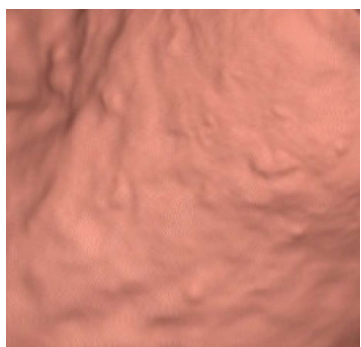


图 6 CT仿真内窥镜显示结肠黏膜不光滑、呈颗粒状. CT: 计算机断层扫描.

而直径<5 mm的结肠息肉恶变率不到0.1%, 所以CTVE为结直肠癌高危人群的普查提供一种有效的新途径^[33-35].

相比之下, 尽管纤维结肠镜可直接观察结直肠黏膜或上皮病变, 但由于易受肠黏膜皱襞的遮挡和视角限制, 且不能观察肠壁和肠外结构, 因此其对结直肠的完整观察和肠壁侵犯情况的确定受到限制.

2.3 炎症性肠病 炎症性肠病(inflammatory bowel disease, IBD)是一组慢性、反复发作性肠道非特异炎症性疾病, 主要包括溃疡性结肠炎(ulcerative colitis, UC)和克罗恩病(Crohn's disease, CD). 临床诊断主要依靠纤维结肠镜检查, 但因部分患者不能耐受、肠腔重度狭窄等原因不能完成检查, 且随着检查次数增多, 出现穿孔等并发症的几率逐渐增加.

CTVE检查时, 结直肠充气扩张, 肠壁充分舒展, 皱襞平坦, 对于观察和判断结直肠黏膜形态、肠壁厚度、肠壁僵硬、结肠袋情况很有帮助. CTVE可通过显示结直肠壁的增厚、强化来诊断结直肠炎症, 有报道^[36]指出结肠壁增厚超过5 mm提示结肠炎性疾病存在. 另有报道^[37]提示肠壁黏膜强化、肠壁强化与IBD

病变活动有一定关系, 肠壁黏膜强化、肠壁不均匀强化提示IBD处于活动期, 而肠壁黏膜无强化、肠壁均匀强化则意味着IBD处于非活动期.

与腹部增强CT相比, CTVE对IBD具有更高的检出率, 结肠壁增厚伴强化是诊断IBD的最敏感征象. 诊断IBD的最特异征象是同时具备结肠黏膜不光滑、呈颗粒状和结肠袋消失. 有报道^[38]指出以肠壁增厚和强化诊断IBD的敏感度高达80.62%; 以结肠黏膜不光滑、呈颗粒状征象(图6)为指标诊断IBD的特异度为94.40%, 以结肠袋消失为指标的特异度为91.74%, 二者结合的特异度为97.20%. 但CTVE不能显示IBD病变的早期表现, 也不能显示黏膜的真实颜色、充血、水肿、微小溃疡及黏膜下血管情况等, 因而对IBD检测存在一定的局限性.

3 CTVE应用前景

3.1 CTVE的优点 CTVE将CT影像和软件技术结合, 不仅可以模拟传统纤维结肠镜的检查方式, 而且可以观察结直肠肿瘤的大小、浸润范围、周边组织关系及远处转移情况, 尤其是当结直肠癌发生梗阻致使纤维结肠镜通过困难或不能通过时, 或患者年老体弱不能耐受纤维结肠镜检查时, CTVE就显得更加至关重要. 除此之外, 由于CTVE检查时结直肠充气扩张, 肠壁充分舒展, 皱襞平坦, 因此可作为非侵入性手段, 用于结直肠息肉、炎症的动态观察和诊断, 并且在敏感性、特异性、安全性和患者可接受性等多方面具有一定的优势^[39-41].

3.2 CTVE的不足 CTVE不能显示结直肠病变的真实颜色, 不能发现充血、水肿等炎症早期改变; 扁平病变不容易检出; 发现结直肠病变后不能进行活检或息肉切除治疗; 结直肠肠腔内的粪块、未完全张开的肠皱襞时, 可产生假阳性结果; 结直肠小息肉被肠液覆盖时, 可产生假阴性结果. 由于CT空间分辨率与密度分辨率的局限性, CTVE尚难以诊断T2期以下的结直肠肿瘤, 目前还不能替代传统纤维结肠镜检查^[42-45].

3.3 CTVE展望 CTVE作为诊断结直肠疾病的一种非侵入性影像学检查新技术、新方法, 自1994年问世以来, 经过二十多年的发展, 尤其是近几年的快速发展, 已经展现出显著的技术优势, 并为广大结直肠疾病患者带来无痛、安

应用要点

CTVE作为传统纤维结肠镜检查的一种有效补充手段和潜在替代技术, 具有十分重要的临床应用价值和广阔的发展前景.

■名词解释

CT仿真内窥镜(CTVE): 是将先进的计算机虚拟现实技术与CT影像学结合而产生的一种无创检查新技术, 是通过CT对患者腹盆腔进行连续扫描后, 利用计算机软件对扫描图像进行后处理, 从而非常逼真地重建出类似传统纤维内窥镜所见的结直肠腔内结构及病变图像。

全、易接受的良好社会效益。随着CTVE扫描前准备、扫描技术及诊断水平的进一步提高, CTVE技术的不足有望逐步解决。因此, CTVE作为传统纤维结肠镜检查的一种有效补充手段和潜在替代技术, 具有十分重要的临床应用价值和广阔的发展前景^[46-50]。

4 结论

CTVE不仅可以显示结直肠病变的部位、形态、大小, 而且可以明确结直肠癌的肠壁受侵范围、周边组织关系及远处转移情况, 是一种快速、方便、安全、无创、有效的结直肠检查新方法, 可作为结、直肠疾病的筛查手段和普查方法加以推广应用。

5 参考文献

- 1 Torre LA, Bray F, Siegel RL, Ferlay J, Lortet-Tieulent J, Jemal A. Global cancer statistics, 2012. *CA Cancer J Clin* 2015; 65: 87-108 [PMID: 25651787 DOI: 10.3322/caac.21262]
- 2 Barret M, Boustiere C, Canard JM, Arpurt JP, Bernardini D, Bulois P, Chaussade S, Heresbach D, Joly I, Lapuelle J, Laugier R, Lesur G, Pienkowski P, Ponchon T, Pujol B, Richard-Molard B, Robaszekiewicz M, Systchenko R, Abbas F, Schott-Pethelaz AM, Cellier C. Factors associated with adenoma detection rate and diagnosis of polyps and colorectal cancer during colonoscopy in France: results of a prospective, nationwide survey. *PLoS One* 2013; 8: e68947 [PMID: 23874822 DOI: 10.1371/journal.pone.0068947]
- 3 Young PE, Womeldorph CM. Colonoscopy for colorectal cancer screening. *J Cancer* 2013; 4: 217-226 [PMID: 23459594 DOI: 10.7150/jca.5829]
- 4 Winawer SJ, Zauber AG, Ho MN, O'Brien MJ, Gottlieb LS, Sternberg SS, Wayne JD, Schapiro M, Bond JH, Panish JF. Prevention of colorectal cancer by colonoscopic polypectomy. The National Polyp Study Workgroup. *N Engl J Med* 1993; 329: 1977-1981 [PMID: 8247072 DOI: 10.1056/NEJM199312303292701]
- 5 Zauber AG, Winawer SJ, O'Brien MJ, Lansdorp-Vogelaar I, van Ballegooijen M, Hankey BF, Shi W, Bond JH, Schapiro M, Panish JF, Stewart ET, Wayne JD. Colonoscopic polypectomy and long-term prevention of colorectal-cancer deaths. *N Engl J Med* 2012; 366: 687-696 [PMID: 22356322 DOI: 10.1056/NEJMoa1100370]
- 6 Vining DJ, Gelfand DW. Non-invasive colonoscopy using helical CT scanning. 3D reconstruction and virtual reality. Syllabus of the 23rd Annual Meeting Society of gastrointestinal Radiologists, Maui, Hawaii, February 13-18, 1994
- 7 高玲, 张武彪, 唐菁菁, 沈广澍. 螺旋CT仿真内窥镜对梗阻性结肠占位诊断的临床意义. *中国医学前沿杂志(电子版)* 2015; 7: 109-111
- 8 赵亚波, 王波, 刘卫军. 低剂量扫描在CT仿真内窥镜中的应用进展. *实用医技杂志* 2015; 22: 392-394
- 9 He Q, Rao T, Guan YS. Virtual gastrointestinal

colonoscopy in combination with large bowel endoscopy: clinical application. *World J Gastroenterol* 2014; 20: 13820-13832 [PMID: 25320519 DOI: 10.3748/wjg.v20.i38.13820]

- 10 郑柏军, 王轶博. 64层螺旋CT仿真内窥镜检查结、直肠病变的临床价值分析. *医学影像学杂志* 2014; 24: 667-670
- 11 李静秋, 艾松涛. 多层螺旋CT仿真内镜与结肠镜检查技术在发现结肠肿瘤的应用价值对比. *中国CT和MRI杂志* 2014; 12: 86-88
- 12 骆全湘. 64排螺旋CT低剂量扫描对结肠癌诊断及分期的价值. *中国CT和MRI杂志* 2014; 12: 75-78
- 13 Kekelidze M, D'Errico L, Pansini M, Tyndall A, Hohmann J. Colorectal cancer: current imaging methods and future perspectives for the diagnosis, staging and therapeutic response evaluation. *World J Gastroenterol* 2013; 19: 8502-8514 [PMID: 24379567 DOI: 10.3748/wjg.v19.i46.8502]
- 14 张凤全, 郑新, 韩雪. 螺旋CT仿真结肠内窥镜检查前的准备与操作方法. *中国医学装备* 2013; 10: 78-80
- 15 刘英峰, 李忠国, 刘长春, 蔡成仕, 赵瑞华. 多层螺旋CT仿真内镜在结直肠癌诊断中的临床应用. *中华临床医师杂志(电子版)* 2013; 7: 6129-6130
- 16 曾令延, 魏文洲. 64层螺旋CT仿真内窥镜在结直肠癌的检测和术前分期中的作用. *医学影像学杂志* 2013; 23: 268-271
- 17 李琼华, 王波, 曾文彦, 赵亚波, 刘卫军. 128层螺旋CT重建技术在结肠肿瘤中的诊断价值. *基层医学论坛* 2014; 18: 1307-1308
- 18 张淑倩, 叶玉芳, 李东辉, 周汝明, 王连庆, 刘蓉辉, 孙吉林. CT结肠造影二维和三维图像评价结肠病变的优势与不足. *中国组织工程研究与临床康复* 2011; 15: 679-682
- 19 阮建萍, 田净丽. 多层螺旋CT仿真内镜在结肠病变中的应用. *中国伤残医学* 2011; 19: 94-96
- 20 郭青, 徐香玖, 黄刚. 多层螺旋CT后处理技术在结直肠癌诊断中的应用研究. *甘肃医药* 2009; 28: 251-253
- 21 黄榕, 彭阳, 周桂芳, 肖敏. 复方聚乙二醇电解质散在内镜检查肠道准备中的应用价值. *现代消化及介入诊疗* 2013; 18: 47-49
- 22 许欣欣, 赵清平, 徐巧莲. 磷酸钠盐用于老年患者结肠镜检查前肠道准备的研究. *临床合理用药* 2013; 6: 23-24
- 23 苏茜, 尚炳英, 赵彦铭, 王山山. 不同肠道清洁方法在炫速双源CT仿真结肠内窥镜患者中的应用. *齐鲁护理杂志* 2013; 19: 100-101
- 24 刘威英, 冯春琴, 沈维红, 陈晶. 3种不同肠道准备方法在64层螺旋CT仿真结肠镜中的应用与护理. *安徽医学* 2011; 32: 1185-1187
- 25 袁会军, 赵娅莉, 余建国, 闫立民. 不同体位下的(CTVE)检查对结、直肠疾病诊断结果影响的研究分析. *现代医用影像学* 2011; 20: 340-343
- 26 方明, 冯磊, 王学淳. 16层螺旋CT仿真结肠镜的临床应用价值探讨. *医学影像学杂志* 2009; 19: 435-437
- 27 庄晓泉, 林惠岚, 李玉民. 大肠癌术前CT仿真结肠镜检查的意义. *中国普通外科杂志* 2011; 20: 1047-1049
- 28 胡达海, 孙君翔, 张园. 多层螺旋CT多模式图像重建对结肠、直肠癌的诊断价值. *中国医药指南* 2014; 12: 116-117
- 29 王金屏. 螺旋CT在结肠癌术前诊断和分期中的价值分析. *中国医药导报* 2012; 9: 117-119
- 30 王克有, 李杰, 蒋宏传, 游凯涛. CT仿真结肠镜在大肠癌诊断中的应用29例报告. *中华普通外科杂志* 1999; 14: 305-306
- 31 Miao YM, Amin Z, Healy J, Burn P, Murugan N, Westaby D, Allen-Mersh TG. A prospective

- single centre study comparing computed tomography pneumocolon against colonoscopy in the detection of colorectal neoplasms. *Gut* 2000; 47: 832-837 [PMID: 11076883 DOI: 10.1136/gut.47.6.832]
- 32 Oto A. Virtual endoscopy. *Eur J Radiol* 2002; 42: 231-239 [PMID: 12044701 DOI: 10.1016/S0720-048X(02)00032-3]
- 33 Iannaccone R, Laghi A, Catalano C, Brink JA, Mangiapane F, Trenna S, Piacentini F, Passariello R. Detection of colorectal lesions: lower-dose multi-detector row helical CT colonography compared with conventional colonoscopy. *Radiology* 2003; 229: 775-781 [PMID: 14657315 DOI: 10.1148/radiol.2293021399]
- 34 张立卫, 王刚. CT仿真内镜技术在胃肠道疾病诊断中的应用进展. *中国微创外科杂志* 2008; 8: 1090-1092
- 35 宋超, 王世平, 赵敏, 刘再强, 张明标, 杨芳. 多层螺旋CT对结、直肠息肉检查的临床应用. *昆明医学院学报* 2012; 33: 70-73
- 36 Röttgen R, Schröder RJ, Lorenz M, Herbel A, Fischbach F, Herzog H, Lopez-Häninnen E, Gutberlet M, Hoffmann K, Helmig K, Felix R. [CT-colonography with the 16-slice CT for the diagnostic evaluation of colorectal neoplasms and inflammatory colon diseases]. *Rofo* 2003; 175: 1384-1391 [PMID: 14556108]
- 37 Choi D, Jin Lee S, Ah Cho Y, Lim HK, Hoon Kim S, Jae Lee W, Hoon Lim J, Park H, Rae Lee Y. Bowel wall thickening in patients with Crohn's disease: CT patterns and correlation with inflammatory activity. *Clin Radiol* 2003; 58: 68-74 [PMID: 12565208 DOI: 10.1053/crad.2002.1068]
- 38 朱雪娥, 王继琛, 汪洋. CT仿真结肠镜与腹部增强CT对炎症性肠病的对照研究. *中国医学影像技术* 2011; 27: 1850-1854
- 39 刘林祥, 刘玉金, 陈克敏. CT、MR仿真结肠镜研究进展. *泰山医学院学报* 2005; 26: 71-74
- 40 Pickhardt PJ, Kim DH, Meiners RJ, Wyatt KS, Hanson ME, Barlow DS, Cullen PA, Remtulla RA, Cash BD. Colorectal and extracolonic cancers detected at screening CT colonography in 10,286 asymptomatic adults. *Radiology* 2010; 255: 83-88 [PMID: 20308446 DOI: 10.1148/radiol.09090939]
- 41 Sabanli M, Balasingam A, Bailey W, Eglinton T, Hider P, Frizelle FA. Computed tomographic colonography in the diagnosis of colorectal cancer. *Br J Surg* 2010; 97: 1291-1294 [PMID: 20602504 DOI: 10.1002/bjs.7098]
- 42 唐文, 钱铭辉. CT仿真结肠镜的图像特点、存在的问题和处理方法. *国外医学临床放射学分册* 2002; 25: 319-320
- 43 包佳琪, 赵磊, 白智刚. CT结肠造影评价结直肠癌: 技术特征的描述与比较. *世界华人消化杂志* 2014; 22: 4878-4883
- 44 Thoufееq M. Virtual colonoscopy is unlikely to reduce the need for optical colonoscopy. *J Gastrointest Liver Dis* 2013; 22: 109 [PMID: 23539401]
- 45 Benson M, Pier J, Kraft S, Kim D, Pickhardt P, Weiss J, Gopal D, Reichelderfer M, Pfau P. Optical colonoscopy and virtual colonoscopy numbers after initiation of a CT colonography program: long term data. *J Gastrointest Liver Dis* 2012; 21: 391-395 [PMID: 23256122]
- 46 Martín-López JE, Beltrán-Calvo C, Rodríguez-López R, Molina-López T. Comparison of the accuracy of CT colonography and colonoscopy in the diagnosis of colorectal cancer. *Colorectal Dis* 2014; 16: O82-O89 [PMID: 24299052 DOI: 10.1111/codi.12506]
- 47 Plumb AA, Halligan S, Pendsé DA, Taylor SA, Mallett S. Sensitivity and specificity of CT colonography for the detection of colonic neoplasia after positive faecal occult blood testing: systematic review and meta-analysis. *Eur Radiol* 2014; 24: 1049-1058 [PMID: 24519111 DOI: 10.1007/s00330-014-3106-0]
- 48 Pickhardt PJ, Hassan C, Halligan S, Marmo R. Colorectal cancer: CT colonography and colonoscopy for detection--systematic review and meta-analysis. *Radiology* 2011; 259: 393-405 [PMID: 21415247 DOI: 10.1148/radiol.11101887]
- 49 Laghi A. Computed tomography colonography in 2014: an update on technique and indications. *World J Gastroenterol* 2014; 20: 16858-16867 [PMID: 25492999 DOI: 10.3748/wjg.v20.i45.16858]
- 50 Kierszenbaum ML, von Atzingen AC, Tiferes DA, Alvim MV, Lopes Filho Gde J, Matos D, D'Ippolito G. CT colonography: the value of this method in the view of specialists. *Radiol Bras* 2014; 47: 135-140 [PMID: 25741069 DOI: 10.1590/0100-3984.2013.1837]

同行评价

本文选题具有很好的现实意义, 有一定的科学性和先进性, 对临床有重要指导意义, 是一篇具有可读性的好文章。

编辑: 韦元涛 电编: 闫晋利

