

CT 虚拟结肠镜对早期筛查结直肠癌的研究进展

黄天骄 史学森 孙凯

014030, 包头医学院(黄天骄); 014030, 包头市肿瘤医院消化科(黄天骄、史学森); 014040, 包头市中心医院影像科(孙凯)

通信作者: 史学森, Email: 1953461154@qq.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2016.06.014

【摘要】 CT 虚拟结肠镜(CTVC)应用临床以来, 在结直肠癌(CRC)的诊断方面越来越显示出其独特的优势, 较短的检查时间、较低的辐射剂量和高质量的成像使其成为 CRC 的早期筛查手段。笔者主要对 CTVC 在 CRC 早期筛查方面的进展和临床价值进行综述。

【关键词】 结直肠肿瘤; 结肠成像, 计算机体层摄影; 筛查

Research progress of CT virtual colonoscopy for early screening of colorectal neoplasms Huang Tianjiao, Shi Xuesen, Sun Kai

Baotou Medical College, Baotou 014030, China (Huang TJ); Department of Gastroenterology, Baotou Cancer Hospital, Baotou 014030, China (Huang TJ, Shi XS); Department of Medical Image, Baotou Central Hospital, Baotou 014040, China (Sun K)

Corresponding author: Shi Xuesen, Email: 1953461154@qq.com

【Abstract】 Since the application of computed tomography virtual colonography (CTVC) in clinic, it shows an increasing superiority in the diagnosis of colorectal cancer (CRC). Its high image quality, low radiation dose and high scanning speed make it possible to become a suitable method for the early diagnosis of CRC. This article makes a brief review about the progress of CTVC in the diagnosis of CRC and its clinical value.

【Key words】 Colorectal neoplasms; Colonography, computed tomographic; Screening

结直肠癌(colorectal cancer, CRC)是全世界发病率和病死率分别位居第3位和第4位的恶性肿瘤^[1]。据美国癌症协会最新研究数据显示, CRC的病死率在美国所有癌症中位居第2位, 每年约4.9万人死于此疾病^[2]。在我国, CRC发病人数呈明显上升趋势, 2015年已突破37.6万人/年, 上升至各类肿瘤的第4位^[3], 严重威胁我国国民健康。

1 CT 虚拟结肠镜(computed tomography virtual colonoscopy, CTVC)

1.1 CTVC 的原理

CTVC 是 1994 年由 Vining^[4]首次提出应用于临床评估结直肠病变的成像方法。它对清洁并充气后的结肠进行容积扫描, 扫描结束后采用融合图像调入 Colon 后处理软件获得 CTVC 图像, 用 Fly-through 半自动软件沿肠腔观察病变, 用三维表面

遮盖法重建、容积重建技术对图像进行观察。

1.2 CTVC 检查技术

1.2.1 肠道准备

CTVC 检查成功与否与肠道准备好坏密切相关。肠道准备方法与光学结肠镜(optical colonoscopy, OC)相同, 即检查前进食低渣食物, 检查当天禁食, 口服复方聚乙二醇电解质溶液 4000 mL。除口服药物清洁结肠, 粪便和流体的标记也很重要。许多影像中心利用碘水造影剂标记流体、稀钡标记粪便, 从而提高残余流体和粪便的 CT 密度, 有助于鉴别残渣与潜在的息肉和肿块, 提高结直肠息肉以及 CRC 检测的准确率^[5]。

1.2.2 扫描体位

患者采取仰卧位或俯卧位, 先根据结直肠充气情况进行定位扫描。在呼气末屏气过程中采集图像, 从而减小肺横向膨胀对结直肠的影响。扫描范围包括腹部及骨盆部。

1.2.3 扫描参数

为了获得理想的容积扫描数据,要求在一次屏气内用尽可能薄的层厚、小的螺距准直比、小的扫描野、高的电流和电压扫描靶器官。通常情况扫描层厚 1.00~1.25 mm,扫描野 350~450 mm,管电流 80~120 mA,管电压 80~120 kV,重建层厚 \leq 1 mm 最佳。最新一代 CT 扫描仪适用于双能量 CTVC,孙凯等^[6]利用双能量技术,即使用不同能量的 X 射线(不同千伏),其优势是能更好地自动清除粪便,可有效区分出粪便残渣和肿块,有助于良恶性肿瘤的识别,可进一步提高 CTVC 检查的准确率。

2 CTVC 早期筛查 CRC

2.1 CTVC 筛查 CRC 的发展

CTVC 技术自应用起在 CRC 的诊断中扮演着越来越重要的角色。它最初用于具有 CRC 患病风险而又拒绝传统结肠镜检查患者的结直肠筛查。接受抗凝治疗的患者尤为适合应用 CTVC 作为筛查方法,因为 OC 检查可能增加穿孔和出血的风险。CTVC 技术刚发明时的检查结果是应用 CT 单探测器扫描的二维图像,其检查的准确率不高。随着 CT 的不断发展,多排螺旋 CT 实现从单排到 128 排甚至更多排的 CT 快速扫描。图像重建和后处理算法的进步使 CT 数据实现了快速的可视化,任何视图可以实时重建。CTVC 呈现三维图像的 Fly-through 模式视觉上类似于结肠镜检查,可在患者行 CTVC 检查后反复阅读图片。CTVC 检查准确率的提升也提高了检查速度,多排螺旋 CT 可在患者单次呼吸时间内完成扫描,降低了呼吸伪影的发生率。低呼吸伪影发生率结合强大的多排螺旋 CT 设备及薄层使 CTVC 获得更加准确和丰富的图像信息。CTVC 成像现已成为公认的筛查 CRC 的常规方式,美国癌症协会、美国放射学院以及美国结直肠癌多学会工作组联合发布文件指出,CTVC 是每隔 5 年对无症状人群筛查 CRC 风险的恰当选择^[7]。将 CTVC 的二维和三维图像结合起来可以同时显示腔内肿瘤和远处转移情况,可以对可疑肿瘤进行监测并监测肿瘤治疗后的复发情况,以便对治疗和预后作出指导^[8]。

2.2 CTVC 早期筛查 CRC 的准确率

早期筛查 CRC 并进行合理治疗可有效延长患者的生存期,因此美国癌症协会建议无症状人群从 50 岁开始进行 CRC 筛查。CTVC 可以清楚地显示

结直肠内的肿瘤,一项纳入了 49 项研究的荟萃分析显示,CTVC 诊断 CRC 的灵敏度与 OC 接近,分别为 96%和 95%^[9]。另一项包含 1171 例有症状人群的研究显示,CTVC 诊断 CRC 的灵敏度和特异度分别为 95%和 99%^[10]。由于 CRC 的发生与腺瘤性息肉数目增多有关,早期筛查出腺瘤性息肉,并进行有效治疗可以有效地干预其演变为 CRC,达到早期筛查 CRC 的目的。CTVC 对 CRC 相关性息肉检测有较高的灵敏度。Pickhardt 等^[11]进行大样本研究,结果显示 CTVC 对于直径小于 10、8、6 mm 的腺瘤性息肉的灵敏度分别为 93.8%、93.9%和 88.7%,而 OC 对于这 3 种大小的腺瘤性息肉灵敏度分别为 87.5%、91.5%和 9.3%,CTVC 对于直径小于 10、8、6 mm 的腺瘤性息肉的特异度分别为 96%、92.2%和 79.6%。一项针对 5 项临床研究的荟萃分析显示,CTVC 对于大小在 <6 mm、6~9 mm、 ≥ 10 mm 的腺瘤性息肉的灵敏度分别为 78%、83%和 88%,特异度分别为 95%、91%和 98%^[12]。另外,CTVC 还可以识别 OC 漏检的息肉^[10]。一项回顾性研究分析了 CTVC 联合 OC 检测腺瘤性息肉的准确率,结果显示通过 CTVC 检出 OC 漏检的腺瘤性息肉的比例为 20/180,这些息肉可能是由于在结肠皱襞中、清肠不充分而被遮挡或者退镜中被遗漏的^[13]。另外,CTVC 可以同时显示肠腔外的肠道表现,增加了 CTVC 临床价值,Pickhardt 等^[14]在最近的研究中提出可以通过 CTVC 筛查肠外肿瘤。

2.3 CTVC 筛查 CRC 与其他检查的对比

2.3.1 CTVC 与粪便隐血试验的对比

粪便隐血试验操作简单、无创、廉价、易于被检查者接受,但其仅提示消化道内出血性病变,不能准确地提示肿瘤,对腺瘤性息肉的灵敏度只有 10%,而通常认为结肠息肉直径超过 10 mm 就有潜在的恶性病变可能,CTVC 检查则具有高灵敏度的优势,其灵敏度在 90%以上^[11-14]。

2.3.2 CTVC 与气钡双重造影(double-contrast barium enema, DCBE)的对比

DCBE 和 CTVC 均能发现 CRC 并且能对其部位进行精确定位。国外有研究表明,CTVC 在病变检出方面优于 DCBE^[15]。姜军等^[16]通过研究对比 DCBE 和 CTVC 对 CRC 的检出效能,发现 CTVC 在检出结肠癌的效能方面明显优于 DCBE,尤其对于 <2 cm 的病灶,CTVC 更具优势。

2.3.3 CTVC 与 OC 的对比

CTVC 相比 OC 筛查 CRC 具有潜在的优势。CTVC 在非麻醉的状态下进行, 避免了无痛肠镜的麻醉意外和吸入性肺炎产生的可能。它是一种快速的检查方式, 大约需要 10 s 完成, 且不需要麻醉师和护士在场, 可以有效节省人员。CTVC 是非侵入性检查, 具有安全性高的特点, 其穿孔率极低, 最近的一项回顾性研究调查结果显示, 4000 多例接受 CTVC 检查的患者无死亡情况, 其穿孔率为 0.02%^[17], 其中与 CTVC 相关的穿孔病例主要涉及人工充气, 由于可以通过自动 CO₂ 充气机取代人工充气, 因此穿孔风险可以忽略不计。

3 低剂量 CTVC 早期筛查 CRC

3.1 低剂量 CTVC 技术

虽然 CTVC 作为 CRC 常规诊断的检查项目具有诸多的优点, 但因其具有放射性, 该项检查存在一定的辐射暴露风险, 因此降低 CTVC 的辐射剂量是临床工作者始终追求的目标。自动曝光控制技术可以根据患者体积自动调节管电流, 从而显著降低辐射剂量, 特别是对于体型较瘦的患者。腹部的 CT 扫描中使用自动曝光控制可降低 20%~35% 的辐射剂量^[18]。另一种降低辐射剂量的方法是迭代重建, 它采用传统滤波反投影后处理 CT 数据。迭代重建技术结合低管电流可以降低图像噪声并保持图像质量, 有研究表明在 CTVC 中使用迭代重建技术降低辐射剂量并保持图像质量是可行的^[19]。CTVC 在不影响图像质量的前提下使用迭代重建技术可降低 50% 的辐射剂量。

3.2 CTVC 辐射剂量

CTVC 作为筛查 CRC 的手段有着诸多优势, 但相关研究人员也曾提出其放射性可能对个体产生潜在危害。一项研究表明, CTVC 作为筛查 CRC 的方法, 每 5 年使用一次, 个体筛查从 50 岁至 80 岁, 其辐射剂量使个体致癌风险的增加值小于 0.02%^[20]。另一项研究比较 CTVC 筛查 CRC 的有效辐射剂量(其中男性为 7 mSv, 女性为 8 mSv)诱导产生癌症的风险, 结果显示 50 岁开始每做一次 CTVC, 致癌风险增加 0.06%, 并随个体年龄的增加而下降。应用各种模型计算显示, CTVC 筛查 50 岁个体 CRC 的效益与风险比值在 24:1 至 35:1 之间, 结果表明每 5 年对 50~80 岁人群进行 CTVC 筛查

的益处明显大于其辐射风险^[21]。目前进行 CTVC 检查的医疗机构评估 CTVC 检查平均有效辐射剂量 < 5 mSv (范围在 3~8 mSv)^[7], 相当于检查者每年的背景辐射。最新一代 CT 有剂量减少机制(如自动剂量调制和迭代重建技术), 将进一步减少辐射剂量^[22-23], 使辐射剂量小于 1 mSv。

3.3 低剂量 CTVC 早期筛查 CRC 的应用

随着 CT 及其后处理技术的发展, CTVC 技术显著提高。现有技术条件下, 辅助以良好的检查前准备, CTVC 可逐步取代 DCBE。在传统结肠镜检查不理想的情况下, CTVC 可以作为良好的补充检查, 其不但可以准确地做出诊断, 而且可以就腹部情况对 CRC 进行分期。在进一步优化扫描参数的前提下, 低剂量 CTVC 的辐射剂量甚至可低于 DCBE, 同时因其具有相对的安全性和非侵入性, 有望取代传统结肠镜。

4 展望

综上所述, CTVC 具有无创、快捷、准确和低辐射的特点, 不仅可以筛查 CRC, 还可以了解肿瘤转移情况, 实现了 CRC 检查无创性和准确性的结合, 更有利于 CRC 的普遍筛查。随着 CT 设备及技术的不断发展, 特别是第 3 代双源 CT(SOMATOM Definition Flash)的问世, 其空间分辨率及后处理功能极大地提高, 有望进一步提高图像质量, 降低辐射剂量, 值得进一步探究。

利益冲突 本研究由署名作者按以下贡献声明独立开展, 不涉及任何利益冲突。

作者贡献声明 黄天驹负责论文撰写; 史学森负责提出命题、论文审阅; 孙凯负责论文修改。

参 考 文 献

- [1] Chen W, Zheng R, Zhang S, et al. Annual report on status of cancer in China, 2010[J]. Chin J Cancer Res, 2014, 26(1): 48-58. DOI: 10.3978/j.issn.1000-9604.2014.01.08.
- [2] Siegel RL, Miller KD, Jemal A. Cancer statistics, 2016[J]. CA Cancer J Clin, 2016, 66(1): 7-30. DOI:10.3322/caac.21332.
- [3] Chen W, Zheng R, Baade PD, et al. Cancer statistics in China, 2015[J]. CA Cancer J Clin, 2016, 66(2): 115-132. DOI:10.3322/caac.21338.
- [4] Vining DJ. Virtual endoscopy: is it reality[J]. Radiology, 1996, 200(1): 30-31. DOI:10.1148/radiology.200.1.8657938.
- [5] Gasia MF, Ghosh S, Panaccione R, et al. Targeted Biopsies Identify

- Larger Proportions of Patients with Colonic Neoplasia Undergoing High-Definition Colonoscopy, Dye Chromoendoscopy, or Electronic virtual Chromoendoscopy[J]. *Clin Gastroenterol Hepatol*, 2016, 14(5): 704–712. DOI:10.1016/j.cgh.2015.12.047.
- [6] 孙凯, 史学森, 王吉凌, 等. 双源计算机断层扫描双能量结肠镜检查检测结肠肿瘤确性的临床研究[J]. *中华消化杂志*, 2015, 35(6): 382–385. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1432.2015.06.005. Sun K, Shi XS, Wang JL, et al. Clinical study on the accuracy of dual-energy computed tomography colonography in colorectal neoplasia detection[J]. *Chin J Dig*, 2015, 35(6): 382–385.
- [7] Abraham HD, Andrea L. Atlas of virtual colonoscopy[M]. New York: Springer, 2011.
- [8] Pooler BD, Kim DH, Pickhardt PJ. Potentially important extracolonic findings at screening CT colonography: incidence and outcomes data from a clinical screening program[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2016, 206(2): 313–318. DOI:10.2214/AJR.15.15193.
- [9] Pickhardt PJ, Hassan C, Halligan S, et al. Colorectal cancer: CT colonography and colonoscopy for detection—systematic review and meta-analysis[J]. *Radiology*, 2011, 259(2): 393–405. DOI:10.1148/radiol.11101887.
- [10] Badiani S, Hernandez ST, Karandikar S, et al. CT colonography to exclude colorectal cancer in symptomatic patients[J]. *Eur Radiol*, 2011, 21(10): 2029–2038. DOI:10.1007/s00330-011-2151-1.
- [11] Pickhardt PJ, Choi JR, Hwang I, et al. Computed tomographic virtual colonoscopy to screen for colorectal neoplasia in asymptomatic adults[J]. *N Engl J Med*, 2003, 349(23): 2191–2200. DOI:10.1056/NEJMoa031618.
- [12] De Haan MC, Van Gelder RE, Graser A, et al. Diagnostic value of CT-colonography as compared to colonoscopy in an asymptomatic screening population: a meta-analysis[J]. *Eur Radiol*, 2011, 21(8): 1747–1763. DOI:10.1007/s00330-011-2104-8.
- [13] Lara LF, Erim T, Schneider A, et al. Initial experience with a variable width and extreme tip angulation colonoscope[J]. *Tech Coloproctol*, 2014, 18(12): 1173–1175. DOI:10.1007/s10151-014-1223-z.
- [14] Pickhardt PJ. CT colonography for population screening: ready for prime time?[J]. *Dig Dis Sci*, 2015, 60(3): 647–659. DOI:10.1007/s10620-014-3454-2.
- [15] Chung SY, Park SH, Lee SS, et al. Comparison between CT colonography and double-contrast barium enema for colonic evaluation in patients with renal insufficiency[J]. *Korean J Radiol*, 2012, 13(3): 290–299. DOI:10.3348/kjr.2012.13.3.290.
- [16] 姜军, 李颖, 蒋力明, 等. 气钡双重造影与 CT 仿真内镜技术对结直肠肿瘤诊断价值的前瞻性研究[J]. *中国医刊*, 2015, 50(4): 76–79. DOI:10.3969/j.issn.1008-1070.2015.04.023. Jiang J, Li Y, Jiang LM, et al. Prospective study of double-contrast barium enema and CT colonography in diagnostic value of colorectal neoplasm[J]. *Chin J Med*, 2015, 50(4): 76–79.
- [17] Iafrate F, Iussich G, Correale L, et al. Adverse events of computed tomography colonography: an Italian National Survey[J]. *Dig Liver Dis*, 2013, 45(8): 645–650. DOI:10.1016/j.dld.2013.02.020.
- [18] Singh S, Kalra MK, Thrall JH. Automatic exposure control in CT: applications and limitations[J]. *J Am Coll Radiol*, 2011, 8(6): 446–449. DOI:10.1016/j.jacr.2011.03.001.
- [19] Flicek KT, Hara AK, Silva AC, et al. Reducing the radiation dose for CT colonography using adaptive statistical iterative reconstruction: A pilot study[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2010, 195(1): 126–131. DOI:10.2214/AJR.09.3855.
- [20] Perisinakis K, Seimenis I, Tzedakis AA, et al. Screening computed tomography colonography with 256-Slice scanning should patient radiation burden and associated cancer risk constitute a major concern?[J]. *Invest Radiol*, 2012, 47(8): 451–456. DOI:10.1097/RLI.0b013e318250a58c.
- [21] Berrington de González A, Kim KP, Knudsen AB, et al. Radiation-related cancer risks from CT colonography screening: a risk-benefit analysis[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2011, 196(4): 816–823. DOI:10.2214/AJR.10.4907.
- [22] Chang KJ, Yee J. Dose reduction methods for CT colonography[J]. *Abdom Imaging*, 2013, 38(2): 224–232. DOI:10.1007/s00261-012-9968-1.
- [23] Lambert L, Ourednicek P, Briza J, et al. Sub-milliSievert ultralow-dose CT colonography with iterative model reconstruction technique [J/OL]. Peer J, 2016, 4:e1883[2016-04-01]. <https://peerj.com/articles/1883.pdf>. DOI 10.7717/peerj.1883.

(收稿日期: 2016-08-06)