

Research Situation of Energy Spectrum CT in Preoperative Staging of Gastric Cancer

Jia Song Zhendong Cao*

Affiliated Hospital of Chengde Medical University, Chengde, Hebei, 067000, China

Abstract

Gastric cancer is a common malignant tumor originates from the digestive tract, its incidence rate and mortality rate are increasing. Early detection, early diagnosis and early treatment are the key to improve the survival rate and improve the prognosis of patients. As a new imaging technology, energy spectrum CT imaging can make better preoperative staging of gastric cancer lesions with different single energy images at 40~140 keV, and lower scanning radiation dose to avoid secondary injury of patients to the greatest extent. At the same time, energy spectrum CT can determine lymph node metastasis based on the principle of energy spectrum homology, which makes up for the defects of conventional CT, it has accurate quantitative parameters for the detection of early gastric cancer and the evaluation of related indicators of advanced gastric cancer, which provides valuable diagnostic basis for clinical. With the in-depth development of spectral CT technology, it is believed that the future research direction of gastric cancer will focus on the joint diagnosis of molecular imaging and gene, so as to further reveal the internal image information of gastric cancer.

Keywords

gastric cancer; energy spectrum CT; preoperative staging

能谱 CT 在胃癌术前分期中的研究现状

宋佳 曹振东*

承德医学院附属医院, 中国·河北承德 067000

摘要

胃癌是一种常见的来源于消化道的恶性肿瘤,其发病率及死亡率呈不断升高趋势。早发现、早诊断、早治疗是提高患者生存率和改善预后的关键。能谱 CT 成像作为一种新型的成像技术,凭借 40~140keV 下不同单能量图像可以更好地对胃癌病灶进行术前分期以及更低的扫描辐射剂量最大程度地避免患者的二次伤害。同时,能谱 CT 依靠能谱曲线同源性原理可以判定淋巴结转移的情况等优势,弥补常规 CT 的缺陷,对早期胃癌的检出、进展期胃癌相关指标的评判有着精确的定量参数,为临床提供有价值的诊断依据。随着能谱 CT 技术的深入开展,相信未来胃癌的研究方向会集中在分子影像学与基因的联合诊断方面,以此来进一步揭示胃癌的内部影像信息。

关键词

胃癌; 能谱 CT; 术前分期

1 引言

目前,胃癌死亡率居于中国恶性肿瘤的第二位^[1],严重影响人类的健康。胃癌早期症状多不明显,大多数患者在出现临床症状时已进入晚期,胃癌患者预后与其肿瘤分期密切相关,早期胃癌患者术后 5 年生存率已超过 90%,而进展期胃癌的 5 年生存率仍低于 30%^[2]。因此,术前明确胃癌

TNM 分期可为临床医师制订治疗方案提供影像支持及参考,从而避免不必要的剖腹探查,选择最合理的治疗方式^[3]。

随着胃癌诊断水平的不断提高,一些新的影像学检查技术(如能谱 CT)开始应用于临床,能谱 CT 凭借其独特的成像原理及能谱分析工具,对胃壁增厚的原因(如肿瘤侵犯或胃壁炎性水肿导致)、病变浸润深度的确定且对浆膜面是否受侵等方面有着精准的量化指标^[4],并且能提供更加清晰的图像质量和更低的辐射剂量,所以可以更好地了解胃癌术前影像学信息,从而为提高诊断效能提供重要依据。现针对能谱 CT 在胃癌术前分期诊断中的研究新进展予以综述。

【作者简介】宋佳(1996-),女,中国河北廊坊人,研究生,从事腹部影像诊断研究。

【通讯作者】曹振东(1972-),男,主任医师,硕士研究生导师,从事腹部肿瘤的影像诊断研究。

2 能谱 CT 成像概述

能谱 CT 由既往的混合能量成像转为单能量成像, 采用高压发生器瞬时电压切换技术并配以动态变焦球管, 将传统的 X 线混合能量分解为 40~140KeV 的 101 个单能量^[5], 提供了新的诊断模式^[6,7]。

2.1 单能量成像

能谱 CT 较常规 CT 能够实现单能量成像, 任何时间、任何角度都能采集 140、70kVp 两种能量数据, 根据这两种能量数据可以确定 40 ~ 140keV 能量范围内体素的衰减系数。此外, 能谱 CT 还能通过最佳对比噪声比获取 101 个单能量图像, 其图像质量和信噪比更高^[8,9]。目前, 单能成像的研究热点主要有小病灶的检出、优化图像质量、低对比剂及低辐射剂量等方面。

多项研究表明^[10,11], 单能量成像可以获得较常规混合能量图像更高的病灶对比噪声比, 更有利于小病灶的检出, 且单能图像噪声较低^[12,13]。如今, 能量成像的研究热点还有最佳单能成像方面, 目的在于寻求对比噪声比较高且图像噪声较低的最佳单能水平, 中国和国际上学者在最佳单能方面的研究^[14,15]表明最佳单能量图像可在不增加辐射剂量的前提下, 较常规混能图像明显提高病灶的对比噪声比、降低图像噪声, 从而提高图像质量, 特别是对于细小的血管及解剖结构的显示具有重要的临床应用价值。也有研究者表明将具有不同特点的单能图像融合, 融合后的图像既具有较高的对比噪声比, 又具有较低的图像噪声, 能够清晰显示病灶的结构特征及周围组织结构^[16]。

研究表明^[17]单能图像的对比噪声比高且图像噪声低, 能够一定程度地提高 T 分期的诊断。且能谱 CT 适应性统计迭代重建技术通过对噪声统计并利用迭代算法进行噪声抑制, 从而使图像更加清晰, 大大降低了能谱成像的辐射剂量。

2.2 基物质图像

能谱 CT 采用高低两种电压瞬时切换所获得的衰减图像可表达为两种基物质的密度图像, 水和碘就是一组比较常用的基物质对, 通过物质分离可获得碘基图像及水基图像, 以往常规 CT 诊断疾病多局限于病变征象的分析, 物质分离能提供多个器官病变的定量分析方法。目前, 越来越多的基于物质分离诊断胃癌的相关研究被逐渐报道。

物质分离得到的碘基图像可显示肿瘤的血供情况, 同时

提供解剖和功能信息, 用于胃癌的诊断。通常选用标准化碘浓度 (normalized iodine concentration, nIC) 进行研究, 腹部研究常以病变的碘浓度与同层面腹主动脉的比值计算出标准化碘浓度, 这样可以排除对比剂总量及个体循环的差异等带来的影响。以往文献报道^[18]能谱 CT 动脉期的碘伪彩图可通过颜色差异提升视觉感官, 从而提高早期胃癌病灶的检出率。也有学者发现^[19], 早期胃癌和胃炎均会引起血管生成增多, 而动脉期的 NIC 对两者的鉴别存在一定限度。

2.3 能谱曲线

能谱 CT 成像可获得 40~140keV 共 101 个能量水平下的单能图像及相应单能图像下的 CT 值, 将这些值在 keV-CT 值坐标系中标出, 并用曲线相连就得到 keV-CT 值曲线, 该曲线被称为能谱衰减曲线。能谱曲线可反映不同物质随 X 线能量变化而衰减的不同特性, 可间接代表不同的物质成分, 为肿瘤组织来源的判断、良恶性鉴别、恶性肿瘤分级的判断等提供帮助^[20]。能谱曲线为物质的特征谱线, 不同物质能谱曲线特点不同, 各个单能量下的胃癌和胃壁的 CT 值有统计学差异, 有助于胃癌的诊断。

3 能谱 CT 在胃癌术前 TNM 分期中的新进展

3.1 T 分期

正常胃壁主要包括黏膜层、黏膜下层、肌层及浆膜层等, 在进行影像检查时, 正常胃壁对应的 CT 图像可观察到相应结构, 在出现病理变化后, 其结构会发生变化, 故可进行 T 分期的判断^[21]。但是, 在常规 CT 图像中很难完整显示, 尤其是对于早期胃癌的诊断和浆膜层侵犯的评估, 因此胃癌 CT 评估 T 分期的准确率还有待提高^[22]。

以往主要通过 CT 影像征象区分各期, 如通过“双轨征”诊断早期胃癌; 区分胃癌 T3 和 T4a 期的有效征象为浆膜层高强化线征 (如图 1 所示), 该征象主要与浆膜面受否受侵犯有关^[23]。研究表明^[24], 与正常胃壁相比, 胃癌浆膜外脂肪浸润处的碘浓度较正常胃壁有一定程度提高, 通过这种差别可对胃癌的浸润情况进行初步判断。中国有学者^[25]分析了胃癌的浸润深度发现, 在判断胃壁的浸润深度方面, 能谱 CT 单能量图像的准确率更高, 可较好地满足胃癌 T 分期的相关要求。另有学者^[26]分析了能谱单能量图像较混合能量图像与在判断胃癌 T 分期方面的准确性更高, 两者总的准确率分别为 68.97% 和 82.76%, 差异有统计学意义。

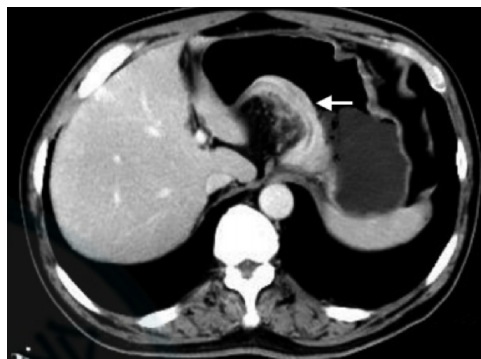


图1 贲门胃小弯腺癌 CT 图像

如图1所示是贲门胃小弯腺癌 CT 图像。患者女, 59岁, 腹痛、吞咽困难半年余。增强扫描静脉期显示贲门及胃体近小弯处胃壁增厚并呈明显分层样强化, 浆膜层可见线样强化。

3.2 N 分期

胃癌可同时伴随淋巴结转移, 但不同时期的淋巴结转移比例有一定差异。有无淋巴结转移是胃癌患者选择手术方式的主要依据, 且转移淋巴结数量也是影响进展期胃癌患者预后的主要因素。目前, 关于常规 CT 评价胃癌 N 分期的争议较大, 诊断准确率并不令人满意。有报道表明, 早期胃癌的淋巴结转移率为 10%, 进展期为 74.8%, 但个体差异差别较大, 进展期淋巴结转移的程度有所不同^[27]。就胃癌 N 分期而言, 第 8 版国际抗癌联盟 (UICC) 及美国癌症联合会 (AJCC) 明确提出短径 > 10mm 的淋巴结为可疑转移淋巴结, 根据临床工作和以往研究发现, 短径 < 5mm 的转移淋巴结也占较大比例, 这部分小的转移淋巴结在常规 CT 上难以分辨, 故在胃癌 N 分期的评价中, 仍需联合淋巴结大小、形态和数目进行综合评估^[28], 其评估标准还有待进一步探讨和总结。然而, 对于能谱 CT^[29] 的研究结果发现其对术前淋巴结转移的诊断具有一定的临床应用价值。以往有研究表明, 能谱 CT 判断胃癌 N 分期的准确率较常规 CT 高 19%^[30], 有学者研究发现^[31], 利用能谱 CT 成像中的 70keV 单能量的 CT 值来诊断胃癌淋巴结转移的准确率较高, 联合应用淋巴结 IC 值、NIC 值、长短径比值和能谱曲线斜率可提高胃癌淋巴结转移诊断的准确性^[32,33]。

中国学者许琦^[34]将病理诊断作为转移淋巴结的参照, 对能谱 CT 与双源双能 CT 诊断胃癌的转移淋巴结的符合率进行比较, 结果显示能谱 CT 与病理诊断的一致性更高, 能谱 CT 单能成像对转移淋巴结诊断准确率为 80%, 高于常规混能 CT 的诊断准确性, 且两组淋巴结之间在动静脉两期的标准化碘浓度差异均具有统计学意义, 胃癌原发病灶和转移淋巴结的

特征性能谱曲线类似, 表现出一定的同源性, 可据此判断胃癌淋巴结转移, 能谱 CT 单能成像在鉴别胃周转移及非转移淋巴结具有一定的应用价值, 能提高胃癌术前 N 分期的诊断准确率, 因此以 CT 诊断为基础并结合功能 CT 的研究为评估 CT 胃癌 N 分期提供具有潜力的新方向。

3.3 M 分期

淋巴结及血液转移为胃癌最常见的远处转移途径, 其中胰腺、肝脏和肺脏等为胃癌的主要远处转移部位。在第 8 版 UICC/AJCC 分期中远隔淋巴结转移也被定为 M1 期。

有研究表明, 在判断胃癌分期方面, 多层螺旋 CT 可有效确定邻近组织器官的转移情况^[35]。目前, 关于能谱 CT 在胃癌远处转移方面的报道较少, 但基于能谱 CT 的单能量成像及低剂量扫描等方面的优势, 相信其将为胃癌远处转移提供更为直接有效的影像依据。

4 结语

能谱 CT 成像在胃癌相关指标的评估中已逐渐得到广泛应用。能谱 CT 成像具有多参数定量成像的优势, 其中单能量成像、基物质成像 (应用最广泛地为碘 - 水基物质分离)、能谱曲线 (主要为斜率) 等技术, 对提高早期胃癌的检出率, 进展期胃癌的鉴别诊断具有一定作用, 大大提高了病灶的检出率以及定性的准确率。未来, 能谱 CT 成像将为多学科诊疗模式提供了新思路。

参考文献

- [1] ZHANG, X. Rankl expression predicts poor prognosis in gastric cancer patients: results from a retrospective and single-center analysis[J]. *Brazilian Journal of Medical & Biological Research*, 2018, 51(03):e6265.
- [2] Ajani J A, Bentrem D J, Besh S, et al. Gastric cancer, version 2.2013: featured updates to the NCCN Guidelines.[J]. *Journal of the National Comprehensive Cancer Network Jcnccn*, 2013,11(5):531-546.
- [3] Lin Y, Chiu N, Li A F, et al. Unusual gastric tumors and tumor-like lesions: Radiological with pathological correlation and literature review[J]. *World Journal of Gastroenterology*, 2017,23(14):2493.
- [4] 刘爱连, 沈云. 能谱 CT 临床应用图谱 [M]. 北京: 人民军医出版社, 2012.
- [5] 陈万青, 郑荣寿, 张思维, 等. 2012 年中国恶性肿瘤发病和死亡分析 [J]. *中国肿瘤*, 2017,25(1):1-10.

- [6] Megibow A J, Kambadakone A, Ananthkrishnan L. Dual-Energy Computed Tomography: Image Acquisition, Processing, and Workflow[J]. *Radiologic Clinics of North America*, 2018,56(4):507-520.
- [7] Krauss B. Dual-Energy Computed Tomography: Technology and Challenges[J]. *Radiol Clin North Am*, 2018,56(4):497-506.
- [8] 林晓珠, 沈云, 陈克敏. CT 能谱成像的基本原理与临床应用研究进展 [J]. *中华放射学杂志*, 2011,45(08):798-800.
- [9] 沈云. 宝石 CT 能谱成像原理及其扫描射线剂量 [J]. *中国医疗设备*, 2012,27(9):13-16.
- [10] 叶晓华, 周诚, 吴国庚, 等. CT 能谱单能量成像对不同肝脏肿瘤检出影响的初步探讨 [J]. *中华放射学杂志*, 2011,45(08):718-722.
- [11] Lv P, Lin X Z, Chen K, et al. Spectral CT in patients with small HCC: investigation of image quality and diagnostic accuracy[J]. *European Radiology*, 2012,22(10):2117-2124.
- [12] He J, Ma X, Wang Q, et al. Spectral CT Demonstration of the Superior Mesenteric Artery[J]. *Academic Radiology*, 2014,21(3):364-368.
- [13] 王杏娟, 任小璐, 王雪梅, 等. 能谱 CT 单能量成像在提高下肢 CT 静脉成像质量中的价值 [J]. *中华放射学杂志*, 2013,47(06):563-565.
- [14] Koga H, Sasaki M, Kuwabara Y, et al. An analysis of the physiological FDG uptake pattern in the stomach[J]. *Annals of Nuclear Medicine*, 2003,17(8):733-738.
- [15] Ma Q, Xin J, Zhao Z, et al. Value of 18F-FDG PET/CT in the diagnosis of primary gastric cancer via stomach distension[J]. *European Journal of Radiology*, 2013,82(6):e302-e306.
- [16] 张晓鹏. 探索的精神与乐趣——CT 能谱成像临床应用研究中的思考 [J]. *中华放射学杂志*, 2011,45(08):709-712.
- [17] Li C, Shi C, Zhang H, et al. Computer-Aided Diagnosis for Preoperative Invasion Depth of Gastric Cancer with Dual-Energy Spectral CT Imaging[J]. *Academic Radiology*, 2015,22(2):149-157.
- [18] 田士峰, 刘爱连, 汪禾青, 等. 单源双能 CT 碘基图对早期胃癌的诊断价值 [J]. *中华临床医师杂志: 电子版*, 2016(23):3674-3677.
- [19] Meng X, Ni C, Shen Y, et al. Differentiating malignant from benign gastric mucosal lesions with quantitative analysis in dual energy spectral computed tomography: Initial experience[J]. *Medicine*, 2017,96(2):e5878.
- [20] Yu Y, Lin X, Chen K, et al. Hepatocellular carcinoma and focal nodular hyperplasia of the liver: differentiation with CT spectral imaging[J]. *European Radiology*, 2013,23(6):1660-1668.
- [21] Tsuda K. Intramural invasion of gastric cancer: evaluation by CT with water-filling method.[J]. *Journal of Computer Assisted Tomography*, 1995,19(6):941.
- [22] Seevaratnam R, Cardoso R, McGregor C, et al. How useful is preoperative imaging for tumor, node, metastasis (TNM) staging of gastric cancer? A meta-analysis[J]. *Gastric Cancer*, 2012,15(S1):3-18.
- [23] KIM, T. U, S., et al. MDCT features in the differentiation of T4a gastric cancer from less-advanced gastric cancer: significance of the hyperattenuating serosa sign.[J]. *British Journal of Radiology*, 2013(07):664-665.
- [24] Zhang X P, Wang Z L, Tang L, et al. Support vector machine model for diagnosis of lymph node metastasis in gastric cancer with multidetector computed tomography: a preliminary study[J]. *BMC Cancer*, 2011,11(1):1471-2407.
- [25] 陈岩, 梁盼, 高歌, 等. 能谱 CT 多向调整多平面重组在术前评估胃癌 T 分期中的价值 [J]. *临床放射学杂志*, 2016(02):213-219.
- [26] 贾勇, 刘园蔚, 程楠, 等. 宝石能谱 CT 在胃癌术前分型及分期中的应用价值 [J]. *实用癌症杂志*, 2017,32(05):757-759+762.
- [27] Liu, Jin-Yuan, Deng, et al. Clinical significance of skip lymph-node metastasis in pN1 gastric-cancer patients after curative surgery[J]. *Gastroenterology Report*, 2019(01):113-114.
- [28] Fukuya T, Honda H, Hayashi T, et al. Lymph-node metastases: efficacy for detection with helical CT in patients with gastric cancer.[J]. *Radiology*, 1995,197(03):705-711.
- [29] Jing L, Fang M, Wang R, et al. Diagnostic accuracy of dual-energy CT-based nomograms to predict lymph node metastasis in gastric cancer[J]. *European Radiology*, 2018,28(12):46-48.
- [30] Pan Z, Pang L, Ding B, et al. Gastric Cancer Staging with Dual Energy Spectral CT Imaging[J]. *Plos One*, 2013,8(2):e53651.
- [31] Zhou Z, Yu L, Meng K, et al. Application of spectral CT imaging in evaluating lymph node metastasis in patients with gastric cancers: initial findings[J]. *Acta Radiologica*, 2018,60(4):12867-19025.
- [32] 王云玲, 宋娟, 杜江华, 等. 双源 CT 能谱成像定性评估胃癌转移淋巴结 [J]. *中国医学影像技术*, 2018,34(05):705-708.
- [33] 柴亚如, 高剑波, 邢静静, 等. 能谱 CT 定量参数对胃癌淋巴结的定性评估价值 [J]. *实用放射学杂志*, 2018,034(03):398-400+451.
- [34] 许琦, 张建军, 章文叙, 等. 宝石能谱 CT 对胃癌区域淋巴结转移的诊断价值 [J]. *浙江医学*, 2015,34(06):454-457.
- [35] 张锋云. 多层螺旋 CT 增强扫描在进展期胃癌诊断的应用分析 [J]. *中华肿瘤防治杂志*, 2018,25(S1):98-99.