

论 著

增强CT肿瘤特征对pT1-2期胃癌患者淋巴结转移的预测价值*

贾兆刚 杨晓云 刘中文
路韦唯 袁 飞*武警特色医学中心医学影像科
(天津 河东 300162)

【摘要】目的 探讨pT1-2期胃癌患者增强计算机断层扫描(CT)参数对淋巴结转移的预测价值。方法 回顾性分析2017年1月-2023年12月我院收治的经病理证实为T1-2期103例胃癌患者临床资料。门静脉期测量肿瘤体积和肿瘤CT密度,并计算肿瘤增强百分比。使用Spearman秩相关分析肿瘤体积、增强CT特征与胃癌患者N分期的相关性。采用受试者工作特征曲线(ROC)分析进一步研究肿瘤体积、增强特征对pT1-2胃癌淋巴结转移的预测效能。结果 肿瘤体积增大、门静脉期肿瘤CT密度更高、门静脉期增强百分比更大与病理N分期更高具有相关性($r=0.307, 0.558$ 和 0.586)。无淋巴结转移组的肿瘤体积、门静脉期肿瘤CT密度、肿瘤增强百分比均小于淋巴结转移组(P 均 <0.05)。肿瘤增强百分比预测pT1-2期胃癌淋巴结转移的AUC最大为 0.887 ,准确性最高为 84.47% ,最佳诊断切点为 145.2% 。结论 肿瘤体积、肿瘤增强百分比对pT1-2胃癌高淋巴结转移的预测具有较高价值。

【关键词】计算机断层扫描;造影剂增强;胃癌;淋巴结转移;肿瘤体积

【中图分类号】R445.3

【文献标识码】A

【基金项目】天津市科技计划项目
(15ZXLC5Y00040)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.02.050

Predictive Value of Enhanced CT Features for Lymph Node Metastasis in Patients with Pt1-2 Stage Gastric Cancer*

JIA Zhao-gang, YANG Xiao-yun, LIU Zhong-Wen, LU Wei-wei, YUAN Fei*.

Department of Medical Imaging, Characteristic Medical Center of PAPF, Hedong 300162, Tianjin, China

ABSTRACT

Objective To explore the predictive value of enhanced computed tomography (CT) parameters for lymph node metastasis in patients with pT1-2 stage gastric cancer. **Methods** A retrospective analysis was conducted on the clinical data of 103 patients with T1-2 stage gastric cancer confirmed by pathology admitted to our hospital from January 2017 to December 2023. Measure the tumor volume and CT density during the portal vein phase, and calculate the percentage of tumor enhancement. Use Spearman rank correlation analysis to investigate the correlation between tumor volume, enhanced CT features, and N-stage of gastric cancer patients. The predictive efficacy of tumor volume and enhanced features on lymph node metastasis in pT1-2 gastric cancer was further studied using receiver operating characteristic curve (ROC) analysis. **Results** The increase in tumor volume, higher CT density in the portal vein phase, and higher percentage of enhancement in the portal vein phase are correlated with higher pathological N-stage ($r=0.307, 0.558$, and 0.586). The tumor volume, portal vein phase tumor CT density, and tumor enhancement percentage in the group without lymph node metastasis were all smaller than those in the group with lymph node metastasis ($P<0.05$). The maximum AUC for predicting lymph node metastasis in pT1-2 stage gastric cancer with tumor enhancement percentage is 0.887 , the highest accuracy is 84.47% , and the optimal diagnostic cut-off point is 145.2% . **Conclusion** Tumor volume and tumor enhancement percentage have high value in predicting high lymph node metastasis in pT1-2 gastric cancer.

Keywords: Computed Tomography; Contrast Agent Enhancement; Gastric Cancer; Lymph Node Metastasis; Tumor Volume

我国是全球胃癌发病率和死亡率最高的国家^[1]。淋巴结转移情况是决定患者预后和治疗方式的关键因素之一^[2]。早期胃癌发生淋巴结转移比例较低,局限于粘膜层的早期胃癌淋巴结转移率为 $2\%-5\%$,当肿瘤侵入粘膜下层时,淋巴结转移率上升到 $10\%-25\%$ ^[3-4]。术前准确判断淋巴结转移情况对治疗策略和预测预后至关重要。当患者病理T分期(pathological T)2期时,淋巴结转移风险更高。对于未发生淋巴结转移的胃癌患者可通过内镜下治疗,而对于淋巴结转移高风险者则需胃癌D2标准根治术以淋巴结清扫^[5]。

目前预测pT1-2胃癌患者淋巴结转移情况主要有¹⁸F-氟代脱氧葡萄糖正电子发射计算机断层摄影(¹⁸F-FDG PET/CT)、超声内镜和计算机断层扫描(computer tomography, CT)判断胃癌患者淋巴结转移的常用方法。但¹⁸F-FDG PET/CT和超声内镜检查在诊断淋巴结转移方面准确率均不理想^[6-7]。而目前常规CT检查也仅通过淋巴结的位置、大小判断是否存在转移,其准确率也相对有限^[8]。因此,目前尚需要其他CT参数综合判断以提高诊断淋巴结转移的准确性。既往研究证实,肿瘤体积大小与早期胃癌淋巴结转移具有相关性^[9-10]。而CT增强特征已经用于直肠癌患者淋巴结转移的诊断^[11]。基于此,本研究探讨pT1期胃癌CT测量的肿瘤体积和增强参数对淋巴结转移的预测价值,以期对早期胃癌患者的淋巴结转移预测提供新的参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2017年1月至2023年12月我院收治的经病理证实为T1-2期胃癌患者临床资料。

纳入标准:病理证实为T1、T2期胃癌,无论N和M分期情况;术前接受CT扫描检测;CT扫描前未进行放、化疗;接受手术治疗并行淋巴结病理检查。排除标准:残胃癌、神经内分泌肿瘤、胃肠间质瘤等;既往上腹部手术史;CT图像不清、胃部显影不佳;合并其他恶性肿瘤。本研究为回顾性研究,获得了患者知情同意豁免。

1.2 CT扫描 所有患者均使用GELightspeedVCTXT64排CT进行检查,管电压:120kV,管电流:280mAs,准直器宽度:64×0.625mm,螺距:0.980,层厚:1.25mm,层间距:1.2mm。患者均在禁食8小时以上进行CT检查,检查前约20分钟口服800-1000mL水和肌肉注射10mg山莨菪碱以充盈胃腔。使用1.5-2.0mL/kg的碘海醇注射液(通用电气药业(上海)有限公司,欧乃派克)以3.0mL/s的注射流速给药进行强化造影,在造影剂注射后的动脉期25s,门静脉50-60s获得患者上腹部CT图像。

1.3 CT图像分析 由2例对患者临床病理情况不知情的放射医生进行门静脉期CT图像分析。由2例医师讨论确定肿瘤边缘轮廓(图1),当难以鉴别肿瘤组织与临近正常胃壁组织时,则将胃壁局灶性增厚6mm部分或伴有明显增强更大部分纳入感兴趣区(region of interest, ROI)^[12]。

【第一作者】贾兆刚,男,主治医师,主要研究方向:消化肿瘤影像学诊断。E-mail: jiazhaogang@126.com

【通讯作者】袁 飞,女,主任医师,主要研究方向:神经系统影像学诊断。E-mail: yuanfei99@126.com

计算肿瘤体积=每个ROI面积×层厚(5mm)。计算门静脉期增强百分比=(肿瘤直径最大层面门静脉期病变ROI的CT密度-肿瘤直径最大层面增强前病变ROI的CT密度)/肿瘤直径最大层面增强前病变ROI的CT密度×100%，其中密度以(Hounsfield unit, HU)单位表示。

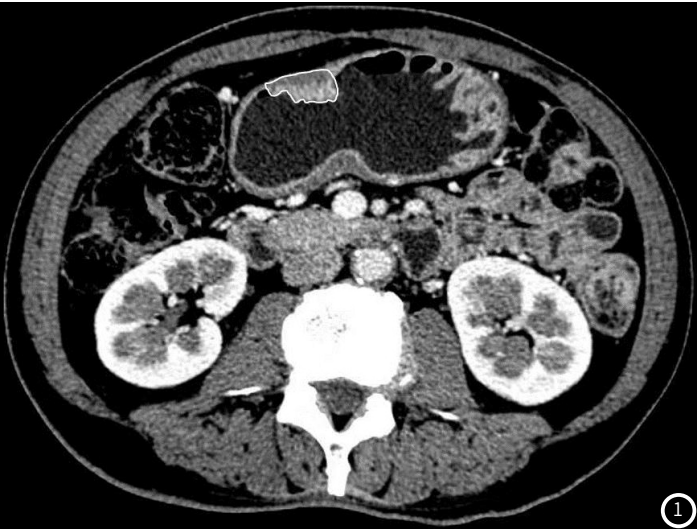


图1 一例59岁男性门静脉期CT图像。显示胃壁增厚，并伴有不均匀增强。白色实线为沿着肿瘤边缘手动绘制的感兴趣区域。患者病理诊断为印戒细胞癌，浸润至粘膜下层。

1.4 统计分析 所有统计分析均使用SPSS 24进行。满足正态分布的计量资料采用平均值±标准差描述，组间差异使用t检验，不符合正态分布的计量资料采用中位数(四分位数间距)进行描述，以M(1/4M,3/4M)描述，组间差异使用Mann-Whitney U检验。使用Spearman秩相关分析增强CT肿瘤参数与不同N分期相关性(r值0.00-0.20为较差；r值0.21-0.40为尚可；r值0.41-0.60为中等；r值0.61-0.80为良好；r值0.81-1.00为优良)。使用受试者工作特

征曲线(receiver operating characteristic, ROC)分析评估CT肿瘤参数对pT1-2期胃癌淋巴结转移的预测效能。P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 纳入胃癌患者一般资料 研究共纳入103例患者，平均年龄58.76±12.04，其中男性67例，女性36例。68例患者为pT1，35例为pT2分期。69例(66.99%)患者为N0，14例(13.59%)患者为N1，12例(11.65%)患者为N2，8例(7.77%)患者为N3。纳入患者一般资料情况，详见表1。

项目	无淋巴结转移	淋巴结转移		
		N1	N2	N3
病例[n(%)]	69(66.99%)	14(13.59%)	12(11.65%)	8(7.77%)
年龄(岁)	59.13±10.28	61.89±8.64	59.97±10.35	56.05±11.28
男性/女性[n(%)]	44/25	9/5	6/6	8/0
T1/T2[n]	53/16	7/7	5/7	3/5

2.2 胃癌患者CT形态学参数与N分期相关性分析 肿瘤体积增大、门静脉期肿瘤CT密度更高、门静脉期增强百分比更大与病理N分期更高具有相关性。其中门静脉期肿瘤增强百分比与病理N分期相关因子(r)最高(r=0.586, P<0.001)，其次为门静脉期肿瘤密度(r=0.558, P<0.001)和肿瘤体积(r=0.307, P=0.004)。详见表2。

2.3 淋巴结转移组与无淋巴结转移组CT参数比较 无淋巴结转移组的肿瘤体积、门静脉期肿瘤CT密度、肿瘤增强百分比均小于淋巴结转移组(P均<0.05)。而两组患者平扫肿瘤CT密度差异无统计学意义(P=0.400)，详见表3。

2.4 不同CT参数预测诊断淋巴结转移的ROC曲线分析 使用ROC曲线分析进一步评估肿瘤体积、门静脉期肿瘤CT密度和肿瘤增强百分比对区分淋巴结转移的诊断效果，结果可见肿瘤增强百分比预测pT1-2期胃癌淋巴结转移的AUC最大为0.887，准确性最高为84.47%，最佳诊断切点为145.2%，其次门静脉期肿瘤CT密度(AUC=0.841)和肿瘤体积(AUC=0.659)，详见图2和表4。

表2 胃癌患者CT形态学参数与N分期相关性分析[M(1/4M,3/4M)]

项目	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	r(95% CI)	P值
肿瘤体积(mm ³)	14.38(1.87,62.86)	21.76(10.68,101.84)	23.96(7.57,64.85)	22.97(12.75,95.02)	0.307(0.104-0.485)	0.004
平扫肿瘤CT密度(HU)	33.96(14.86,55.66)	31.47(24.64,42.51)	31.23(23.51,38.77)	33.75(21.63,41.52)	-0.076(-0.281-0.141)	0.490
门静脉期肿瘤CT密度(HU)	67.56(22.16,98.16)	94.61(66.03,119.38)	89.72(79.24,104.62)	80.8(70.99,148.19)	0.558(0.394-0.688)	<0.001
肿瘤增强百分比(%)	102.14(14.28,305.61)	203.08(117.26,315.33)	191.27(136.34,257.82)	149.35(92.61,305.16)	0.586(0.426-0.709)	<0.001

表3 有无淋巴结转移组患者CT参数比较[M(1/4M,3/4M)]

项目	淋巴结转移组(n=34)	无淋巴结转移(n=69)	Z值	P值
肿瘤体积(mm ³)	23.17(18.28,38.55)	13.95(8.76,26.17)	2.763	0.004
平扫肿瘤CT密度(HU)	33.18(29.13,36.87)	34.2(30.16,37.11)	0.931	0.401
门静脉期肿瘤CT密度(HU)	87.49(79.48,100.75)	67.93(58.36,75.58)	5.526	<0.001
肿瘤增强百分比(%)	178.55(133.67,234.27)	104.21(82.19,124.06)	5.841	<0.001

表4 不同CT参数预测诊断淋巴结转移的ROC曲线参数

参数	AUC	诊断阈值	敏感性(%)	特异性(%)	准确性(%)
肿瘤体积(mm ³)	0.659	17.4	82.35(28/34)	57.97(40/69)	66.02(57/103)
门静脉期肿瘤CT密度(HU)	0.841	76	91.18(31/34)	75.36(52/69)	80.58(69/103)
肿瘤增强百分比(%)	0.887	145.2	70.59(24/34)	91.30(63/69)	84.47(73/103)

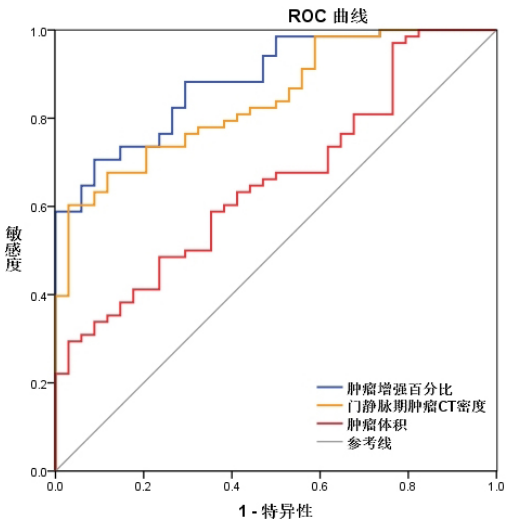


图2 不同CT参数预测诊断淋巴结转移的ROC曲线。

3 讨论

手术是早期胃癌患者的主要治疗方法,传统开腹手术后存在如消化不良、缺铁性贫血等多种远期并发症,一定程度上影响患者的生活质量^[3,5]。以内镜下黏膜下剥离术和内镜黏膜切除术等微创手术为主要手段的内镜下手术是未发生淋巴结转移的胃癌患者治疗的首选。但目前由于缺少在术前识别淋巴结转移准确的可靠的检测方法,临床中部分早期胃癌患者存在过度治疗。pT1-2患者的淋巴结状态对于决定治疗策略至关重要。为了更好的实现胃癌患者的个体化治疗,如何术前准确识别淋巴结转移成为亟待解决的问题。尽管前哨淋巴结活检是诊断胃癌患者淋巴结转移的潜在有效方法,但其具有一定侵入性及假阴性率较高的问题,临床应用受到一定限制^[6,13]。既往报道中,使用CT预测胃癌患者TNM分期具有一定优势,但平扫CT对胃癌患者N分期的准确率尚不理想^[14-15]。已证实,N分期与肿瘤体积和性质具有较强的相关性^[11]。基于此,本研究探讨了增强CT测量的肿瘤体积和肿瘤增强比例对N分期的价值。

胃周围的淋巴系统相对复杂,而CT检查具有可重复性高、无创、临床可及性强等优点,不仅为胃癌中TNM分期提供参考,而且可通过多层次分析淋巴结转移情况。本研究发现,肿瘤体积、门静脉期CT密度和门静脉期肿瘤增强百分比均与pT1-2胃癌的病理N分期相关,且上述三个参数对是否发生淋巴结转移均具有较高预测价值。

由于胃癌组织是三维结构,其在不同方向和平面上的生长速率不均。因此,单一平面的重量最大直径不能完全准确反映淋巴结转移能力^[16]。与本研究类似,也有研究证实了在可切除的胃癌中,多排CT测量的肿瘤总体积与淋巴结转移相关^[17]。本研究发现胃肿瘤体积越大其淋巴结转移的风险和越高,且N分期更差。

肿瘤增强百分比已用于肝细胞癌患者微血管侵犯评估^[18]、胃癌患者肝转移发生情况^[19]、直肠癌的淋巴结转移风险^[11]等多个方面。这些研究均证实了,肿瘤增强特征对评估肿瘤预后、临床分期起着至关重要的作用。本研究则发现,门静脉期肿瘤CT密度、门静脉期肿瘤增强百分比对pT1-2期胃癌中的淋巴结转移均具有预测诊断机制。实体瘤生长主要依赖于周围血管生成,周围血管在为肿瘤生长提供营养时也增加了肿瘤转移可能。而肿瘤组织中新血管形成也是导致增强CT扫描时肿瘤出现强化的原因。与正常血管相比,肿瘤毛细血管的内皮细胞间隙更宽,基底膜不连续,使肿瘤细胞更容易穿透而发生肿瘤远处转移^[20]。值得注意的是,本研究中N1期患者门静脉期肿瘤CT密度较N2和N3期患者略高。分析其原因可能与肿瘤细胞转移到前哨淋巴结后,转移性淋巴结的增加与肿瘤本身状况关系不再密切,更多的是从一个淋巴结转移到另一个淋巴结过程有关。尽管既往不少研究直接使用CT测量的淋巴结直径来评价是否存在转移,但淋巴结肿大受到炎症影响而产生较高假阳性,如Saito T等人研究显示,靠淋巴结增大判断是否存在淋巴结转移的准确率约在70%左右^[21]。当然目前尚无基于CT特征的直接判断淋巴结受累标准。因此,本研究未纳入此CT参数进行研究。

本研究存在以下研究不足和局限。首先,研究仅基于单一中心,且纳入患者均为病理确认淋巴结状态患者,这些患者本身就多为考虑存在淋巴结转移者,因此不可避免地存在一定选择偏倚。其次,手动测量胃肿瘤体积可能存在一定误差,但今后随着人工智能技术发展,对于肿瘤边缘的选择可能进一步代替手动选择,进而成为更为精准、便捷的肿瘤体积评估方法。

综上所述,本研究证实肿瘤体积、门静脉期肿瘤CT密度和门静脉期肿瘤增强百分比可用于pT1-2期胃癌患者淋巴结转移的预测。本研究结论有助于提高术前淋巴结转移的诊断准确性,对患者个性化治疗提供影像学依据。

参考文献

- [1] Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries [J]. *CA Cancer J Clin*, 2021, 71 (3): 209-249.
- [2] Khan U, Shah MA. Optimizing therapies in the perioperative management of gastric cancer [J]. *Curr Treat Options Oncol*, 2019, 20 (7): 57.
- [3] Ilson DH. Advances in the treatment of gastric cancer: 2020-2021 [J]. *Curr Opin Gastroenterol*, 2021, 37 (6): 615-618.
- [4] Kinami S, Saito H, Takamura H. Significance of lymph node metastasis in the treatment of gastric cancer and current challenges in determining the extent of metastasis [J]. *Front Oncol*, 2022, 11: 806162.
- [5] 中华医学会肿瘤学分会, 中华医学会杂志社. 中华医学会胃癌临床诊疗指南 (2021版) [J]. *中华医学杂志*, 2022, 102 (16): 1169-1189.
- [6] 孔云飞. 早期胃癌淋巴结转移诊断研究进展 [J]. *疑难病杂志*, 2023, 22 (8): 889-892, 896.
- [7] Liu Q, Li J, Xin B, et al. 18F-FDG PET/CT radiomics for preoperative prediction of lymph node metastases and nodal staging in gastric cancer [J]. *Front Oncol*, 2021, 11: 723345.
- [8] 吴林霞, 韩萍. CT与MRI新技术在胃癌T分期中的研究及进展 [J]. *临床放射学杂志*, 2022, 41 (4): 768-771.
- [9] 刘晓航, 周良平, 彭卫军. CT显示胃癌病灶体积、强化程度、病理指标与胃周淋巴结转移的相关性研究 [J]. *肿瘤影像学*, 2014 (4): 297-301.
- [10] 刘娜, 杜敏, 张谷青, 等. 18F-FDG PET/CT显像在胃癌伴同时性腹膜转移中的预测价值 [J]. *医学影像学杂志*, 2023, 33 (1): 43-47.
- [11] Tang Y, Rao S, Yang C, et al. Value of MRI morphologic features with pT1-2 rectal cancer in determining lymph node metastasis [J]. *J Surg Oncol*, 2018, 118 (3): 544-550.
- [12] Kawanami S, Komori M, Tsurumaru D, et al. Description of early gastric cancer with wall-carving technique on multidetector computed tomography [J]. *Jpn J Radiol*, 2011, 29 (1): 76-82.
- [13] 周家杰, 王峰, 李东亮, 等. 前哨淋巴结导航手术应用于早期胃癌治疗中的研究进展 [J]. *中华普通外科杂志*, 2021, 36 (4): 314-317.
- [14] 胡原, 单秀红. 多排螺旋CT对胃癌T分期的诊断价值 [J]. *医学综述*, 2019, 25 (24): 5012-5015.
- [15] 王雷, 吴白龙, 王小雷, 等. 基于增强CT影像学在预测胃癌术前病理分级中的价值 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2021, 19 (12): 147-149, 153.
- [16] Jang JY, Kim MJ, Ryu G, et al. Prediction of lymph node metastasis by tumor dimension versus tumor biological properties in head and neck squamous cell carcinomas [J]. *Cancer Res Treat*, 2016, 48: 54-62.
- [17] Li H, Chen XL, Li JR, et al. Tumor volume of resectable gastric adenocarcinoma on multidetector computed tomography: association with N categories [J]. *Clinics (Sao Paulo)*, 2016, 71 (4): 199-204.
- [18] 张志, 李进涛, 刘朝敏. 动态增强CT对原发性肝癌微血管侵犯的预测价值 [J]. *山东医药*, 2023, 63 (28): 50-53.
- [19] Tsurumaru D, Nishimura Y, Muraki T, et al. Gastric cancer with synchronous and metachronous hepatic metastasis predicted by enhancement pattern on multiphasic contrast-enhanced CT [J]. *Eur J Radiol*, 2018, 108: 165-171.
- [20] Liu P, Ding P, Sun C, et al. Lymphangiogenesis in gastric cancer: function and mechanism [J]. *Eur J Med Res*, 2023, 28 (1): 405.
- [21] Saito T, Kurokawa Y, Takiguchi S, et al. Accuracy of multidetector-row CT in diagnosing lymph node metastasis in patients with gastric cancer [J]. *Eur Radiol*, 2015, 25 (2): 368-374.

(收稿日期: 2024-01-25)

(校对编辑: 翁佳鸿)