

论 著

胃癌伴淋巴结转移能谱CT、CTP影像特征及预测价值*

张则才^{1,*} 杨丽兵¹ 曹英伟¹韩明利²

1. 鹤壁市人民医院肝胆外科

(河南 鹤壁 458030)

2. 郑州大学第一附属医院普外科

(河南 郑州 450000)

【摘要】目的 探究胃癌伴淋巴结转移患者能谱电子计算机断层扫描(CT)、CT灌注成像(CTP)影像特征及预测价值。**方法** 选取本院2021年1月至2024年1月收治的38例胃癌伴淋巴结转移患者作为淋巴结转移组,另取同期38例胃癌不伴淋巴结转移患者作为淋巴结未转移组,所有研究对象均于入院后接受能谱CT和CTP检查。比较两组CT影像特征(CT平扫值、淋巴结短长径之比、淋巴结短径)和CTP影像特征[达峰时间(TTP)、血流量(BF)、Patlak表面通透性(PPS)、Patlak血容量(PBV)];采用ROC曲线分析CT和CTP参数对胃癌伴淋巴结转移患者的预测价值。**结果** 淋巴结转移组的淋巴结短长径之比、淋巴结短径、PPS和BF值较淋巴结未转移组的更大($P<0.05$)。ROC曲线分析结果显示,淋巴结短长径之比(AUC=0.724)、淋巴结短径(AUC=0.819)、PPS(AUC=0.824)和BF值(AUC=0.800)对胃癌伴淋巴结转移患者具有良好的预测价值($P<0.05$)。**结论** 伴淋巴结转移和不伴淋巴结转移胃癌患者的能谱CT、CTP影像特征均存在差异,且CTP的检出效果更好,CT联合CTP检查参数对患者预测价值良好。

【关键词】 胃癌;淋巴结转移;能谱CT;CT灌注成像

【中图分类号】R735.2

【文献标识码】A

【基金项目】国家自然科学基金(82072932);河南省医学科技攻关计划项目省部共建重点项目(SBGJ2020002034)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.03.048

Characteristics and Predictive Value of Spectral CT and CTP in Patients with Gastric Cancer and Lymph Node Metastasis*

ZHANG Ze-cai^{1,*}, YANG Li-bing¹, CAO Ying-wei¹, HAN Ming-li².

1. Department of Hepatobiliary Surgery, People's Hospital of Hebi, Hebi 458030, Henan Province, China

2. Department of General Surgery, The First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450000, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To explore characteristics and predictive value of spectral computed tomography (CT) and CT perfusion imaging (CTP) in patients with gastric cancer and lymph node metastasis. **Methods** A total of 38 patients with gastric cancer and lymph node metastasis and 38 patients only with gastric cancer in the hospital were enrolled as lymph node metastasis group and lymph node non-metastasis group between January 2021 and January 2024, respectively. All patients underwent spectral CT and CTP examinations after admission. The imaging characteristics of CT (CT plain scan, short/long diameter ratio of lymph node, short diameter of lymph node) and CTP [time to peak (TTP), blood flow (BF), Patlak permeability surface (PPS), Patlak blood volume (PBV)] were compared between the two groups. The predictive value of CT and CTP parameters in patients with gastric cancer and lymph node metastasis was analyzed by ROC curves. **Results** The short/long diameter ratio of lymph node, short diameter of lymph node, PPS and BF in lymph node metastasis group were higher than those in lymph node non-metastasis group ($P<0.05$). The results of ROC curves analysis showed that short/long diameter ratio of lymph node (AUC=0.724), short diameter of lymph node (AUC=0.819), PPS (AUC=0.824) and BF (AUC=0.800) were of good predictive value for patients with gastric cancer and lymph node metastasis ($P<0.05$). **Conclusion** The imaging characteristics of spectral CT and CTP are different in gastric cancer patients with and those without lymph node metastasis. The detection effect of CTP is better, and combined detection of CT and CTP parameters has good predictive value.

Keywords: Gastric Cancer; Lymph Node Metastasis; Spectral CT; CT Perfusion Imaging

亚洲每年新出现的胃癌病例占到全球70%以上,它也是我国发病率第二、致死率第三的高度恶性的消化系统肿瘤,胃癌患者早期基本没有特异性临床症状,故延误了疾病的诊治,使得大部分患者确诊时已处于晚期,同时进展至晚期的胃癌常伴有其他位置的淋巴结转移,临床治疗相对复杂^[1-2]。而淋巴结转移是胃癌主要的转移方式,伴淋巴结转移的胃癌能够影响患者预后及其对化疗方案的选择^[3]。研究表明,淋巴结转移是癌症细胞进一步扩散的来源,这证明淋巴结转移的机制极其重要^[4]。能谱CT是一种将X线混合能量通过数学计算手段分解成40-140keV的101个连续不断地单能量,从而获得不同物质的能谱曲线和虚拟单能图像的一种新型影像学诊断手段,该技术拥有更高清的解剖结构图和病变特征显示^[5]。CT灌注成像(CT perfusion imaging, CTP)是基于静脉注射对比剂后的组织密度局部变化间接反映组织血管生成和血流动力学变化的检查方法^[6]。本研究通过探究胃癌伴淋巴结转移患者能谱CT、CTP影像特征及预测价值,以为临床提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取本院2021年1月至2024年1月收治的38例胃癌伴淋巴结转移患者作为淋巴结转移组,另取同期38例胃癌不伴淋巴结转移患者作为淋巴结未转移组,所有研究对象均于入院后接受能谱CT和CTP检查。淋巴结转移组男/女=25/13,病灶部位:胃体8例,胃窦19例,胃底11例;低度分化20例,中度分化16例,高度分化2例;T1期4例,T2期5例,T3期12例,T4期17例。淋巴结未转移组男/女=23/15,病灶部位:胃体9例,胃窦17例,胃底12例;低度分化13例,中度分化19例,高度分化6例;T1期12例,T2期10例,T3期11例,T4期5例。本研究符合《赫尔辛基宣言》基本准则。

纳入标准: 患者均符合指南^[7]中胃癌诊断标准,并经病理学检查确诊;CT和CTP检查前患者均未接受放疗和靶向药物治疗;无CT和CTP检查禁忌证;既往无胃切除术或内镜切除史;临床资料完整。排除标准:患者影像学资料质量差;心、肝和肾等重要脏器功能障碍;存在其他恶性肿瘤;胃腔充盈不佳,呼吸波动大。

1.2 检查方法 所有患者均于检查前8h禁食,医师指导患者屏气呼吸训练,检查前10min注射盐酸山莨菪碱(654-2)10mg,检查前5min快速饮用1000mL温开水。

CT检查: 患者取仰卧位,采用GE64排Revolution HD CT在能谱模式下行腹部扫描,参数设置为层厚5mm,层间距5mm,螺距1.375,扫描视野35-40cm,矩阵边长512。一次扫描时嘱患者屏气5s,以3.5mL/s注射速率经静脉注射85mL碘佛醇造影剂(厂家:江苏恒瑞医药股份有限公司;国药准字:H20067896),后以相同流速注射生理盐水40mL,参数SFOV为35cm。管电流和管电压分别为280-600mA和120kV,螺距1.5。

CTP检查: 患者取仰卧位,采用GE64排Revolution HD CT在能谱模式下注射造影

【第一作者】张则才,男,副主任医师,主要研究方向:普通外科。E-mail: 13633925440@163.com

【通讯作者】张则才

剂后第10s、第25s和第70s分别进行灌注成像、动脉期和静脉期扫描。

图像处理：将扫描数据传至工作站，在灌注数据中，标记腹主动脉为供血动脉，感兴趣区应避免大血管和病灶坏死囊变区。记录“靶淋巴结”形态学参数(长径、短径、短长径之比)和灌注参数[达峰时间(time to peak, TTP)、血流量(blood flow, BF)、Patlak表面通透性(patlak permeability surface, PPS)、Patlak血容量(patlak blood volume, PBV)]。

所有研究对象均由两名经验丰富的腹部放射科医师进行图像分析，淋巴结所有参数均重复测量3次后取平均值。若意见不一致则向本院另一名资深专家请教，直到达成意见一致。

1.3 观察指标 (1)CT影像特征(CT平扫值、淋巴结短长径之比、淋巴结短径); (2)CTP影像特征(TTP、BF、PPS、PPBV); (3)CT和CTP参数对胃癌伴淋巴结转移患者的预测价值。

1.4 统计学方法 采用SPSS 24.0统计学软件分析数据，计量资料(CT平扫值、淋巴结短长径之比等)采用t检验比较，以($\bar{x} \pm s$)表示; 采用ROC曲线分析CT和CTP参数对胃癌伴淋巴结转移患者的预测价值， $P < 0.05$ 提示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组CT征象比较 淋巴结转移组和淋巴结未转移组CT检查征象特征图如下。见图1-2。

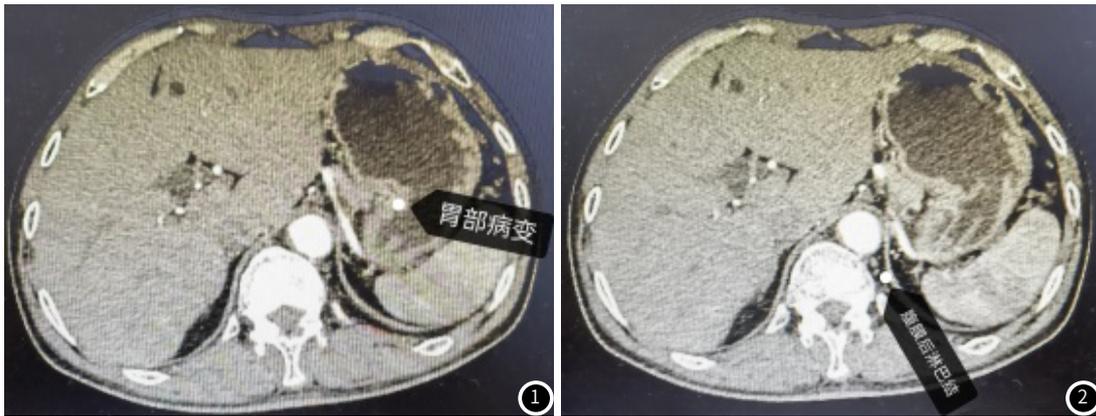


图1 淋巴结转移组患者: 男, 53岁, CT显示胃部病变位置。图2 淋巴结未转移组患者: 男, 53岁, CT显示腹膜后淋巴结增大。

2.2 CT影像特征 CT影像检查结果显示，淋巴结转移组淋巴结短长径之比、淋巴结短径较淋巴结未转移组更大($P < 0.05$)。见表1。

2.3 CTP影像特征 CTP影像检查结果显示，淋巴结转移组PPS和BF值较淋巴结未转移组更大($P < 0.05$)。见表2。

2.4 相关参数对伴淋巴结转移胃癌患者的预测价值 ROC曲线分析结果显示，淋巴结短长径之比(AUC=0.724)、淋巴结短径(AUC=0.819)、PPS(AUC=0.824)和BF值(AUC=0.800)对胃癌伴淋巴结转移患者具有良好的预测价值($P < 0.05$)。见图3和表3。

表1 CT影像特征

| 组别 | 例数 | CT平扫值(HU) | 淋巴结短径(mm) | 淋巴结短长径之比 |
|---------|----|------------|-----------|-----------|
| 淋巴结未转移组 | 38 | 65.35±8.02 | 5.19±0.41 | 0.61±0.15 |
| 淋巴结转移组 | 38 | 66.29±7.97 | 5.87±0.36 | 0.76±0.19 |
| t | | 0.512 | 7.683 | 0.820 |
| P | | 0.610 | 0.000 | 0.000 |

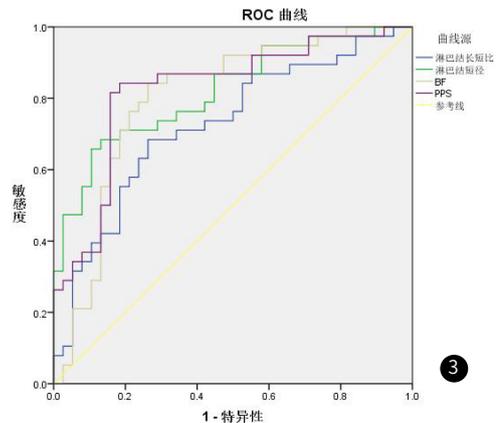


图3 ROC结果曲线分析图。

表2 CTP影像特征

| 组别 | 例数 | TTP(s) | BF(mL/100mL/min) | PPS(mL/100mL/min) | PBV (mL/100g) |
|---------|----|-----------|------------------|-------------------|---------------|
| 淋巴结未转移组 | 38 | 7.42±1.06 | 65.43±10.07 | 17.65±5.87 | 9.15±2.04 |
| 淋巴结转移组 | 38 | 7.35±1.02 | 83.75±11.26 | 40.83±9.76 | 9.56±2.98 |
| t | | 0.293 | 7.476 | 12.546 | 0.700 |
| P | | 0.770 | 0.000 | 0.000 | 0.486 |

表3 相关指标对伴淋巴结转移胃癌患者的预测价值

| 指标 | AUC | 95%CI | 敏感度 | 特异度 | 截断值 | P |
|----------|-------|-------------|--------|--------|---------------------|-------|
| 淋巴结短长径之比 | 0.724 | 0.610-0.821 | 68.42% | 73.68% | 0.660 | 0.000 |
| 淋巴结短径 | 0.819 | 0.714-0.898 | 68.42% | 86.84% | 5.597mm | 0.000 |
| PPS | 0.824 | 0.720-0.902 | 84.21% | 81.58% | 28.470 mL/100mL/min | 0.000 |
| BF | 0.800 | 0.692-0.883 | 84.21% | 73.68% | 70.157 mL/100mL/min | 0.000 |

3 讨论

近年来,我国胃癌发病率持续增高,尤其是进展期胃癌患者比例较高,严重危害社会公众生命健康^[8]。我国转移性胃癌约占新发胃癌病例的40%,淋巴结转移是胃癌转移的主要途径,对患者预后有着较大影响^[9]。

本研究结果显示,淋巴结转移组淋巴结短长径之比、淋巴结短径、PPS和BF值较淋巴结未转移组更大。提示伴淋巴结转移的胃癌患者淋巴结短长径之比和短径较不伴淋巴结转移的患者更大,淋巴结附近新生血管内皮细胞连接更加疏松,通透性更强。这可能是由于相关研究显示,淋巴结短径越大,淋巴结转移的概率就越大^[10]。且癌细胞的扩散或淋巴结对肿瘤相关抗原的反应性增生均会导致胃癌患者淋巴结的增大^[11]。因此淋巴结转移组较淋巴结未转移组的淋巴结短长径之比和淋巴结短径更大。BF反映了组织内毛细血管的血流量,肿瘤微血管密度越大,BF越大;PPS反映了毛细血管内皮细胞到间质的传输速率,与内皮细胞的完整性和通透性相关,内皮细胞通透性越强,PPS越大^[12-13]。淋巴结对人体作用十分关键,是机体免疫的重要场所,分布于机体全身各处,其产生的免疫反应可以识别并清除机体内变异的细胞,当胃部变异细胞出现免疫监视逃逸时,就会发生良性病变,若不及时干预,少量肿瘤细胞突变为肿瘤干细胞,病灶恶化为胃癌,其生长速度迅速提高,早期胃癌附近的淋巴结不断吞噬和对抗过度增殖的胃癌细胞,当淋巴结作用力度不及胃癌增殖力度时,胃癌细胞突破周围淋巴结向远处转移,即发生淋巴结转移现象^[14-15]。当胃癌细胞进入远处淋巴结会引发新生血管生成,而新生血管内皮细胞连接不紧密,通透性较强,且转移性淋巴结内肿瘤血管大都增粗、扭曲且管壁缺少平滑肌组织,还伴有广泛吻合的血管网和动静脉通路,从而导致血流量变大,血流速度加快,血容量增高,因此BF和PPS均增大^[16]。

ROC曲线分析结果显示,淋巴结短长径之比(AUC=0.724)、淋巴结短径(AUC=0.819)、PPS(AUC=0.824)和BF值(AUC=0.800)对胃癌伴淋巴结转移患者具有良好的预测价值。提示CT联合CTP检查参数对患者预测价值良好。这可能由于能谱CT能够采用单能量、多参数成像的原理精准反映出不同分化程度胃部组织结构和细胞代谢的变化^[17]。淋巴结转移后大小和结构发生改变,能谱CT能准确捕捉这一变化。但既往研究证明,仅凭淋巴结短径和短长径之比并不能十分准确地诊断胃癌是否发生淋巴结转移^[18-19]。而CTP能通过清楚显示组织的血供情况来有效诊断淋巴结病变状况,从而帮助临床判断胃癌患者是否发生淋巴结转移。两者结合预测效果更好。

综上所述,伴淋巴结转移和不伴淋巴结转移胃癌患者的能谱CT、CTP影像特征均存在差异,且CTP的检出效果更好,CT联合CTP检查参数对患者预测价值良好。

本研究尚有不足之处,由于患者依从性较差等因素影响,导致本研究纳入病患人数较少,研究数据缺乏说服力,后期将纳入更多患者,选取更多CT和CTP影像参数进行深入探究,进一步完善CT联合CTP具有良好预测价值的的数据支撑。

参考文献

- [1] 杨新萍,廖桀.胃癌患者凝血四项指标与远处淋巴结转移的相关性分析[J].贵州医药,2024,48(3):450-452.
- [2] 孟祥勇,陈志国,王梓义,等.早期胃癌淋巴结转移相关因素分析及腹腔镜D2根治术与内镜黏膜下剥离术临床疗效的回顾性队列研究[J].陆军军医大学学报,2024,46(9):1041-1046.
- [3] 施昊昱,燕速,乔梦梦,等.基于机器学习算法的胃癌淋巴结转移预测模型研究[J].实用临床医药杂志,2024,28(1):41-47.
- [4] 吕文艳,刘佳乐,刘航,等.早期胃癌患者化疗前后血清AFP、CEA、CA19-9、CA125水平变化及其对淋巴结转移的预测价值[J].海南医学,2024,35(1):100-104.
- [5] 王海波,段宏伟,左自军,等.术前能谱CT多参数成像对晚期肺癌患者淋巴结转移的预测价值[J].河南医学研究,2024,33(6):1071-1074.
- [6] 常宝,马发鹏,任伟.基于多层螺旋CT灌注成像评估胃癌患者血流动力学改变及其与临床病理参数的关系[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(9):119-121.
- [7] 中国抗癌协会胃癌专业委员会,李凯,徐惠绵.CACA胃癌整合诊治指南(精简版)[J].中国肿瘤临床,2022,49(14):703-710.
- [8] 温静雅,刘春晖,张梦洁.多种糖蛋白类血清肿瘤标志物联合检测对胃癌的临床诊断价值探讨[J].实验与检验医学,2023,41(6):795-797.
- [9] 丁平安,杨沛刚,田园,等.胃癌伴左锁骨上淋巴结转移患者的临床病理特征及预后[J].实用医学杂志,2021,37(13):1695-1700.
- [10] 于志清,赵斌,李培武.基于LASSO-COX回归的TCGA胃癌淋巴结转移相关microRNA的筛选及预后模型建立[J].中国老年学杂志,2023,43(12):2852-2856.
- [11] 沈朝军,姜研,沈艳,等.MSCT三期动态增强扫描在胃癌术前分期以及淋巴结转移诊断中的应用价值[J].蚌埠医学院学报,2021,46(11):1595-1599.
- [12] 马宇.慢性脑供血不足患者脑血流变化的多层螺旋CT灌注成像研究[J].影像技术,2023,35(1):16-20.
- [13] 盛俊卿,李卫星,贾祯,等.多层螺旋CT灌注成像联合血清CYFRA21-1、CEA、NSE对周围型非小细胞肺癌的诊断价值[J].解放军医学杂志,2020,45(5):542-546.
- [14] Jin C, Jiang Y, Yu H, et al. Deep learning analysis of the primary tumour and the prediction of lymph node metastases in gastric cancer[J]. British Journal of Surgery, 2021,108(5):542-549.
- [15] Wang J, Wang L, Li S, et al. Risk factors of lymph node metastasis and its prognostic significance in early gastric cancer: a multicenter study[J]. Frontiers in Oncology, 2021,11:649035.
- [16] 王群栓,赵向乾.64层多排螺旋CT三期增强扫描对术前胃癌淋巴结转移的诊断价值[J].解放军医药杂志,2018,30(10):27-30.
- [17] 肖琼,熊淑红,李丽,等.能谱CT在诊断胃癌分化程度及转移淋巴结中的应用[J].中国当代医药,2024,31(9):29-32.
- [18] KIM DJ, KIM W. Is lymph node size a reliable factor for estimating lymph node metastasis in early gastric cancer? [J]. J Gastric Cancer, 2018,18(1):20-29.
- [19] 金元贞,全开军,舒荣宝,等.胃癌区域淋巴结转移的CT征象分析[J].中国CT和MRI杂志,2020,18(5):14-17.

(收稿日期:2024-07-15)

(校对编辑:江丽华)