

论 著

CT纹理分析对胃癌组织病理特征的术前评估价值*

刘亚飞¹ 李晓阳² 孙培胜¹
许春苗³ 闫争强^{1,*}

1.新乡医学院第一附属医院胃肠外科、
减重代谢与疝外科 (河南 新乡 453100)
2.新乡医学院第一附属医院结核内科
(河南 新乡 453100)
3.河南省肿瘤医院医学影像科
(河南 郑州 450008)

【摘要】目的 探究CT纹理分析对胃癌组织病理特征的术前评估价值。方法 回顾性分析本院2021年3月~2023年3月本院收治的103例胃癌患者资料，患者在手术治疗前均接受CT检查，并采用纹理分析软件获取患者动脉以及静脉期CT纹理参数，并比较不同TNM分期患者纹理参数差异，采用受试者工作特征(ROC)曲线评估纹理参数对胃癌分期的诊断效能。结果 动脉期以及门脉期T₁₋₂组与T₃₋₄组平均值比较差异无统计学意义(P>0.05)，但T₃₋₄组峰度值、熵值均显著高于T₁₋₂组，偏度值低于T₁₋₂组(P<0.05)。动脉期以及门脉期N₀组与N₁₋₃组平均值、偏度值比较差异无统计学意义(P>0.05)，但N₁₋₃组峰度值、熵值显著高于N₀组(P<0.05)。动脉期CT纹理峰度值、偏度值、熵值诊断T分期的AUC为0.755、0.955及0.747(P<0.05)，门脉期CT纹理峰度值、偏度值、熵值诊断T分期的AUC为0.959、0.871及0.872(P<0.05)。动脉期CT纹理峰度值、偏度值诊断N分期的AUC为0.899、0.702(P<0.05)，门脉期CT纹理峰度值、偏度值诊断N分期的AUC为0.924、0.758(P<0.05)。结论 CT纹理分析对胃癌TNM分析诊断评估效果良好，可用于临床指导胃癌患者治疗。

【关键词】胃癌；病理特征；CT纹理分析；术前评估
【中图分类号】R735.2
【文献标识码】A
【基金项目】河南省医学科技攻关(联合共建)计划(LHGJ20190662)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.05.046

Value of CT Texture Analysis in Preoperative Evaluation of Pathological Characteristics of Gastric Cancer Tissue*

LIU Ya-fei¹, LI Xiao-yang², SUN Pei-sheng¹, XU Chun-miao³, YAN Zheng-qiang^{1,*}.
1.Department of Gastrointestinal surgery, weight Loss Metabolism and Hernia Surgery, The First Affiliated Hospital of Xinxiang Medical University, Xinxiang 453100, Henan Province, China
2.Department of Tuberculosis, The First Affiliated Hospital of Xinxiang Medical University, Xinxiang 453100, Henan Province, China
3.Department of Medical Imaging, Henan Cancer Hospital, Zhengzhou 450008, Henan Province, China

ABSTRACT
Objective To investigate the value of CT texture analysis in preoperative evaluation of pathological characteristics of gastric cancer tissue. **Methods** The data of 103 gastric cancer patients admitted to the hospital from March 2021 to March 2023 were analyzed retrospectively. All patients received CT examination before surgical treatment, and CT texture parameters in arterial phase and venous phase were obtained using texture analysis software. The texture parameters of patients in different TNM stages were compared, and the performance of texture parameters in gastric cancer staging was evaluated using the receiver operating characteristic (ROC) curve. **Results** There were no statistically significant differences in mean values between the T₁₋₂ group and the T₃₋₄ group in arterial phase or portal phase (P>0.05). Kurtosis and entropy of the T₃₋₄ group were significantly higher than those of the T₁₋₂ group, and the skewness was lower than that of the T₁₋₂ group (P<0.05). There was no statistically significant difference in mean value or skewness between the N₀ group and the N₁₋₃ group in arterial phase or portal phase (P>0.05). Kurtosis and entropy of the N₁₋₃ group were significantly higher than those of the N₀ group (P<0.05). The AUC values of CT texture kurtosis, skewness and entropy in arterial phase for diagnosing T stage were 0.755, 0.955 and 0.747 (P<0.05). The AUC values of the three parameters in portal phase for diagnosing T stage were 0.959, 0.871 and 0.872 (P<0.05). The AUC values of CT texture kurtosis and skewness in arterial phase for diagnosing N stage were 0.899 and 0.702 (P<0.05). The AUC values of CT texture kurtosis and skewness in portal phase for diagnosing N stage were 0.924 and 0.758 (P<0.05). **Conclusion** CT texture analysis has good effects in TNM staging of gastric cancer, and can be used to guide the treatment of gastric cancer in clinical practice.
Keywords: Gastric Cancer; Pathological Characteristic; CT Texture Analysis; Preoperative Evaluation

胃癌属于全球五大常见癌症之一，也是癌症死亡的第三主要原因。目前随人们饮食以及生活习惯的变化，胃癌的发病率逐年升高^[1]。相关研究显示^[2]，胃癌的发病与家族史、生活环境以及细菌感染等多种因素相关，多病因互相作用诱发胃癌。胃癌早期临床症状不具有典型性，患者就诊时多数已处于进展期，此时患者需要接受手术治疗及放疗等方式，其中手术治疗占据主要地位。胃癌患者在进行手术治疗前需要接受评估，术前需要掌握患者肿块状态、分期、分型等情况，以便对患者进行精准治疗^[3]。随胃癌多学科联合诊疗模式的推广，胃癌治疗中对胃癌准确分期的要求逐渐变高。以往，超声胃镜结合内镜以及超声的优势，在胃癌分期的诊断中效果优秀，但该方式对操作者要求较高，且对胃癌远处转移的评估效果不理想。而MRI对病灶侵犯情况以及病灶周围组织评估效果良好，但MRI检查费用较高且检查耗时，不适用于胃癌常规检查^[4]。而CT检查具有无创、操作简便、稳定性良好等优势被运用于各类癌症检查中。CT纹理分析可检测人眼无法识别的细微CT值差异，并通过纹理参数对肿瘤性质进行定量分析，进而发挥较好诊断效果^[5]。目前，已有研究将CT纹理分析用于评估食管癌分期中，可有效而准确的预测食管癌组织病理学分期^[6]。但其目前在胃癌术前组织病理学分期中应用较少。鉴于此，本研究回顾性选取103例胃癌患者资料，分析CT纹理相关参数，旨在为临床采用CT纹理分析诊断鉴别胃癌分期提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象 选取本院2021年3月至2023年3月本院收治的103例胃癌患者为研究对象。纳入标准：符合胃癌诊断标准^[7]且均接受胃镜活检确诊；患者接受胃癌根治术治疗，术后具有明确TNM分期；均接受术前CT检查；患者临床、影像资料完整；CT检查前未接受放疗、靶向药物等治疗。排除标准：合并其他恶性肿瘤者；合并心、肝、肾等重要脏器功能障碍者；影像学资料质量较差，无法满足研究需求者；对比剂过敏者；病灶直径<5mm者。患者年龄30~87岁，平均(63.58±10.47)岁本研究符合《赫尔辛基宣言》相关原则。

1.2 方法

1.2.1 检查方法 CT检查前6h禁食，应用600~1000mL水充满胃腔，术前指导患者进行屏气训练。患者术前接受西门子64排双源CT机检查，取仰卧位，扫描范围包括上腹及整个腹部，参数设置：层厚5mm，间距5mm，管电压12kV，管电流200~260mA，矩阵

【第一作者】刘亚飞，男，主治医师，主要研究方向：普外科。E-mail: 15083134527@163.com
【通讯作者】闫争强，男，主任医师，主要研究方向：胃肠外科微创治疗。E-mail: 15083134527@163.com

512×512。采用高压注射器注射碘化造影剂碘海醇，注射速率3mL/s，注射量100~120mL；动脉期影像为注射后30s，门静脉期为注射后60~70s，分别采集动脉期及门静脉期图像。

1.2.2 图像处理与分析 CT图像导入CT Kinetic软件，采用软件对纹理参数进行分析。由2名经验丰富的放射科医师共同对病灶进行勾画决定所感兴趣区(ROI)，测量取两人平均值。选取病灶最大横断面，沿病灶边缘勾画ROI，避免脂肪组织、腔内空气以及水；软件自动生成灰度直方图以及下列参数：(1)平均值：平均像素强度；(2)偏度值：直方图的不对称性；(3)峰度值：直方图峰度或尖度；(4)熵：灰度像素强度在ROI上的分布变化。

1.2.3 TNM分期标准 以术后病理结果为金标准，依据参考文献^[8]，采用TNM分期标准，将患者分为T分期(T1、T2、T3、T4)、N分期(N0、N1、N2、N3)、M分期(M0、M1)。

1.3 统计学方法 采用SPSS 25.0软件进行数据统计与分析，符合正态分布或近似正态分布计量资料采用均值±标准差($\bar{x} \pm s$)表示，组间比较采用t检验；采用受试者工作特征(ROC)曲线分析CT纹理分析鉴别胃癌分型的价值；以P<0.05记为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 103例胃癌患者病理特征

103例胃癌患者中男性多于女性，

表1 103例胃癌患者病理特征(例，%)

病理特征	例数	构成比
性别		
男	67	65.05
女	36	34.95
病灶部位		
胃体	20	19.42
胃窦	52	50.49
胃底	31	30.09
T分期		
T1	10	9.71
T2	14	13.59
T3	32	31.07
T4	47	45.63
N分期		
N1	26	25.24
N2	22	21.36
N3	21	20.39
N4	34	33.01

肿瘤部位主要位于胃窦。将T1、T2分期患者纳入为T₁₋₂组，T3、T4分期患者纳入为T₃₋₄组；将N0分期患者纳入为N0组，N1、N2、N3分期患者纳入为N₁₋₃组，具体见表1。

2.2 不同T分期胃癌患者动脉期、门脉期CT纹理相关参数比较 动脉期以及门脉期T₁₋₂组与T₃₋₄组平均值比较差异无统计学意义(P>0.05)，但T₃₋₄组峰度值、熵值均显著高于T₁₋₂组，偏度值低于T1-2组(P<0.05)，见表2。

2.3 不同N分期胃癌患者动脉期、门脉期CT纹理相关参数比较 动脉期以及门脉期N0组与N₁₋₃组平均值、偏度值比较差异无统计学意义(P>0.05)，但N1-3组峰度值、熵值显著高于N0组(P<0.05)，见表3。

2.4 CT纹理参数鉴别胃癌T分期的ROC曲线分析 动脉期CT纹理峰度值、偏度值、熵值诊断T分期的AUC为0.755、0.955及0.747(P<0.05)，门脉期CT纹理峰度值、偏度值、熵值诊断T分期的AUC为0.959、0.871及0.872(P<0.05)，见表4。

2.5 CT纹理参数鉴别胃癌N分期的ROC曲线分析 动脉期CT纹理峰度值、偏度值诊断N分期的AUC为0.899、0.702(P<0.05)，门脉期CT纹理峰度值、偏度值诊断N分期的AUC为0.924、0.758(P<0.05)，见表5。

2.6 影像学资料(见图)

表2 不同T分期胃癌患者动脉期、门脉期CT纹理相关参数比较

参数	T ₁₋₂ 组(24例)	T ₃₋₄ 组(79例)	t值	P值
动脉期				
平均值	62.31±10.46	63.28±11.58	0.367	0.714
偏度值	-0.03±0.01	-0.08±0.03	8.007	<0.001
峰度值	2.83±0.28	3.11±0.27	4.412	<0.001
熵值	9.11±0.97	9.87±0.74	4.085	<0.001
门脉期				
平均值	75.23±13.17	76.09±14.52	0.259	0.796
偏度值	-0.12±0.02	-0.18±0.05	5.725	<0.001
峰度值	2.81±0.18	3.17±0.19	8.226	<0.001
熵值	8.89±0.84	9.93±0.96	4.777	<0.001

表3 不同N分期胃癌患者动脉期、门脉期CT纹理相关参数比较

参数	N ₀ 组(48例)	N ₁₋₃ 组(55例)	t值	P值
动脉期				
平均值	62.01±14.83	62.56±15.14	0.186	0.853
偏度值	-0.09±0.03	-0.10±0.03	1.688	0.095
峰度值	2.85±0.17	3.11±0.15	8.247	<0.001
熵值	9.15±0.82	9.74±0.73	3.863	<0.001
门脉期				
平均值	78.81±15.06	79.26±14.66	0.153	0.878
偏度值	-0.19±0.05	-0.20±0.05	1.013	0.314
峰度值	2.75±0.11	3.08±0.19	10.581	<0.001
熵值	9.22±0.69	9.88±0.85	4.286	<0.001

表4 动脉期CT纹理参数对胃癌T分期的ROC曲线分析

参数	AUC	Z	P	约登指数	cut-off	敏感度(%)	特异度(%)
峰度值(动)	0.755(0.682~0.851)	4.688	<0.001	0.495	≤2.738	58.33	91.14
偏度值(动)	0.955(0.895~0.986)	22.692	<0.001	0.886	≥-0.047	100.00	88.61
熵值(动)	0.747(0.652~0.828)	4.200	<0.001	0.434	≤9.644	66.67	74.68
峰度值(门)	0.959(0.901~0.988)	15.944	<0.001	0.891	≤2.860	91.67	97.47
偏度值(门)	0.871(0.791~0.929)	10.756	<0.001	0.667	≥-0.150	95.83	70.89
熵值(门)	0.872(0.792~0.930)	10.249	<0.001	0.608	≤9.704	100.00	60.76

表5 CT纹理参数对胃癌N分期的ROC曲线分析

参数	AUC	Z	P	约登指数	cut-off	敏感度(%)	特异度(%)
峰度值(动)	0.899(0.812~0.955)	11.107	<0.001	0.684	≤3.050	89.58	78.79
熵值(动)	0.702(0.590~0.799)	3.470	<0.001	0.354	≤9.422	68.75	66.67
峰度值(门)	0.924(0.855~0.967)	15.216	<0.001	0.782	≤2.923	93.75	85.45
熵值(门)	0.758(0.663~0.837)	5.458	<0.001	0.480	≤9.939	91.67	56.36

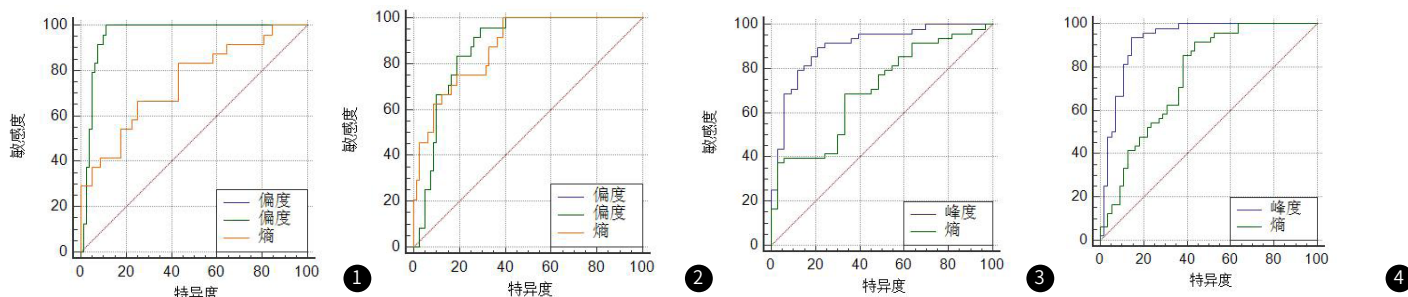


图1 动脉期参数鉴别胃癌T分期的ROC曲线；图2 门脉期参数鉴别胃癌T分期的ROC曲线；
图3 动脉期参数鉴别胃癌N分期的ROC曲线；图4 门脉期参数鉴别胃癌T分期的ROC曲线；

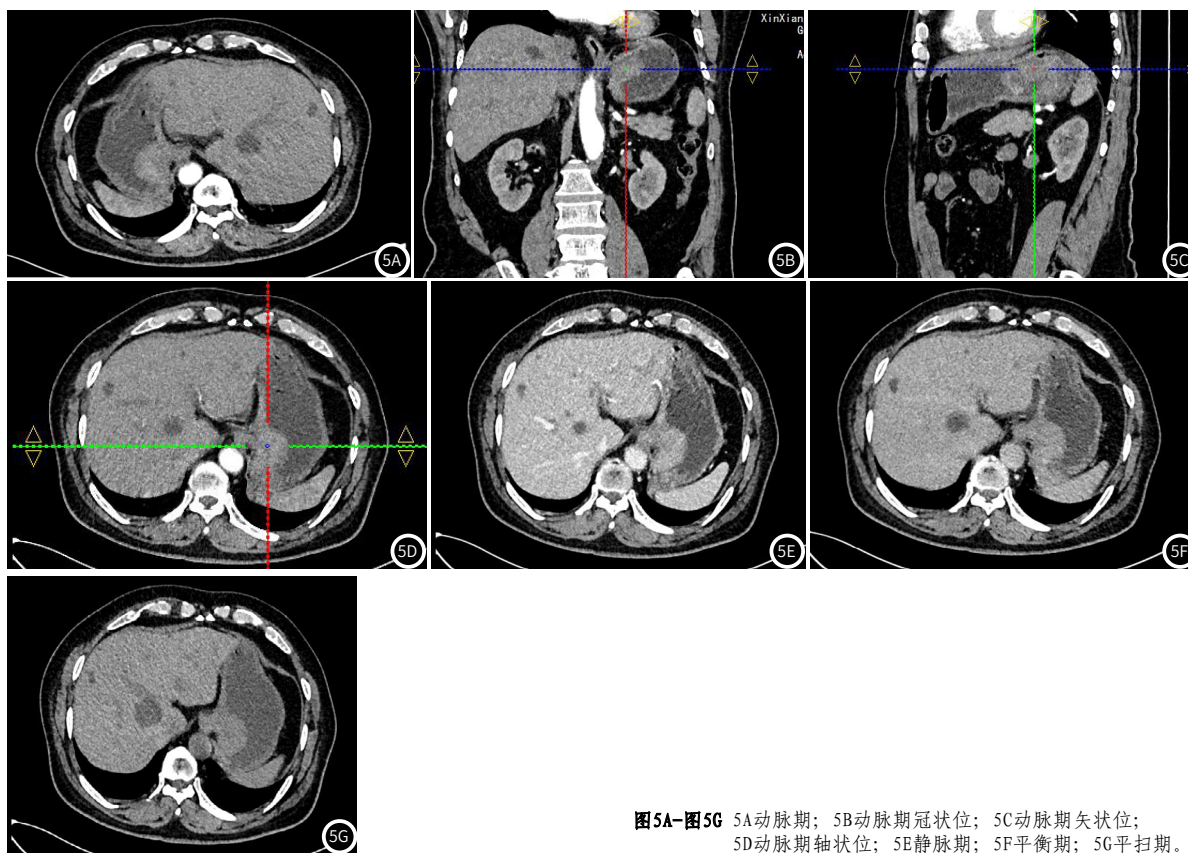


图5A-图5G 5A动脉期；5B动脉期冠状位；5C动脉期矢状位；
5D动脉期轴状位；5E静脉期；5F平衡期；5G平扫期。

3 讨论

胃癌作为临床常见恶性肿瘤，具有较高发病率以及致死率^[9]。胃癌患者早期症状不显著，通畅与其他胃肠道慢性并发症相似，因此患者就诊时多处于中晚期，对患者消化功能以及肝功能影响严重^[10]。目前临床治疗胃癌的主要手段为胃癌根治术，术前胃癌诊断、淋巴结转移以及胃壁侵犯等情况的准确判断，对临床治疗方案的制定以及患者预后具有重要意义^[11]。目前临床上采用的内镜检查、MRI等方式对患者胃癌病理组织特征诊断效果良好，但临床常规检查中存在局限性，而CT检查具有简便、可操作性的优势，常用于癌症分期诊断中^[12]。

研究显示^[13]，CT检查对肿瘤患者软组织分辨率不高，且对浆膜结构、早期腹膜转移等病灶显示不清，可能导致出现分期过度或不足情况。而CT纹理分析作为新兴图像处理技术，可通过对传统影像图像中像素强度以空间灰度分布规律进行高通量定量分析，得到肿瘤异质性特征信息，以此对肿瘤病理学改变进行客观定量分析。目前，纹理分析技术以广泛运用与各类良恶性肿瘤鉴别、病理分级以患者预后评价方面，其纹理参数可定量评价患者，且受主观因素影响较小^[14]。本研究回顾性分析103例胃癌患者资料，患者术前均接受CT扫描，并将图像导入软件进行纹理

分析，结果显示，T₃₋₄组峰度值、熵值均显著高于T₁₋₂组，偏度值低于T₁₋₂组；提示相比于T₁、T₂分期胃癌患者，T₃、T₄分期患者在门脉期以及动脉期峰度、熵值更高，偏度更低，代表处于T₃、T₄分期的胃癌患者肿瘤内部纹理分布更具复杂性以及随机性；分析其原因，相关研究显示^[15]，CT纹理参数与肿瘤T分期存在关联性，纹理分析中峰度代表直方图锐利度，峰度越大代表直方图越陡峭；而熵值则代表图像灰度分布随机性以及复杂性，熵值越大，代表图像灰度分布情况复杂；此外T₃、T₄分期的胃癌患者病变范围较T₁、T₂分期大，因此T₃、T₄分期患者在动脉期以及门脉期灰度部分往往呈负偏度，相较于T₁、T₂分期患者偏度低。因此峰度越高、熵值越大、偏度值低，表明纹理分布复杂性以及无规律性越高。在ROC曲线分析中进一步显示动脉期以及门脉期峰度值、偏度值、熵值诊断T分期胃癌患者均具有良好的AUC，诊断效能良好。在胃癌患者淋巴结性质方面，在房玥等^[16]研究中显示，在直肠癌转移性淋巴结患者中，熵值较非转移性淋巴结患者更高，表明图像灰度分布更随机、肿瘤异质性更强。同样在程勇等^[17]对乳腺癌患者分析中发现，非发生淋巴结转移患者，熵值、峰度均显著低于转移患者，因此进一步表明存在淋巴结转移患者

