

综述

CT影像组学在术前评估进展期胃癌中的研究进展*

吕高星¹ 赵建华^{2,*}

1.内蒙古医科大学内蒙古临床医学院

2.内蒙古自治区人民医院影像医学科

(内蒙古 呼和浩特 010017)

【摘要】胃癌是上消化道最常见的恶性肿瘤之一，早期症状隐匿，多数确诊时已处于进展期。CT增强扫描是确诊进展期胃癌(AGC)的首选检查方法，在围术期TNM分期及治疗后再分期、放化疗效果评估等方面具有重要临床意义。影像组学可通过提取图像高阶特征，建立预测模型以达到术前精准预测，目前已广泛应用于术前评估新辅助治疗疗效、N分期、病理分型、鉴别诊断、生存率等方面的研究。本文对CT影像组学在术前评估进展期胃癌中的近期研究进展进行了综述。

【关键词】进展期胃癌；影像组学；机器学习；计算机断层扫描

【中图分类号】R73

【文献标识码】A

【基金项目】内蒙古自治区人民医院院内基金项目(2020YN08)；
包头医学院研究生教育教学改革项目(B-YJSJG202303)；
内蒙古医科大学2023年度高等教育教学改革研究项目(NYJXGG2023139)；
内蒙古医科大学联合项目(YKD2023LH088)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.04.057

Research Progress of CT Radiomics in the Preoperative Evaluation of Advanced Gastric Cancer*

LV Gao-xing¹, ZHAO Jian-hua^{2,*}.

1.Inner Mongolia Clinical Medical College of Inner Mongolia Medical University, Hohhot 010017, Inner Mongolia, China

2.Department of Imaging Medicine, Inner Mongolia People's Hospital, Hohhot 010017, Inner Mongolia, China

ABSTRACT

Gastric cancer is one of the most common malignant tumors of the upper gastrointestinal tract, with insidious early symptoms and most of them are diagnosed in the advanced stage. CT scan is the preferred method of inspection for the diagnosis of advanced gastric cancer(AGC), and it has important clinical significance in perioperative TNM staging, post-treatment re-staging, and evaluation of chemoradiotherapy. Radiomics can be used to evaluate the efficacy of neoadjuvant therapy, N stage, pathological classification, differential diagnosis, survival rate and other aspects before surgery by extracting high-order features of images and establishing a prediction model to achieve accurate preoperative prediction. This article reviews the recent research progress of CT radiomics in the preoperative evaluation of advanced gastric cancer.

Keywords: Advanced Gastric Cancer; Radiomics; Machine Learning; Computed Tomography

影像组学的概念最初是在2012年由荷兰学者Lambin等人^[1]率先提出，通过从影像图像中提取高通量参数特征，利用自动或半自动分析方法将二维图像数据转化为具有高分辨率的、可挖掘的空间数据^[2]。目前影像组学联合CT在进展期胃癌(AGC)的术前评估新辅助治疗疗效、N分期、病理分型、鉴别诊断、生存率方面已取得显著成效^[3-4]。本文就CT影像组学在术前评估AGC中的主要研究状况展开综述。

1 术前预测新辅助治疗疗效

胃癌(gastric cancer, GC)早期症状隐匿，多数确诊时已处于中晚期，即进展期胃癌(advanced gastric cancer, AGC)阶段，部分患者因多发转移而失去手术机会，5年生存率不到30%^[5]。但仍有部分AGC患者可存在潜在的手术机会，通过术前新辅助化疗可控制病灶范围及转移进程，从而增加手术机会^[6]。利用影像组学术前预测出可接受新辅助化疗的AGC，一方面可协助临床医师及早进行新辅助化疗，另一方面也避免了失去手术机会的AGC患者遭受额外的手术创伤^[7]。Sun等人^[8]对106名进展期胃癌患者的静脉期CT图像进行特征提取，分别建立影像组学评分模型(Rad-Score)、影像组学-临床变量联合评分模型(Rad-临床评分)及临床变量评分模型来预测新辅助化疗疗效，并以RAD评分0.59为阈值，分为高分组患者与低分组患者，用受试者工作曲线下面积(AUC)来评价3种模型预测性能，结果为Rad-Score模型预测新辅助化疗疗效性能最优，AUC值为0.82；Rad-临床评分模型并未提高预测性能，AUC值为0.62；临床变量模型的预测性能最差，AUC为0.51；用Rad-Score模型分出的高分组与低分组患者，显示高分组新辅助化疗疗效更好，低分组则疗效差；另外两种模型分出的高分组与低分组均有较大的实验误差，不能准确反应疗效优劣趋势。还有一部分AGC患者，在病灶组织中可以检测到表皮生长因子-2(HER-2)存在过度表达，这可能与肿瘤的发生存在很强的关联性^[9-10]。相关研究表明，高分化胃癌患者中HER-2的阳性率要远远大于低分化胃癌患者^[11]。在一项研究中，Jiang等人^[12]在对227例AGC患者进行单因素生存分析后表明，病理高分化胃癌患者的生存率可达63.6%，但HER-2呈强阳性(+++)/FISH(+)的高分化胃癌患者生存率仅为27.3%，表明尽管高分化胃癌患者的整体生存率较高，但肿瘤组织中存在HER-2过表达时会降低高分化胃癌患者的生存率，影响预后。近年来针对HER-2基因过表达的靶向治疗在治疗HER-2阳性AGC方面取得了极大的进展，帕妥珠单抗与曲妥珠单抗在抑制HER-2过表达方面起到关键作用，目前临床上确诊HER-2阳性需要联合病理及免疫组化，但该方法为有创检查，可能造成术后感染、出血、穿孔等严重并发症，CT影像组学因其无创性的特点而被广泛应用于术前评估胃癌的HER-2状态。Li等人^[13]回顾性地将134例AGC患者分为训练组与验证组，在CT增强静脉期图像提取影像组学特征，联合影像组学特征与血清CEA水平构建预测模型并开发列线图对AGC的HER2状态进行术前预测，结果证明影像组学联合模型对HER-2状态的预测具有良好的区分性，训练组AUC值为0.799，验证组AUC值为0.771，开发的列线图也具有清晰的刻度效果，达到区分HER-2状态的目的；Guan等人^[14]同样利用CT影像组学和深度学习对357名进展期胃癌患者进行术前HER2状态预测，在CT增强动脉期进行影像特征提取和筛选，选用支持向量机与随机森林建立预测模型并开发列线图，结果表明在训练队列中影像组学-支持向量机模型的AUC值为0.8069，测试队列中AUC值为0.7869；建立的

【第一作者】吕高星，男，硕士研究生，主要研究方向：腹部肿瘤方向。E-mail: 1938898740@qq.com

【通讯作者】赵建华，男，副主任医师，主要研究方向：腹部肿瘤方向。E-mail: zjh2822yyjh163.com

列线图的AUC值达到了0.92。综上所述,CT影像组学在术前精准预测新辅助治疗疗效方面表现出极大的发展潜力,可为临床个体化治疗决策的制定及评估预后提供重要术前信息。

2 术前预测淋巴结转移(N分期)

AGC最常见的转移途径为淋巴结转移。N分期对于制定外科手术计划和淋巴结清扫范围至关重要,也同样是进展期胃癌患者预后的独立风险因素^[15]。普通CT预测胃癌N分期的准确率只有60%左右,多排螺旋CT(MDCT)的检出率也只有70%左右,超声内镜(EUS)对于T分期效果显著,在20世纪90年代就已经可以达到60-90%,但对于N分期表现的很一般,只有60%左右^[16-18]。随着科技发展,CT联合影像组学在术前预测AGC淋巴结转移方面取得不错成效,Jiang等人^[19]利用CT影像组学提取了增强CT图像的15个影像特征,并且联合胃癌患者术前分化状态、术前CA-199水平和cT、cN分期等4个临床特征,开发了列线图用来术前预测AGC患者pN分期,结果证明列线图预测效果良好,pN1期表现的AUC为0.80,pN2期的AUC为0.89,pN3期AUC为0.94。Yang等人^[20]提取AGC患者肿瘤主体部分与瘤周特定区域来建立影像组学模型,用来预测区域淋巴结转移及预后,模型结果性能预测性能良好,训练队列AUC值为0.729,验证队列AUC值为0.724,取得较满意的预测效果,并有望推广到临床。Dong等人^[21]招募了包括中国的5所医疗中心及意大利的1所医疗中心在内的730名AGC患者,并将中国5个中心招募的患者分为1个训练队列(Pc)及三个验证队列(Vc1、Vc2、Vc3),意大利医疗中心招募的患者设为国际验证队列(IVc),利用影像组学及深度学习法提取每位患者增强CT双期图像的高阶特征,并纳入临床T分期、肿瘤大小、性别和CA-199共同开发出深度学习影像组学列线图模型(DLRN),对四个验证队列的局部进展期胃癌患者术前淋巴结转移数目进行预测,用C指数来衡量列线图预测性能,结果表明DLRN对PC、Vc1、Vc2、Vc3的N分期均有很好的区分能力,C指数分别为0.821、0.777、0.817、0.787;IVC被用于验证预测下腔静脉N分期情况,结果令人满意,C指数为0.822。Gao等人^[22]回顾性分析了259例胃癌患者,分为训练组与验证组,选用CT增强静脉期图像进行ROI分割,并进行影像组学高阶特征提取与筛选,从396个高阶特征中最终筛选出12个最有预测价值的特征进行影像组学建模来对胃癌淋巴结转移情况进行预测,最终训练组AUC值为0.82,验证组AUC值为0.78,建立的影像组学模型展现了不俗的预测能力,有助于临床治疗决策的制定。因此,通过CT影像组学来术前预测淋巴结转移及评估pN分期有助于临床医师划分淋巴结清扫范围并及时调整术前化疗方案。

3 术前预测肿瘤病理降级

病理降级(pDs)(T0-T5)指肿瘤病理分化程度分级从T4降到T3、T2、T1、Ta/Tis和T0,目的是通过评价治疗前与治疗后肿瘤的病理分化程度等级是否降低,从而对新辅助治疗的疗效进行有效评估^[23]。对于一部分AGC患者来说,在行外科手术前需要使肿瘤病理降级,对于争取手术机会及改善患者预后具有重要临床意义。Xu等人^[24]利用CT影像组学提取292例AGC患者的增强CT静脉期图像病灶特征和基线特征来建立四种机器学习模型:分别为随机森林、Logistic回归、线性SVC和K邻域分类器,通过逐一验证来寻找最佳模型,经过计算得到了合并结果后的影像组学预测模型(PR)和影像组学检测模型(DR),PR模型用于患者首次入院时对患者的增强CT图像进行肿瘤病理分级预测,DR模型则对患者术前进行新辅助治疗中每一周期的肿瘤降级情况进行实时预测,以区分可以进行降级的肿瘤及不能降级的肿瘤,最终两种模型都表现出了良好的预测能力,PR模型在训练组及验证组的AUC值分别为0.75和0.88,DR模型在检测队列中的AUC值达到0.92,准确预测出术前新辅助治疗后肿瘤的病理降级情况。Li等人^[25]基于CT影像组学对2014-2017年间的30名局部进展期胃癌患者术前新辅助化疗后病理应答反应进行预测,对30名患者的上腹部CT动脉晚期(AP)图像及门静脉期图像(PP)进行特征提取,共提取19985个高

阶特征;利用4种特征选择方法及8种模型建立方法,共研究出32种特征选择与分类方法的组合,并用AUC值来评估每类特征选择与分类方法对肿瘤的病理应答,包括肿瘤回归分级(TRG)与不良反应(Non-GR);经过32种特征选择与分类方法组合验证,只有1种交叉组合机器方法在AP组中表现出较高的AUC值(>0.6),而有12种交叉组合机器方法在PP组中表现出较高的AUC值,其中基于线性判别分析过滤器+随机森林分类器在PP组中表现出最高的预测性能,AUC值为0.722±0.108,准确性为79.3%。总而言之,基于CT影像组学术前评估肿瘤病理降级程度,可帮助临床医师区分肿瘤可否出现病理应答,从而决定患者有无手术必要,在一定程度上规避了过度治疗及不必要的手术带给患者医源性创伤。

4 术前预测病理分型及病理分化程度

肿瘤不同的病理分化程度及分型影响着临床个体化治疗决策及预后评估,因此能及早区分肿瘤分化程度及分型对于改善AGC预后具有重要意义。Huang等人^[26]回顾地收集了592例AGC患者,将术前活检的病理高分化及中分化归为低级别GC,而低分化则归为高级别GC,利用CT影像组学提取术前CT增强动脉晚期及静脉期图像影像组学特征,经过特征筛选后选取了12个特定影像组学特征,建立影像组学-临床特征联合模型并开发列线图,结果为训练组AUC值为0.752,验证组AUC值为0.793,证明了该模型与胃癌不同级别的GC存在强相关,模型的预测性能也令人满意。Li等人^[27]回顾性收集了554名进展期胃癌患者,利用CT影像组学共提取了7000+放射组学特征,并建立了pT分期、pN分期、Lauren & Borrmann(L & B)分级、WHO分级、淋巴管浸润及总体病理学评分等相关的6个影像组学评分(R-score),将这6个R评分与影像组学特征整合到6个不同的预测模型中用来预测胃癌不良病理学状态(Adverse histopathological status, AHS),结果令人满意,6种预测模型在预测AHS时的AUC值训练组/验证组分别为:0.93/0.94、0.85/0.83、0.63/0.59、0.66/0.63、0.71/0.69、0.84/0.77,将该6种R评分模型与第八个AJCC分期相比,基于AHS预测模型的AUC值表现的更加理想,这证明了CT影像组学在预测胃癌不良病理分化状态方面存在巨大潜力,对于指导临床治疗具有重要意义。Wang等人^[28]利用CT影像组学建模来术前预测胃癌患者的Lauren分型,建立影像组学-临床特征联合模型并开发列线图显示出了良好的潜能,训练组AUC为0.765,验证组AUC值为0.793,建立的放射性核素图高得分有助于区分出弥漫型胃癌与肠型胃癌。因此,基于CT影像组学术前预测胃癌的病理类型及分化程度,一方面可协助临床医师及时调整治疗用药,另一方面可以尽早评估患者预后,为治疗争取时间。

5 术前预测隐匿性腹膜转移

AGC通常伴远处转移,其中53%~66%为腹膜转移,早期腹膜转移在CT上表现隐匿,易造成漏诊,大约30%的腹膜转移存在CT假阴性,这对于临床个体化治疗决策的制定及能否准确评估预后产生重要影响。Dong等人^[29]回顾性招募了554名AGC患者,将这些患者分为1个训练组、1个内部验证队列和2个外部验证队列,这些患者经CT检查均未发现腹膜转移,但随后经腹腔镜检查证实,其中有122名患者存在隐匿性腹膜转移,随后将这些患者的CT增强图像进行高阶特征提取,最终选定原发肿瘤区域(RS1)与转移的腹膜区域(RS2)的影像组学特征为预测腹膜转移的影像组学预测指标,并组合相关临床预测指标(包括CT定义的轻度腹水、Lauren分型、Borrmann分型)开发列线图模型,对隐匿性腹膜转移进行预测,用AUC值来评价列线图预测性能,最终由RS1、RS2与Lauren分型组合的列线图展现出显著的预测效果,训练组AUC值为0.958,一个内部验证队列AUC值为0.941,两个外部验证队列的AUC值分别为0.928和0.920。此外,Wu等人^[30]同样利用CT影像组学的研究方法预测AGC患者网膜转移情况,目的是避免失去术机的患者进行诊断学腹腔镜穿刺引起感染,预测结果同样令人满意。因此,通过影像组学在术前预测出AGC的腹膜转移情况,可以尽早帮助临床医师调整治疗方案,控制病情进展,

有效改善患者预后。

6 CT影像组学在AGC中的其他相关进展

6.1 鉴别诊断 GC的病理类型约90%为腺癌，而腺癌与鳞癌对于患者的预后存在明显差异。Du等人^[31]通过建立影像组学模型来对食管胃交界处腺癌(AEG)和食管胃交界处鳞癌(SCCEG)进行鉴别诊断，将260名食管胃交界处肿瘤患者按7:3分为训练组与对照组，经图像特征提取并建立3个二维动/静脉期影像组学模型与3个动/静脉期影像组学模型进行对比预测，最终三维动脉-静脉组合模型显示出最佳预测性能，AUC值为0.904，该模型对SCCEG与AEG具有很高的区分率，并有助于指导临床个体化治疗。

6.2 术后生存率评估 Hao等人^[32]将影像组学特征、深度学习特征、病理标志物等相关因素结合起来，建立风险比例回归模型(Cox模型)进行胃癌患者总生存期及无进展生存期的预测，结果表明影像组学和深度学习特征是评估生存率的独立预测因素，可以准确地预测胃癌患者的术后生存率，帮助临床医师调整合理的治疗方案。

6.3 分子水平诊疗评估 近年来，GC基因靶向治疗越来越多投入到围术期新辅助治疗中，利用CT影像组学术前预测疗效可规避用药后肿瘤无应答情况，并协助临床医师调整治疗方案。Liang等人^[33]利用CT影像组学模型来预测胃癌患者对于PD-1抑制剂治疗的反应，该抑制剂是针对一类基因中存在DNA错配或修复异常情况胃癌患者，可以避免临床上对于PD-1无反应的患者过度治疗的情况，结果为训练组AUC值为0.865，验证组AUC值为0.778；此外，Zhao等人^[34]利用CT影像组学-临床联合模型预测GC微卫星(MSI)不稳定状态，结果表明该模型可能会作为评估AGC中MSI状态的潜在非侵入性生物标志物，为AGC的分子水平治疗提供帮助。

7 总结与展望

胃癌仍旧是致死率最高的上消化道恶性肿瘤之一，多数患者确诊时已处于进展期阶段，给临床治疗造成极大的困扰。大量的科学研究证实了CT影像组学对于进展期胃癌术前评估方面存在广泛的应用潜力，在术前评估新辅助治疗疗效^[35]、N分期、病理分型及分化程度、基因诊疗^[36]的区分等多方面取得了极大的进展。随着科技进步，相信在未来有望实现从科研到临床实用化转归，真正造福于人类。

参考文献

- [1] Lambin P, Rios-Velazquez E, Leijenaar R, et al. Radiomics: extracting more information from medical images using advanced feature analysis[J]. Eur J Cancer, 2012, 48(4): 441-446.
- [2] 李宇飞, 秦川月, 王宏勤. 影像组学在脑恶性肿瘤中的应用及研究进展[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(5): 171-173.
- [3] 吴亚平, 林子松, 顾建钦, 等. 影像组学的研究进展与挑战[J]. 中华放射学杂志, 2017, 51(12): 3.
- [4] 史长, 刘崎. 影像组学技术方法的研究及挑战[J]. 放射学实践, 2018, 33(06): 633-636.
- [5] 田洪滢, 征锦, 沈力. 基于CT影像组学预测胃腺癌淋巴结转移的价值[J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2023, 21(03): 265-269.
- [6] 赵福坤, 董鹤翔, 朱祥, 等. CT对于进展期胃癌新辅助化疗疗效的预测价值[J]. 中国普外基础与临床杂志, 2023, 30(06): 715-720.
- [7] 秦莉淋, 易贺庆, 李林法. 影像组学预测胃癌预后的研究进展[J]. 肿瘤学杂志, 2023: 1-6.
- [8] Sun K Y, Hu H T, Chen S L, et al. CT-based radiomics scores predict response to neoadjuvant chemotherapy and survival in patients with gastric cancer[J]. BMC Cancer, 2020, 20(1): 468.
- [9] Sexton R E, Hallak M, Uddin M H, et al. Gastric cancer heterogeneity and clinical outcomes[J]. Technol Cancer Res Treat, 2020, 19: 1079203125.
- [10] Gerson J N, Skariah S, Denlinger C S, et al. Perspectives of HER2-targeting in gastric and esophageal cancer[J]. Expert Opin Investig Drugs, 2017, 26(5): 531-540.
- [11] Zhang X, Wang M, Wang Y, et al. Clinicopathologic significance of Her-2 and P(53) expressions in gastric cancer[J]. Asian J Surg, 2023, 46(1): 526-531.
- [12] Jiang W, Jin Z, Zhou F, et al. High co-expression of Spl and HER-2 is correlated with poor prognosis of gastric cancer patients[J]. Surg Oncol, 2015, 24(3): 220-225.

- [13] Li Y, Cheng Z, Gevaert O, et al. A CT-based radiomics nomogram for prediction of human epidermal growth factor receptor 2 status in patients with gastric cancer[J]. Chin J Cancer Res, 2020, 32(1): 62-71.
- [14] Guan X, Lu N, Zhang J. Evaluation of epidermal growth factor receptor 2 status in gastric cancer by CT-based deep learning radiomics nomogram[J]. Front Oncol, 2022, 12: 905203.
- [15] Zhang A Q, Zhao H P, Li F, et al. Computed tomography-based deep-learning prediction of lymph node metastasis risk in locally advanced gastric cancer[J]. Front Oncol, 2022, 12: 969707.
- [16] 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.
- [17] Kawaguchi T, Komatsu S, Ichikawa D, et al. Nodal counts on MDCT as a surrogate marker for surgical curability in gastric cancer[J]. Ann Surg Oncol, 2012, 19(8): 2465-2470.
- [18] Hwang S W, Lee D H, Lee S H, et al. Preoperative staging of gastric cancer by endoscopic ultrasonography and multidetector-row computed tomography[J]. J Gastroenterol Hepatol, 2010, 25(3): 512-518.
- [19] Jiang Y, Wang W, Chen C, et al. Radiomics signature on computed tomography imaging: association with lymph node metastasis in patients with gastric cancer[J]. Front Oncol, 2019, 9: 340.
- [20] Yang Y, Chen H, Ji M, et al. A new radiomics approach combining the tumor and peri-tumor regions to predict lymph node metastasis and prognosis in gastric cancer[J]. Gastroenterol Rep (Oxf), 2023, 7: c80.
- [21] Dong D, Fang M J, Tang L, et al. Deep learning radiomic nomogram can predict the number of lymph node metastasis in locally advanced gastric cancer: an international multicenter study[J]. Ann Oncol, 2020, 31(7): 912-920.
- [22] 高玉青, 王小雷, 徐鹤, 等. 基于增强CT影像组学术前预测胃癌淋巴结转移[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(11): 140-142.
- [23] 杜晓辉, 晏阳, 刘昂岩. 2022版中国临床肿瘤学会胃癌诊疗指南更新解读[J]. 临床外科杂志, 2022, 30(09): 805-808.
- [24] Xu Q, Sun Z, Li X, et al. Advanced gastric cancer: CT radiomics prediction and early detection of downstaging with neoadjuvant chemotherapy[J]. Eur Radiol, 2021, 31(11): 8765-8774.
- [25] Li Z, Zhang D, Dai Y, et al. Computed tomography-based radiomics for prediction of neoadjuvant chemotherapy outcomes in locally advanced gastric cancer: a pilot study[J]. Chin J Cancer Res, 2018, 30(4): 406-414.
- [26] Huang J, Yao H, Li Y, et al. Development and validation of a CT-based radiomics nomogram for preoperative prediction of tumor histologic grade in gastric adenocarcinoma[J]. Chin J Cancer Res, 2021, 33(1): 69-78.
- [27] Li Q, Qi L, Feng Q X, et al. Machine learning-based computational models derived from large-scale radiographic-radiomic images can help predict adverse histopathological status of gastric cancer[J]. Clin Transl Gastroenterol, 2019, 10(10): e79.
- [28] Wang X X, Ding Y, Wang S W, et al. Intratumoral and peritumoral radiomics analysis for preoperative Lauren classification in gastric cancer[J]. Cancer Imaging, 2020, 20(1): 83.
- [29] Dong D, Tang L, Li Z Y, et al. Development and validation of an individualized nomogram to identify occult peritoneal metastasis in patients with advanced gastric cancer[J]. Ann Oncol, 2019, 30(3): 431-438.
- [30] Wu A, Wu C, Zeng Q, et al. Development and validation of a CT radiomics and clinical feature model to predict omental metastases for locally advanced gastric cancer[J]. Sci Rep, 2023, 13(1): 8442.
- [31] Du KP, Huang W P, Liu S Y, et al. Application of computed tomography-based radiomics in differential diagnosis of adenocarcinoma and squamous cell carcinoma at the esophagogastric junction[J]. World J Gastroenterol, 2022, 28(31): 4363-4375.
- [32] Hao D, Li Q, Feng Q X, et al. Identifying prognostic markers from clinical, radiomics, and deep learning imaging features for gastric cancer survival prediction[J]. Front Oncol, 2021, 11: 725889.
- [33] Liang Z, Huang A, Wang L, et al. A radiomics model predicts the response of patients with advanced gastric cancer to PD-1 inhibitor treatment[J]. Aging (Albany NY), 2022, 14(2): 907-922.
- [34] Zhao H, Gao J, Bai B, et al. Development and external validation of a non-invasive imaging biomarker to estimate the microsatellite instability status of gastric cancer and its prognostic value: The combination of clinical and quantitative CT-imaging features[J]. Eur J Radiol, 2023, 162: 110719.
- [35] 陈莹, 卞杰. 白蛋白紫杉醇或铂类联合吉西他滨抗晚期胃癌血清CA724、CA19-9、PG水平及疗效的影响[J]. 罕少疾病杂志, 2024, 31(11): 93-95.
- [36] 杨慧, 肖立娇. CD4+T细胞表面CTLA-4、LAG-3、PD-1表达与胃癌临床病理特征、近期预后不良的关系分析[J]. 罕少疾病杂志, 2025, 32(02): 126-128.

(收稿日期: 2024-03-09)

(校对编辑: 韩敏求)