

CT 影像组学列线图模型预测胃肠道间质瘤危险度分级

贾济波, 张万军, 刘原庆, 冯飞文, 胡粟, 胡春洪

【摘要】 目的:建立临床-CT 影像组学列线图模型并验证其在术前预测胃肠道间质瘤(GIST)危险度分级的应用价值。**方法:**回顾性搜集 266 例经病理证实的 GIST 患者,并将其分为低恶性风险组和高恶性风险组。提取 10 个临床及 CT 图像特征(年龄、性别、肿瘤部位、大小、形态、边界、囊变或坏死、钙化、表面溃疡、强化方式)用于构建临床模型。对病例的 CT 图像分别特征提取,并分为平扫期(N)、动脉期(A)、静脉期(V)及影像 3 期(N+A+V)4 组,对上述 4 组通过 select percentile 和最小绝对收缩与选择算子(LASSO)算法降维、筛选组学特征后,分别使用 5 种分类器(Random Forest、Logistic Regression、SVM、SGD、XGBoost)建立各期组学模型。采用受试者工作特征(ROC)曲线下面积(AUC)进行量化。使用 Delong 检验比较各模型间 AUC 值差异,得到最佳影像组学模型。然后组合临床模型和最佳影像组学模型建立临床-CT 影像组学列线图模型。**结果:**肿瘤大小、部位、形态、边界、强化方式及有无囊变坏死在两组中有统计学差异($P < 0.05$),年龄、性别、有无钙化及溃疡在两组中无统计学差异($P > 0.05$)。肿瘤大小和强化方式 2 个临床特征 LASSO 权重系数最高分别为 0.08、0.20,临床模型基于 XGBoost 分类器诊断效能最高,测试组 AUC 值为 0.91(95%CI:0.83~0.96),平扫期组学模型基于 SGD 分类器诊断效能最高,测试组 AUC 值为 0.84(95%CI:0.75~0.92),动脉期组学模型基于 SVM 分类器诊断效能最高,测试 AUC 值为 0.87(95%CI:0.80~0.94),静脉期组学模型基于 Random Forest 分类器诊断效能最高,AUC 值为 0.84(95%CI:0.75~0.93),影像 3 期组学模型基于 XGBoost 分类器诊断效能最高,AUC 值为 0.88(95%CI:0.79~0.94),基于 XGBoost 分类器构建的临床-CT 影像 3 期(N+A+V)的联合模型最佳,训练组和测试组的 AUC 分别达 0.98(95%CI:0.97~0.99)、0.95(95%CI:0.89~0.98)。**结论:**临床-CT 影像组学列线图模型在术前预测 GIST 的危险度分级上具有较高价值,从而为 GIST 的诊疗及预后判断提供参考。

【关键词】 胃肠道间质肿瘤;相对危险度;体层摄影术,X 线计算机;影像组学;列线图

【中图分类号】 R735;R181.13;R814.4;R195.1 **【文献标志码】** A

【文章编号】 1000-0313(2023)10-1269-07

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2023.10.007

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Risk stratification of gastrointestinal stromal tumors by CT radiomics nomogram model JIA Ji-bo, ZHANG Wan-jun, LIU Yuan-qing, et al. Department of Radiology, the Fist Affiliated Hospital of Soochow University, Jiangsu 215006, China

【Abstract】 Objective: To establish a clinical-CT radiomics nomogram model and stratify risk grade of gastrointestinal stromal tumors (GIST) preoperatively. **Methods:** 266 patients with GIST confirmed by pathology were retrospectively analyzed, and were divided into low- and high-risk group. Ten clinical and CT image features (age, gender, tumor location, size, contour, margin, cystic degeneration or necrosis, calcification, surface ulcer and enhancement mode) were included for the construction of clinical models. The CT images-based radiomics features were extracted and divided into four groups: plain scan phase (N), arterial phase (A), venous phase (V) and image phase III (N+A+V). After dimensionality reduction and radiomics feature selection by select percentile and least absolute shrinkage and selection operator (LASSO) algorithm, five classifiers (Random Forest, Logistic Regression,

作者单位: 215006 江苏,苏州大学附属第一医院放射科(贾济波、刘原庆、冯飞文、胡粟、胡春洪);215300 江苏,昆山市第三人民医院放射科(贾济波);215006 江苏,苏州大学附属第二医院放射科(张万军);215006 江苏,苏州大学影像医学研究所(胡粟、胡春洪)

作者简介: 贾济波(1984-),男,江苏盐城人,硕士研究生,主治医师,主要从事肿瘤影像诊断工作。

通讯作者: 胡春洪, E-mail: hch5305@163.com

SVM、SGD、XGBoost) were used to establish the radiomics model of each period. The area under curve (AUC) of receiver operating characteristic (ROC) was used for quantification. Delong test was used to compare the differences of AUC values. Then the clinical model and the best radiomics model were combined to establish the nomogram model. **Results:** The tumor size, location, shape, boundary, enhancement mode and cystic necrosis were statistically different between two groups ($P < 0.05$). The maximum LASSO weight coefficients of the two clinical features of tumor size and enhancement mode were 0.08 and 0.20, respectively. The clinical model based on XGBoost classifier had the highest diagnostic performance, with the AUC of 0.91 (95% CI: 0.83~0.96), and the model based on SGD classifier had the highest diagnostic performance, with the AUC value of 0.84 (95% CI: 0.75~0.92), and the arterial phase model based on SVM classifier had the highest diagnostic performance, with the AUC of 0.87 (95% CI: 0.80~0.94). The venous phase model based on Random Forest classifier had the highest diagnostic performance with the AUC value of 0.84 (95% CI: 0.75~0.93). The triple phase model based on XGBoost classifier had the highest diagnostic performance, with the AUC value of 0.88 (95% CI: 0.79~0.94). The clinical and triple phase combined model based on XGBoost classifier showed the best performance, with the AUC of 0.98 (95% CI: 0.97~0.99) and 0.95 (95% CI: 0.89~0.98) for training and test group, respectively. **Conclusion:** The nomogram model is a valuable method for risk stratification of GIST and may provide valuable information for diagnosis, treatment and prognosis.

[Key words] Gastrointestinal stromal tumors; Relative risk; Radiomics; Nomograms

胃肠道间质瘤(gastrointestinal stromal tumor, GIST)是消化系统的一种常见间叶组织来源肿瘤,组织学上有梭形细胞和上皮细胞,生物学行为上具有恶性潜能^[1]。研究表明^[2]对于局部进展期或晚期GIST,术前治疗可提高手术切除率,保护脏器功能,降低复发率,甚至带来生存获益。Tirumani等^[3]研究发现中高危GIST易发生复发及转移。因此,术前预测GIST的危险度分级可为是否需要术前行辅助化疗提供参考依据。目前主要通过术前穿刺活检或手术切除病理来评价GIST危险度分级。但是,由于病理取材有限,可能导致病理结果并不能准确反映肿瘤整体危险度分级,此外穿刺活检还存在并发症风险^[4]。因此,寻找一种能可靠、准确、全面评估GIST患者术前危险度分级的无创方法具有重要的临床意义。本研究建立基于CT图像的影像组学列线图模型,用于术前预测GIST危险度分级,以指导临床诊疗及判断预后。

材料与方法

1. 临床资料

搜集本院和二线 2016 年 1 月—2022 年 4 月经病理证实为 GIST 患者 266 例的临床及 CT 图像资料进行回顾性分析。纳入标准:病理诊断为 GIST 且进行危险度分级;术前或活检前 2 周内行腹部增强检查。排除标准:①检查前接受过治疗(包括手术及新辅助化疗);②手术合并其他肿瘤;③影像检查与手术或活检间隔时间超过 2 周;④图像质量不佳或影像资料不全者;⑤术中肿瘤破裂,病理无法评估危险度者。

2. 检查方法

检查设备包括 GE revolution CT、Philips Brilliance iCT、SIEMENS Somatom Definition Flash 螺旋 CT 以及 SIEMENS Somatom Sensation 64 层螺旋 CT。扫描范围包括全部病灶区域。扫描期相包括平扫期、动脉期以及静脉期。增强扫描使用高压注射器系统。对比剂剂量 1.5~2.0 mL/kg,注射流率 3~4 mL/s。注射对比剂后 25~30 s 进行动脉期扫描,55~60 s 行门静脉期扫描(表 1)。

3. CT 特征分析

两名放射科医生对所有 CT 图像进行独立阅片,记录 CT 特征,主要包括肿瘤部位、大小、边界、形态、有无囊变坏死、溃疡、钙化、强化方式等(图 1)。意见分歧时进行协商取得一致。

4. CT 图像分割与放射组学特征提取

首先由 1 名放射科医师使用 ITK-SNAP(v3.8.0; www.itksnap.org)软件对肿瘤平扫期、动脉期及静脉期图像逐层进行勾画和分割,生成体积感兴趣区(VOI)。VOI 包括全部肿瘤,避开内部坏死区,边缘气体、肠腔内容物、脂肪以及周围血管(图 2)。两周后该医生和另一名放射科医生分别对 50 例(随机选取)肿瘤各期图像再次进行分割,以行观察者间和观察者内的一致性评估。基于上述 VOI,使用 FAE 软件对 CT 图像进行肿瘤特征提取。

5. 危险度分级

据美国国立卫生研究院(NIH)2008 改良版^[5],将极低危和低危合并为低恶性风险组,中危和高危合并

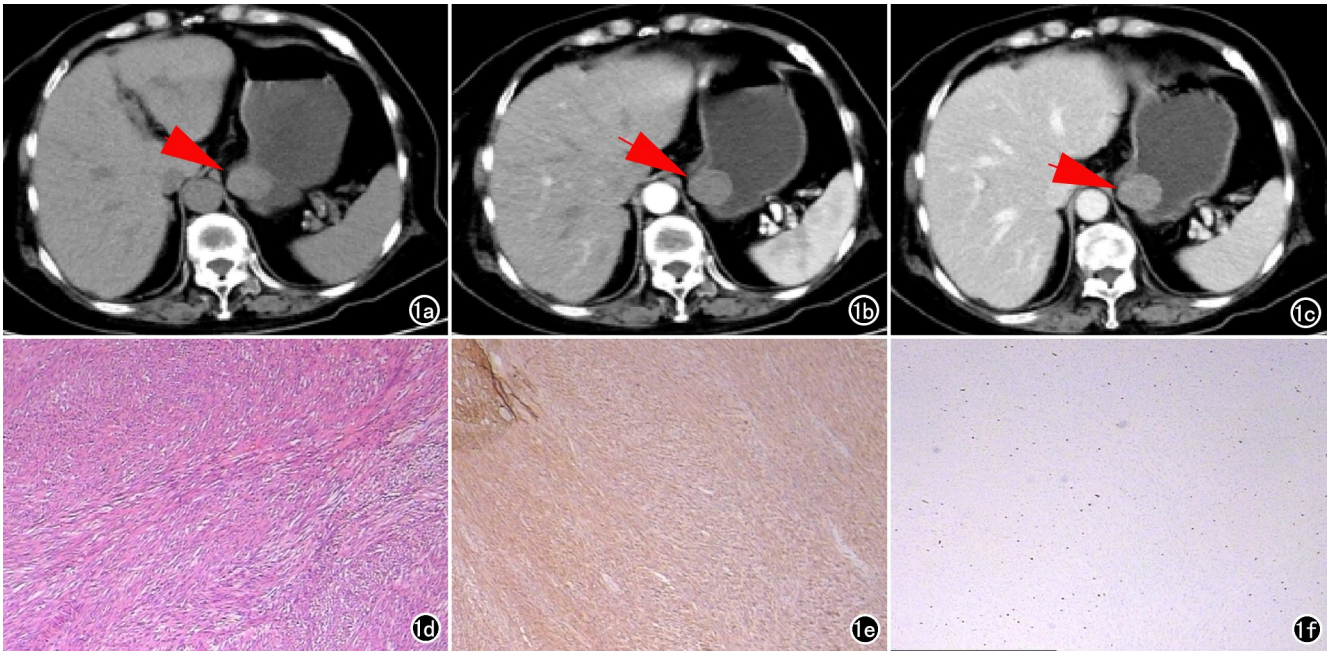


图 1 (贲门下、大弯侧)胃间质瘤,危险度分级:低危险度。a)CT 平扫贲门下、胃大弯侧类圆形软组织肿块(箭);b)动脉期病灶轻度均匀强化(箭);c)静脉期病灶进一步均匀强化(箭);d)镜下见梭形细胞(×100, HE);e)CD117(+);f)Ki67(+,约 1%)。

表 1 胃肠道间质瘤患者的 CT 扫描方案

Manufacture	SIEMENS	SIEMENS	GE	PHILIPS
CT scanner	Somatom Sensation 64	Dual source CT	Revolution CT	Brilliance iCT
Tube voltage(kV)	100~120	100~120	100~120	100~120
Tube current(mA)	200~350	250~350	200~320	200~250
Slice thickness(mm)	5	5	5	5
Slice spacing(mm)	5	5	5	5
Matix	512×512	512×512	512×512	512×512
Field of view(mm)	500	500	500	500
Algorithm	standard	standard	standard	standard

为高恶性风险组。

6. 建立临床模型、影像组学模型及联合模型

将临床资料及 CT 图像特征、平扫期(N)、动脉期(A)、静脉期(V)、影像 3 期(N+A+V)提取的组学特征导入人数坤科研平台(<https://science.shukun.net>)通过 Select Percentile 和最小绝对收缩与选择算子(least absolute shrinkage and selection operator,LASSO)算法降维,使用 5 个分类器(Random Forest、Logistic Regression、SVM、SGD、XGBoost)建立临床模型、各期组学模型以及临床-组学联合模型。

7. 统计分析

使用 IBM SPSS 22.0 统计软件进行统计分析。采用组内相关系数(intraclass correlation coefficients, ICC)评估观察者间和观察者内在影像组学特征上的一致性(ICC>0.75 时认为重复性较好)。采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线下面积(area under curve,AUC)对各模型训练组与测试组进行量化。采用灵敏度、特异度、准确度、阳性预测值和阴性预测值来评价模型的诊断效能。使用

Delong 检验比较各模型间 AUC 值差异。

结 果

1. 临床资料及 CT 图像特征比较(表 2)

266 例患者中低恶性风险组 122 例,女 68 例,男 54 例,平均年龄(60.74±11.58)岁,肿瘤生长于胃腔者 101 例,非胃腔者 21 例(十二指肠 8 例,小肠 11 例,空肠 1 例,腹腔 1 例);高恶性风险组 144 例,女 74 例,男 70 例,平均年龄(61.61±12.14)岁,肿瘤生长于胃腔者 85 例,非胃腔者 59 例(食管 2 例,十二指肠 7 例,小肠 36 例,直肠 2 例,肠系膜 2 例,肝脏 1 例,后腹膜 2 例,腹腔 7 例)。肿瘤大小、部位、形态、边界、强化方式及有无囊变坏死在两组中均有统计学差异($P<0.05$),而年龄、性别、有无钙化及溃疡在两组中均无统计学差异($P>0.05$)。

2. 临床特征筛选及模型建立

按照 7:3 的比例随机分组,训练组 186 例,测试组 80 例。临床资料及 CT 图像特征经 select percentile 和 LASSO 算法筛选出 2 个特征(大小、强化方式)建

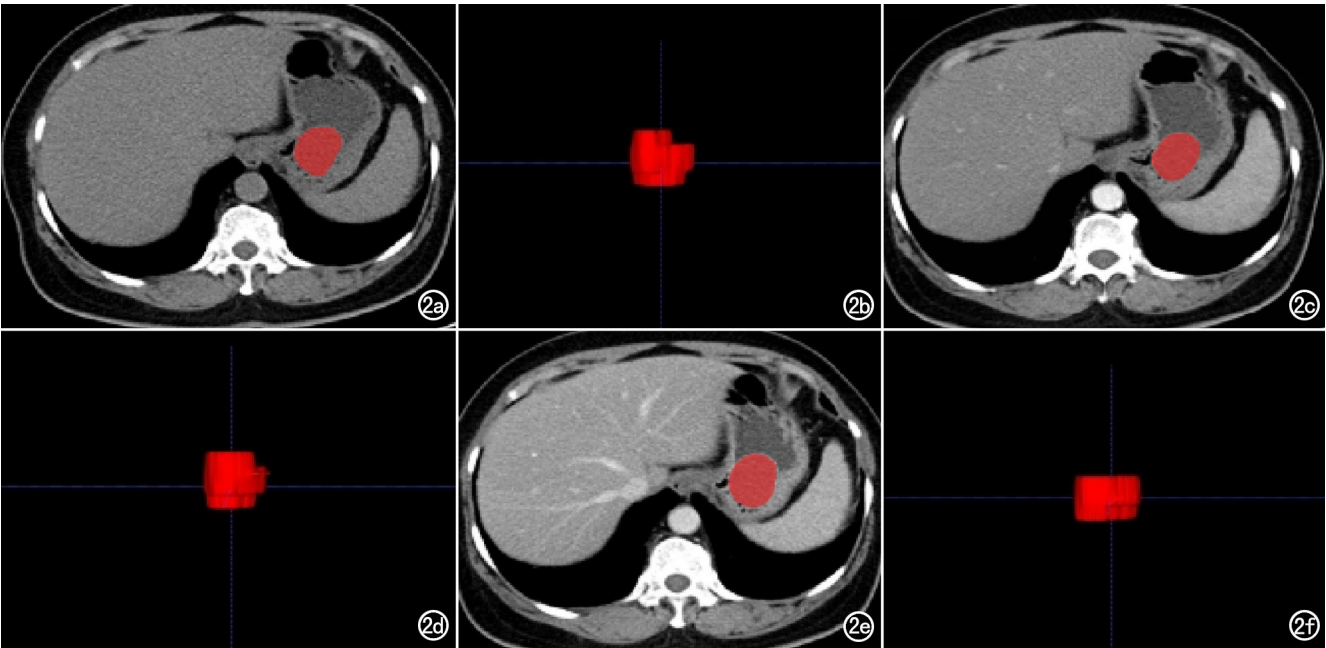


图2 a) 平扫期横断面肿瘤 ROI 分割图; b) 平扫期肿瘤 VOI; c) 动脉期横断面肿瘤 ROI; d) 动脉期肿瘤 VOI; e) 静脉期横断面肿瘤 ROI 分割图; f) 静脉期肿瘤 VOI。

表 2 2 组患者临床资料及 CT 图像特征比较

临床基本资料	低恶性风险组 (N=122)	高恶性风险组 (N=144)	统计量	P
年龄/(岁)	60.74±11.58	61.61±12.14	0.597	0.551
性别			0.502	0.479
女	68(55.7%)	74(51.4%)		
男	54(44.3%)	70(48.6%)		
大小(cm)	3.14±1.11	7.37±3.40	-14.068	0.000
部位			17.728	0.000
胃	101(82.8%)	85(59.0%)		
非胃	21(17.2%)	59(41.0%)		
形态			53.783	0.000
规则	113(92.6%)	74(51.4%)		
不规则	9(7.4%)	70(48.6%)		
边界			25.743	0.000
清晰	119(97.5%)	109(85.7%)		
不清晰	3(2.5%)	35(14.3%)		
强化方式			64.180	0.000
均匀	81(66.4%)	26(18.1%)		
不均匀	41(33.6%)	118(81.9%)		
囊坏死变			47.351	0.000
(-)	102(83.6%)	61(42.4%)		
(+)	20(16.4%)	83(57.6%)		
钙化			0.503	0.478
(-)	104(85.2%)	127(88.2%)		
(+)	18(14.8%)	17(11.8%)		
溃疡			0.318	0.573
(-)	111(91.0%)	128(88.9%)		
(+)	11(9.0%)	16(11.1%)		

立临床模型, LASSO 特征权重系数分别为 0.08、0.20 (图 3)。

3. 组学特征筛选和模型建立

对肿瘤提取特征进行一致性检验, 各期像有 1781 个组学特征具有较好一致性(ICC>0.75)。按照 7:3 的比例随机分组, 训练组 186 例, 测试组 80 例。首先,

将各期像提取的组学特征, 经 select percentile 和 LASSO 算法降维后, 平扫期(图 4a)、动脉期(图 4b)、静脉期(图 4c)获得的组学特征分别为 5 个、24 个、24 个, 而影像 3 期(N+A+V)共得到 8 个组学特征(图 4d)。平扫期 1 个、动脉期 2 个、静脉期 5 个。应用上述筛选后组学特征, 使用 5 个分类器建立各期组学模型。然后, 据 AUC 值进行各期模型组内比较, 选出组内最优模型。最后, 共建立 6 个预测模型(表 3), 包括 1 个临床模型、4 个影像组学模型(平扫期、动脉期、静脉期、平扫期+动脉期+静脉期)及 1 个组合模型(临床-影像-期组学模型)。

4. 模型的比较与验证

6 个模型的 ROC 曲线如图 5 所示。通过 Delong 检验进行比较(图 6), 临床模型联合影像 3 期(N+A+V)组学模型与平扫期模型及影像 3 期模型有统计学差异, 其余各模型间无统计学差异。基于 XGBoost 分类器构建的临床模型联合影像 3 期(N+A+V)组学模型为最佳模型, 具有最高的预测效能(训练组 AUC=0.98(95%CI:0.97~0.99); 测试组 AUC=0.95(95%CI:0.89~0.98))。据该最佳模型生成临床-CT 影像组学列线图实现模型可视化(图 7)。

讨 论

GIST 起源于胃肠道 Cajal 间质细胞或其前体细胞^[6], 全球发病率约 10~15 例/100 万^[7]。肿瘤较小时常无明显临床症状。随着肿瘤体积增大, 常出现腹痛、腹部肿块、消化道出血等症状^[8]。手术治疗是

表 3 训练组与测试组各模型比较

各期相组学模型	AUC 95%置信区间		准确度	灵敏度	特异度	阳性预测值	阴性预测值
平扫期组学模型(SGD)							
训练组	0.93	0.89~0.96	0.88	0.86	0.91	0.92	0.85
测试组	0.84	0.75~0.92	0.74	0.70	0.78	0.80	0.69
动脉期组学模型(SVM)							
训练组	0.93	0.90~0.97	0.88	0.85	0.91	0.91	0.84
测试组	0.87	0.80~0.94	0.80	0.67	0.95	0.94	0.71
静脉期组学模型(RF)							
训练组	0.95	0.92~0.98	0.89	0.86	0.93	0.94	0.85
测试组	0.84	0.75~0.93	0.83	0.77	0.89	0.89	0.77
影像三期组学模型(XGBoost)							
训练组	1.00	0.99~1.00	0.99	0.99	1.00	1.00	0.99
测试组	0.88	0.79~0.94	0.78	0.77	0.78	0.80	0.74
临床模型(XGBoost)							
训练组	0.95	0.92~0.98	0.89	0.86	0.93	0.94	0.85
测试组	0.91	0.83~0.96	0.85	0.79	0.92	0.92	0.79
临床联合影像三期模型(XGBoost)							
训练组	0.98	0.97~0.99	0.94	0.91	0.96	0.97	0.90
测试组	0.95	0.89~0.98	0.85	0.79	0.92	0.92	0.79

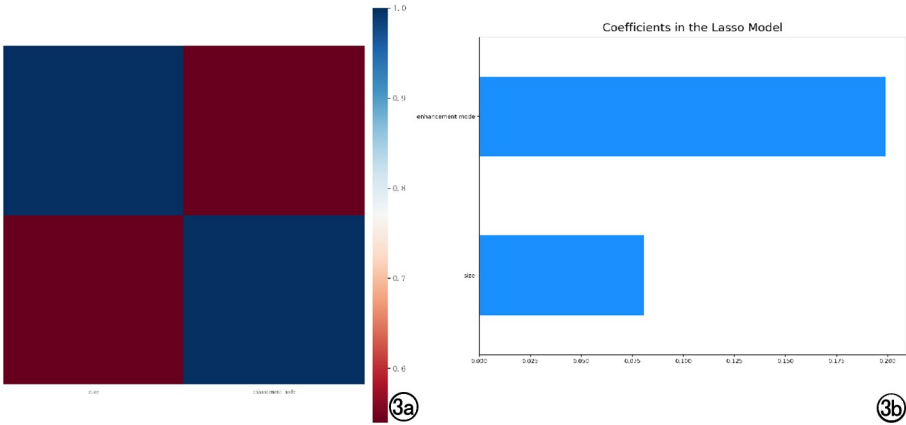


图 3 a)LASSO 算法筛选临床特征;b) 临床特征权重系数。

GIST 首选治疗方法^[9],但 GIST 危险度分级为中高危的患者,存在复发和转移的风险,需辅以辅助治疗。术前行靶向药物治疗缩小肿瘤体积,不仅可避免不必要的联合脏器切除,降低手术风险,还可增加肿瘤根治性切除机会;对于特殊部位的肿瘤,还可保护其结构和功能^[1]。

本研究筛选临床特征的方法与既往研究不同,既往研究^[10-13]临床特征先行单因素分析,有统计学差异的特征再进一步行多因素逻辑回归分析。本研究采用数坤科研平台 select percentile 和 LASSO 算法进行特征筛选,最终筛选出肿瘤大小和强化方式 2 个特征建立临床模型,LASSO 特征权重系数分别为 0.08、0.20。基于 XGBoost 分类器临床模型具有较高的诊断效能,训练组和测试组 AUC 值分别为 0.95 和 0.91。据美国国立卫生研究院(NIH)2008 改良版,肿瘤大小、核分裂象计数和肿瘤原发部位是 GIST 危险度分级的主要参数。但在本研究中肿瘤原发部位特征权重系数较低,不能用于构建临床模型。张丽静等^[14]研究

也表明肿瘤原发部位不是 GIST 危险度分级的独立危险因素。但陈媛慧等^[15]研究发现胃底间质瘤比小肠间质瘤高危概率大,董婷宇等^[16]基于增强 CT 影像组学术前预测 GIST 危险度分级的研究也发现肿瘤部位在两组间存在统计学差异。她们将性别、年龄、肿瘤部位及 Ki-67 表达情况仅采用卡方检验比较两组间的差异,未进一步进行多因素回归分析,单因素分析诊断效能价值有限。本研究中肿瘤强化方式也具有较高的特征

权重系数。高恶性风险组(中危、高危)肿瘤一般体积较大,密度欠均匀,内部血供不均匀,易出现囊变坏死,故强化不均匀,而低恶性风险组(极低危、低危)肿瘤体积相对较小,内部密度均匀,强化也均匀,与母青林等^[17]报道一致。本研究中其他临床及 CT 图像特征权重系数均较低,不能用于构建临床模型。

目前已有利用放射组学预测 GIST 危险度分级的报道。Chu 等^[10]利用增强 CT 静脉期图像构建放射组学术前预测 GIST 危险度分级模型,该模型在训练组、验证组的 AUC 分别为 0.793、0.791。同时,他们的研究还建立了基于患者年龄、肿瘤直径和形态的临床模型,AUC 值为 0.718。本研究构建了 4 个组学模型,包括平扫期(N)、动脉期(A)、静脉期(V)以及 3 期联合(N+A+V)模型以充分提取各期组学特征;另外,还使用 5 个分类器对各期特征进行训练建模,对比了不同模型间的诊断效能。研究结果发现平扫期、动脉期、静脉期组学模型在测试组对 GIST 危险度分级预测能力相当,AUC 分别为 0.84、0.87、0.84,影像 3 期

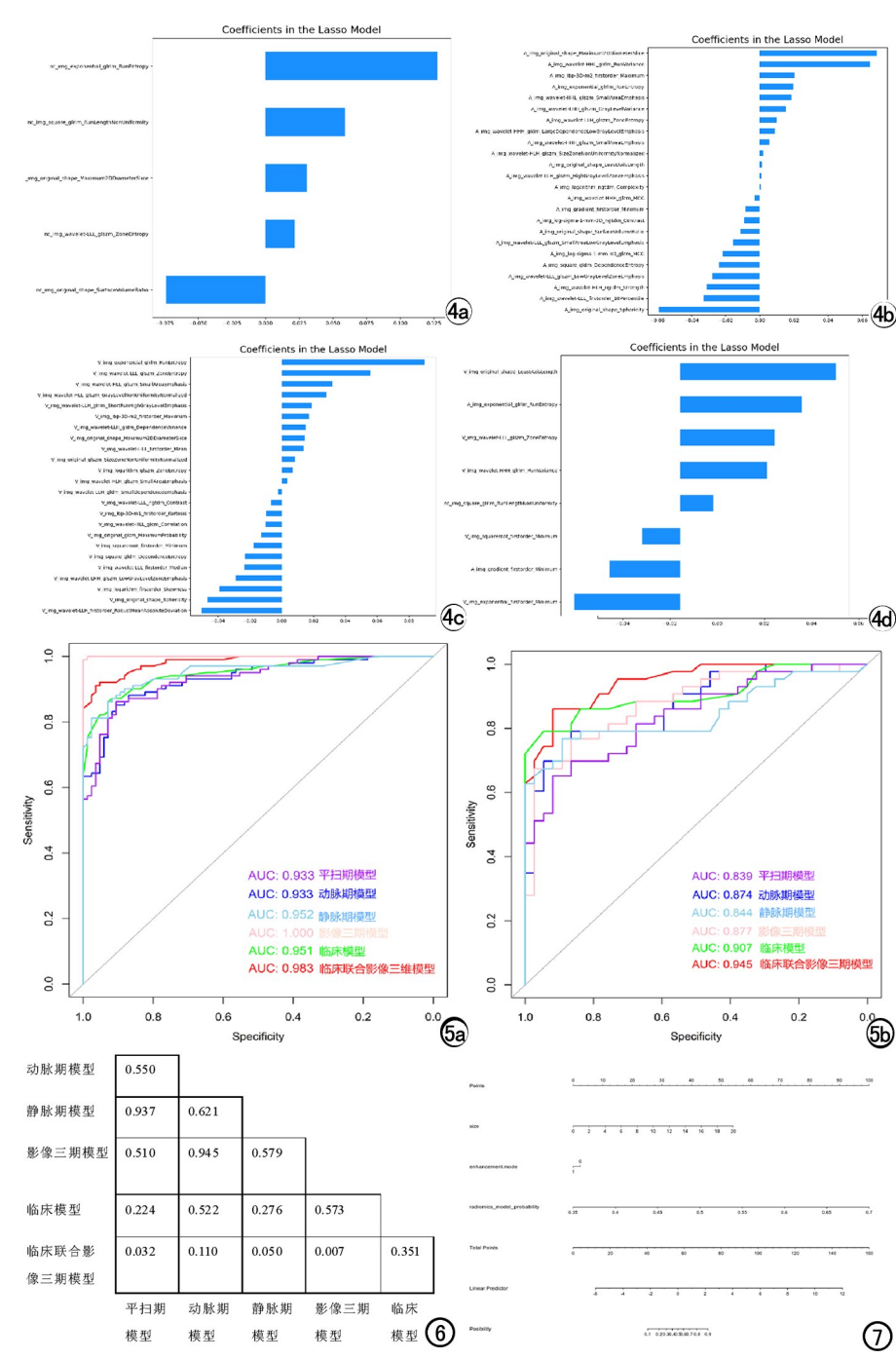


图 4 a) 平扫期模型筛选放射组学特征及权重系数;b) 动脉期模型筛选放射组学特征及权重系数;c) 静脉期模型筛选放射组学特征及权重系数;d) 影像 3 期各期最优模型选定放射组学特征及权重系数。

图 5 a) 训练组 6 个模型 ROC 曲线;b) 测试组 6 个模型 ROC 曲线。

图 6 6 个模型 ROC 曲线两两 Delong 检验。

图 7 临床-CT 影像组学列线图。

模型 AUC 略提高为 0.88,较他们仅利用静脉期图像建立组学模型预测效能明显提高。同时,本研究基于肿瘤大小和强化方式建立的临床模型, AUC 值为 0.91,较他们的临床模型预测效能亦明显提高。WANG 等^[18]基于动脉期和静脉期图像构建放射组学

模型预测 GIST 危险度分级。研究发现使用随机森林模型在训练组、外部验证组具有最高 AUC 分别为 0.88 ± 0.06 、0.90,具有较高的预测效能,与本研究影像 3 期组学模型预测效能差别不明显,但未建立临床模型。本研究临床模型与影像 3 期(N+A+V)建立的联合模型在训练组和测试组的 AUC 分别为 0.98、0.95,预测效能较他们仅构建组学模型有明显提高。本研究通过勾画全瘤体、多期像、多算法联合临床及 CT 图像特征的模型,可使组学特征信息与临床信息相互补充,从而提高了诊断效能及准确性。

本研究虽为双中心,但是非前瞻性,结果可能存在选择偏倚,需要更多前瞻性数据,以便进一步验证模型效能;此外,本研究包括多种机器类型,对结果也可能存在影响。

综上所述,本研究基于 XG-Boost 分类器建立了临床-CT 影像组学列线图,其在术前预测 GIST 危险度分级上具有较高临床价值。

参考文献:

[1] 中国临床肿瘤学会胃肠间质瘤专家委员会.中国胃肠间质瘤诊断治疗共识(2017 年版)[J].肿瘤综合治疗电子杂志,2018,4(1):31-43.

[2] 李子禹,李双喜,季加孚.胃肠间质瘤术前靶向药物治疗与手术时机选择[J].中国实用外科杂志,2018,38(5):494-497.

[3] Tirumani SH,Baheti AD,Tirumani H, et al.Update on gastrointestinal stromal tumors for radiologists [J]. Korean J Radiology,2017,18(1):84-93.

[4] Trindade AJ,Benias PC,Alshelleh M, et al.Fine-needle biopsy is superior to fine-needle aspiration of suspected gastrointestinal stromal tumors: a large multicenter study[J].Endoscopy International Open,2019,7(7):E931-E936.

[5] Joensuu H.Risk stratification of patients diagnosed with gastrointestinal stromal tumor[J].Human Pathology,2008,39(10):1411-1419.

[6] Scherübl H, Faiss S, Knoefel WT, et al. Management of early a-symptomatic gastrointestinal stromal tumors of the stomach[J]. World Journal of Gastrointestinal Endoscopy, 2014, 6 (7): 266-271.

[7] Søreide K, Sandvik OM, Søreide JA, et al. Global epidemiology of gastrointestinal stromal tumours (GIST): A systematic review of population-based cohort studies[J]. Cancer Epidemiology, 2016, 40:39-46.

[8] Joensuu H, Hohenberger P, Corless CL. Gastrointestinal stromal tumour[J]. Lancet (London, England), 2013, 382(9896):973-983.

[9] Berney CR. Laparoscopic resection of locally advanced gastrointes-tinal stromal tumour (GIST) of the stomach following neoadju-vant imatinib chemoreduction[J]. International J Surgery Case Re-ports, 2015, 8C:103-106.

[10] H C, P P, J H, et al. Value of radiomics model based on enhanced computed tomography in risk grade prediction of gastrointestinal stromal tumors[J]. Scientific Reports, Sci Rep, 2021, 11 (1): 12009.

[11] Shao M, Niu Z, He L, et al. Building radiomics models based on triple-phase CT images combining clinical features for discrimi-nating the risk rating in gastrointestinal stromal tumors[J]. Frontiers in Oncology, 2021, 11:737302.

[12] Zhang QW, Zhou XX, Zhang RY, et al. Comparison of malignan-

cy-prediction efficiency between contrast and non-contrast CT-based radiomics features in gastrointestinal stromal tumors: A multicenter study[J]. Clinical and Translational Medicine, 2020, 10(3):e291.

[13] 杨采薇, 刘曦娇, 魏毅, 等. CT 影像组学联合传统影像特征对胃肠道间质瘤 Ki-67 指数表达的预测价值[J]. 放射学实践, 2022, 37(9):1068-1073.

[14] 张丽静, 陈德强, 张春谦, 等. 基于 CT 图像的放射组学特征联合 CT 征象的 GIST 危险度分级的列线图模型的初步研究[J]. 临床放射学杂志, 2020, 39(9):1790-1795.

[15] 陈媛慧, 张进华, 胡道予, 等. 胃底间质瘤增强 MSCT 影像特征分析[J]. 放射学实践, 2020, 35(11):1458-1463.

[16] 董婷宇, 刘峰, 汤林梦, 等. 增强 CT 影像组学术前预测胃肠道间质瘤危险度分级的价值[J]. 中国医学影像学杂志, 2022, 30(1): 66-71.

[17] 母青林, 刘剑. 多层螺旋 CT 在胃肠道间质瘤术前诊断中的价值[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2016, 14(2):109-111.

[18] Wang M, Feng Z, Zhou L, et al. Computed-tomography-based ra-diomics model for predicting the malignant potential of gastroin-testinal stromal tumors preoperatively: a multi-classifier and multicenter study[J]. Frontiers in Oncology, 2021, 11:582847.

(收稿日期:2022-09-19 修回日期:2022-12-20)

《放射学实践》杂志入选

中国医学科学院医学科学卓越期刊目录

华中科技大学同济医学院附属同济医院《放射学实践》杂志入选中国医学科学院医学科学卓越期刊目录,是该目录中文杂志放射影像领域仅有的两本杂志之一。《放射学实践》杂志入选中国科协发布 10 大领域《我国高质量科技期刊分级目录》业内认可的较高水平期刊。

《放射学实践》创刊于 1986 年。创刊时杂志主要内容是将德国著名医学影像学杂志《Roentgen-praxis》原文翻译成中文,向中国广大放射学工作者介绍德国最新的医学影像学信息,是我国改革开放后最早的国际合作译文期刊。1996 年开始刊登国内专家学者的文章,以论著为主,涉及医学影像学的方方面面。以时代性、权威性、群众性作为刊物的定位品格,博采众长、兼收并蓄,受到广大放射学工作者的喜爱。现为 2020 年版北京大学和北京高校图书馆期刊工作研究会共同主持的国家社会科学基金项目“学术期刊评价及文献计量学研究”研究成果——《中国核心期刊要目总览》。本刊为中国科学引文数据库(CSCD)核心库来源期刊、《中文核心期刊要目总览》收录期刊、中国科技核心期刊、中国高质量科技期刊分级目录临床医学领域医学影像学期刊,并在中国学术期刊分区中位列 Q1 区。