

基于¹⁸F-FDG PET/CT 的影像组学在直肠癌脉管侵犯状态预测中的价值

焦孟章¹ 杨光杰¹ 马宗晶² 孔钰³ 张树茂⁴ 王振光¹

¹青岛大学附属医院核医学科, 青岛 266000; ²复旦大学附属华东医院放射科, 上海 200040; ³济宁医学院附属医院医学影像科, 济宁 272000; ⁴临沂市肿瘤医院核医学科, 临沂 276000

通信作者: 王振光, Email: wangzhenguang@qdu.edu.cn

【摘要】 目的 探索基于¹⁸F-FDG PET/CT 的影像组学联合临床因素对直肠癌患者脉管侵犯(LVI)的预测价值。方法 本研究为队列研究, 回顾性分析 2017 年 1 月至 2023 年 11 月在青岛大学附属医院诊治的 120 例直肠腺癌患者[男 86 例、女 34 例, 年龄(62.2±11.6)岁], 采用分层无放回简单随机抽样法按照 8:2 分为训练集(96 例)和测试集(24 例)。收集 2020 年 1 月至 2024 年 6 月济宁医学院附属医院和临沂市肿瘤医院的 31 例直肠腺癌患者[男 17 例、女 14 例, 年龄(61.2±8.2)岁]作为外部验证集。提取 PET/CT 影像组学特征, 进行特征筛选并建立影像组学模型。采用 χ^2 检验及二元 logistic 回归筛选 LVI 阳性的临床预测因素并建立临床模型。联合影像组学特征及临床因素建立联合模型并生成列线图。绘制 ROC 曲线评估各模型的预测效能。结果 训练集 LVI 阳性组($n=40$)与阴性组($n=56$)在体质量、糖类抗原(CA)19-9、肿瘤代谢体积(MTV)及 SUV 峰值(SUV_{peak})间的差异具有统计学意义(χ^2 值: 4.01~13.64, 均 $P<0.05$)。二元 logistic 回归筛选出 LVI 阳性的独立预测因素为体质量[比值比(OR)(95% CI)=0.320(0.095~0.906), $P=0.033$]、CA19-9[OR(95% CI)=0.402(0.120~0.917), $P=0.033$]和 MTV[OR(95% CI)=0.192(0.090~0.575), $P=0.002$], 并建立临床模型。经过筛选和降维得到 13 个 PET 和 15 个 CT 影像组学特征, 建立影像组学模型。在训练集、测试集与外部验证集中, 临床模型 AUC 分别为 0.765、0.567、0.777, 影像组学模型 AUC 分别为 0.925、0.881、0.823, 联合模型 AUC 分别为 0.938、0.889、0.841。结论 利用直肠癌患者术前 PET/CT 影像组学特征及临床因素构建的联合模型对 LVI 状态有较好的预测效能, 该模型有望为直肠癌患者术前新辅助治疗及术中淋巴结清扫方案的选择提供支持。

【关键词】 直肠肿瘤; 肿瘤浸润; 血管; 淋巴管; 影像组学; 正电子发射断层显像术; 体层摄影术, X 线计算机; 氟脱氧葡萄糖 F18

DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20241025-00366

Predictive value of radiomics based on ¹⁸F-FDG PET/CT for lymphovascular invasion status in rectal cancer

Jiao Mengzhang¹, Yang Guangjie¹, Ma Zongjing², Kong Yu³, Zhang Shumao⁴, Wang Zhenguang¹

¹Department of Nuclear Medicine, the Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao 266000, China;

²Department of Radiology, Huadong Hospital Affiliated to Fudan University, Shanghai 200040, China;

³Department of Medical Imaging, Affiliated Hospital of Jining Medical University, Jining 272000, China;

⁴Department of Nuclear Medicine, Linyi Cancer Hospital, Linyi 276000, China

Corresponding author: Wang Zhenguang, Email: wangzhenguang@qdu.edu.cn

【Abstract】 **Objective** To explore the value of a model combining ¹⁸F-FDG PET/CT radiomics and clinical factors in prediction of lymphovascular invasion (LVI) in rectal cancer. **Methods** This retrospective cohort study was conducted on 120 patients (86 males and 34 females; age (62.2±11.6) years) with rectal adenocarcinoma from the Affiliated Hospital of Qingdao University between January 2017 and November 2023. Patients were divided into a training set ($n=96$) and testing set ($n=24$) at the ratio of 8:2 using simple random sampling without replacement with a fixed random seed. An external validation cohort consisted of 31 patients (17 males and 14 females; age (61.2±8.2) years) with rectal adenocarcinoma from Affiliated Hospital of Jining Medical University and Linyi Cancer Hospital between January 2020 and June 2024 was obtained. PET/CT-derived features were selected to build radiomics model. The χ^2 test and logistic regression were used to identify clinical predictors of LVI for clinical modeling. A combined radiomics-clinical nomogram was developed, after that ROC analysis was conducted to evaluate the predictive performance.

Results Significant differences were found between LVI-positive ($n=40$) and LVI-negative ($n=56$) subgroups in body weight, carbohydrate antigen (CA) 19-9, metabolic tumor volume (MTV), and peak of SUV (SUV_{peak}) in the training set (χ^2 values: 4.01–13.64, all $P<0.05$). Binary logistic regression identified body weight (odds ratio (OR) = 0.320, 95% CI: 0.095–0.906, $P=0.033$), CA19-9 (OR = 0.402, 95% CI: 0.120–0.917, $P=0.033$), and MTV (OR = 0.192, 95% CI: 0.090–0.575, $P=0.002$) as independent predictors of LVI, forming the clinical model. Thirteen PET features and fifteen CT features were selected and a radiomics model was built. ROC curve analysis showed that AUCs for the clinical model in the training, testing, and external validation sets were 0.765, 0.567, and 0.777, respectively; AUCs for the radiomics model were 0.925, 0.881, and 0.823; AUCs for the joint model were 0.938, 0.889, and 0.841.

Conclusion The joint model of ^{18}F -FDG PET/CT radiomics and clinical factors can effectively predict LVI in rectal cancer, guiding preoperative therapy and surgical planning.

【Key words】 Rectal neoplasms; Neoplasm invasiveness; Blood vessels; Lymphatic vessels; Radiomics; Positron-emission tomography; Tomography, X-ray computed; Fluorodeoxyglucose F18

DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20241025-00366

结直肠癌发病率在中国恶性肿瘤中位居第二,且呈持续上升趋势^[1]。脉管侵犯(lymphovascular invasion, LVI)是指肿瘤细胞在动脉、静脉或淋巴管腔内的浸润^[2]。有研究表明 LVI 与直肠癌淋巴结转移、远处转移及术后复发等不良预后相关^[3-4],并且 LVI 阳性 II 期直肠癌患者应进行局部淋巴结清扫和术前辅助化疗^[5]。目前 LVI 诊断主要依靠术后病理,如何在术前准确评估 LVI 状态备受关注。

现有研究表明, PET 代谢参数与直肠癌周围神经侵犯等不良预后因素相关^[6-8]。然而,直肠癌 LVI 与 PET 代谢参数相关性的研究较少。影像组学通过对医学图像中定量特征进行分析得到肿瘤表型及肿瘤微环境相关的信息,为直肠癌 LVI 相关研究提供了新的视角。本研究旨在探索基于 PET/CT 的影像组学特征在直肠癌 LVI 预测中的价值,并构建整合 PET/CT 代谢信息及临床特征的术前 LVI 评估方法,以期为直肠癌患者的个体化治疗决策及随访策略优化提供参考依据。

资料与方法

1. 患者资料。本研究为回顾性队列研究,符合《赫尔辛基宣言》的原则,并经青岛大学附属医院医学伦理委员会批准(审批号: QYFY WZLL25750)。回顾性分析 2017 年 1 月至 2023 年 11 月在青岛大学附属医院确诊直肠腺癌的 120 例患者[男 86 例、女 34 例,年龄(62.2 ± 11.6)岁],采用分层无放回简单随机抽样法按 8:2 分为训练集(96 例)和测试集(24 例)。回顾性收集 2020 年 1 月至 2024 年 6 月在济宁医学院附属医院和临沂市肿瘤医院证实为直肠腺癌的 31 例患者[男 17 例、女 14 例,年龄(61.2 ± 8.2)岁],作为外部验证集。纳入标准:(1)患者均行直肠癌根治术,且术前未行新辅助治疗;(2)术后病理诊断为直肠腺癌,且病理明确患者 LVI 状态;

(3) PET/CT 检查在直肠癌根治术前 2 周内进行;(4) PET/CT 检查前,患者未接受抗肿瘤治疗。排除标准:(1) PET/CT 图像不完整或图像质量差;(2)患者伴有其他恶性肿瘤。

2. 图像采集。训练集与测试集患者在禁食 6 h 以上且空腹血糖小于 11.1 mmol/L 的状态下接受 PET/CT 检查,根据患者体质量静脉注射 5.5~6.6 MBq/kg ^{18}F -FDG,随后患者休息 40~60 min,再排空膀胱准备扫描。采用美国 GE 公司 Discovery MI 型 PET/CT 仪进行扫描,扫描范围为颅顶至大腿中上段;PET 扫描采集 6 个床位,每个床位采集 1.5 min,矩阵 128×128;CT 扫描电流 110 mA,电压 120 kV,转速 0.7 转/s,床速 29.46 cm/s,矩阵 512×512,层厚 5 mm。

对于外部验证集患者,显像仪器为美国 GE 公司 Discovery MI 型 PET/CT 仪及 Discovery 710 型 PET/CT 仪,显像准备及参数同前。

3. PET/CT 图像分析、临床资料获取及 LVI 判定。使用美国 GE 公司 Advantage Workstation 4.7 测量病灶 SUV_{max} 、肿瘤代谢体积(metabolic tumor volume, MTV)、SUV 峰值(peak of SUV, SUV_{peak}),其中 MTV 测量所采用的 SUV 阈值为 2.5。

使用病例系统回顾性收集患者性别、年龄、身高、体质量、术前 2 周内的癌胚抗原(carcinoembryonic antigen, CEA)及糖类抗原(carbohydrate antigen, CA)19-9 水平。在患者的术后病理标本中观察到肿瘤细胞或肿瘤细胞血栓位于内皮细胞内,或肿瘤细胞破坏淋巴管壁时,诊断为 LVI^[8]。

4. LVI 预测模型构建。(1) ROI 分割。将 PET/CT 图像导入三维(three-dimensional, 3D) Slicer 5.4.0 软件(<https://www.slicer.org>),由 1 名具有 5 年影像诊断经验的医师 A 进行 ROI 分割,1 名具有 10 年影像诊断经验的医师 B 对 ROI 校正。通过手动分割方

式对 CT 图像上直肠癌原发灶进行 ROI 分割,通过 PET Tumor Segmentation tool 插件对 PET 图像直肠癌原发灶进行半自动 ROI 分割。勾画结束 2 周后通过简单随机抽样方法抽取 30 例患者,分别由医师 A 及另一名具有 5 年影像诊断经验的医师 C 重新进行 ROI 分割,进行组内及组间一致性评价。

(2) 影像组学特征提取。使用 Python3.9 中的 Pyradiomics (<https://pyradiomics.readthedocs.io/en/latest/features.html>) 模块提取影像组学特征。采用梯度、对数变换、指数变换、平方变换、平方根变换、3D 局部二值模式、小波变换和高斯拉普拉斯滤波器 8 种方法对图像进行预处理。对 CT 图像和 PET 图像的 ROI 进行重新采样,将其统一为 3.0 mm × 3.0 mm × 3.0 mm 的等向同性体素大小。从原始图像及每种预处理后的图像中提取影像组学特征。从 CT 图像共提取 1 834 个特征,包含基于原图的一阶特征 18 个、纹理特征 68 个,高阶特征 1 748 个。从 PET 图像共提取 2 016 个特征,包含基于原图的一阶特征 18 个、纹理特征 68 个,高阶特征 1 930 个。

(3) 特征筛选和模型构建。①使用组内相关系数(intra-class correlation coefficient, ICC)对随机抽取的 30 例患者 PET/CT 影像组学特征进行一致性评价,保留一致性良好(ICC>0.75)的特征。采用 5 折交叉验证的最小绝对收缩和选择算子(least absolute shrinkage and selection operator, LASSO)进行特征筛选并建立影像组学 logistic 回归模型,计算出每例患者的影像组学评分(RadScore)。②根据 ROC 曲线计算出临床因素中连续变量的截断值,并据此将连续变量转变为二分类变量。通过单因素及多因素分析筛选直肠癌 LVI 独立预测因素,并建立 LVI 临床 logistic 回归模型。③将 RadScore 与临床因素融合

建立 logistic 回归联合模型并生成列线图。

5. 统计学分析。使用 IBM SPSS Statistics 25.0 软件对训练集数据进行统计学分析,采用 χ^2 检验对分类变量进行单因素分析,将差异有统计学意义的变量纳入二元 logistic 回归,筛选出 LVI 独立预测因素。使用 R 4.3.2 及 Python3.9 进行影像组学特征标准化、特征降维以及各模型 ROC 曲线、校准曲线、决策曲线以及列线图的绘制。ROC 曲线用来评估各模型直肠癌 LVI 预测性能;校准曲线评估联合模型预测 LVI 与患者实际 LVI 状态之间的一致性;决策曲线用来评价联合模型的净收益。采用 Delong 检验比较各 ROC 曲线的 AUC。当 $P < 0.05$ (双侧检验)时,认为差异有统计学意义。

结 果

1. 患者一般资料及临床模型。全部 151 例直肠癌患者中,LVI 阳性 61 例,LVI 阴性 90 例。训练集 LVI 阳性患者 40 例,LVI 阴性患者 56 例;测试集 LVI 阳性患者 10 例,LVI 阴性患者 14 例;验证集 LVI 阳性患者 11 例,LVI 阴性患者 20 例。训练集 LVI 阳性和阴性组患者的资料比较见表 1,2 组患者间体质量、CA19-9、MTV、 SUV_{peak} 的差异具有统计学意义(χ^2 值:4.01~13.64,均 $P < 0.05$)。多因素分析示,体质量[比值比(odds ratio, OR)(95% CI)=0.320(0.095~0.906), $P=0.033$]、CA19-9[OR(95% CI)=0.402(0.120~0.917), $P=0.033$]及 MTV[OR(95% CI)=0.192(0.090~0.575), $P=0.002$]是直肠癌 LVI 的独立预测因素。联合以上因素建立的直肠癌 LVI 临床模型在训练集、测试集和验证集中 AUC(95% CI)分别为 0.765(0.667~0.862)、0.567(0.318~0.815)、0.777(0.674~1.000)。

表 1 训练集 LVI 阳性和阴性直肠癌患者的临床资料比较(例)

组别	例数	性别		年龄		身高		体质量		
		男	女	>59 岁	≤59 岁	>172 cm	≤172 cm	>61.5 kg	≤61.5 kg	
LVI 阳性	40	26	14	25	15	16	24	34	6	
LVI 阴性	56	42	14	34	22	18	38	39	17	
χ^2 值		1.13		0.00		0.33		4.08		
P 值		0.695		1.000		0.564		0.044 ^a		
组别	CEA		CA19-9		SUV_{max}		MTV		SUV_{peak}	
	>6.13 $\mu\text{g/L}$	≤6.13 $\mu\text{g/L}$	>11.89 $\mu\text{g/L}$	≤11.89 $\mu\text{g/L}$	>12.59	≤12.59	>29.64 cm^3	≤29.64 cm^3	>9.39	≤9.39
LVI 阳性	22	18	31	9	28	12	29	11	29	11
LVI 阴性	22	34	31	25	30	26	18	38	28	28
χ^2 值	1.73		4.08		1.99		13.64		4.01	
P 值	0.188		0.043 ^a		0.158		<0.001 ^a		0.045 ^a	

注:LVI 为脉管侵犯,CEA 为癌胚抗原,CA 为糖类抗原,MTV 为肿瘤代谢体积, SUV_{peak} 为 SUV 峰值;^a 差异有统计学意义

2. 影像组学模型。最终筛选出 13 个 PET 影像组学特征和 15 个 CT 影像组学特征并建立 LVI 影像组学预测模型： $P = 1 / (1 + e^{-RadScore})$ 。RadScore = $\beta_0 + \sum_{(i=1)}^N \beta_i \cdot x_i$ ，其中 β_0 为截距项， β_i 为第 i 个影像组学特征的回归系数， x_i 为标准化后的特征值， N 为特征总数。该影像组学模型在训练集、测试集、验证集中 AUC(95% CI) 分别为 0.925(0.869~0.980)、0.881(0.720~1.000)、0.823(0.617~0.937)。

3. 联合模型。将直肠癌 LVI 的独立预测因素与 RadScore 联合，建立联合模型，其列线图见图 1。联合模型在训练集、测试集和验证集中 ROC 曲线见图 2，AUC(95% CI) 分别为 0.938(0.890~0.986)、0.889(0.734~1.000)、0.841(0.641~1.000)，优于临床模型(Z 值:3.54、2.23、0.43，均 $P < 0.05$)。与影像组学模型相比，联合模型 AUC 虽有提高，但差异并无统计学意义(Z 值:1.16、0.16、1.09，均 $P > 0.05$)。校准曲线示，联合模型在训练集、测试集和验证集中

均表现出良好的一致性(图 3)。决策曲线显示，使用联合模型预测直肠癌 LVI 的临床应用价值要大于临床模型及影像组学模型(图 4)。

讨论

既往研究证实 PET 代谢参数及肿瘤标志物在预测恶性肿瘤危险因素方面有较高价值^[7,9-11]。测量 MTV 不仅要看肿瘤体积，还要考虑肿瘤代谢活性^[12]，因此，MTV 较传统的肿瘤体积和长径等因素具有更高的预测价值。本研究结果显示，MTV 是直肠癌 LVI 的独立预测因素。本研究中 CA19-9 对于直肠癌 LVI 预测也有一定价值，这与既往研究相符合^[13]。但是，联合 MTV 及 CA19-9 等因素建立的临床模型预测性能并不稳定，在测试集 AUC 仅为 0.567。笔者推测其原因可能在于 MTV 所反映的 PET/CT 图像信息较有限。MTV 虽能同时提供肿瘤体积及代谢活性信息，但其对代谢信息的表达较为浅显，且某

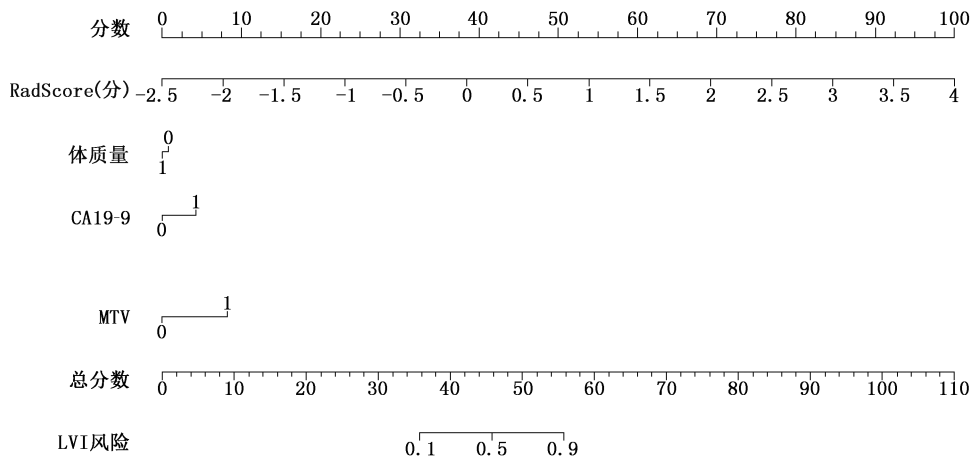


图 1 预测直肠癌肠管侵犯(LVI)的联合模型列线图 RadScore 为影像组学评分,CA 为糖类抗原,MTV 为肿瘤代谢体积;体质量中“0”代表体质量 ≤ 61.5 kg,“1”代表体质量 > 61.5 kg;CA19-9 中“0”代表 CA19-9 ≤ 11.89 $\mu\text{g/L}$,“1”代表 CA19-9 > 11.89 $\mu\text{g/L}$;MTV 中“0”代表 MTV ≤ 29.64 cm^3 ,“1”代表 MTV > 29.64 cm^3

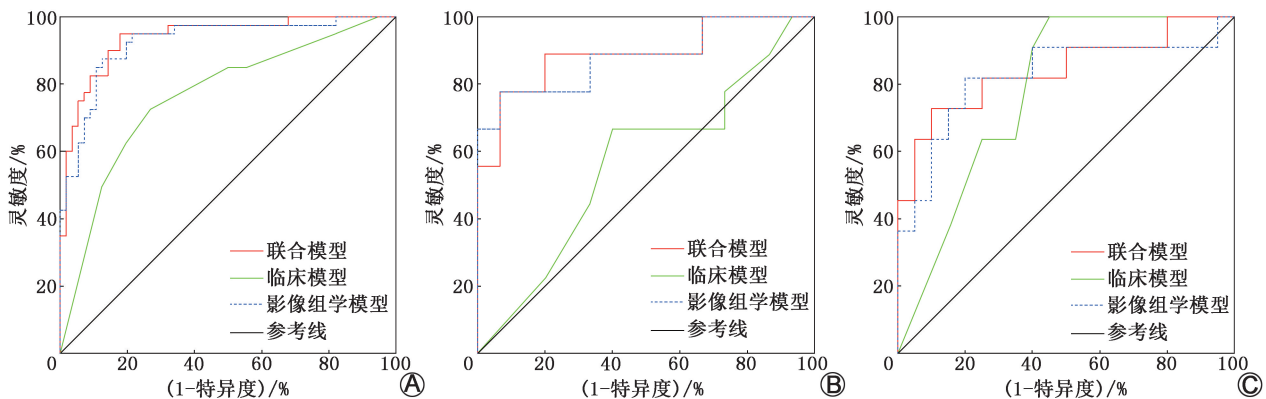


图 2 各模型在直肠癌患者中预测 LVI 的 ROC 曲线 A. 训练集(96 例),联合模型、临床模型、影像组学模型 AUC 分别为 0.938、0.765、0.925;B. 测试集(24 例),联合模型、临床模型、影像组学模型 AUC 分别为 0.889、0.567、0.881;C. 外部验证集(31 例),联合模型、临床模型、影像组学模型 AUC 分别为 0.841、0.777、0.823

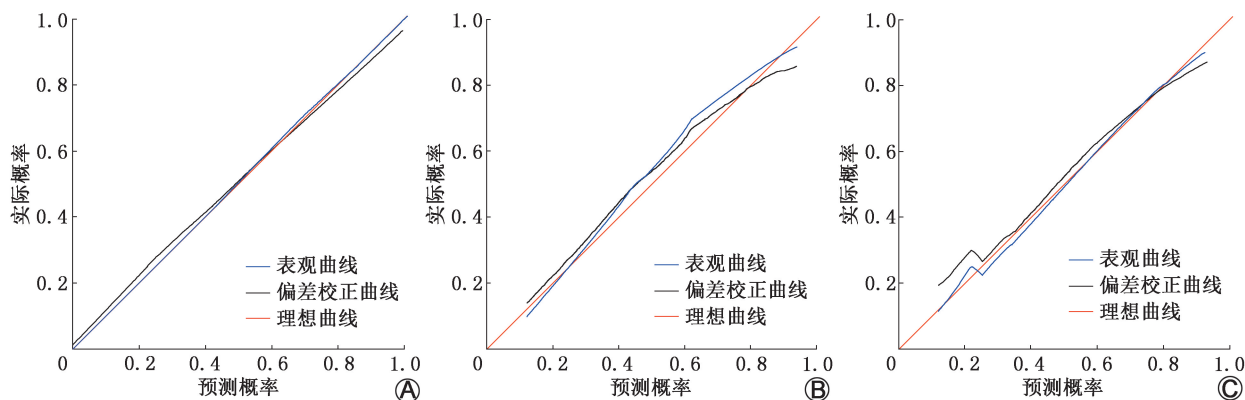


图 3 预测直肠癌脉管侵犯(LVI)的联合模型校准曲线 A.训练集(96例);B.测试集(24例);C.外部验证集(31例)

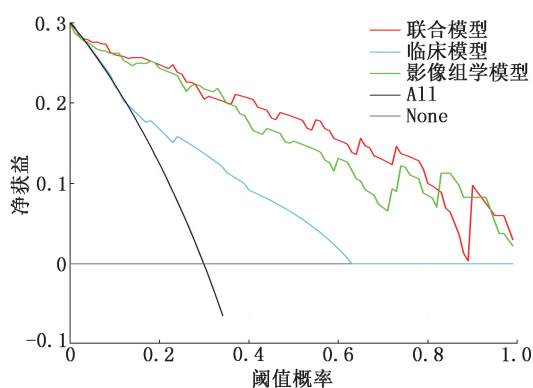


图 4 各模型在训练集直肠癌患者(n=96)中的决策曲线 All 为综合所有因素的决策阈值, None 为无预测因素基准对照

些良性病变或炎性反应可能导致 PET 显像假阳性, 掩盖肿瘤的特异性代谢特征。

影像组学能够揭示与肿瘤异质性相关的微观特征^[14]。本研究挖掘直肠癌 PET/CT 影像组学特征并用于 LVI 预测, 结果表明: 基于 PET/CT 的影像组学模型在训练集、测试集和验证集中表现明显优于临床模型, 且预测效能更加稳定; 而将影像组学特征与 MTV、CA19-9 等临床因素相结合建立的联合模型的预测效能优于单独的临床模型及影像组学模型, 并且在外部验证集中仍能保持较好的预测性能(联合模型在训练集、测试集和验证集中的 AUC 分别为 0.938、0.889、0.841)。以上结果提示, 整合 PET/CT 影像组学及临床因素的联合模型有望在术前预测直肠癌患者的 LVI 状态, 为新辅助治疗的个性化应用及术中淋巴结清扫方式的选择提供参考, 从而有助于改善患者的长期预后。

需说明, 本研究为回顾性研究, 在样本选择方面可能存在偏差。为减少选择偏差对研究结果的影响, 本研究设置了外部验证集以对结果进一步验证。在今后的研究中, 将设计前瞻性临床试验并增加样本量。

总之, 本研究联合 PET/CT 影像组学特征及临床因素的模型在直肠癌 LVI 状态预测方面展现出较好的潜力, 有望为直肠癌患者术前新辅助治疗、术中淋巴结清扫方案的选择等治疗决策及后续随访方案的制定提供更精确的参考。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 焦孟章: 研究实施、论文撰写、统计学分析; 杨光杰、马宗晶: 论文撰写、统计学分析; 孔钰、张树茂: 数据收集、外部验证集图像分析及处理; 王振光: 研究指导、论文修改、经费支持

参 考 文 献

- [1] 郑荣寿, 陈茹, 韩冰峰, 等. 2022 年中国恶性肿瘤流行情况分析 [J]. 中华肿瘤杂志, 2024, 46(3): 221-231. DOI:10.3760/cma.j.cn112152-20240119-00035.
- Zheng RS, Chen R, Han BF, et al. Cancer incidence and mortality in China, 2022 [J]. Chin J Oncol, 2024, 46(3): 221-231. DOI:10.3760/cma.j.cn112152-20240119-00035.
- [2] Kuhn E, Gambini D, Despini L, et al. Updates on lymphovascular invasion in breast cancer [J]. Biomedicines, 2023, 11(3): 968. DOI:10.3390/biomedicines11030968.
- [3] Chen T, Wang M, Cheng X, et al. The complementary role of lymphovascular invasion and perineural invasion in the TNM staging process of rectal cancer [J]. Medicine (Baltimore), 2022, 101(39): e30687. DOI:10.1097/MD.00000000000030687.
- [4] Lord AC, D'Souza N, Shaw A, et al. MRI-diagnosed tumor deposits and EMVI status have superior prognostic accuracy to current clinical TNM staging in rectal cancer [J]. Ann Surg, 2022, 276(2): 334-344. DOI:10.1097/SLA.0000000000004499.
- [5] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 中国结直肠癌诊疗规范 (2023 版) [J]. 中华消化外科杂志, 2023, 22(6): 667-698. DOI:10.3760/cma.j.cn115610-20230526-00236.
- National Health Commission of the People's Republic of China. Chinese protocol of diagnosis and treatment of colorectal cancer (2023 edition) [J]. Chin J Dig Surg, 2023, 22(6): 667-698. DOI:10.3760/cma.j.cn115610-20230526-00236.
- [6] Lovinousse P, Polus M, Van Daele D, et al. FDG PET/CT radiomics for predicting the outcome of locally advanced rectal cancer [J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2018, 45(3): 365-375. DOI: 10.1007/s00259-017-3855-5.
- [7] 麻杰, 杨光杰, 金萌, 等. ¹⁸F-FDG PET/CT 代谢参数预测非转移

- 性直肠癌周围神经侵犯的价值[J].中华核医学与分子影像杂志, 2022, 42(3): 134-138. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20210222-00039.
- Ma J, Yang GJ, Jin M, et al. Application of ¹⁸F-FDG PET/CT metabolic parameters in the prediction of perineural invasion in non-metastatic rectal cancer [J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2022, 42(3): 134-138. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20210222-00039.
- [8] Nie P, Yang G, Wang N, et al. Additional value of metabolic parameters to PET/CT-based radiomics nomogram in predicting lymphovascular invasion and outcome in lung adenocarcinoma[J]. Eur J Nucl Med Mol Imaging, 2021, 48(1): 217-230. DOI:10.1007/s00259-020-04747-5.
- [9] 高宅崧,杨光杰,孙玉慧,等. ¹⁸F-FDG PET/CT 影像学征象联合代谢参数预测 I 期肺腺癌气腔内播散[J].中华核医学与分子影像杂志, 2023, 43(10): 577-582. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20220630-00202.
- Gao ZS, Yang GJ, Sun YH, et al. Prediction of tumor spread through air spaces of stage I lung adenocarcinoma by ¹⁸F-FDG PET/CT imaging signs combined with metabolic parameters [J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2023, 43(10): 577-582. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20220630-00202.
- [10] 张驹,姜岩涛,李晓旭,等. ¹⁸F-FDG PET/CT 代谢参数联合临床特征预测早期肺腺癌脉管浸润的价值[J].中华核医学与分子影像杂志, 2024, 44(10): 621-623. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20231128-00122.
- Zhang J, Jiang YT, Li XX, et al. Value of ¹⁸F-FDG PET/CT metabolic parameters combined with clinical features to predict vascular infiltration in lung adenocarcinoma [J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2024, 44(10): 621-623. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20231128-00122.
- [11] 陈博,吴桐,张华,等.基于¹⁸F-FDG PET 代谢参数预测软组织肉瘤组织学分级的价值研究[J].中华核医学与分子影像杂志, 2024, 44(3): 141-146. DOI: 10.3760/cma.j.cn321828-20230320-00071.
- Chen B, Wu T, Zhang H, et al. Application of ¹⁸F-FDG PET metabolic parameters in evaluating histopathologic grading of soft tissue sarcoma [J]. Chin J Nucl Med Mol Imaging, 2024, 44(3): 141-146. DOI:10.3760/cma.j.cn321828-20230320-00071.
- [12] Lee J, Cho YS, Kim J, et al. Prognostic significance of metabolic parameters by ¹⁸F-FDG PET/CT in thymic epithelial tumors [J]. Cancers (Basel), 2021, 13(4): 712. DOI: 10.3390/cancers13040712.
- [13] Gao Z, Cao H, Xu X, et al. Prognostic value of lymphovascular invasion in stage II colorectal cancer patients with an inadequate examination of lymph nodes [J]. World J Surg Oncol, 2021, 19(1): 125. DOI:10.1186/s12957-021-02224-3.
- [14] Li M, Jin Y, Rui J, et al. Computed tomography-based radiomics for predicting lymphovascular invasion in rectal cancer [J]. Eur J Radiol, 2022, 146: 110065. DOI:10.1016/j.ejrad.2021.110065.

(收稿日期:2024-10-25)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

关于论著文稿中中、英文摘要的书写要求

根据 GB 6447—86 的定义,文摘是以提供文献内容梗概为目的,不加评价和解释,简明确切地记述文献重要内容的短文。摘要应具有自明性和独立性,并拥有与一次文献同等量的主要信息。即不阅读全文就能获得必要的信息。它的详简程度取决于文献的内容,通常中文文摘以不超过 400 字为宜。应以第三人称的语气书写。不要使用“本人”“作者”“我们”等作为陈述的主语。

摘要的内容应包括四个要素,即目的、方法、结果、结论。(1)目的:指研究的前提和缘起,即为什么要作此项研究,可以有简单的背景材料。(2)方法:指研究所用的原理、对象、观察和实验的具体方法等。(3)结果:指研究的结果、效果、数据等,着重反映创新性的、切实可行的成果,包括本组研究中的重要数据。(4)结论:指对结果进行综合分析,逻辑推理得出的判断。有的可指出实用价值和推广价值;如有特殊例外的发现或难以解决的问题,可以提出留待今后深入探讨。英文摘要的内容与中文摘要的内容要求大体一致。

英文摘要要求做到语法正确,用词准确,与中文摘要对应,方法、结果可略详于中文摘要。必要时,作者在投稿前请英文书写水平高的人员帮助修改。英文文题后列出全部作者及其单位、科室(包括城市、邮编)的英文规范表达。

敬请广大读者、作者周知,并遵照此要求投稿。

本刊编辑部