

论 著

应用多参数MRI放射组学诺莫图预测宫颈癌淋巴结转移的研究*

郑逸群¹ 姜增誉^{1,2,*} 张素鑫¹
李海燕¹ 李丽珍¹ 梁 赞¹
董雨萌¹ 何 生^{1,2}

1.山西医科大学医学影像学院
2.山西医科大学第一医院放射科
(山西太原 030001)

【摘要】目的 旨在评估MRI影像组学参数在预测宫颈癌患者淋巴结转移中的应用价值,结合临床信息建立模型,以期实现术前对宫颈癌淋巴结转移状态的有效预测。**方法** 回顾性分析2018年10月至2023年9月期间,在山西医科大学第一医院接受盆腔MRI检查并经手术病理确认的171例宫颈癌患者,这些患者中既有淋巴结转移也有未发生转移的情况。按照7:3的比例随机分配为训练集(n=120)和测试集(n=51)。通过多序列MRI图像手动划定病灶感兴趣区域(ROI),并运用Python程序从中提取特征值。采用Pearson相关系数与LASSO回归相结合的方法进行特征筛选及降维处理。利用SPSS 26.0软件完成连续型变量及分类数据的统计工作。借助MedCalc软件生成受试者操作特征(ROC)曲线来评价不同模型识别宫颈癌淋巴结转移的能力。**结果** 研究发现,在训练集中,仅基于临床信息构建的模型、影像组学模型以及综合模型其曲线下面积(AUC)分别为0.759、0.828和0.848;而在独立验证队列中,这三个数值依次为0.809、0.806和0.848,显示出综合模型具备最优性能。此外,通过绘制列线图及校准曲线观察到预测概率与实际观察结果之间存在良好一致性。决策曲线分析进一步证实了该综合模型具有显著的临床实用性。**结论** 将多参数MRI影像组学特征与传统临床指标相结合所开发出的新模型,在辅助医生于术前准确判断宫颈癌患者是否存在淋巴结扩散方面展现出巨大潜力。

【关键词】 宫颈癌; 淋巴结转移;
磁共振成像; 影像组学

【中图分类号】 R711.74

【文献标识码】 A

【基金项目】 山西省重点研发计划

(201803D31004);

山西省基础研究计划

(202303021221214);

山西省四个一批医学科研计划

(2023XM031, 2021074)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.03.043

Prediction of Cervical Cancer Lymph Node Metastasis Using Multiparametric MRI Radiomics Nomogram*

ZHENG Yi-qun¹, JIANG Zeng-yu^{1,2,*}, ZHANG Su-xin¹, LI Hai-yan¹, LI Li-zhen¹, LIANG Yun¹, DONG Yu-meng¹, HE Sheng^{1,2}.

1.College of Medical Imaging, Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, Shanxi Province, China
2.Department of Radiology, the First Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, Shanxi Province, China

ABSTRACT

Objective To evaluate the application value of MRI radiomics parameters in predicting lymph node metastasis in cervical cancer patients, and to establish a model based on clinical information, in order to achieve effective prediction of lymph node metastasis status of cervical cancer before surgery. **Methods** A retrospective analysis was performed for the data of 171 patients with cervical cancer who underwent pelvic MRI examination and confirmed by surgical pathology in the First Hospital of Shanxi Medical University from October 2018 to September 2023, and these patients had both lymph node metastasis and no metastasis. The training set (n=120) and the test set (n=51) were randomly assigned according to the ratio of 7:3. For each participant, the region of interest (ROI) of the lesion was manually delineated by multi-sequence MRI images, and the feature values were extracted from it using a Python program. The combination of Pearson correlation coefficient and LASSO regression was used to screen the features and reduce the dimensionality. SPSS 26.0 software was used to complete the statistical analysis of continuous variables and categorical data. MedCalc software was used to generate receiver operating characteristic (ROC) curves to evaluate the ability of different models to identify lymph node metastases in cervical cancer. **Results** The results showed that the area under the curve (AUC) of the model based on clinical information alone, the pure radiomics model and the comprehensive model combining the advantages of the two were 0.759, 0.828 and 0.848 in the training set, respectively, while in the independent validation cohort, these three values were 0.809, 0.806 and 0.848, respectively, indicating that the comprehensive model had the best performance. In addition, by plotting the nomogram and its calibration curve, a good agreement between the predicted probability and the actual observation can be observed. The decision curve analysis further confirmed the significant clinical utility of this comprehensive strategy. **Conclusion** The new model, which combines multiparametric MRI radiomics features with traditional clinical indicators, has shown great potential in assisting doctors to accurately determine whether lymph node spread is present in cervical cancer patients before surgery.

Keywords: Cervical Cancer; Lymph Node Metastasis; Magnetic Resonance Imaging; Radiomics

宫颈癌(cervical cancer, CC)位列全球女性健康威胁中的第四大恶性肿瘤^[1-3]。尽管近年来国家在筛查计划、精准医疗及新型药物开发等领域取得了显著进展^[4-5],国内女性群体中宫颈癌的发生率依然呈现逐年递增且趋于年轻化的态势。研究表明,淋巴结转移是影响宫颈癌患者预后的独立风险因素之一^[6]。当前,在确定子宫肿瘤的具体治疗策略时,主要依据国际妇产科联盟(International federation of gynecology and obstetrics, FIGO)于2018年发布的子宫颈癌分期标准^[7]。根据美国国立综合癌症网络(National comprehensive cancer network, NCCN)提供的指南建议,目前推荐利用CT、MRI或PET/CT技术来评估子宫颈癌是否存在淋巴结转移现象^[8-9],其中PET/CT具有较高的准确性,但由于成本高昂而限制了其广泛应用。相比之下,CT和MRI虽然作为较为常规的检查手段被广泛采用,但是其早期宫颈癌淋巴结阳性的准确性和敏感性偏低,分别为62.50%、56.25%、75.00%和72.92%^[10]。

影像组学技术能够从医学图像中提取大量高通量定量数据,生成生物标志物,并做放射表型分析成为疾病诊断、治疗决策支持和预后监测的有效手段^[11-12]。已有研究证实基于影像组学可对早期宫颈癌患者分期、是否发生淋巴结转移、术后无进展生存期、进展期患者同步放化疗响应性进行预测分析^[13-15]。本研究通过对宫颈癌患者的多序列MRI图像提取影像组学特征的定量参数,筛选特征、建立影像组学模型,并联合患者临床信息,旨在探讨其在评估宫颈癌淋巴结转移中的预测价值,为患者术前无创评估淋巴结转移状态提供可靠工具。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析山西医科大学第一医院2018年10月至2023年9月间收治的171例宫颈癌患者的临床资料。

纳入标准:于该院接受根治性子宫颈切除术和淋巴结清除术并经病理确诊为宫颈癌;国际妇产科联盟(FIGO)定义下的肿瘤分期处于IB-IIA阶段;术前2周内行平扫及增强MRI检查;临床资料完整;排除了合并有其他部位恶性肿瘤的情况。排除条件:缺少必要的

*第一作者:郑逸群,女,研究生,主要研究方向:腹部影像诊断。E-mail: zyg6051@163.com

通讯作者:姜增誉,男,主任医师,主要研究方向:腹部影像诊断。E-mail: sxjiangzengyu@163.com

临床或影像学数据；存在除宫颈癌外的其他并发恶性疾病；在进行MRI检测之前已经接受了新辅助化疗或其他形式治疗；MRI质量差(伪影等)。最终纳入符合标准的宫颈癌患者171例。本研究技术路线图如图1所示。

1.2 磁共振图像采集参数 利用3.0T(Siememens Skyra/Vida)磁共振成像设备进行影像数据采集。扫描方案涵盖了轴向T1加权成像、T2加权成像及T2加权抑脂成像、矢状面T2加权成像；还包括扩散加权成像，其中b值设置为0/1500秒/平方毫米，并通过后期处理生成表现扩散系数图；动态对比增强扫描时，使用钆布醇(北陆药业、01230802)作为造影剂，给药剂量依据体重计算为0.1毫摩尔/千克，注射速度控制在每秒2.5毫升。

1.3 感兴趣区的分割 所有影像资料均采用DICOM格式读取。ITK-SNAP软件用于描绘感兴趣区域(ROI)。由一位拥有三年临床经验的放射科医师勾勒出目标区域，最终构建出三维体积兴趣区(volume of interest, VOI)。之后，另一位具有超过十年工作经验的放射学专家负责审核。

1.4 组学模型的构建 利用开源Python平台上的《PyRadiomics》软件包，从原始图像及其经过小波变换后的版本中抽取一阶、形状与纹理特征。针对每个病例，在各序列如T1WI、T2WI、DCE、DWI、ADC、T2WI-FS以及OSAG-T2WI上均独立提取了共计851个特征值。

在数据预处理阶段，我们利用了FAE软件中的《Feature Preprocessing》模块来处理171个病例的数据。按照7:3的比例随机划分为训练集和测试集，并确保年龄、肿瘤最大径、盆腔积液等临床特征在这两个集合间没有显著的统计学差异。鉴于宫颈癌患者中未发生淋巴结转移的情况远多于发生转移的情形，采用合成少数类过采样技术(SMOTE)，解决两类样本数量不平衡。此外，应用了Z-score法和均值法两种手段对数据进行了转换。

特征选择及组学模型构建过程如下：首先，通过皮尔逊相关系数与LASSO方法(图2所示)，筛选6至9个与淋巴结转移紧密相关的特征。在此基础上，分别采用线性判别分析、支持向量机和逻辑回归三种不同的分类算法构建预测模型，并进行5折交叉验证。

1.5 临床模型的构建 选取患者的年龄、FIGO分期、病理类型及其分化程度、肿瘤的最大直径、阴道受侵情况、神经管侵犯状况以及盆腔积液进行分析。首先进行单变量分析；随后，对于在初步分析中显示出统计学意义的特征，进一步实施了多因素逻辑回归分析。最终，P值低于0.05的显著性特征被选入到临床模型构建。

1.6 综合模型的构建及列线图的绘制 将组学模型与临床数据相结合，构建综合预测模型。该研究采用受试者工作特征曲线(ROC)及其下的面积(AUC)，评价组学模型、临床模型及综合模型的表现，并构建综合模型的列线图。此外，还将构建校准曲线，决策曲线。

1.7 统计学方法 利用SPSS 26.0软件进行统计学分析。对于连续变量，我们首先通过Kolmogorov-Smirnov检验来评估其是否符合正态分布。如果满足正态性假设，采用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)的形式进行描述，并运用独立样本t检验来进行组间比较；若数据不遵循正态分布规律，则以百分位数的形式呈现，并使用Mann-Whitney U检验完成数据分析。针对分类变量，选用Pearson卡方检验或Fisher精确检验。ROC曲线Delong检验用于评价模型性能。当P值小于0.05时，结果具有统计学意义。ROC曲线借助MedCalc软件绘制。至于列线图、校准曲线以及决策曲线，通过R软件完成。

表1 所有病例的基线临床资料及单因素分析

	全部(n=171)	LNM(+)(n=50)	LNM(-)(n=121)	P值
年龄(岁)	52.33±9.95	52.04±9.58	52.45±10.13	0.809
肿瘤最大径(cm)				<0.001
≤4cm	123(71.9%)	24(48.0%)	99(81.8%)	
>4cm	48(28.1%)	26(52.0%)	22(18.2%)	
淋巴脉管侵犯				<0.001
阳性	107(62.6%)	43(86.0%)	64(52.9%)	
阴性	64(37.4%)	7(14.0%)	57(47.1%)	
盆腔积液				0.009
有	60(35.1%)	25(50.0%)	35(28.9%)	
无	111(64.9%)	25(50.0%)	86(71.1%)	
阴道侵犯				<0.001
阳性	42(24.6%)	23(46.0%)	19(15.7%)	
阴性	129(75.4%)	27(54.0%)	102(84.3%)	
分化程度				1.000
低分化	55(32.2%)	16(32.0%)	39(32.2%)	
中分化	110(64.3%)	32(64.0%)	78(64.5%)	
高分化	6(3.5%)	2(4.0%)	4(3.3%)	
病理类型				0.557
鳞癌	156(91.2%)	47(94.0%)	109(90.1%)	
腺癌	15(8.8%)	3(6.0%)	12(9.9%)	
FIGO分期				<0.001
IB	104(60.8%)	20(40.0%)	84(69.4%)	
IIA	67(39.2%)	30(60.0%)	37(30.6%)	

表2 各数据集之间临床因素比较

	训练集(n=120)	测试集(n=51)	P值
年龄(岁)	51.43±10.361	54.43±8.633	0.071
肿瘤最大径(cm)			0.625
≤4cm	85(70.8%)	38(74.5%)	
>4cm	35(29.2%)	13(25.5%)	
淋巴脉管侵犯			0.509
阳性	77(64.2%)	30(58.8%)	
阴性	43(35.8%)	21(41.2%)	
盆腔积液			0.971
有	42(35.0%)	18(35.3%)	
无	78(65.0%)	33(33.1%)	
阴道侵犯			0.567
阳性	28(23.3%)	14(27.5%)	
阴性	92(76.7%)	37(72.5%)	
分化程度			0.172
低分化	35(29.2%)	20(39.2%)	
中分化	82(68.3%)	28(54.9%)	
高分化	3(2.5%)	3(5.9%)	
病理类型			0.117
鳞癌	112(93.3%)	44(86.3%)	
腺癌	8(6.7%)	7(13.7%)	
FIGO分期			0.490
IB	75(62.5%)	29(56.9%)	
IIA	45(37.5%)	22(43.1%)	

2 研究结果

2.1 临床基线特征 171例患者中，有50例出现盆腔淋巴结转移，121例无盆腔淋巴结转移(表1)。单因素分析表明：两组患者在年龄、分化程度、病理类型无统计学差异；在肿瘤最大径、淋巴脉管浸润、盆腔积液、阴道侵犯、FIGO分期差异存在显著性(P<0.05)。两个集合内，年龄、FIGO分期、肿瘤最大直径、病理类型及化程度、阴道侵犯、神经管侵犯以及盆腔积液差异均无统计学意义(表2)。

2.2 组学模型诊断效能比较 单序列模型中，在T2WI、T2WI-FS及OSAG-T2WI间选取AUC最高者，与T1WI、DWI、ADC及DCE序

列进行组合，最终在测试集中，基于T1WI、T2WI、DWI、ADC及DCE单序列，T2WI-DWI、DCE-DWI、DCE-ADC双序列，DWI-T2WI-DCE、T1WI-DWI-DCE多序列组合构建的模型AUC分别为0.752(95%CI: 0.586-0.880)、0.761(95%CI: 0.617-0.873)、0.750(95%CI: 0.600-0.879)、0.761(95%CI: 0.590-0.897)、0.763(95%CI: 0.624-0.897)、0.802(95%CI: 0.668-0.925)、0.752(95%CI: 0.606-0.881)、0.804(95%CI: 0.663-0.918)、0.806(95%CI: 0.673-0.926)、0.794(95%CI: 0.652-0.913)，虽然各组学模型间差异无统计学意义(Delong检验，P均>0.05)，但基

于DWI-T2WI-DCE的模型在AUC在测试集中最高, 该多序列组合模型采用Mean特征归一化、PCC联合LASSO进行特征降维和筛选以及SVM分类器建立。最佳组学模型在训练集与测试集中ROC曲线及特征权重分别见图3及图4。

2.3 临床模型诊断效能分析 淋巴结转移阳性组和阴性组临床特征单因素及多因素Logistic回归分析结果分别见表1和表3。分析发现肿瘤最大径、盆腔积液、淋巴脉管侵犯及阴道侵犯在两组之间的差异具有统计学意义, 但淋巴脉管侵犯需要术后病理确认, 故将肿瘤最大径、盆腔积液及阴道侵犯作为独立预测因子建立临床模型, 临床预测模型在训练集与测试集中ROC曲线见图3。

2.4 综合模型的建立与列线图绘制 基于DWI-T2WI-DCE的多序列组学模型与肿瘤最大径、盆腔积液及阴道侵犯联合建立综合模型, 结果显示综合模型在测试集中的AUC为0.848(95%CI: 0.720-0.933), 优于单独使用组学模型(测试集AUC=0.806)或仅依

赖临床信息建立的模型(测试集AUC=0.809)。根据此综合模型开发的列线图(图5)能够预测宫颈癌患者发生淋巴结转移的可能性, 基于综合模型的校准曲线(图6)显示预测结果与实际结果具有较好的一致性, 决策曲线(图7)显示在大多数阈值下, 综合模型比单独临床模型及组学模型更能使患者获益。

表3 临床特征多因素 Logistic 回归分析

参数	B	Wald χ^2	OR(95%CI)	P值
肿瘤最大径	1.404	11.268	4.073(1.794-9.246)	0.001
淋巴脉管转移	1.579	10.312	4.852(1.850-12.721)	0.001
盆腔积液	1.221	8.272	3.390(1.475-7.788)	0.004
阴道侵犯	1.595	12.502	4.928(2.036-11.931)	<0.001
FIGO分期	0.767	3.084	2.154(0.915-5.073)	0.079

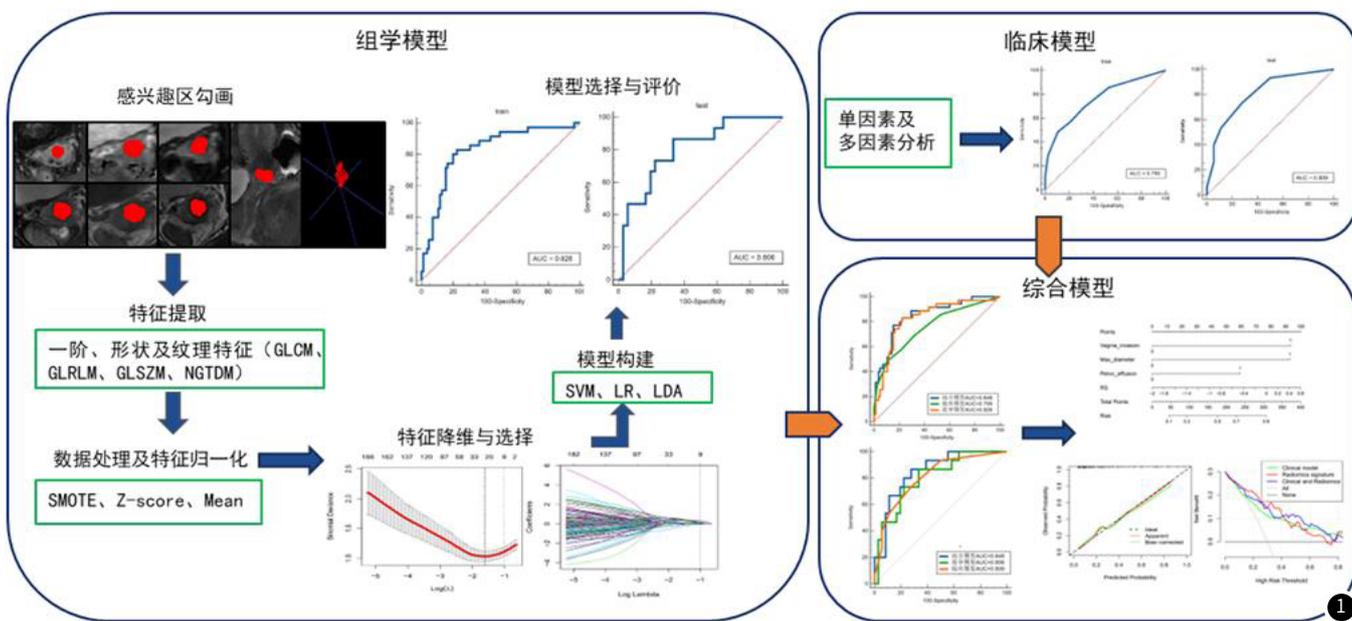


图1 技术路线图。

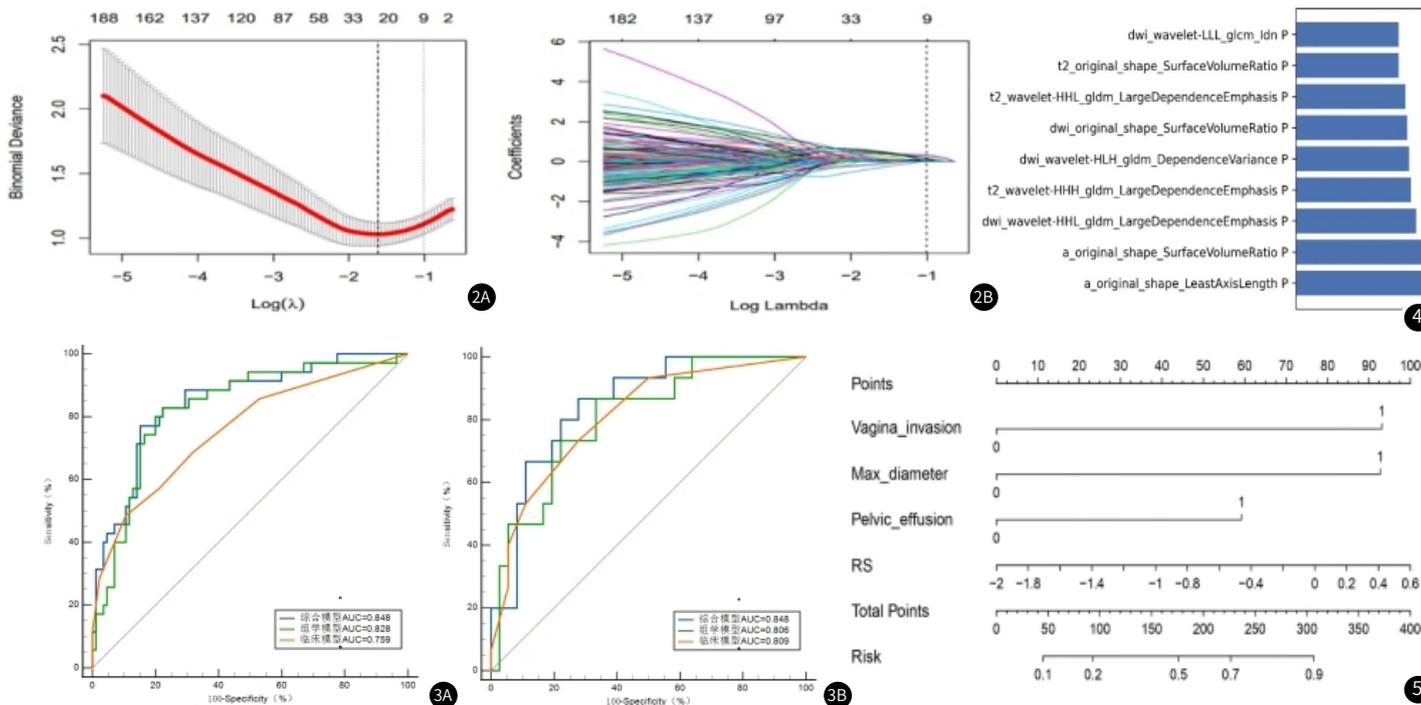


图2A-图2B LASSO算法调节参数log(Lambda)的选择以及所有特征在模型的系数中最佳log(Lambda)值。
 图3A-图3B 3个模型在训练集以及测试集诊断性能的ROC曲线及AUC值, 3A 训练集, 3B 测试集。
 图4 DWI+T2WI+DCE联合最佳组学模型的所选特征及贡献。
 图5 基于综合模型绘制的列线图, RS表示组学模型的预测分值, Vagina-invasion、Max-diameter、Pelvic-effution 分别表示阴道侵犯、肿瘤最大径及盆腔积液。

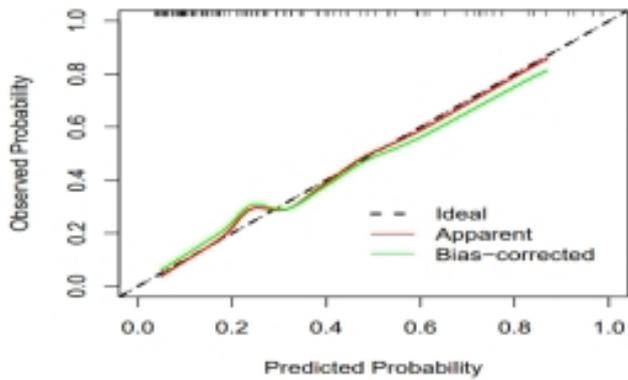


图6 基于综合模型列线图的校准曲线。

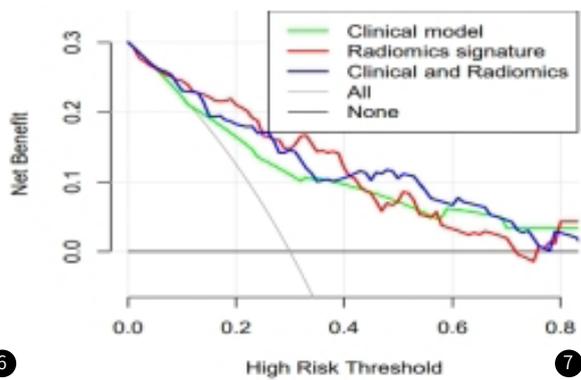


图7 基于综合模型列线图的决策曲线。

3 讨论

淋巴结转移宫颈癌早期就可能发生，淋巴结转移的患者预后明显低于无淋巴结转移者^[16]。MRI是一种非侵入性的检查方法，但是判断淋巴结转移的准确性不高，影像组学分析能够从医学影像图像中捕获肿瘤的异质性^[17]，避免对宫颈癌患者采取过度的治疗及侵入性检查，并对患者淋巴结转移情况进行预测。本研究利用了宫颈癌多序列MRI图像构建结合了临床特征的综合模型，旨在提高术前评估宫颈癌淋巴结转移状态时的准确性。结果表明，综合模型相较于影像组学模型(测试集AUC=0.806)或依赖临床指标建立的模型(测试集AUC=0.809)，展现出了更优的表现(测试集AUC=0.848)。

本研究最后基于DWI-T2WI-DCE三个序列联合并使用SVM分类器建立组学模型，选取的9个与淋巴结转移相关性较强的特征中，DCE序列的权重最大，这一发现与先前关于DCE序列单独使用时诊断性能最优的研究结论相符。董^[18]等学者基于T2WI和DCE序列结合SVM分类器开发并验证了一个用于术前评估子宫颈癌淋巴结转移状况的影像组学模型，该模型训练集AUC=0.841，测试集AUC=0.803；严^[19]通过分析并建立DWI+DCE多参数诊断模型对宫颈癌患者淋巴结转移进行预测，并绘制列线图(C-index为0.960)；Hou^[20]等人利用MRI图像创建了一个融合T2WI+ADC+DCE多个序列的数据模型，其在训练集与外部验证集中AUC分别为0.859和0.833。本研究最佳模型是通过联合DWI-T2WI-DCE多序列及临床特征建立的，其训练集AUC=0.848，测试集AUC=0.848，显示出对于宫颈癌淋巴结转移的良好预测能力，但本研究为单中心研究，后续还需要外部数据进一步验证。根据以往文献报道，宫颈癌发生淋巴结转移的风险因素涵盖FIGO分期、肿瘤大小、组织学级别、肌层浸润程度以及宫旁扩散等情况^[21-22]，在我们构建临床模型的过程中，经初步筛选及进一步的统计检验看出，肿瘤最大径、淋巴脉管侵犯、阴道侵犯及盆腔积液在两组间的差异具有统计学意义，但淋巴脉管侵犯需要术后病理确认，故将肿瘤最大径、盆腔积液及阴道侵犯这三项可在术前获取的信息纳入分析，此外，研究还指出，在组织学类型、具体病理形态或FIGO阶段方面，两组样本之间并未观察到明显区别，可能与样本数量少有关。另外，有报告指出，术前检测到的血清鳞状细胞癌抗原(SCC-Ag)水平亦可视为宫颈癌淋巴结转移的一个独立风险指标^[23-24]，但由于缺乏足够的证据支持，本次分析未将此因子列入考察。

本研究存在一定的局限。首先，采用单中心小样本回顾性设计，可能导致选择偏倚的存在，模型的可解释性较低，未来的研究中还需要纳入多中心及多参数MRI设备患者进一步进行调整及验证。其次，本研究纳入的淋巴结阳性与阴性患者存在数据不平衡，虽然这与临床实际发病率相符且研究者进行了数据平衡，但依旧可能对模型的预测效能造成影响。最后，在建立临床及综合预测模型的过程中，未将相关临床血液指标如SCC-Ag及基因生物标志物指标纳入分析，在后续研究中将选择更多临床因素，进一步改善模型的预测效能。

综上所述，结合MRI影像组学特征与临床信息建立的预测模

型，在术前评估宫颈癌患者的淋巴结转移状况方面展现出了潜在的应用前景，有助于指导后续的临床治疗策略。

参考文献

- [1]Arbyn M,Weiderpass E,Bruni L,et al.Estimates of incidence and mortality of cervical cancer in 2018:a worldwide analysis[J].Lancet Glob Health 2020,8(2):e191-e203.
- [2]Sung H,Ferlay J,Siegel RL,et al.Global cancer statistics 2020:GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J].CA Cancer J Clin,2021,71(3):209-249.
- [3]赵超,李明珠,邓浩,等.2023年度宫颈癌防治现状与问题[J].肿瘤综合治疗电子杂志,2024,10(1):63-68.
- [4]Lu Z,Chen Y,Liu D,et al.The landscape of cancer research and cancer care in China[J].Nat Med,2023,29(12):3022-3032.
- [5]李明珠,魏丽惠,隋龙,等.中国子宫颈癌筛查指南(一)[J].现代妇产科进展 2023,32(7):481-487.
- [6]Pinto PJJ,Chen MJ,Santos Neto E,et al.Prognostic factors in locally advanced cervical cancer with pelvic lymph node metastasis[J].Int J Gynecol Cancer,2022,32(3):239-245.
- [7]Saleh M,Virarkar M,Javadi S,et al.Cervical cancer:2018 revised international federation of gynecology and obstetrics staging system and the role of imaging[J].AJR Am J Roentgenol,2020,214(5):1182-1195.
- [8]R A-RN,M YC,R A.NCCN guidelines® insights:cervical cancer,version 1.2024[J].J Natl Compr Canc Netw,2023,21(12):1224-1233.
- [9]周晖,刘昀昀,罗铭,等.《2024 NCCN子宫颈癌临床实践指南(第1版)》更新解读[J].中国实用妇科与产科杂志,2023,39(11):1119-1121.
- [10]Luo L,Luo Q,Tang L.Diagnostic value and clinical significance of MRI and CT in detecting lymph node metastasis of early cervical cancer[J].Oncol Lett,2020,19(1):700-706.
- [11]Gillies RJ,Kinahan PE,Hricak H.Radiomics:images are more than pictures,they are data[J].Radiology,2016,278(2):563-577.
- [12]Rogers W,Thulasi Seetha S,Refaee TAG,et al.Radiomics:from qualitative to quantitative imaging[J].Br J Radiol,2020,93(1108):20190948.
- [13]Zhao X,Wang X,Zhang B,et al.Classifying early stages of cervical cancer with MRI-based radiomics[J].Magn Reson Imaging,2022,89:70-76.
- [14]Xia X,Li D,Du W,et al.Radiomics based on nomogram predict pelvic lymphnode metastasis in early-stage cervical cancer[J].Diagnostics (Basel),2022,12(10).
- [15]Wei G,Jiang P,Tang Z,et al.MRI radiomics in overall survival prediction of local advanced cervical cancer patients treated by adjuvant chemotherapy following concurrent chemoradiotherapy or concurrent chemoradiotherapy alone[J].Magn Reson Imaging,2022,91:81-90.
- [16]刘宁阳.宫颈癌根治术患者盆腔淋巴结转移及5年生存率的影响因素[J].当代医学,2021,27(2):179-181.
- [17]Dong Y,Feng Q,Yang W,et al.Preoperative prediction of sentinel lymph node metastasis in breast cancer based on radiomics of T2-weighted fat-suppression and diffusion-weighted MRI[J].Eur Radiol,2018,28:582-591.
- [18]董诗洁,胡晓欣,王蕙,等.基于多序列MRI与多体系影像组学模型预测子宫颈癌淋巴结转移的研究[J].中国癌症杂志,2021,31(6):460-467.
- [19]严丹.临床-DWI+DCE-MRI多参数术前诊断宫颈癌转移性淋巴结的模型构建与验证[J].中国CT和MRI杂志,2023,21(8):125-128.
- [20]Hou L,Zhou W,Ren J,et al.Radiomics analysis of multiparametric mri for the preoperative prediction of lymph node metastasis in cervical cancer[J].Front Oncol,2020,10:1393.
- [21]Han X,Wen H,Ju X,et al.Predictive factors of para-aortic lymph nodes metastasis in cervical cancer patients:a retrospective analysis based on 723 paraaortic lymphadenectomy cases[J].Oncotarget,2017,8:51840-51847.
- [22]Li D,Cai J,Kuang Y,et al.Surgical-pathologic risk factors of pelvic lymph node metastasis in stage Ibl-IIb cervical cancer[J].Acta Obstet Gynecol Scand,2012,91:802-809.
- [23]刘情,王国锋.增强MRI成像技术联合鳞状细胞癌抗原检测在宫颈癌盆腔淋巴结转移早期诊断中的应用价值分析[J].中国卫生检验杂志,2020,30(10):1168-1171.
- [24]刘梦君,李玉芝,王丽华,等.鳞状细胞癌抗原检测联合磁共振成像对判断早期宫颈癌盆腔淋巴结转移的临床意义[J].中国癌症杂志,2019,29(2):136-141.