

论 著

全子宫MRI影像组学特征术前预测II型子宫内膜癌的可行性研究

杨小峰¹ 顾庆春¹ 徐玲玲²吕传国¹ 陆 妍^{2,*}1.启东市人民医院/南通大学附属启东医院
影像科 (江苏 启东 226200)2.启东市妇幼保健院妇产科
(江苏 启东 226200)

【摘要】目的 探讨术前全子宫磁共振成像(MRI)影像组学特征对II型子宫内膜癌(EC)的预测价值及模型的可行性。方法 研究对象为我院自2017年6月至2022年6月经手术病理证实的I型EC(n=68)和II型EC(n=22)共90例患者,以随机数表法分为训练集(n=63)和验证集(n=27)。收集患者的一般资料及术前14d内MRI图像。通过MRI图像一致性(ICC)评价和线性相关性检验后,建立LASSO-Logistic回归模型筛选影像组学特征。采用受试者工作特征曲线(ROC)的线下面积(AUC)评估筛选特征预测II型EC的精准度。构建术前全子宫MRI影像组学特征的人工神经网络模型,通过训练集Bootstrap自抽样和验证集以ROC、校准曲线评价模型区分度和准确性。结果 II型EC患者肌层浸润深度和淋巴结转移高于I型EC($P<0.05$)。共提取术前全子宫MRI图像轴位DWI和矢状位T₂WI影像组学特征各1132个,全子宫MRI一致性高于EC病灶特征。DWI特征AUC=0.837(95%CI: 0.713~0.908, $P<0.01$), T₂WI特征AUC=0.812(95%CI: 0.756~0.927, $P<0.01$), DWI+T₂WI特征AUC=0.895(95%CI: 0.762~0.965, $P<0.01$), ROC结果显示6个DWI特征和4个T₂WI特征联合预测的价值最高,灵敏度为77.78%,特异度为85.36%,准确率为84.43%,约登指数为0.6314。基于上述特征建立人工神经网络模型,训练集和验证集的AUC分别为0.885(95%CI: 0.786~0.915)和0.851(95%CI: 0.641~0.903),校准曲线Hosmer-Lemeshow检验结果分别为($\chi^2=1.472$, $P=0.385$)和($\chi^2=1.468$, $P=0.371$),验证结果显示模型的区分度较好、准确性较高。结论 术前全子宫MRI影像组学特征对II型EC的预测价值较高,模型的预测可行性较好。

【关键词】磁共振; 子宫内膜癌; 影像组学; 图像特征

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.08.039

Feasibility Study of MRI Imaging Features of Whole Uterus in Predicting Type II Endometrial Carcinoma Before Operation

YANG Xiao-feng¹, GU Qing-chun¹, XU Ling-ling², LV Chuan-guo¹, LU Yan^{2,*}.

1.Qidong People's Hospital/Department of Imaging Qidong Hospital affiliated to Nantong University, Qidong 226200, Jiangsu Province, China

2.Department of Obstetrics and Gynecology Qidong Maternal and Child Health Hospital, Qidong 226200, Jiangsu Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the predictive value of preoperative whole uterine magnetic resonance imaging (MRI) imaging features in type II endometrial carcinoma (EC) and the feasibility of the model. **Methods** The subjects were 90 patients with type I EC (n=68) and type II EC (n=22) confirmed by operation and pathology in our hospital from June 2017 to June 2022. According to the method of random number table, it is divided into training set (n=63) and verification set (n=27). The general data of the patients and MRI images within 14 days before operation were collected. MRI image consistency (ICC) evaluation and linear correlation test were performed. LASSO-Logistic regression model was established to screen imaging features. The off-line area (AUC) of the receiver working characteristic curve (ROC) was used to evaluate the accuracy of screening features to predict type II EC. To construct the artificial neural network model of MRI imaging characteristics of the whole uterus before operation. Through the training set Bootstrap self-sampling and verification set verification. The differentiation and accuracy of the model were evaluated by ROC and calibration curve. **Results** The depth of myometrial invasion and lymph node metastasis in patients with type II EC were higher than those in type I EC ($P<0.05$). A total of 1132 features of axial DWI and sagittal T₂WI were extracted from MRI images of the whole uterus before operation. The consistency of MRI in the whole uterus was higher than that of EC. DWI feature AUC=0.837(95%CI:0.713~0.908, $P<0.01$), T₂WI feature AUC=0.812(95%CI:0.756~0.927, $P<0.01$), DWI+T₂WI feature AUC=0.895(95%CI:0.762~0.965, $P<0.01$). The combined prediction value of 6 DWI features and 4 T₂WI features is the highest. The sensitivity is 77.78%, the specificity is 85.36%, the accuracy is 84.43%, and the Yoden index is 0.6314. Based on the above characteristics, an artificial neural network model is established. The AUC of the training set and the verification set is 0.885(95%CI:0.786~0.915) and 0.851(95%CI:0.641~0.903) respectively. The Hosmer-Lemeshow test results of the calibration curve were ($\chi^2=1.472$, $P=0.385$) and ($\chi^2=1.468$, $P=0.371$), respectively. It is verified that the model has good differentiation and high accuracy. **Conclusion** Preoperative whole uterine MRI imaging features are of high value in predicting type II EC, and the model is feasible to predict.

Keywords: Magnetic Resonance Imaging; Endometrial Cancer; Image Group; Image Feature

子宫内膜癌(endometrial cancer, EC),是发生在子宫内膜上皮的生殖系统恶性肿瘤^[1]。EC主要表现为阴道流血、阴道分泌物增多、下腹痛等,高发于中老年妇女^[2]。约75%为I型EC,又称“雌激素依赖型”,病理机制清楚,患者预后普遍较好,一般五年生存率可高达90%以上^[3]。而II型EC是“非雌激素依赖型”,发病机制至今尚未完全明确^[4]。调查^[5]显示,II型是EC患者死亡事件的主要原因,五年生存率小于30%。

分段诊刮虽实现了EC的术前病理诊断,但II型EC极不稳定,病理类型的构成复杂,导致诊断敏感度偏低^[6]。报道^[7]显示,磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)已成为宫腔内影像学检查的一线方法,可直观反应肿瘤病灶的形态特征。但目前学术界基于全子宫MRI影像组学特征预测II型EC的可行价值却鲜有报道^[8]。因此,本研究旨在探讨全子宫MRI影像组学特征对II型EC的预测价值,为临床术前预测II型EC的可行性提供科学支持。

1 资料与方法

1.1 研究对象 研究对象为我院自2017年6月至2022年6月收治的90例EC患者,依据EC发病与雌激素相关性分型,经手术病理结果证实I型EC患者68例,II型EC患者22例。以随机数表法分为训练集(63例)和验证集(27例),其中训练集II型EC患者15例,验证集II型EC患者7例,具有可比性($\chi^2=0.046$, $P=0.830$)。

纳入标准:符合《子宫内膜癌诊断与治疗指南(2021年版)》^[9];符合《子宫内膜癌病理诊断规范》^[10]中EC分型的病理标准;患者术前14d内行影像学检查后经手术病理证实;术前未曾接受抗肿瘤治疗;患者临床资料完整;MRI图像质量较高,边界清晰。排除标准:存在其他恶性肿瘤既往史者;免疫或凝血功能障碍者;意识障碍或精神疾病者;严重心、肾、肺等功能不全者;存在手术禁忌者;存在3.0T磁共振禁忌者;节育器植入者。

纳入病例均已书面签署知情同意书,项目通过我院伦理审查委员会机构批准后实施。

1.2 一般资料的收集 通过本院的电子病历查询整理患者的一般资料,包括基本信息、盆腔炎症性疾病、下腹部手术史、肿瘤大小、肌层浸润深度、子宫内膜连续性中断情况、是否累及宫颈、有无淋巴结转移、腹水情况。

【第一作者】杨小峰,男,主治医师,主要研究方向:头颈部影像诊断。E-mail: zyn4ev@163.com

【通讯作者】陆 妍,女,主治医师,主要研究方向:妇科肿瘤。E-mail: 2665409479@qq.com

1.3 术前MRI检查方法及扫描参数 所有患者均于术前14d内行术前盆腔MRI常规扫描检查。

扫描序列及参数：矢状位T₂WI，TR=3650-4578，TE=120ms；FOV=200mm×200mm，矩阵224×224，层厚4mm，层间距1.0mm；轴位WDI(b=0,800s/mm²)，TR=1420-1600ms，TE=67ms；FOV=200mm×200mm，矩阵116×92，层厚6mm，层间距1.3mm。

1.4 图像处理及全子宫MRI影像组学特征的提取 检查完成后图像传入美国GE医疗软件，由本院两位盆腔MRI阅片经验10年以上的放射科诊断医师，采用单盲法阅片，分别观察病灶边缘、范围、形态等并记录。

采用影像组学ITK-SNAP(4.0.0-BETA version)软件对原始图像上逐层人工分割全子宫感兴趣区域(region of interest, ROI)，包括病灶区及正常轮廓，再沿EC病灶边缘逐层人工勾勒出ROI，以软件Merge功能进行ROI合并，分别得到全子宫和EC病灶的三维全容积影像文件资料，用于患者MRI特征的一致性评价。

1.5 全子宫MRI影像组学特征的筛选 以LASSO回归处理全子宫MRI影像组学特征数据。0表示I型EC，1表示II型EC，设n名患者EC分型的样本为(X_n, Y_n)，其中，第i(i=1,2, ...n)名EC患者的p个不同属性的观测值为X_i，反应变量为Y_i(Y_i∈{0,1})。公式(1)：患者II型EC概率；公式(2)：LASSO-Logistic系数β的计算公式，其中λ_p(β)为惩罚项。

$$\omega_i = p(Y_i = 1|X_i) \tag{1}$$

$$\hat{\beta}_\lambda = \arg \min \left[\sum \{Y_i \ln(\omega_i) + (1 - Y_i) \ln(1 - \omega_i)\} + \lambda_p(\beta) \right] \tag{2}$$

1.6 统计学分析 采用SPSS 26.0软件进行数据统计学分析，

GraphPad Prism 5.0工具作图。计量资料呈正态分布时以($\bar{x} \pm s$)表示，组间比较采用t检验；计量资料呈非正态分布时以中位数(M (Q1, Q3))表示，组间比较采用Mann-Whitney U检验；计数资料以百分数(%)表示，组间比较采用 χ^2 检验。以术后病理结果为金标准，对全子宫MRI图像和EC病灶图像进行一致性评价。使用R 4.0.6软件的glmnet程序包，进行LASSO回归分析，筛选影像组学特征。使用Python3.6基于Softmax策略构建人工神经网络模型，以训练集Bootstrap自抽样法和验证集验证，受试者工作特征(receiver operating characteristic curve, ROC)曲线下面积(area under curve, AUC)评估模型区分度，AUC及其95%可信区间(95%CI)表示；校准曲线Hosmer-Lemeshow拟合优度检验评估模型准确度。检验水准α=0.05。

2 结果

2.1 病理结果 术后FIGO分期：I A期57例(63.33%)，I B期13例(14.44%)，II期6例(6.67%)，III~IV期14例(15.56%)。术后组织病理学：I型EC患者68例(75.56%)，包括G1子宫内膜样癌42例(46.67%)，G2子宫内膜样癌26例(28.89%)；II型EC患者22例(24.44%)，包括G3子宫内膜样癌10例(11.11%)，浆液性癌6例(6.67%)，透明细胞癌4例(4.44%)，癌肉瘤2例(2.22%)。

2.2 一般资料 II型EC患者肌层浸润深度和淋巴结转移高于I型EC，差异有统计学意义(P<0.05)，见表1。

2.3 MRI图像的一致性评价 全子宫MRI图像进行轴位DWI和矢状位T₂WI分割，各提取特征1132个。结果如表2所示，全子宫MRI图像的一致性高于EC病灶图像，差异有统计学意义(P<0.05)。

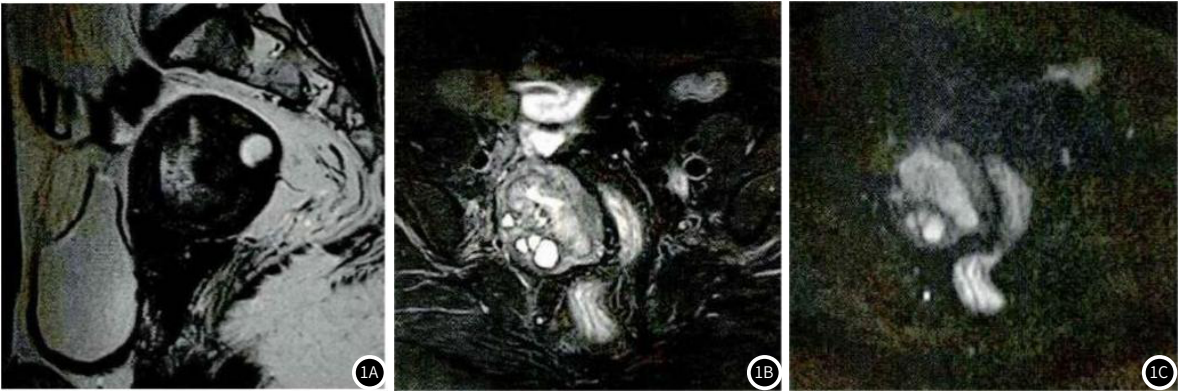


图1A-图1C 50岁II型EC患者，因不规则阴道流血约4年且伴有分泌物异常于本院就诊，术前子宫腔内影像显示长T2信号异常，结合带欠连续，肌层浸润较浅，术后病理结果为I B期G3子宫内膜腺癌。(图1A 矢状位T₂WI图像；图1B 轴位T₂WI图像；图1C 轴位DWI图像)

表1 EC患者一般资料的比较[n(%)]

项目	I 型EC(n=68)	II 型EC(n=22)	t/ χ^2	P
年龄(岁)	55.16±7.91	57.62±7.73	1.275	0.206
体质指数(kg/m ²)	26.51±2.43	26.38±2.77	0.211	0.834
盆腔炎症性疾病[n(%)]	25(36.76)	6(27.27)	0.663	0.415
下腹部手术史[n(%)]	12(17.65)	4(18.18)	0.003	0.955
肿瘤大小(cm)	3.57±0.83	3.29±0.61	1.458	0.148
肌层浸润深度[n(%)]	—	—	5.241	0.022
>1/2	4(5.88)	5(22.73)	—	—
≤1/2	64(94.12)	17(77.27)	—	—
子宫内膜连续性中断[n(%)]	—	—	0.726	0.394
是	30(44.12)	12(54.55)	—	—
否	38(55.88)	10(45.45)	—	—
累及宫颈[n(%)]	—	—	0.963	0.327
是	12(17.65)	6(27.27)	—	—
否	56(82.35)	16(72.73)	—	—
淋巴结转移[n(%)]	—	—	3.927	0.048
是	9(13.24)	7(31.82)	—	—
否	59(86.76)	15(68.18)	—	—
腹水情况[n(%)]	—	—	0.538	0.463
有	21(30.88)	5(22.73)	—	—
无	47(69.12)	17(77.27)	—	—

表2 EC患者MRI特征构成比的一致性评价[n(%)]

项目	ICC≥0.75	ICC<0.75	P	ICC≥0.90	ICC<0.90	P
轴位DWI图像	—	—	0.000	—	—	0.005
全子宫	1074(94.88)	58(5.12)	—	853(75.35)	279(24.65)	—
EC病灶	986(87.10)	146(12.90)	—	793(70.05)	339(29.95)	—
矢状位T ₂ WI图像	—	—	0.000	—	—	0.000
全子宫	912(80.57)	220(19.43)	—	674(59.54)	458(40.46)	—
EC病灶	726(64.13)	406(35.87)	—	324(29.62)	808(71.38)	—

表4 术前全子宫MRI影像组学特征预测II型EC的工作效能分析

项目	AUC	灵敏度(%)	特异度(%)	准确率(%)	约登指数	P值
轴位DWI	0.837	85.85	67.23	71.48	0.5308	<0.01
矢状位T ₂ WI	0.812	75.33	68.32	73.25	0.4365	<0.01
DWI+T ₂ WI	0.895	77.78	85.36	84.43	0.6314	<0.01

2.4 术前全子宫MRI影像组学特征的筛选 保留ICC ≥ 0.90 的853个轴位DWI特征和674个矢状位T₂WI特征,经线性相关性检验后保留179个轴位DWI特征和135个矢状位T₂WI特征。采用R软件的glmnet程序包进行LASSO回归模型分析,K折交叉验证来筛选最优 λ 值,为避免模型的过拟合和简单性,选择与最小误差相比不超过一个标准误差的右边虚线位置,保留了10个变量,见图2A。根据log(λ)序列生成一个系数剖面图,在验证后误差最小的最优 λ 值处得到10个非零系数,见图2B。

经LASSO回归筛选后,最终进入模型的术前全子宫MRI影像组学特征如表3所示,训练集I型EC(n=48)和II型EC(n=15)的两组患者在以上10个特征差异均有统计学意义(P<0.05)。

2.5 术前全子宫MRI影像组学特征预测效能 训练集DWI+T₂WI图像特征,AUC=0.895(95%CI: 0.762~0.965, P<0.01),灵敏度为77.78%,

特异度为85.36%,准确率为84.43%,约登指数为0.6314,优于轴位DWI图像特征和矢状位T₂WI图像特征的工作性能,见表4、图3。

2.6 人工神经网络模型的构建 将6个轴位DWI特征和4个矢状位T₂WI特征作为第一层的输入变量,每个变量都连接到隐藏层中的所有节点(H1:1到H1:5),输出层终点的结局指标为II型EC的识别结果,见图4。

2.7 人工神经网络模型的内部验证与外部验证 训练集模型一致性指数(concordance index, C-index)为0.896(95%CI: 0.782~0.997),ROC曲线AUC为0.885(95%CI: 0.786~0.915),见图5A。验证集C-index为0.806(95%CI: 0.764~0.830),ROC曲线AUC为0.851(95%CI: 0.641~0.903),见图5B。训练集校准曲线Hosmer-Lemeshow检验($\chi^2=1.472$, P=0.385),见图5C。验证集校准曲线Hosmer-Lemeshow检验($\chi^2=1.468$, P=0.371),见图5D。

表3 术前全子宫MRI影像组学LASSO-Logistic回归10个特征的统计分析

项目	训练集 I 型EC(n=48)	训练集 II 型EC(n=15)	OR(95% CI)	P
Original_Shape_Sphericity_DWI	0.68 $\pm$ 0.14	0.63 $\pm$ 0.11	1.149(1.125~1.613)	0.008
Wavelet-HLH_GLDM_LargeDependenceEmphasis_DWI	4861.38 $\pm$ 1081.76	8511.47 $\pm$ 2579.41	1.376(1.032~1.807)	0.012
Original_Shape_Flatness_DWI	0.45 $\pm$ 0.11	0.56 $\pm$ 0.16	1.526(1.242~1.984)	0.001
Wavelet-HHH_GLCM_Imc1_DWI	0.48 $\pm$ 0.10	0.59 $\pm$ 0.13	1.852(1.173~1.965)	0.007
Wavelet-LHL_GLSZM_GrayLevelNonUniformity_DWI	279.46 $\pm$ 57.41	501.73 $\pm$ 145.76	2.975(1.961~2.998)	0.005
Wavelet-HLL_GLSZM_LargeAreaHighGrayLevelEmphasis_DWI	255210.41 $\pm$ 57384.67	778645.36 $\pm$ 97286.22	2.049(1.819~2.236)	0.004
Original_Shape_Flatness_T2WI	0.45 $\pm$ 0.9	0.57 $\pm$ 0.13	1.975(1.601~2.384)	0.008
Wavelet-HHL_GLCM_Idmn_T2WI	0.96 $\pm$ 0.15	0.99 $\pm$ 0.17	1.326(1.118~1.674)	0.016
Wavelet-LHH_GLSZM_LargeAreaHighGrayLevelEmphasis_T2WI	373695.13 $\pm$ 98372.42	1148546.32 $\pm$ 313675.13	1.712(1.416~2.182)	0.005
Wavelet-LLH_GLDM_LargeDependenceEmphasis_T2WI	3405.93 $\pm$ 941.06	6415.54 $\pm$ 1081.12	1.545(1.235~1.981)	0.011

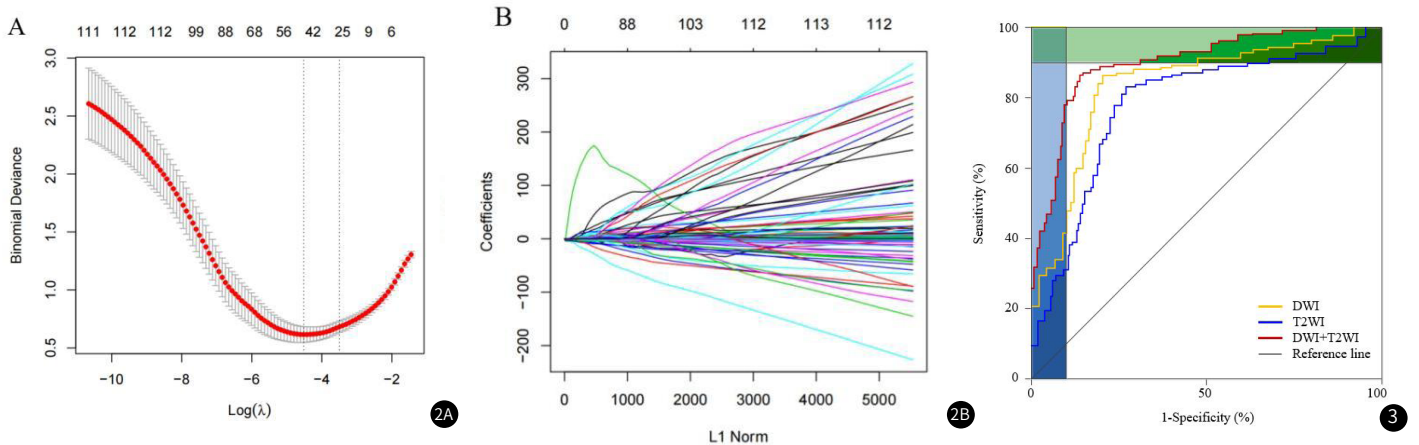


图2A-图2B 术前全子宫MRI影像组学特征的筛选示意图(图2A LASSO回归的K折交叉验证法进行变量筛选参数 λ 最优值;

图2B LASSO回归模型的特征系数收敛剖面图)

图3 术前全子宫MRI影像组学特征预测II型EC的ROC曲线

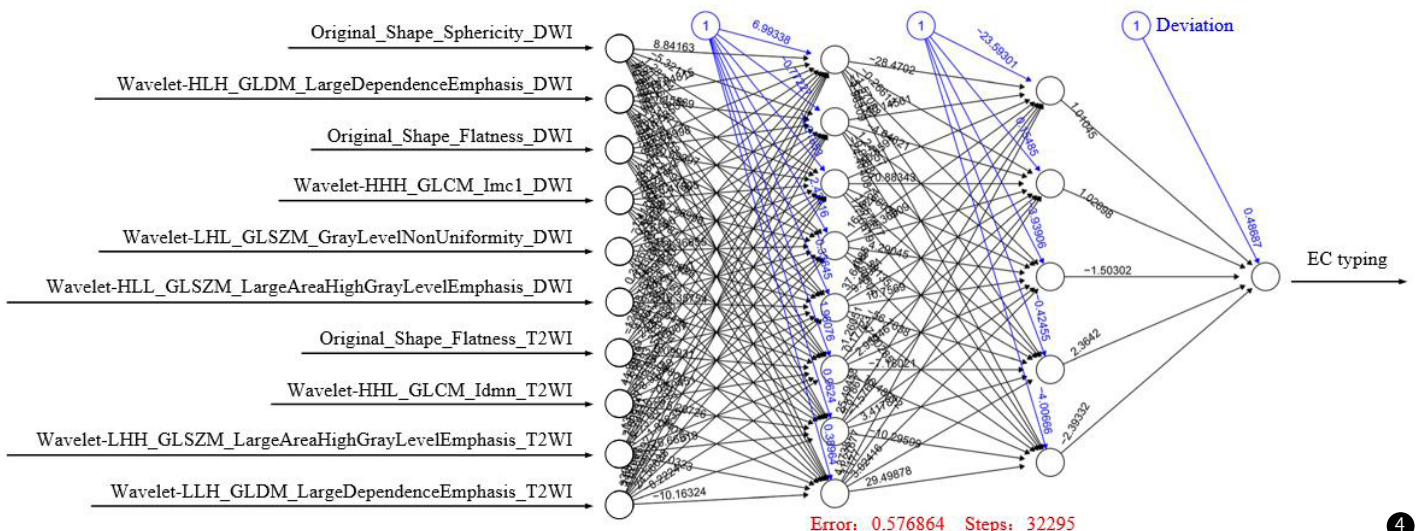


图4 术前全子宫MRI影像组学特征预测II型EC的人工神经网络模型架构图

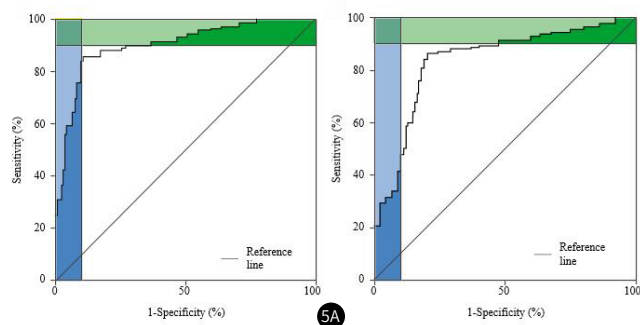
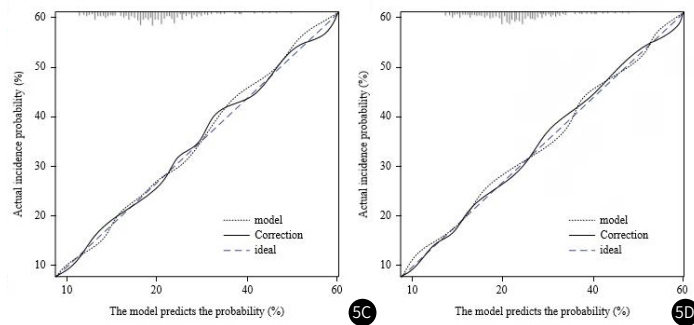


图5A-图5D 人工神经网络模型的验证

图5A 训练集模型的ROC曲线；图5B 验证集模型的ROC曲线；

图5C 训练集模型的校准曲线；图5D 验证集模型的校准曲线；



3 讨论

I型EC由于雌激素的长期持续刺激而导致子宫内膜的增生，导致癌变，但癌细胞的分化较好，患者长期生存率可以达到80%~90%以上^[11]。II型EC与雌激素水平无关，长期生存率较I型EC也大大降低^[12]。本研究中，相较于I型EC，II型EC患者肌层浸润较深、淋巴结转移率较高，与Emons G^[13]等研究结果一致。II型EC虽与高血压、糖尿病等基础疾病关系不大，但发病年龄较I型患者普遍年长，身体机能退化更无法抵抗癌细胞的侵犯和转移^[14]。

临床上，仅通过术前诊断性刮宫检查并不能准确、无漏诊的判断出II型EC，而肿瘤不同亚型独特的MRI特征，为术前EC的无创病理预测的实现提供了可能^[15]。MRI的DWI序列经重建后成像可探测水分子弥散情况，T₂WI序列是在细胞水平，评估机体各组织成分之间水分子扩散状况的影像学手段^[16]。目前，II型EC病灶的MRI表现仍存在诸多诊断难点，肿瘤体积较大影响肌层浸润深度的评估，合并子宫肌瘤时子宫解剖面细节扭曲，无法清晰辨认病灶边缘等^[17]。本研究对MRI图像的一致性评价显示，无论轴位DWI还是矢状位T₂WI，全子宫MRI特征的ICC均显著高于EC病灶特征。EC病灶发生于腔内子宫内膜上皮，经MRI序列扫描虽可显示肿瘤大小、位置等关系，但全子宫MRI图像三维重建后，在包括病灶区域的同时还显示子宫边缘的正常解剖细节，更立体的展现病灶的空间关系，有效提高了预测准确性^[18]。

一般来说，盆腔成像诊断是以视觉或定性的方式评估，但图像中的许多潜在信息未能发掘使用，局限性较大，而影像组学是一种挖掘这些隐藏信息的方法，可定量提取特征信息^[19]。本研究中，对179个轴位DWI特征和135个矢状位T₂WI特征进行LASSO回归筛选后，确定DWI特征6个，T₂WI特征4个。

Tsuyoshi H^[20]等研究证实，影像组学特征对肿瘤组织异质性的区分度较高。本研究发现术前全子宫MRI影像组学DWI与T₂WI特征联合预测II型EC的价值最高，原始图像形状特征虽直观反映了图像EC病灶宏观结构的信息，却忽略了EC病灶的微观细节，当两幅图像的宏观结构相似且微观结构不同时，很难对其区分，而导致II型EC误诊、漏诊率较高，纹理特征反映了图像灰度的变化，如GLCM矩阵反映图像中相同灰度值的一对像素在一定距离处出现的概率，能一定程度表现肿瘤的表型、遗传等分子变化，而II型EC的发病机制极有可能与基因突变有关^[21]。基于以上结论建立人工神经网络模型，经验证集患者ROC曲线和校准曲线验证，结果显示模型效能良好，为临床II型EC预测提供了重要价值。但本研究尚存在一定的局限性，首先，纳入的样本量较少且数据来自单一中心，增加了选择偏倚的风险，未来还需要扩大样本量进行多中心研究；其次，本研究缺少术前EC患者免疫组化数据的定性及相对定量研究，如CA125，若将此作为研究变量纳入，研究结果的深度和广度将进一步提升，可在后续研究中不断改进。

综上所述，术前全子宫MRI影像组学特征对II型EC具有较高的预测可行性，其中DWI与T₂WI特征联合预测II型EC的价值最高，基于全子宫MRI的6个轴位DWI特征和4个矢状位T₂WI特征建立的人工神经网络模型可进一步反映EC分型，有助于术前无创预测EC分型。

参考文献

- [1] Garikapati KK, Ammu VVVRK, Krishnamurthy PT, et al. Type-II endometrial cancer: role of adipokines[J]. Arch Gynecol Obstet, 2019, 300(2): 239-249.
- [2] 黄好亮, 侯青霞, 马丹丹. 醋酸甲地孕酮联合米非司酮治疗子宫内膜癌60例临床观察[J]. 罕少疾病杂志, 2022, 29(6): 92-93.
- [3] 禹华, 黄超群, 沈方方, 等. 表观扩散系数术前鉴别I型和II型子宫内膜癌的价值研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(3): 127-129.
- [4] Matsuzaki S, Miller H, Takiuchi T, et al. Effects of aspirin and statin use on venous thromboembolism prophylaxis and survival in patients with endometrial cancer[J]. Expert Opin Drug Saf, 2022, 21(3): 335-347.
- [5] Rodríguez-Palacios DÁ, Colorado-Yohar SM, Velten M, et al. Incidence and Trend of Type I and II Endometrial Cancer in Women from Two Population-Based European Cancer Registries (1998-2012) [J]. Int J Environ Res Public Health, 2022, 19(7): 3789.
- [6] Ribeiro CM, Brito LGO, Benetti-Pinto CL, et al. Is Diagnostic Hysteroscopy Safe for the Investigation of Type II Endometrial Cancer A Retrospective Cohort Analysis[J]. J Minim Invasive Gynecol, 2021, 28(8): 1536-1543.
- [7] 薛鹏. DWI联合MRI动态增强扫描在诊断子宫内膜癌中的价值分析[J]. 罕少疾病杂志, 2021, 28(5): 72-74.
- [8] Chen J, Fan W, Gu H, et al. The value of the apparent diffusion coefficient in differentiating type II from type I endometrial carcinoma[J]. Acta Radiol, 2021, 62(7): 959-965.
- [9] 中国抗癌协会妇科肿瘤专业委员会. 子宫内膜癌诊断与治疗指南(2021年版) [J]. 中国癌症杂志, 2021, 31(6): 501-512.
- [10] 中华医学会病理学分会女性生殖疾病学组. 子宫内膜癌病理诊断规范[J]. 中华病理学杂志, 2020, 49(3): 214-219.
- [11] Ochiai R, Mukuda N, Yunaga H, et al. Amide proton transfer imaging in differentiation of type II and type I endometrial carcinoma: a pilot study[J]. Jpn J Radiol, 2022, 40(2): 184-191.
- [12] 王登凤, 张国楠. II型子宫内膜癌术后病理未见或极小病变的处理[J]. 实用妇产科杂志, 2020, 36(6): 417-419.
- [13] Emons G, Kim JW, Weide K, et al. Endometrial Cancer Lymphadenectomy Trial (ECLAT) (pelvic and para-aortic lymphadenectomy in patients with stage I or II endometrial cancer with high risk of recurrence; AGO-OP.6) [J]. Int J Gynecol Cancer, 2021, 31(7): 1075-1079.
- [14] 康南, 沈丹华, 王建六. 子宫内膜癌的分型及相关研究进展[J]. 中国妇产科临床杂志, 2022, 23(2): 209-211.
- [15] Zhang L, Long X, Nijati M, et al. Tumor stiffness measured by 3D magnetic resonance elastography can help predict the aggressiveness of endometrial carcinoma: preliminary findings[J]. Cancer Imaging, 2021, 21(1): 50.
- [16] Kitajima K, Kihara T, Kawanaka Y, et al. Characteristics of MR Imaging for Staging and Survival Analysis of Neuroendocrine Carcinoma of the Endometrium: A Multicenter Study in Japan[J]. Magn Reson Med Sci, 2021, 20(3): 236-244.
- [17] 王丹, 秦珍珠, 梁运霞, 等. 子宫内膜癌MRI多模态表现与临床病理对照研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18(3): 33-36.
- [18] Wu CY, Tai YJ, Shih IL, et al. Preoperative magnetic resonance imaging predicts clinicopathological parameters and stages of endometrial carcinomas[J]. Cancer Med, 2022, 11(4): 993-1004.
- [19] 任鸿萍, 洪莲, 张毅辉, 等. 1.5T MRI弥散加权成像联合CT对女性盆腔肿瘤良恶性的诊断价值分析[J]. 影像科学与光化学, 2020, 38(3): 525-529.
- [20] Tsuyoshi H, Tsujikawa T, Yamada S, et al. FDG-PET/MRI with high-resolution DWI characterises the distinct phenotypes of endometrial cancer[J]. Clin Radiol, 2020, 75(3): 209-215.
- [21] Ma X, Qiang J, Zhang G, et al. Evaluation of the Depth of Myometrial Invasion of Endometrial Carcinoma: Comparison of Orthogonal Pelvis-axial Contrast-enhanced and Uterus-axial Dynamic Contrast-enhanced MRI Protocols[J]. Acad Radiol, 2022, 29(8): e119-e127.

(收稿日期: 2022-10-27)

(校对编辑: 谢诗婷)