

论 著

磁共振T₂WI序列影像学模型对特殊部位异位妊娠的诊断价值*王 茜 袁晓亮*
唐山弘慈医院有限公司超声科
(河北唐山 063000)

【摘要】目的 构建磁共振成像(MRI)T₂WI序列影像学模型,并探究其在特殊部位异位妊娠中的诊断价值。方法 选取于本院2018年2月-2023年2月就诊的异位妊娠患者258例,按照2:1的比例将所有患者分为训练集(n=186)和验证集(n=72)。根据组织病理学结果将训练集患者分为特殊部位异位妊娠组(n=102)和非特殊部位异位妊娠组(n=84)。多因素Logistics回归分析特殊部位异位妊娠发生的独立影响因素。单因素方差分析和最小绝对收缩和选择算子(LASSO)回归降维MRI T₂WI序列影像学特征,构建影像学特征与临床特征联合模型,采用受试者工作特征曲线(ROC)、Hosmer-Lemeshow检验和校准曲线评价联合模型预测能力,采用临床决策曲线(DCA)评估其临床意义。结果 MRI在异位妊娠患者中确诊特殊部位异位妊娠的准确度为79.07%、特异度为80.29%、灵敏度为77.69%、阳性预测值(PPV)为77.69%、阴性预测值(NPV)为80.29%。非特殊部位异位妊娠与特殊部位异位妊娠相比,人工流产次数、异位妊娠史、β-hCG比值、子宫内膜厚度、MRI特殊部位异位妊娠诊断结果差异显著(P<0.05)。多因素Logistics回归分析结果显示,β-hCG低比值、人工流产高频率、有异位妊娠史、子宫内膜薄、MRI特殊部位异位妊娠诊断结果阳性是特殊部位异位妊娠与非特殊部位异位妊娠的独立影响因素。将单因素方差分析和LASSO回归降维后获得9个具有代表性的影像学特征和临床特征构成联合模型AUC在训练集联合模型、影像学评分模型和临床预测模型中分别为0.837、0.741、0.717,在验证集中分别为0.816、0.752、0.705,联合模型AUC最高,具有最佳的预测能力(P<0.05)。Hosmer-Lemeshow检验结果显示,联合模型预测数据与实际观察数据之间差异无统计学意义(P=0.146, 0.102)。校准曲线显示联合模型在验证集和训练集中,预测值与观察值具有良好的一致性。DCA曲线显示,联合模型与影像学评分模型在很大风险阈值范围内具有较高的预测价值。结论 MRI T₂WI序列影像学模型在预测特殊部位异位妊娠中准确度高,具有很好的临床参考价值。

【关键词】磁共振; T₂WI序列; 影像学;
特殊部位异位妊娠; LASSO

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】河北省医学科学研究课题(20221726)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.07.043

Diagnostic Value of Magnetic Resonance Imaging (MRI) T₂WI Sequence Radiomics Model for Special Site Ectopic Pregnancy*

WANG Qian, YUAN Xiao-liang*

Department of Ultrasound, Tangshan Hongci Hospital Co., LTD., Tangshan 063000, Hebei Province, China

ABSTRACT

Objective To construct a radiomics model based on MRI T₂WI sequence images and explore its diagnostic value for special site ectopic pregnancy. **Methods** A total of 258 ectopic pregnancy patients who underwent treatment in our hospital from February 2018 to February 2023 were selected. The patients were divided into a training set (n=186) and a validation set (n=72) in a ratio of 2:1. Based on histopathological results, the patients from training set were divided into special site ectopic pregnancy group (n=102) and non-special site ectopic pregnancy group (n=84). Multivariable logistic regression was performed to identify independent factors associated with special site ectopic pregnancy. Univariate analysis and Least Absolute Shrinkage and Selection Operator (LASSO) regression were used to reduce the dimensionality of the radiomics features obtained from MRI T₂WI sequence images. A combined model of radiomics and clinical features was constructed, and the predictive ability of the combined model was evaluated using receiver operating characteristic (ROC) curve, Hosmer-Lemeshow test, and calibration curve. The clinical utility of the model was assessed using decision curve analysis (DCA). **Results** The MRI has a diagnostic accuracy of 79.07%, specificity of 80.29%, sensitivity of 77.69%, positive predictive value (PPV) of 77.69%, and negative predictive value (NPV) of 80.29% for diagnosing ectopic pregnancy in ectopic pregnancy patients. Compared to non-special sites ectopic pregnancies, there were significant differences in the number of induced abortions, ectopic pregnancy history, β-hCG ratio, endometrial thickness, and MRI diagnosis of special site ectopic pregnancies (P<0.05). Multivariate Logistic regression analysis showed that low β-hCG ratio, high frequency of induced abortions, history of ectopic pregnancy, thin endometrium, and positive MRI diagnosis of special site ectopic pregnancy were independent influencing factors for special site ectopic pregnancy compared to non-special site ectopic pregnancy. After dimension reduction through one-way ANOVA and LASSO regression, nine representative radiomic features and clinical features were obtained to form a joint model. The AUC values for the joint model, the radiomic score model, and the clinical prediction model were 0.837, 0.741, and 0.717 respectively in the training set, and 0.816, 0.752, and 0.705 respectively in the validation set. The joint model showed the highest AUC, indicating superior predictive performance (P<0.05). The Hosmer-Lemeshow test showed no statistical difference between the predicted and observed data in the combined model (P=0.146, 0.102). The calibration curve showed good agreement between predicted and observed values in the validation and training sets. The decision curve analysis (DCA) curve showed that the combined model and radiomics score model had a higher predictive value within a large range of risk thresholds. **Conclusion** The MRI T₂WI sequence radiomics model has high accuracy in predicting special site ectopic pregnancy and is of great clinical value.

Keywords: Magnetic Resonance Imaging; T₂WI sequence; Radiomics; Special Site Ectopic Pregnancy; LASSO

异位妊娠指受精卵在子宫以外区域着床,而非正常子宫内着床^[1]。一般情况下异位妊娠通常发生在输卵管内形成腔内着床,此类情况称为非特殊部位异位妊娠,而在其它部位着床如子宫颈、卵巢、腹膜腔、输卵管间质等罕见部位着床属于特殊部位异位妊娠^[2]。特殊部位异位妊娠增加孕妇产生妊娠破裂、内脏器官受损、生殖器官功能障碍的风险,甚至威胁生命。早期诊断能够有效避免特殊部位异位妊娠对孕妇造成的伤害^[3]。磁共振成像是一种优势突出的医学影像技术,可以提供非侵入性且详细的解剖和功能信息,已被广泛应用于妇产科中^[4]。与超声影像相比,磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)可以提供更详细的解剖图像准确显示器官的形态、大小和血流动力学,更高的软组织对比度可以更好评估异常组织,其采用的三维成像能帮助医生更全面地了解病变的位置以及与周围结构的关系^[5-8]。MRI可以使用不同的成像序列对更多参数进行评估,其中T₂WI序列是一种以水分子为信号来源,对水和液体敏感,有助于区分不同组织类型,在特殊部位异位妊娠诊断中可以提供详细的妊娠解剖图像^[9-10]。目前临床上将T₂WI序列应用于特殊部位异位妊娠诊断中的研究很少。本研究为探究T₂WI序列对特殊部位异位妊娠的诊断价值,构建基于MRI T₂WI序列的影像学模型,该模型通过对图像特征的量化和分析,实现对特殊部位异位妊娠的准确识别和定量评估。

1 资料与方法

1.1 研究对象 选取于本院2018年2月至2023年2月就诊的异位妊娠患者258例,年龄23~34周岁,平均年龄(27.89±6.13)岁,平均身体重量指数(body mass index, BMI)(22.13±1.04)kg/m²。按照2:1的比例将所有患者分为训练集(n=186)和验证集(n=72)。训练集患者根据组织病理学结果将患者分为特殊部位异位妊娠组(n=102)和非特殊部位异位妊娠组(n=84)。

纳入标准:所有患者均经过手术治疗并确诊为异位妊娠;年龄>18周岁;临床资料

【第一作者】王 茜,女,主治医师,主要研究方向:超声医学。E-mail: wagnqian0808@163.com

【通讯作者】袁晓亮,男,主治医师,主要研究方向:妇产超声方向。E-mail: 644590826@qq.com

完整；自愿参加且签署知情同意书。排除标准：合并严重肝脏、肾脏、心脏等疾病；恶性肿瘤患者；MRI影像图不清晰者；具有严重凝血功能障碍者；不能积极配合研究者；精神病患者。

1.2 MRI检测方法 本研究用到的MRI设备为GE Discovery MR 750 3.0 T扫描仪。检测开始前，医护人员提醒患者移除所有金属物品并指导患者平躺在磁共振扫描床上。扫描参数：以33mT/m梯度场120mT/(m·s)进行常规平扫，轴位T₂WI单次激发回波序列(FOV: 34.0cm×34.0cm，矩阵：320×256，层厚：6.0mm，间距：2.0mm，重复脉冲时间(repetition pulse time, TR): 6000 ms，信号回波时间(echo signal time, TE): 120.0 ms)。轴位T₁WI快速扰相梯度回波序列(FOV: 36cm×36cm、矩阵：224×192，层厚：5.2mm，间距0mm，TR: 3.6~4.4 ms，TE: 1.7~1.9 ms)。扫描时以频率选择饱和技术来达到抑制脂肪的信号强度，在三维空间中X、Y、Z三个互相垂直的梯度轴上施加扩散，其系数值设置为300-1000s/mm²，图像的层间隔空隙和层厚为7mm/8.5mm，视野设置为320mm×320mm的矩形区域。平扫完成后静脉注射0.1mmol/kg的钆喷酸葡胺注射液，在完成注射以后，行增强扫描，TR5.28 ms，TE2.38 ms，图像的层间隔空隙和层厚为6mm/3mm，视野设置为360mm×360mm的矩形区域。分别得到的动脉期、门静脉期和延迟期分别为25s、70s、120s的图像进行分析。

1.3 观察指标 (1)一般资料收集：收集并记录患者的年龄、BMI、初孕年龄、妊娠次数、盆腹腔手术史、人工流产次数、生殖系统炎症病史、异位妊娠史、剖宫产次数、顺产次数、吸烟史、糖尿病史、高血压史、高血脂史、子宫内膜异位症史信息。(2)实验室指标：手术前24h空腹采血，定量监测血液中人绒毛膜促性腺激素(β-human chorionic gonadotropin, β-hCG)含量记为0时，48 h后第二次检测β-hCG含量，根据公式48 h/0 h计算β-hCG比值。(3)借助MRI影像学探测子宫内膜厚度和妊娠部位，记录结果。(4)手术治疗过程中提取组织标本，通过组织病理学确定妊娠部位并记录。

1.4 图像分割及特征提取 所有图像均采用双盲方式阅片，由2名具有丰富经验的医师勾勒患者MRI图像的感兴趣区域，对于诊断不一致的，由2名医师共同商讨，得出统一意见。

1.5 评估测量者自身和测量者之间的特征提取的一致性 在所有患者T₂WI序列图像中选取1/2，由2名医师同时勾画感兴趣区域并提取特征，评估测量者间提取的影像组学特征的一致性组间相关系数(interclass correlation coefficient, CCC)。1周后，医师1再次勾画感兴趣区域并提取特征，评价测量者内影像组学特征选取一致性(intraclass correlation coefficient, ICC)。ICC和CCC均>0.75的特征认为一致性良好。

1.6 统计学分析 数据分析采用软件SPSS 22.0，计数资料以(n, %)表示，组间比较采用χ²检验。计量资料以平均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示，组间比较采用t检验。通过单因素方差分析和最小绝对收缩和选择算子(least absolute shrinkage and selection operator, LASSO)回归进行影像组学特征降维，多因素Logistics回归建立影像组学模型和影像学评分模型。绘制受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC)评价模型预测能力，通过Hosmer-Lemeshow检验和绘制校准曲线评价影像组学模型预测数据与实际数据之间的一致性。通过绘制临床决策曲线(decision curve analysis, DCA)确定模型的临床指导价值。检验水准α=0.05。

2 结果

2.1 验证集与训练集临床资料比较 两组比较，年龄、BMI、初孕年龄、妊娠次数、盆腹腔手术史、人工流产次数、生殖系统炎症病史、异位妊娠史、剖宫产次数、顺产次数、吸烟史、糖尿病史、高血压史、高血脂史、子宫内膜异位症史、MRI特殊部位异位妊娠诊断结果、特殊部位异位妊娠病理学诊断结果差异无统计学意义(P>0.05)，见表1。本研究中采用MRI确诊特殊部位异位妊娠准确度为79.07%、特异度为80.29%、灵敏度为77.69%、阳性预测值(positive predictive, PPV)为77.69%、阴性预测值(negative predictive value, NPV)为80.29%，见表2。

表1 训练集和验证集临床特征比较

	训练集(n=186)	验证集(n=72)	t/χ ² 值	P值
年龄(岁)	28.23±4.14	28.64±4.38	0.702	0.483
BMI(kg/m ²)	22.38±1.19	22.16±2.03	1.077	0.283
初孕年龄[n(%)]			0.003	0.954
<22岁	51(27.42)	20(27.78)		
≥22岁	135(72.58)	52(72.22)		
妊娠次数(次)	2.15±1.01	1.98±0.96	1.229	0.220
盆腹腔手术史[n(%)]			0.072	0.789
有	36(19.35)	15(20.83)		
无	150(80.65)	57(79.17)		
人工流产次数(次)	0.97±0.11	0.96±0.07	0.717	0.474
生殖系统炎症病史[n(%)]			0.938	0.333
有	58(31.18)	27(37.50)		
无	128(68.82)	45(62.50)		
异位妊娠史[n(%)]			2.219	0.136
有	27(14.52)	16(22.22)		
无	159(85.48)	56(77.78)		
剖宫产次数(次)	0.96±0.12	0.98±0.11	1.228	0.220
顺产次数(次)	1.08±0.41	1.04±0.39	0.712	0.477
吸烟史[n(%)]			0.459	0.498
有	32(17.20)	15(20.83)		
无	154(82.80)	57(79.17)		
糖尿病史[n(%)]			0.118	0.732
有	18(9.67)	8(11.11)		
无	168(90.32)	64(88.89)		
高血压史[n(%)]			0.351	0.554
有	37(19.89)	12(16.67)		
无	149(80.11)	60(83.33)		
高血脂史[n(%)]			0.074	0.786
有	21(11.29)	9(12.50)		
无	165(88.71)	63(87.50)		
子宫内膜异位症史[n(%)]			0.117	0.732
有	29(15.59)	10(13.89)		
无	157(84.41)	62(86.11)		
β-hCG比值	1.56±0.41	1.48±0.33	1.444	0.150
子宫内膜厚度(mm)	13.57±2.94	14.08±3.07	1.154	0.250
MRI异位妊娠特殊部位诊断结果[n(%)]			0.118	0.732
阴性	100(53.76)	37(51.39)		
阳性	86(46.24)	35(48.61)		
特殊部位异位妊娠病理学诊断结果[n(%)]			0.808	0.369
阴性	102(54.84)	35(48.61)		
阳性	84(45.16)	37(51.39)		

表2 MRI与病理学特殊部位异位妊娠诊断结果比较

MRI异位妊娠特殊部位诊断结果	特殊部位异位妊娠病理学诊断结果	
	阴性	阳性
阴性	110	27
阳性	27	94

2.2 训练集中特殊部位异位妊娠与非特殊部位异位妊娠临床资料对比及多因素Logistic分析 单因素分析结果显示，特殊部位异位妊娠组与非特殊部位异位妊娠组在指标年龄、BMI、初孕年龄、妊娠次数、盆腹腔手术史、生殖系统炎症病史、剖宫产次数、顺产次数、吸烟史、糖尿病史、高血压史、高血脂史、子宫内膜异位症史差异无统计学意义(P>0.05)，在指标人工流产次数、异位妊娠史、β-hCG比值、子宫内膜厚度、MRI特殊部位异位妊娠诊断结果差异显著(P<0.05)。多因素Logistics回归分析结果显示β-hCG低比值、人工流产高频次数、有异位妊娠史、子宫内膜薄、MRI特殊部位异位妊娠诊断结果阳性是特殊部位异位妊娠的独立影响因素(P<0.05)。

2.3 MRI T₂WI序列影像组学评分 从MRI T₂WI序列影像组学图像中提取946个稳定特征(ICC: 0.779~0.941, CCC: 0.806~0.967)，其中一阶特征228个，纹理特征718个。单因素方差分析和LASSO回归降维后获得9个具有代表性的影像组学特征如图1、表5所示。构建影像组学评分方程模型：

$Radscord = -1.071 + \sum_{i=1}^{10} \alpha_i * F_i$ [具体系数(α)及特征(F)见表5] 影像组学评分直方图显示无论在训练集还是验证集中利用影像组学评分方程模型计算得到的特殊部位异位妊娠组Radscord值[2.10(0.92, 2.68); 1.75(0.94, 2.11)]均显著高于非特殊部位异位妊娠组Radscord值[1.11(0.43, 1.61); 0.97(0.14, 1.52)]，差异具有统计学意义(Z=7.349, P<0.001)见图2。

表3 特殊部位异位妊娠组与非特殊部位异位妊娠组临床资料对比

特征	非特殊部位 异位妊娠(n=102)	特殊部位 异位妊娠(n=84)	t/x ² 值	P值
年龄(岁)	27.59±5.13	28.14±4.88	0.744	0.458
BMI(kg/m ²)	22.46±2.08	22.51±1.97	0.167	0.867
初孕年龄[n(%)]			1.774	0.183
<22岁	32(31.37)	19(22.62)		
≥22岁	70(68.63)	65(77.38)		
妊娠次数(次)	2.08±0.59	2.21±1.01	1.093	0.276
盆腹腔手术史[n(%)]			0.709	0.400
有	22(21.57)	14(16.67)		
无	80(78.43)	70(83.33)		
人工流产次数(次)	0.87±0.64	1.11±0.92	2.091	0.038
生殖系统炎症病史[n(%)]			1.466	0.226
有	28(27.45)	30(35.71)		
无	74(72.55)	54(64.29)		
异位妊娠史[n(%)]			5.898	0.015
有	9(8.82)	18(21.43)		
无	93(91.18)	66(78.57)		
剖宫产次数(次)	0.98±0.10	0.97±0.09	0.710	0.479
顺产次数(次)	1.07±0.17	1.05±0.21	0.718	0.474
吸烟史[n(%)]			0.916	0.339
有	20(19.61)	12(14.29)		
无	82(80.39)	72(85.71)		
糖尿病史[n(%)]			0.004	0.949
有	10(9.80)	8(9.52)		
无	92(90.20)	76(90.48)		
高血压史[n(%)]			0.715	0.398
有	18(17.65)	19(22.62)		
无	84(82.35)	65(77.38)		
高血脂史[n(%)]			2.631	0.105
有	15(14.71)	6(7.14)		
无	87(85.29)	78(92.86)		
子宫内膜异位症史[n(%)]			0.598	0.440
有	14(13.73)	15(17.86)		
无	88(86.27)	69(82.14)		
β-hCG比值	1.87±0.34	1.01±0.51	13.728	<0.001
子宫内膜厚度(mm)	15.71±3.22	10.12±3.43	11.440	<0.001
MRI异位妊娠诊断结果[n(%)]			84.799	<0.001
非特殊部位	86(84.31)	14(16.67)		
特殊部位	16(15.69)	70(83.33)		

表4 训练集术前临床特征多因素分析结果

临床特征	β值	SE	Wald x ²	OR值	95%CI	P值
β-hCG低比值	0.193	0.211	0.837	1.213	1.021~1.576	0.007
人工流产高频次数	0.083	0.357	5.403	1.087	0.993~1.627	0.037
有异位妊娠史	0.043	1.073	0.002	1.044	0.749~1.534	0.046
子宫内膜薄	0.085	0.158	0.291	1.089	0.828~1.572	0.021
MRI特殊部位异位妊娠	0.280	0.431	0.422	1.323	1.175~2.003	<0.001

2.4 构建和评估影像组学特征与临床特征联合模型 将特殊部位异位妊娠的独立影响临床特征和影像组学评分模型纳入Logistics多因素回归算法中构建临床预测模型(C)和联合模型(C+V), 方程如下:

$$C = \frac{e^a}{1+e^a}; C+V = \frac{e^b}{1+e^b}$$

其中e为指数函数, $a=0.193 \times \beta\text{-hCG低比值} + 0.083 \times \text{人工流产高频次数} + 0.043 \times \text{有异位妊娠史} + 0.085 \times \text{子宫内膜薄} + 0.280 \times \text{MRI特殊部位异位妊娠诊断结果阳性} - 1.834$; $b=0.176 \times \beta\text{-hCG低比值} + 0.065 \times \text{人工流产高频次数} + 0.037 \times \text{有异位妊娠史} + 0.057 \times \text{子宫内膜薄} + 0.210 \times \text{MRI特殊部位异位妊娠诊断结果阳性} + 0.587 \times \text{Radscord} - 2.342$ 。根据C+V公式中各指标的权重系数, 绘制联合模型的列线图, 如图3所示。联合模型、影像组学评分模型和临床预测模型在训练集中AUC分别为0.837、0.741、0.717, 在验证集中分别为0.816、0.752、0.705, 见图4。如表6所示, 联合模型AUC最高, 具有最佳的预测能力($P<0.05$)。Hosmer-Lemeshow检验结果显示, 联合模型预测数据与实际观察数据之间差异无统计学意义($P=0.146, 0.102$), 校准曲线显示联合模型在验证集和训练集中, 预测值与观察值具有良好的一致性见图5。利用DCA曲线图评价模型的临床意义, 结果显示, 联合模型与影像组学评分模型在很大风险阈值范围内具有较高的预测价值, 见图6。

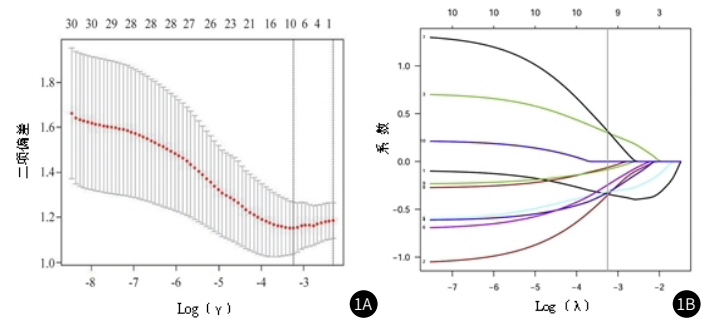


图1A-图1B 利用LASSO算法进行特征选择; 1A: LASSO特征筛选图, 利用10次交叉验证和±1个标准差规则在最佳值处绘制垂直线, 最优惩罚参数λ为0.039, $\log(\lambda)=-3.249$; 1B: 特征筛选过程图, 根据10次交叉验证绘制垂直线, 最终得到9个非零系数特征。

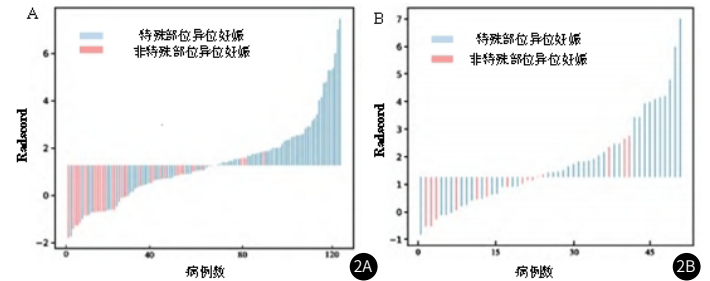


图2A-图2B 影像组学评分直方图; 2A: 训练集; 2B: 验证集。

表5 特征与系数

类别	特征	系数(a)
灰度共生矩阵	联合平均值	0.412
灰度依赖矩阵	依赖方差	0.104
灰度大小区域矩阵	灰度级方差	0.048
灰度共生矩阵	相关性	0.051
灰度共生矩阵	差异熵	0.047
灰度依赖矩阵	依赖非均匀性归一化	0.031
邻域灰度差矩阵	强度	0.019
灰度游程矩阵	短游程强调	0.011
一阶特征	平均绝对偏差	0.005

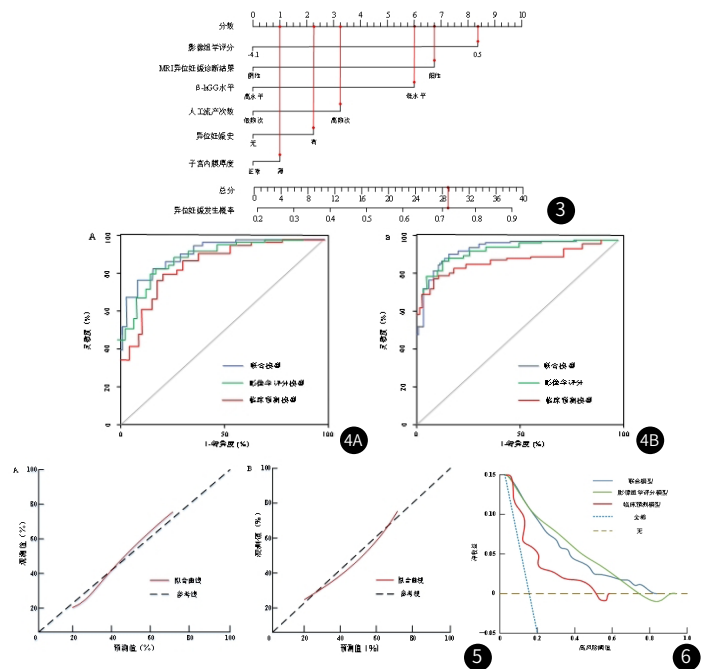


图3 联合模型列线图。

图4A-图4B 三种模型ROC曲线图; 4A: 训练集; 4B: 验证集。

图5 联合模型校准曲线图。图6 三种模型DCA曲线图。

表6 训练集和验证集联合模型AUC对比

项目	训练集			验证集		
	AUC	95%CI	P值	AUC	95%CI	P值
影像学评分	0.741	0.691~0.812		0.752	0.707~0.824	
联合模型	0.837	0.756~0.893	0.017	0.816	0.763~0.878	0.023
临床预测模型	0.717	0.657~0.851		0.705	0.648~0.812	

3 讨论

特殊部位异位妊娠是一种严重的妊娠并发症,早期症状包括腹痛,阴道出血,恶心呕吐等,由于其症状不典型经常被患者忽视^[11-12]。特殊部位异位妊娠发病原因目前尚不明确,可能与卵巢功能异常、子宫形态异常或生殖系统感染有关。目前特殊部位异位妊娠的诊断方法包括临床症状评估、实验室检测和影像学检查^[13]。在怀孕期间,医生会根据孕妇的症状、月经史、怀孕史和体格检查等预估孕妇是否存在特殊部位异位妊娠的风险,化学检测一般通过检测 β -hCG水平确定妊娠状态。有研究证实^[14]通过监测 β -hCG在48h内的增长率可以有效预测异位妊娠的发生。本研究发现,48h后特殊部位异位妊娠组 β -hCG与0时相比,比值为 1.01 ± 0.51 ,与Christodoulou E等人^[15]的研究结果相符,Christodoulou E等人发现当 β -hCG比值在0.87~1.66之间时,异位妊娠发生风险升高。但由于特殊部位异位妊娠患者体内 β -hCG水平变化无固定规律,与其它妊娠情况相比可能会出现上升缓慢或下降的变化趋势,而且化学检测无法确定具体异位妊娠部位,所以临床上通常将化学监测与影像学结合用于诊断特殊部位异位妊娠的发生。

对于特殊部位异位妊娠患者,影像学检测方法包括超声检测和MRI检测。与超声检测相比,MRI分辨率高,成像清晰。根据不同的检测目的,MRI可以设置不同序列参数,常用的序列包括T₁WI、T₂WI、弥散加权序列和动态对比增强序列。MRI的T₂WI加权图像根据组织的含水量不同,对不同组织显示不同强度信号,可提供较好的组织对比度。孕囊与其周围组织结构不同,孕囊内包含大量水分,在T₂WI加权图像上表现为高信号。通过T₂WI加权图像,医生可以有效区分异位妊娠部位和周围组织并通过观察孕囊与周围结构的关系,帮助医生准确定位妊娠位置^[16]。T₂WI序列由于其对液体的敏感性,使其在显示器官组织的解剖结构方面优势更明显。有研究表明^[17],将MRI应用于异位妊娠检测中,可以有效避免囊肿对结果产生的影响,提高诊断准确度。本研究比较分析MRI检测结果与手术病理学检测结果差异,结果显示MRI在异位妊娠诊断中,特殊部位异位妊娠诊断准确度为79.07%、特异度为80.29%、灵敏度为77.69%、PPV为77.69%、NPV为80.29%。说明将MRI应用于特殊部位异位妊娠的诊断中,结果具有一定程度的参考价值,与Toshimichi Onuma等人^[18]的研究结果一致。

MRI图像分析包含一阶特征分析和纹理特征分析。特征分析指提取图像的像素强度和分布信息,能够定量反映组织形态、结构和功能。本研究从所有特征中筛选出稳定性较高的特征946个,通过单因素方差分析和LASSO回归降维后获得稳定性好,代表性强的9个影像学特征作为影像组学模型的评价指标,其中一阶特征1个、纹理特征8个。研究发现一阶特征中的平均绝对偏差对预测特殊部位异位妊娠具有代表意义,平均标准偏差是用于衡量所有像素与其平均值的偏离程度,在本研究中平均标准偏差越大代表孕囊与周围组织的偏移程度越大。临床上通过定量平均标准偏差,可以确定异位妊娠部位^[19]。纹理特征可以反映图像的灰度分布、对比度、一致性和复杂度。通过定量纹理特征,可以描述和区分不同组织类型和病变状态^[20]。本研究筛选出来自灰度共生矩阵、灰度依赖矩阵、灰度大小区域矩阵、领域灰度差矩阵和灰度游程矩阵的8个纹理特征,由于不同部位异位妊娠的孕囊区域组织结构存在差异,所以纹理特征也各有相同。特殊部位异位妊娠会造成孕囊区域内纹理特征不均匀性增加、灰度级差异增加、灰度游程的不规则等,体现在图像上则为灰度共生矩阵中的联合平均值、相关性、差异熵增加,灰度依赖矩阵中依赖方差、依赖非均匀性归一化值增加,灰度大小区域矩阵中的灰度级方差增加,领域灰度差矩阵中的强度增加,灰度游程矩阵中的短游程强调增加。有多项研究显示,MRI T₂WI序列影像组学在妇科疾病诊断中具有良好的预测价值^[21-23]。

本研究将T₂WI序列影像组学特征和临床特征结合构建影像组学联合模型,合并评估患者特殊部位异位妊娠发生情况,AUC在训练集和验证集中分别为0.837和0.816。Hosmer-Lemeshow检验结果显示,联合模型预测数据与实际观察数据之间差异无统计学意义,说明该模型在特殊部位异位妊娠诊断中特异性强,准确

度高。DCA结果显示,该模型具有较高的临床价值,可以帮助患者和医生制定合理安全的治疗策略。

本研究的局限性:首先本研究选取样本数量较少且均来自同一中心,数据缺乏广泛性;其次本研究仅根据T₂WI序列构建MRI影像组学模型并未结合其余序列特征;最后,本研究仅从特殊部位异位妊娠整体出发进行研究,并未对不同类型特殊部位异位妊娠进行逐一分析,后续研究可以从以上三个方面着手,优化研究内容,提升研究结果的深度和广度。

综上所述,采用MRI方法诊断特殊部位异位妊娠的代表性T₂WI序列影像学特征有灰度共生矩阵中的联合平均值、相关性、差异熵,灰度依赖矩阵中依赖方差、依赖非均匀性归一化值,灰度大小区域矩阵中的灰度级方差,领域灰度差矩阵中的强度,灰度游程矩阵中的短游程强调。由以上特征结合临床特征 β -hCG和MRI特殊部位异位妊娠诊断结果构建的影像组学联合模型可以准确预测特殊部位异位妊娠发生,对临床决策具有重要的参考价值。

参考文献

- [1] Hendriks E, Rosenberg R, Prine L. Ectopic pregnancy: diagnosis and management [J]. Am Fam Physician, 2020, 101(10): 599-606.
- [2] Shehab QJ, Dolloway L, Damra AM, et al. Negative histology in surgically managed tubal ectopic pregnancy [J]. Int J Gynaecol Obstet, 2022, 157(3): 719-722.
- [3] Erem AS, Konney TO, Appiah-Kubi A, et al. Use of magnetic resonance imaging (MRI) in the Management of Diagnostic Uncertainty in Low-Resource Settings: A case report of Cesarean ectopic pregnancy in a tertiary hospital in Ghana [J]. Am J Case Rep, 2020, 21: 927496.
- [4] Gopireddy DR, Le R, Virarkar MK, et al. Magnetic resonance imaging evaluation of ectopic pregnancy: a value-added review [J]. J Comput Assist Tomogr, 2021, 45(3): 374-382.
- [5] 孔俊洋, 王怀武, 曹文兵, 等. MRI对宫外孕的诊断价值 [J]. 中国医学影像学杂志, 2020, 28(9): 700-703.
- [6] 崔培培. 探讨彩色多普勒超声在先天性纵膈子宫早, 中, 晚期妊娠及异位妊娠中的诊断价值 [J]. 罕少疾病杂志, 2022, 29(1): 68-69.
- [7] 杨香丽, 赵青, 孔祥娟. 经阴道超声与血清 β -HCG水平诊断输卵管异位妊娠的临床意义 [J]. 罕少疾病杂志, 2022, 29(11): 58-59.
- [8] 高志娟, 王秀琴, 王艳虹. MRI与超声在诊断子宫内异位妊娠中的应用比较 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2019(8): 124-126.
- [9] Harada TL, Uematsu T, Nakashima K, et al. Is the presence of edema and necrosis on T₂WI pretreatment breast MRI the key to predict pCR of triple negative breast cancer [J]. Eur Radiol, 2020, 30(6): 3363-3370.
- [10] 陈萍, 王斌, 阮建新. 异位妊娠的CT与MRI表现及诊断分析 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18(11): 124-126.
- [11] Urquhart S, Barnes M, Flannigan M. Comparing time to diagnosis and treatment of patients with ruptured ectopic pregnancy based on type of ultrasound performed: A retrospective inquiry [J]. J Emerg Med, 2022, 62(2): 200-206.
- [12] Darwish HS, Habash YH, Habash MY. Ectopic pregnancies in caesarean section scars: 5 years experience [J]. Clin Imaging, 2020, 66: 26-34.
- [13] 于莹, 沈汝冈, 刘凯波, 等. 2011-2018年北京市异位妊娠死亡情况分析 [J]. 现代预防医学, 2020, 47(14): 2563-2565, 2574.
- [14] 黄毓丽, 张蕾, 宋哲明, 等. 应用血清 β -HCG增长率, 孕酮值及子宫内膜厚度对鉴别不明部位妊娠的价值 [J]. 贵州医药, 2020, 44(8): 1195-1197.
- [15] Christodoulou E, Bobdiala S, Kyriacou C, et al. External validation of models to predict the outcome of pregnancies of unknown location: A multicentre cohort study [J]. BJOG, 2021, 128: 552-562.
- [16] Gao F, Sun MH, Fu L. The role of three-dimensional MRI in the differentiation between angular pregnancy and interstitial pregnancy [J]. BMC Pregnancy Childbirth, 2022, 22(1): 133.
- [17] Gopireddy DR, Le R, Virarkar MK, et al. Magnetic resonance imaging evaluation of ectopic pregnancy: A value-added review [J]. J Comput Assist Tomogr, 2021, 45(3): 374-382.
- [18] Onuma T, Tajima K, Sato K, et al. Diagnostic accuracy of preoperative conventional MRI for patients with ectopic pregnancy [J]. Int Surg, 2021, 105(1-3): 449-454.
- [19] 查海玲, 潘加珍, 刘薇, 等. 基于超声影像组学模型预测浸润性乳腺癌淋巴管侵犯状态 [J]. 肿瘤影像学, 2021, 30(1): 6-15.
- [20] Ta D, Khan M, Ishaque A, et al. Reliability of 3D texture analysis: A multicenter MRI study of the brain [J]. J Magn Reson Imaging, 2020, 51(4): 1200-1209.
- [21] Luepan RA, Stefan PA, Feier DS, et al. Radiomic analysis of MRI images is instrumental to the stratification of ovarian cysts [J]. J Pers Med, 2020, 10(3): 127.
- [22] Li Z, Zhang J, Song Y, et al. Utilization of radiomics to predict long-term outcome of magnetic resonance-guided focused ultrasound ablation therapy in adenomyosis [J]. Eur Radiol, 2021, 31(1): 392-402.
- [23] Li Z, Zhang J, Song Y, et al. Utilization of radiomics to predict long-term outcome of magnetic resonance-guided focused ultrasound ablation therapy in adenomyosis [J]. Eur Radiol, 2021, 31(1): 392-402.

(收稿日期: 2023-08-16)

(校对编辑: 翁佳鸿)