

· 腹部影像学 ·

基于 MRI 定量参数预测侵袭性胎盘植入及不良临床结局的可行性研究

曾菲菲,李亮,刘昌盛,张寅虎,查云飞

【摘要】 目的:探讨基于 MRI 定量参数的二元 logistic 回归预测侵袭性胎盘植入及不良临床结局的可行性。方法:本回顾性研究选择武汉大学人民医院确诊的 80 例胎盘植入患者,记录各患者 MRI 图像上胎盘内异常增生血管直径、胎盘及子宫壁厚度、胎盘内 T₂ 低信号带面积、子宫外突度、膀胱子宫间隙低信号带不连续长度、宫颈受侵长度。采用二元 logistic 回归分析分别预测胎盘植入类型和不良临床结局独立风险因素,并构建鉴别模型。采用受试者操作特征(ROC)曲线模型诊断效能评估曲线下面积(AUC)、敏感度、特异度、约登指数。回归模型稳定性采用 Bootstrap 进行内部验证,所得 AUC 值与原回归模型 AUC 值进行 DeLong 检验。结果:80 例患者中位年龄为 33 岁(20~44 岁),中位分娩孕周为 36.1 周(28.0~39.4 周)。粘连型胎盘 18 例(22.5%),侵袭性胎盘植入 62 例(77.5%)。二元 logistic 回归分析结果显示,流产次数[OR:4.271(95%CI:1.226~14.876)]、胎盘内增生血管直径[OR:3.789(95%CI:1.367~10.501)]、子宫外突度[OR:1.432(95%CI:1.088~1.885)]为预测侵袭性胎盘植入的独立危险因素(P 均 <0.05);胎盘内增生血管直径[OR:0.053(95%CI:0.009~0.314)]、胎盘内 T₂ 低信号带面积[OR:1.016(95%CI:1.004~1.029)]、子宫外突度[OR:0.839(95%CI:0.727~0.968)]为预测不良临床结局的独立危险因素, P 均 <0.05 。模型预测粘连型胎盘与侵袭性胎盘植入、是否发生不良临床结局的准确率均为 91.3%。回归模型粘连侵袭性胎盘植入的 AUC 值为 0.962(95%CI:0.923~1.000,敏感度为 94.4%,特异度为 85.5%);预测不良临床结局的 AUC 值为 0.952(95%CI:0.908~0.996,敏感度为 98.0%,特异度为 82.8%)。Bootstrap 分析显示胎盘植入类型和不良临床结局模型稳定性均较好。结论:基于 MRI 定量参数的二元 logistic 回归模型对于预测侵袭性胎盘植入及不良临床结局具有较好的价值,提高了整体诊断效能。

【关键词】 胎盘植入;磁共振成像;回归分析;预测价值

【中图分类号】 R445.2;R714.462 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2023)11-1429-07

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2023.11.011

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Feasibility based on MRI quantitative parameters for predicting invasive placenta accreta and adverse clinical outcomes ZENG Fei-fei, LI Liang, LIU Chang-sheng, et al. Department of Radiology, Renmin Hospital of Wuhan University, Wuhan 430060, China

【Abstract】 Objectives: To investigate the feasibility of binary logistic regression based on MRI quantitative parameters in predicting invasive placenta accreta and adverse clinical outcomes. **Methods:** The retrospective study included 80 placenta accreta patients. MRI parameters were assessed including diameter of abnormal proliferative blood vessels in the placenta, placental and uterine wall thickness, the placenta with T₂-dark bands, uterus, bladder, uterus protruding degrees low signal with discontinuous gap length, length of cervical invasion. Binary logistic regression analysis was used to predict the type of placenta accreta and independent risk factors for adverse clinical outcomes, and differential model was further constructed. The area under the curve (AUC), sensitivity, specificity and Youden index were evaluated by the receiver operating characteristic (ROC) curve. The stability of the regression model was verified internally by Bootstrap, and the AUC value was compared with the AUC value

作者单位:430060 武汉,武汉大学人民医院放射科(曾菲菲、李亮、刘昌盛、查云飞);437100 湖北,湖北科技学院 2018 级医学影像专业(张寅虎)

作者简介:曾菲菲(1990-),女,湖北十堰人,博士研究生,主治医师,主要从事 MRI 研究。

通讯作者:查云飞, E-mail:zhayunfei999@126.com

基金项目:国家重点研发计划项目(2019YFC0117700)

of the original regression model by DeLong test. **Results:** Among the 80 patients, the median age was 33 years (20~44 years), the median gestational age at delivery was 36.1 weeks (28.0~39.4 weeks), 18 cases (22.5%) were adhesive placenta and 62 cases (77.5%) were invasive placenta accreta. Binary logistic regression analysis showed that the number of abortions [OR (95% CI): 4.271 (1.226~14.876)], the diameter of proliferative vessels in the placenta [OR (95% CI): 3.789 (1.367~10.501)], extrauterine protrusion [OR (95% CI): 1.432 (1.088~1.885)] were independent risk factors for predicting invasive placenta accreta ($P < 0.05$). Diameter of proliferative vessels in placenta [OR (95% CI): 0.053 (0.009~0.314)], area of T₂-dark bands [OR (95% CI): 1.016 (1.004~1.029)], extrauterine protrusion [OR (95% CI): 0.839 (0.727~0.968)] were independent risk factors for predicting adverse clinical outcomes ($P < 0.05$). The accuracy of the model in predicting adhesive placenta, invasive placenta accreta and adverse clinical outcome was 91.3%. The AUC, sensitivity, specificity of the regression model was 0.962 (95% CI: 0.923~1.000), 94.4%, and 85.5%, respectively. The AUC, sensitivity, specificity for predicting adverse clinical outcome was 0.952 (95% CI: 0.908~0.996), 98.0%, and 82.8%, respectively. The AUC value of combined diagnosis was higher than those of all single indexes. **Conclusion:** The binary logistic regression model based on MRI quantitative parameters has a good value for predicting invasive placenta accreta and adverse clinical outcomes, and improves the overall diagnostic performance.

【Key words】 Placenta accreta; Magnetic resonance imaging; Regression analysis; Predictive value

胎盘植入是滋养层过度侵袭和子宫底蜕膜发育不良、缺陷,引起胎盘绒毛不同程度侵入或穿透子宫肌层所致。根据滋养细胞的浸润程度分为三种:粘连型、植入型及穿透型^[1],国际妇产科联盟(International Federation of Gynecology and Obstetrics, FIGO)将植入型及穿透型合称为侵袭性胎盘植入^[2]。侵袭性胎盘植入是产科大出血、子宫切除甚至造成产妇死亡的主要原因之一^[3,4],产前明确诊断和术中正确处理是减少胎盘植入产妇产后大出血和子宫切除及术后不良事件的发生、保证胎儿和孕产妇安全的关键。超声是胎盘植入产前评估的首选影像学检查方法,可对胎盘植入进行初步诊断,但对侵袭性胎盘植入范围的广度、宫旁受侵等评估方面存在局限性^[5]。目前已有基于胎盘植入形态学 MRI 评分系统及模型构建的临床研究^[6-11],但是,联合 MRI 定量参数预测侵袭性胎盘植入及不良临床结局尚未见报道,本研究探讨 MRI 定量参数预测胎盘植入侵袭性及不良临床结局的预测价值,构建并评估基于 MRI 定量参数和临床风险因素的风险预测模型。

材料与方 法

1. 临床资料

本研究回顾性分析 80 例 2016 年 1 月—2022 年 5 月临床确诊胎盘植入而于武汉大学人民医院进行胎儿 MRI 扫描的患者的临床及 MRI 资料。研究对象纳入标准:①临床资料和 MRI 图像完整,并记录术后诊断及不良结局的发生情况;②患者 MRI 检查后 2 周内行

剖宫产术终止妊娠。本研究符合《赫尔辛基宣言》的要求,并获得所有研究对象的知情同意。研究对象排除标准:①临床及病理无法明确诊断胎盘植入;②MRI 图像伪影重,影响观察。

2. 研究方法

按照 2019 年 FIGO 分类法,将研究对象分为粘连型胎盘和侵袭性胎盘植入(包括植入型及穿透型)。胎盘植入诊断标准:①非胎盘植入:胎盘可顺利自行娩出,且娩出的胎盘完整;②粘连型性胎盘:胎盘部分滞留宫腔无法自行娩出,需人工剥离,剥离面可有少量出血;病理检查胎盘异常粘附于子宫肌层,底蜕膜缺失;③植入型胎盘:胎盘组织植入肌层,不能自行剥离,且人工剥离困难,有大量出血;病理发现胎盘绒毛侵入肌层未达浆膜层;④穿透型胎盘:胎盘突破子宫浆膜层甚至累及邻近组织器官,无法人工剥离,可发生子宫破裂、大出血;病理发现胎盘绒毛侵入子宫肌层并突破肌层、到达或穿透浆膜层,甚至累及膀胱或邻近其他盆腔器官^[2,9,12]。不良临床结局定义:以术中出血 ≥ 1000 mL 和/或子宫切除^[12]。

3. 影像检查设备及方法

采用 3.0T 超导 MR (Discovery 750 Plus, GE Healthcare) 体部相控阵线圈进行检查。孕妇检查前适度充盈膀胱,检查时仰卧位、头先进。扫描范围为盆底至宫底上 2 cm,扫描序列包括冠状面、矢状面、横轴面 T₂WI。扫描序列及参数:稳态进动快速成像(fast imaging employing steady state acquisition, FIESTA) 序列; TR 4.4 ms, TE 2.0 ms, 矩阵 224 × 288, 视野

(field of view, FOV) 38 cm × 38 cm, 翻转角 70°, 层厚 5 mm, 层间距 1 mm。单次激发快速自旋回波(single shot fast spin echo, SSFSE)序列: TR 1570 ms, TE 70.8 ms, 矩阵 288 × 288, FOV 38 cm × 38 cm, 翻转角 90°, 层厚 5 mm, 层间距 1 mm。

4. MRI 图像分析和定量参数测量

由 2 名具有 10 年以上胎儿 MRI 诊断经验的放射科医生在不知晓手术结果及分型的情况下, 对 MRI 图像进行特征记录。对 MRI 征象判断结果不一致时, 由另外一位放射科更高年资医生参与讨论并确定。记录内容: ①胎盘内异常增生血管, 测量并记录最大层面的血管直径(图 1); ②记录最厚层面的胎盘及子宫壁厚度(图 2); ③胎盘内 T₂ 低信号带面积(最大层面的长径和宽径相乘, 图 3); ④子宫外突度(最大层面外突基底至顶部垂直距离, 图 4); ⑤膀胱子宫间隙低信号带不连续长度(最大层面长径, 图 5); 宫颈受侵长度(宫颈受侵远端至宫颈内口的垂直距离, 图 6)。

5. 统计学方法

采用 SPSS 22.0 (IBM SPSS Statistics, Inc., Chicago, IL, United States, version 22) 软件对数据进行统计分析。采用频数和百分率描述分类变量分布; 采用四分位数描述非正太分布连续变量分布。两组间分类变量差异比较采用 χ^2 检验; 两组间连续变量的差异比较采用 Mann-Whitney U 检验。采用方差膨胀因子 (variance inflation factor, VIF) 比较变量之间共线性, VIF > 5 被认为存在共线性。采用二元 logistic 回归分析分别预测胎盘植入类型和不良临床结局独立风险因素, 并构建鉴别模型。采用受试者操作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线评估诊断效能, 并计算曲线下面积 (area under curve, AUC)、敏感度、特异度、约登指数。两回归模型稳定性分别采用 Bootstrap 进行内部验证, 所得 AUC 值与原回归模型 AUC 值分别进行 DeLong 检验 (MedCalc 20.1)。以 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

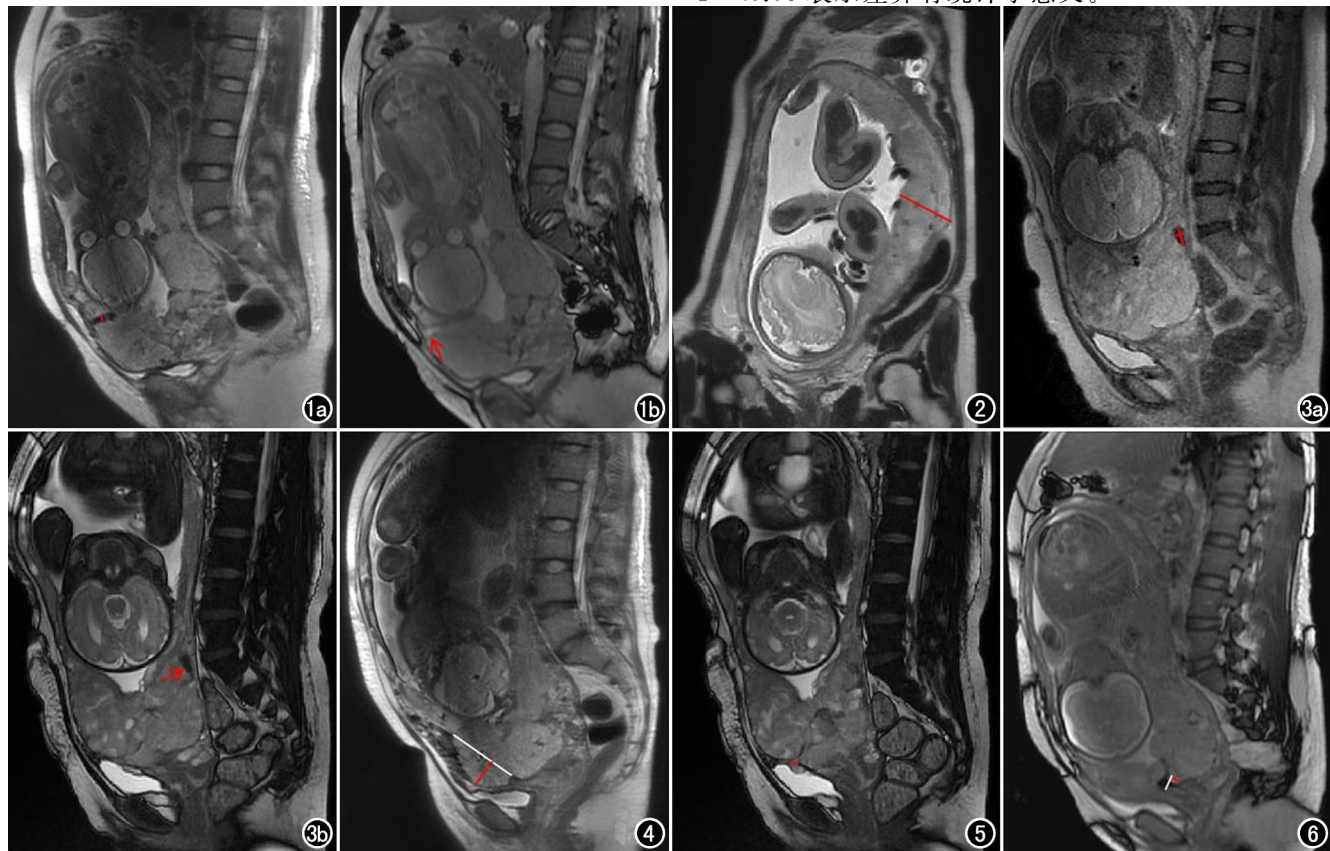


图 1 35 岁, 孕 36⁺² 周, 植入型胎盘。a) SSFSE 序列示胎盘内异常增生血管呈低信号, 血管最宽径即血管直径(红线所示); b) FIESTA 序列呈高信号(箭)。图 2 31 岁, 孕 37⁺¹ 周, 粘连型胎盘, 记录最厚层面的胎盘及子宫壁厚度(最厚处胎盘胎儿面至子宫外壁垂直距离, 如红线所示)。图 3 30 岁, 孕 36⁺² 周, 穿透型胎盘。a) SSFSE 序列示胎盘内 T₂ 低信号带, 其面积为最大层面的长径和宽径之积(红线所示); b) FIESTA 序列示胎盘内低信号带(箭)。图 4 33 岁, 孕 36⁺³ 周, 穿透型胎盘, 子宫局部外突, 子宫外突度为最大层面外突基底(白线)至顶部垂直距离(红线)。图 5 30 岁, 孕 36⁺² 周, 穿透型胎盘, 膀胱子宫间隙低信号带不连续, 局部见胎盘突入(膀胱子宫间隙低信号带不连续长度, 如红线所示)。图 6 34 岁, 孕 36⁺¹ 周, 穿透型胎盘, 宫颈后唇受胎盘侵及, 宫颈受侵长度为宫颈受侵远端至宫颈内口(白线)的垂直距离(红线)。

结果

1. 临床资料和差异分析

80 例患者中位年龄为 33 岁(20~44 岁),中位分娩孕周为 36.1 周(28~39.4 周)。80 例胎盘植入患者中,粘连型胎盘 18 例(22.5%),植入型胎盘 56 例(70.0%),穿透型胎盘 6 例(7.5%)。59 例(73.8%)既往有流产史;65 例(81.3%)既往有剖宫产史;67 例(83.8%)伴发前置胎盘;29 例(36.3%)发生不良临床结局,其中粘连型 0 例,侵袭性 29 例,12 例行子宫切除术,17 例发生大出血。

年龄、剖宫产次数、前置胎盘在不同胎盘植入分型和不良临床结局分类中差异均无统计学意义($P > 0.05$)。粘连型胎盘和侵袭性胎盘植入的流产次数、胎盘内增生血管直径、胎盘内 T₂ 低信号带面积、子宫外突度、膀胱子宫间隙低信号带不连续长度、宫颈受侵长度差异均有统计学意义($P < 0.05$)。是否发生不良临床结局的各 MRI 定量参数值差异均有统计学意义($P < 0.05$),见表 1。

2. 二元 logistic 回归分析

单因素二元 logistic 回归分析显示,流产次数、胎盘内增生血管直径、胎盘内 T₂ 低信号带面积、子宫外突度、膀胱子宫间隙低信号带不连续长度、宫颈受侵长

度为胎盘植入分型的可能相关因素(P 均 < 0.05 ,表 2)。胎盘内增生血管直径、胎盘及子宫壁厚度、胎盘内 T₂ 低信号带面积、子宫外突度、膀胱子宫间隙低信号带不连续长度、宫颈受侵长度为不良临床结局的可能相关因素(P 均 < 0.05 ,表 3)。

各自变量的 VIF 均 < 5 ,可认为各变量之间无共线性。虽然年龄、流产次数、剖宫产次数、前置胎盘在单因素二元 logistic 回归分析中差异无统计学意义,但根据临床经验其具有临床意义,因此在多因素二元 logistic 回归分析时仍将临床因素纳入分析。多因素二元 logistic 回归分析采用逐步向前回归法,结果显示流产次数、胎盘内增生血管直径、子宫外突度为预测侵袭性胎盘植入的独立危险因素(P 均 < 0.05 ,表 2);胎盘内增生血管直径、胎盘内 T₂ 低信号带面积、子宫外突度为预测不良临床结局的独立危险因素(P 均 < 0.05 ,表 3)。

根据 logistic 回归系数及常数项构建胎盘植入类型:

$$\text{胎盘植入类型 logit}(P) = -0.849 + 1.452 \times \text{流产次数} + 1.332 \times \text{胎盘内增生血管直径} + 0.359 \times \text{子宫外突度} \quad (1)$$

模型预测粘连型胎盘与侵袭性胎盘植入的准确率为 91.3%;依据上述拟合好的 logistic 回归模型绘制粘连型胎盘与侵袭性胎盘植入的 ROC 曲线(图 7a)。

表 1 不同类型胎盘植入及不良临床结局的差异分析

临床因素及 MRI 参数	胎盘植入分型		X ² /Z 值 ^a	P 值	不良临床结局		X ² /Z 值	P 值
	粘连型(n=18)	侵袭性(n=62)			是(n=29)	否(n=51)		
临床因素								
年龄/岁	34.00 (30.75,36.00)	32.50 (30.00,37.00)	-0.075	0.940	33.00 (31.00,37.00)	33.00 (30.00,36.00)	-0.542 *	0.588
流产次数/次	1.00 (0, 1.25)	1.00 (1.00,1.25)	-2.050	<0.05	4.00 (3.00,5.00)	4.00 (2.00,4.00)	-0.202 *	0.840
剖宫产次数/次	1.00 (0, 1.00)	1.00 (1.00,1.00)	-1.165	0.244	1.00 (1.00,1.50)	1.00 (1.00,1.00)	-1.485 *	0.138
前置胎盘/例(%)	16 (23.9%)	51 (76.1%)	0.095	0.758	27 (40.3%)	40 (59.7%)	1.946 *	0.163
MRI 定量参数								
胎盘内增生血管直径/mm	0.94 (0, 2.38)	2.54 (2.07,3.52)	-3.623	<0.001	3.49 (2.63,5.62)	2.07 (1.21,2.46)	-5.798	<0.001
胎盘及子宫壁厚度/mm	47.52 (39.42, 62.78)	48.27 (39.55,63.98)	-0.230	0.818	54.29 (44.50,73.43)	45.70 (38.43,56.31)	-2.067	<0.05
胎盘内 T ₂ 低信号带面积/mm ²	19.15 (0,62.12)	66.69 (24.85,140.11)	-2.967	<0.01	93.51 (71.09,173.97)	27.60 (0,63.27)	-4.413	<0.001
子宫外突度/mm	0 (0,0)	10.93 (0,18.79)	-4.552	<0.001	15.56 (10.66,22.30)	0 (0,10.17)	-5.330	<0.001
膀胱子宫间隙低信号带不连续长度/mm	0 (0,0)	0 (0,2.78)	-2.814	<0.01	2.56 (0,4.59)	0 (0,0)	-5.231	<0.001
宫颈受侵长度/mm	0 (0,0)	0 (0,2.37)	-2.464	P<0.05	1.30 (0,5.06)	0 (0,0)	-4.799	<0.001

注:* 为 X² 值,余为 Z 值

表 2 胎盘植入分型单因素及多因素二元 logistic 回归分析

因素	单因素		多因素			
	OR (95%CI)	P 值	B 值	Wald 值	OR (95%CI)	P 值
年龄	1.018(0.907~1.143)	0.762	-0.063	0.292	0.939(0.747~1.180)	0.589
流产次数	1.750(1.021~3.000)	<0.05	1.452	5.201	4.271(1.226~14.876)	<0.05
剖宫产次数	1.713(0.703~4.172)	0.236	-0.203	0.041	0.817(0.116~5.745)	0.839
前置胎盘(1) ^a	0.594(0.118~2.983)	0.527	-1.003	0.737	0.367(0.037~3.621)	0.391
前置胎盘(2) ^a	0.364(0.021~6.187)	0.484	-0.968	0.172	0.380(0.004~36.857)	0.678
胎盘内增生血管直径	2.939(1.650~5.236)	<0.001	1.332	6.562	3.789(1.367~10.501)	<0.05
胎盘及子宫壁厚度	1.005(0.976~1.034)	0.759	-0.019	0.270	0.981(0.913~1.054)	0.604
胎盘内 T ₂ 低信号带面积	1.016(1.003~1.030)	<0.05	0.007	0.254	1.007(0.980~1.034)	0.614
子宫外突度	1.338(1.111~1.611)	<0.01	0.359	6.570	1.432(1.088~1.885)	<0.05
膀胱子宫间隙低信号带不连续长度	193029.719(0,NA)	0.996	3.729	0	41.626(0,NA)	0.997
宫颈受侵长度	107178.275(0,NA)	0.996	5.942	0	380.524(0,NA)	0.997

注:^a前置胎盘为分类变量,3 种分型:完全型、部分型、边缘型

表 3 不良临床结局的单因素及多因素二元 logistic 回归分析

因素	单因素		多因素			
	OR (95%CI)	P 值	B 值	Wald 值	OR (95%CI)	P 值
年龄	0.990(0.895~1.094)	0.990	0.063	0.327	1.065(0.859~1.320)	0.567
流产次数	0.999(0.683~1.459)	0.994	0.144	0.094	1.155(0.460~2.900)	0.759
剖宫产次数	0.535(0.249~1.153)	0.111	-0.944	1.277	0.389(0.076~2.001)	0.258
前置胎盘(1) ^a	0.249(0.051~1.217)	0.086	-1.286	0.810	0.276(0.017~4.545)	0.368
前置胎盘(2) ^a	293788.554(0,NA)	0.999	20.648	0	92748.000(0,NA)	0.999
胎盘内增生血管直径	0.196(0.081~0.477)	<0.001	-2.944	10.457	0.053(0.009~0.314)	<0.01
胎盘及子宫壁厚度	0.973(0.949~0.999)	<0.05	-0.025	0.705	0.975(0.920~1.034)	0.401
胎盘内 T ₂ 低信号带面积	0.995(0.990~0.999)	<0.05	0.016	6.427	1.016(1.004~1.029)	<0.05
子宫外突度	0.863(0.808~0.923)	<0.001	-0.176	5.756	0.839(0.727~0.968)	<0.05
膀胱子宫间隙低信号带不连续长度	0.702(0.548~0.900)	<0.01	-0.183	1.196	0.832(0.599~1.156)	0.274
宫颈受侵长度	0.732(0.583~0.919)	<0.01	-0.029	0.042	0.971(0.736~1.282)	0.837

注:^a前置胎盘为分类变量,3种分型:完全型、部分型、边缘型

预测粘连型胎盘与侵袭性胎盘植入的 AUC 值为 0.962 (95% CI: 0.923 ~ 1.000, $P < 0.001$), 约登指数为 0.779, 最佳预测临界值为 0.873, 其理论预测敏感度为 94.4%, 特异度为 85.5%。Bootstrap 法(图 7a) 所得 AUC 值为 0.929(95% CI: 0.874 ~ 0.984, $P < 0.001$)。DeLong 检验结果显示 Bootstrap 所得 AUC 值与原回归模型 AUC 值差异无统计学意义($P = 0.0529$), 认为回归模型稳定性较好。

根据 logistic 回归系数及常数项构建不良临床结局的回归模型:

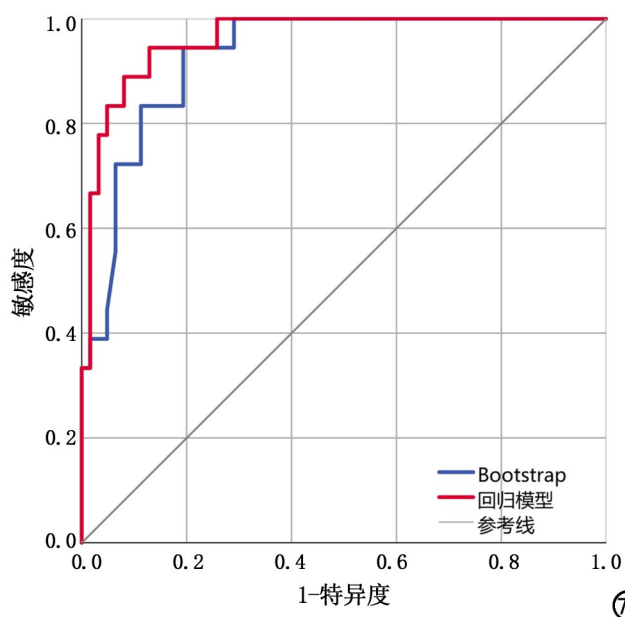
$$\text{不良临床结局 } \text{logit}(P) = 9.882 - 2.944 \times \text{胎盘内增生血管直径} + 0.016 \times \text{胎盘内 } T_2 \text{ 低信号带面积} - 0.176 \times \text{子宫外突度} \quad (2)$$

模型预测是否发生不良结局的准确率为 91.3%。依据上述拟合好的 logistic 回归模型绘制不良临床结局的 ROC 曲线(图 7b)。预测是否发生不良临床结局

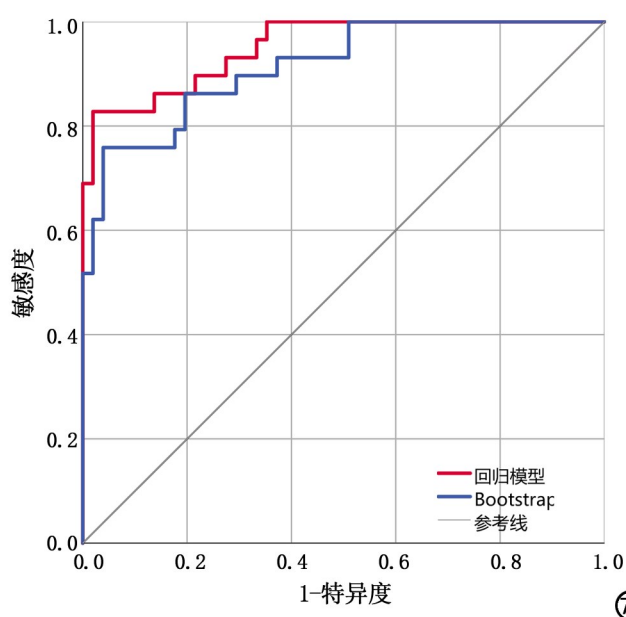
的 AUC 值为 0.952 (95% CI: 0.908 ~ 0.996, $P < 0.001$), 约登指数为 0.808, 最佳预测临界值为 0.451, 其理论预测敏感度为 98.0%, 特异度为 82.8%。Bootstrap 法(图 7b) 所得 AUC 值为 0.915 (95% CI: 0.851 ~ 0.978, $P < 0.001$)。DeLong 检验结果显示 Bootstrap 所得 AUC 值与原回归模型 AUC 值差异无统计学意义($P = 0.0643$), 认为回归模型稳定性较好。

讨论

本研究基于 MRI 定量参数的二元 logistic 回归分析结果显示, 流产次数、胎盘内增生血管直径、子宫外突度为预测侵袭性胎盘植入的独立危险因素; 胎盘内增生血管直径、胎盘内 T₂ 低信号带面积、子宫外突度为预测不良临床结局的独立危险因素。模型预测粘连型胎盘与侵袭性胎盘植入、是否发生不良临床结局的准确率均为 91.3%。回归模型粘连侵袭性胎盘植入的



7a



7b

图 7 a) 胎盘植入类型的回归模型与 Bootstrap 法 ROC 曲线; b) 不良临床结局的回归模型与 Bootstrap 法 ROC 曲线。

AUC 值为 0.962(敏感度为 94.4%, 特异度为 85.5%); 预测不良临床结局的 AUC 值为 0.952(敏感度为 98.0%, 特异度为 82.8%)。Bootstrap 内部验证两回归模型稳定性均较好。

胎盘植入性疾病常见的高危临床因素包括高龄、前置胎盘、剖宫产史、多次流产史或清宫史等子宫手术史、多次孕产史等^[13-16]。本研究中,除胎盘植入分型的流产次数差异有统计学意义外,年龄、剖宫产次数、前置胎盘在胎盘植入分型及不良临床结局差异均无统计学意义,可能与样本量相对较少有关。

腹部放射学会和欧洲泌尿生殖系统放射学会胎盘植入专家共识提出七个 MRI 推荐特征:胎盘内条带状 T₂ 低信号带、子宫/胎盘隆起或膨出、胎盘-母体界面低信号消失、子宫肌壁变薄、膀胱壁不连续、局灶性外突胎盘肿块、胎盘床异常血管团;四个 MRI 不确定特征:胎盘信号不均匀、胎盘不对称增厚、胎盘缺血梗死、胎盘内异常血管^[7]。本研究基于这些推荐特征,选择了胎盘内增生血管直径、胎盘内 T₂ 低信号带面积、子宫外突度、膀胱子宫间隙低信号带不连续长度作为观察指标。宫颈受侵是侵袭性胎盘植入的重要特征^[17],因此本研究纳入宫颈受侵长度作为观测指标。由于正常孕晚期也可发生子宫肌层变薄、子宫肌层与植入胎盘分界不清,精确测量困难;并且有报道认为胎盘信号不均(可能与出血和/或血流引起的伪影有关)和子宫肌层变薄容易受到检测者主观因素影响^[8],因此本研究未选取这两种 MRI 征象作为观测指标;测量胎盘及子宫壁整体厚度相对容易,因此本研究选取最厚层面的胎盘及子宫壁厚度作为观测指标。

目前,胎盘植入分型及不良临床结局的 MRI 评分系统、回归模型构建在 MRI 征象、定性、定量的选择尚不统一;多数研究采用联合多种定性 MRI 征象^[8-10, 18, 19],仅少数研究选取了个别 MRI 定量参数^[20-24]。Lim 等^[9]通过对 9 个胎盘植入 MRI 征象(子宫外侵犯、胎盘内 T₂ 暗带、子宫膨出、局灶性子宫肌层中断、胎盘信号不均、膀胱幕张、胎盘轻-中度异质性、迂曲流空信号 > 6 mm, 子宫肌层变薄)各赋值 1 分,构建 MRI 的概率评分体系,预测 MRI 评分体系与产后出血发生率的相关性,但其研究结果为阴性,可能与其 MRI 征象以及研究对象(样本量偏少, MRI 组仅 35 例)的选择有关。Ueno 等^[8]和 Delli Pizzi 等^[10]分别联合六种、九种胎盘植入 MRI 征象构建的评分模型,结果显示评分模型在诊断胎盘植入、预测不良临床结局方面具有良好的效能,但其研究样本量较小,且评分跨度较大,限制了其评分模型的应用。陈练等^[23]基于五个 MRI 征象(其中胎盘内增生血管面积、胎盘内 T₂ 低信号带面积为定量参数)的评分模型预测侵袭性

胎盘植入的诊断及不良临床结局具有较好效能。然而,正常胎盘也可在 MRI 上出现血管征象、局部胎盘增厚、子宫肌层变薄及生理学异质性^[5],因此不能仅以是否存在该征象来定性。另外,各 MRI 征象对于预测胎盘植入及临床结局的权重不同,仅对各个征象等分赋值会使评分模型存在偏倚。陆芳菲等^[19]基于定性 MRI 征象的有序多元 logistic 回归分析结果显示,膀胱子宫间隙低信号带不连续、子宫肌层中断/肌层内见胎盘信号、子宫局限性隆突/胎盘向外膨出和子宫下部膨大且宫颈内口胎盘不规则为凶险性前置胎盘植入类型(粘连组、植入组、穿透组),其模型的准确率 71.64%,本研究回归模型的准确率为 91.3%,高于其回归模型。MRI 征象的诊断价值在很大程度上取决于观察者的经验^[25];由于不受观察者经验的影响, MRI 定量参数的重复性和稳定性更高。因此,本研究采用基于 MRI 定量参数的二元 Logistic 回归分析预测侵袭性胎盘植入及不良临床结局,相对更加客观;且回归模型均具有较高的敏感度(94.4%、98.0%)及特异度(85.5%、82.8%);当根据模型所得值大于预测临界值时发生侵袭性胎盘植入、不良临床结局的可能性大,提示产术前需要充分准备可能出现的输血或子宫切除材料。

本研究的不足之处:①本研究纳入的研究对象为胎盘植入高风险人群,未纳入产前检查无可疑胎盘植入者及无胎盘植入者,所以存在选择偏倚;②本研究样本量相对较小,模型的稳定性尚待检验,需要在后续临床实践中进行验证,可通过大量样本验证及多中心数据的合并分析建立更加可靠的模型;③MRI 定量参数与产后出血、子宫切除的具体相关性有待进一步探索。

总之,本研究结果提示基于 MRI 定量参数的二元 logistic 回归模型提高了预测侵袭性胎盘植入及不良临床结局整体诊断效能,对临床术前评估胎盘植入类型、精细化分娩计划、选择恰当的治疗方案具较好价值。

参考文献:

- [1] Jauniaux E, Collins S, Burton GJ. Placenta accreta spectrum: pathophysiology and evidence-based anatomy for prenatal ultrasound imaging[J]. *Am J Obstet Gynecol*, 2018, 218(1): 75-87.
- [2] Jauniaux E, Ayres-de-Campos D, Langhoff-Roos J, et al. FIGO classification for the clinical diagnosis of placenta accreta spectrum disorders[J]. *Int J Gynaecol Obstet*, 2019, 146(1): 20-24.
- [3] D'Arpe S, Franceschetti S, Corosu R, et al. Emergency peripartum hysterectomy in a tertiary teaching hospital: a 14-year review [J]. *Arch Gynecol Obstet*, 2015, 291(4): 841-847.
- [4] 杨冯棱, 赖华, 王志刚, 等. 侵入性凶险性前置胎盘腹主动脉球囊封堵下剖宫产大出血的 MRI 预测模型构建[J]. *放射学实践*, 2022, 37(2): 200-206.
- [5] 明星, 杨艳, 蔡登华, 等. 前置胎盘并胎盘植入的 MRI 诊断价值

- [J].放射学实践,2019,34(2):179-182.
- [6] 李晓凡,余红军.MRI 征象评分对胎盘种植异常的诊断价值[J].放射学实践,2019,34(12):1358-1363.
- [7] Jha P,Pöder L,Bourgioti C,et al.Society of Abdominal Radiology (SAR) and European Society of Urogenital Radiology (ESUR) joint consensus statement for MR imaging of placenta accreta spectrum disorders[J].Eur Radiol,2020,30(5):2604-2615.
- [8] Ueno Y, Maeda T, Tanaka U, et al. Evaluation of interobserver variability and diagnostic performance of developed MRI based radiological scoring system for invasive placenta previa [J]. J Magn Reson Imaging, 2016, 44(3): 573-583.
- [9] Lim G, Horowitz JM, Berggruen S, et al. Correlation of probability scores of placenta accreta on magnetic resonance imaging with hemorrhagic morbidity[J]. J Clin Anesth, 2016, 34: 261-269.
- [10] Delli Pizzi A, Tavoletta A, Narciso R, et al. Prenatal planning of placenta previa: diagnostic accuracy of a novel MRI-based prediction model for placenta accreta spectrum (PAS) and clinical outcome[J]. Abdom Radiol (NY), 2019, 44(5): 1873-1882.
- [11] Baldwin HJ, Patterson JA, Nippita TA, et al. Maternal and neonatal outcomes following abnormally invasive placenta: a population-based record linkage study [J]. Acta Obstet Gynecol Scand, 2017, 96(11): 1373-1381.
- [12] Committee on Practice Bulletins-Obstetrics. Practice Bulletin No. 183: postpartum hemorrhage[J]. Obstet Gynecol, 2017, 130(4): e168-e186.
- [13] Jauniaux E, Chantraine F, Silver RM, et al. FIGO consensus guidelines on placenta accreta spectrum disorders: Epidemiology [J]. Int J Gynaecol Obstet, 2018, 140(3): 265-273.
- [14] Gyamfi-Bannerman C, Gilbert S, Landon MB, et al. Risk of uterine rupture and placenta accreta with prior uterine surgery outside of the lower segment [J]. Obstet Gynecol, 2012, 120(6): 1332-1337.
- [15] Sedgh G, Henshaw SK, Singh S, et al. Legal abortion worldwide: incidence and recent trends [J]. Int Fam Plan Perspect, 2007, 33(3): 106-116.
- [16] Obstetric Care Consensus No. 7: Placenta accreta spectrum [J]. Obstet Gynecol, 2018, 132(6): e259-e275.
- [17] Ueno Y, Kitajima K, Kawakami F, et al. Novel MRI finding for diagnosis of invasive placenta praevia: evaluation of findings for 65 patients using clinical and histopathological correlations [J]. Eur Radiol, 2014, 24(4): 881-888.
- [18] Lu T, Zhang T, Wang Y, et al. Radiomics analysis of T₂-weighted images for differentiating invasive placentas in women at high risks [J]. Magn Reson Med, 2022, 88(6): 2621-2632.
- [19] 陆芳菲,李茗,孙艺,等.有序多元 logistic 回归分析 MRI 征象预测凶险性前置胎盘植入类型的价值[J].中华解剖与临床杂志, 2021, 26(3): 259-264.
- [20] Bourgioti C, Konstantinidou AE, Zafeiropoulou K, et al. Intraplacental fetal vessel diameter may help predict for placental invasiveness in pregnant women at high risk for placenta accreta spectrum disorders [J]. Radiology, 2021, 298(2): 403-412.
- [21] Goergen SK, Posma E, Wrede D, et al. Interobserver agreement and diagnostic performance of individual MRI criteria for diagnosis of placental adhesion disorders [J]. Clin Radiol, 2018, 73(10): e901-e908.
- [22] Lim G, Horowitz JM, Berggruen S, et al. Correlation of probability scores of placenta accreta on magnetic resonance imaging with hemorrhagic morbidity [J]. J Clin Anesth, 2016, 34: 261-269.
- [23] 陈练,陈明,裴新龙,等.基于 MRI 征象的评分模型预测侵袭性胎盘植入和不良临床结局的价值[J].中华围产医学杂志, 2021, 24(1): 32-39.
- [24] Lu T, Wang Y, Guo A, et al. Correlation of placental thickness and PAS disorders: findings from MRI [J]. Abdominal Radiol, 2022, 7(3): 1150-1156.
- [25] Alamo L, Anaye A, Rey J, et al. Detection of suspected placental invasion by MRI: do the results depend on observer' experience [J]. Eur J Radiol, 2013, 82(2): e51-e57.

(收稿日期:2022-10-17 修回日期:2022-12-19)