

Logistic regression model nomogram based on clinical and conventional MRI characteristics for diagnosis of placental accreta

XIONG Xing¹, WANG Jia¹, ZHANG Yu^{1,2}, HU Chunhong^{1,2*}

(1. Department of Medical Imaging, the First Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou 215006, China; 2. Institute of Medical Imaging, Soochow University, Suzhou 215006, China)

[Abstract] **Objective** To observe the value of Logistic regression model nomogram based on clinical and conventional MRI characteristics for diagnosis of placental accreta. **Methods** Data of 47 patients with clinically suspected placental accreta were retrospectively analyzed. According to pathological results, 18 cases had placental accreta, while 29 cases had no placental accreta. Clinical characteristics and MRI manifestations of patients with or without placental accreta were compared and analyzed. Logistic regression method was used to construct the predictive model of placental accreta and made the nomogram, then calibration curve was drawn to evaluate the predictive performance of this model. **Results** There were significant differences of the times of pregnancy and cesarean section, placental position and subplacental vascularity were found between patients with or without placental accreta (all $P < 0.05$), but not of age, the times of abortion, vaginal bleeding, interruption of the interface, local expansion of placenta nor placental signals (all $P > 0.05$). The independent risk factors for placental accrete were the times of cesarean section > 1 and subplacental vascularity. The accuracy, sensitivity, specificity and negative predictive value of combination of the above 2 parameters was 82.98%, 77.78%, 86.21% and 86.21%, respectively, all higher than those of each single parameter (all $P < 0.05$). The calibration curve showed good agreement between the probability of placental accreta predicted by this model and the actual probability. **Conclusion** Logistic regression model nomogram based on clinical and conventional MRI characteristics could be used as an auxiliary tool for preoperative prediction of placental accreta.

[Keywords] placenta accreta; diagnosis; magnetic resonance imaging; nomogram

DOI:10.13929/j.issn.1003-3289.2021.07.020

基于临床及常规 MRI 征象 Logistic 回归模型 列线图诊断胎盘植入

熊 星¹, 王 佳¹, 张 妤^{1,2}, 胡春洪^{1,2*}

(1. 苏州大学附属第一医院影像科, 江苏 苏州 215006; 2. 苏州大学影像医学研究所, 江苏 苏州 215006)

[摘要] **目的** 评估基于临床特征及常规 MRI 征象的 Logistic 回归模型列线图预测胎盘植入的价值。 **方法** 回顾性分析 47 例临床疑诊胎盘植入患者, 其中 18 例发生胎盘植入、29 例未植入, 比较有无胎盘植入患者临床特征及 MRI 表现差异。采用 Logistic 回归方法构建预测胎盘植入模型, 并制作列线图, 绘制校正曲线, 评估模型的预测效能。 **结果** 有无

[基金项目] 国家重点研发计划数字诊疗装备研发重点专项(2017YFC0114300)。

[第一作者] 熊星(1995—), 女, 江苏盐城人, 在读硕士, 医师。研究方向: 妇产科 MRI 诊断。E-mail: 1540782346@qq.com

[通信作者] 胡春洪, 苏州大学附属第一医院影像科, 215006; 苏州大学影像医学研究所, 215006。E-mail: sudahuchunhong@163.com

[收稿日期] 2020-06-15 **[修回日期]** 2021-04-18

胎盘植入患者孕次、剖宫产次数、胎盘位置、胎盘下血管异常差异均有统计学意义(P 均 <0.05),而年龄、流产史、阴道流血史、胎盘与子宫肌层分界面中断、胎盘局部膨出及胎盘信号差异均无统计学意义(P 均 >0.05)。剖宫产次 >1 及胎盘下血管异常是胎盘植入的独立危险因素,二者联合预测胎盘植入的准确率、灵敏度、特异度、阴性预测值分别为 82.98%、77.78%、86.21%、86.21%,均高于单一参数(P 均 <0.05);校正曲线显示模型预测胎盘植入概率与实际概率的一致性较好。结论 基于临床特征及常规 MRI 征象的 Logistic 回归模型列线图可作为术前预测胎盘植入的辅助工具。

[关键词] 胎盘植入; 诊断; 磁共振成像; 列线图

[中图分类号] R714.46; R445.2 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2021)07-1049-05

胎盘是孕期提供胎儿营养、呼吸和排泄功能的生理器官^[1]。正常胎盘绒毛仅伸入子宫蜕膜,而不植入子宫肌层。随着孕妇年龄增长和剖宫产手术频率增加,过去 50 年间,胎盘植入发生率由 1/2 500 升至 1/500^[2],增加近 10 倍。依植入深度,胎盘植入可分为粘连型、植入型及穿透型^[3]。胎盘植入者终止妊娠术中或术后易发生大出血^[4],严重时甚至需切除子宫方可止血^[5]。早期诊断对降低大出血发病率和死亡率均有重要意义,如产前能获明确诊断,可在剖宫产术中行预防性球囊闭塞^[6],以预防和控制出血^[7]。本研究旨在评估基于临床特征及常规 MRI 征象的 Logistic 回归模型列线图预测胎盘植入的价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析 2016 年 1 月—2019 年 11 月 47 例苏州大学附属第一医院疑诊胎盘植入患者,年龄 25~42 岁,平均(32.9±4.2)岁;孕次 1~7 次,平均(3.74±1.45)次;均接受剖宫产术,术中出血量 200~4 000 ml,平均(1 800.73±84.02)ml;术后病理证实 18 例发生胎盘植入,29 例未发生胎盘植入。

1.2 仪器与方法 嘱患者检查前适度充盈膀胱。采用 Lonwin 1.5T MR 系统,多通道相控阵体部线圈,行仰卧位下腹部轴位、冠状位、矢状位扫描。参数:快速自旋回波(fast spin echo, FSE)T2W,矩阵 480×432,层间距 1 mm,层厚 6 mm,TR/TE 分别为 4 300 ms/60.80 ms,3 700 ms/60.80 ms,5 350 ms/60.80 ms,FOV 分别为 640 mm×638 mm,480 mm×640 mm,576 mm×640 mm;真实稳态进动快速成像序列 T2W,矩阵 480×432,层间距 1 mm,层厚 6 mm,TR/TE 分别为 1 500/2.5 ms,1 175/2.5 ms,1 500/2.5 ms,FOV 同快速自旋回波 T2W。对部分患者在可疑植入部位加行垂直于胎盘与子宫交界面的斜冠状位或斜轴位扫描。

1.3 图像分析 由具有 3 年及 8 年妇产科 MRI 诊断经验的主治医师各 1 名采用盲法独立阅片,意见不一致时与另 1 名具有 10 年影像学诊断经验的副主任医师协商决定。评估 MRI 征象,包括:①有无胎盘-子宫肌层分

界面中断,即 FSE T2WI 可见胎盘和子宫肌层之间连续性线样低信号中断,以轴位、矢状位和冠状位图像均见中断为阳性;②胎盘信号不均匀, FSE T2WI 见胎盘信号不均,存在条带状、斑片状低信号区域;③胎盘下血管异常,疑胎盘植入区域内血管走行不规则,管径增粗和/或扭曲,直径 >6 mm^[8],包括单纯增粗血管和不均匀增粗血管,增粗血管延伸入胎盘或与胎盘内血窦相通;④胎盘局部膨出,胎盘局限性凸入肌层。

1.4 临床资料分析 记录患者发生胎盘植入的危险因素,包括年龄、孕次、剖宫产次数、流产次数、阴道流血和胎盘位置。根据胎盘与宫颈内口的距离,将胎盘位置分为正常(末端与宫颈内口距离 >2 cm)、胎盘低置(末端与宫颈内口距离 <2 cm)、边缘性前置胎盘(胎盘末端达宫颈内口)、部分性前置胎盘(胎盘部分覆盖宫颈内口)和完全性前置胎盘(胎盘完全覆盖宫颈内口)。

1.5 统计学分析 采用 SPSS 22.0 和 R 语言(3.6.2 版)进行统计学分析。以 χ^2 检验或 Fisher 精确概率法比较计数资料。以 Logistic 回归方法构建预测胎盘植入模型并制作列线图,绘制校正曲线,评估模型预测风险与实际风险的一致性。计算根据单一及联合独立危险因素诊断胎盘植入的准确率、敏感度、特异度、阳性预测值和阴性预测值。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

胎盘植入与无胎盘植入患者之间,孕次、剖宫产次数、胎盘位置及胎盘下血管异常差异有统计学意义(P 均 <0.05),而年龄、流产史、阴道流血史、胎盘与子宫肌层分界面中断、胎盘局部膨出及胎盘信号差异均无统计学意义,见表 1 及图 1、2。

孕次与剖宫产次数存在共线性,故以剖宫产次数、胎盘位置和胎盘下血管异常作为因变量,纳入 Logistic 回归分析,建立预测胎盘植入模型,并制作列线图;结果显示剖宫产次数 >1 [OR=8.02, 95%CI(1.54, 41.64)]和胎盘下血管异常[OR=6.99, 95%CI(1.17, 41.58)]是胎盘植入的独立危险因素(P 均 <0.05),见表 2。列线图直观显示剖宫产次数和胎盘下

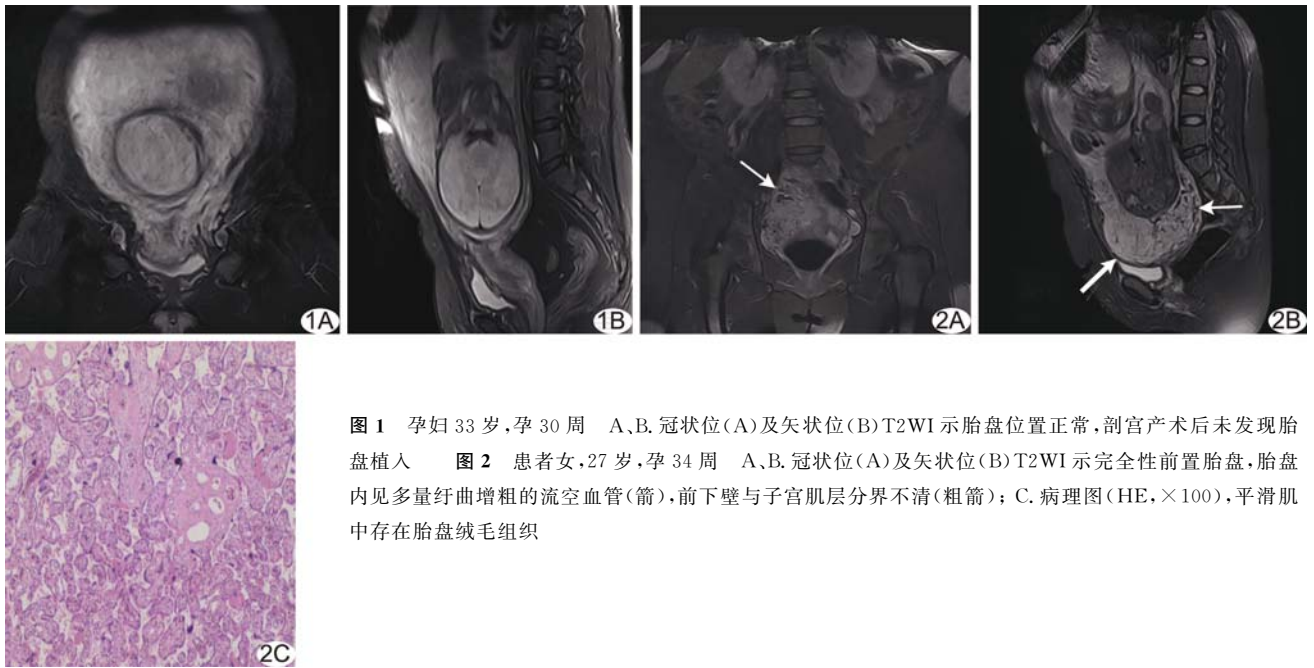


图 1 孕妇 33 岁,孕 30 周 A、B. 冠状位(A)及矢状位(B)T2WI 示胎盘位置正常,剖宫产后未发现胎盘植入 图 2 患者女,27 岁,孕 34 周 A、B. 冠状位(A)及矢状位(B)T2WI 示完全性前置胎盘,胎盘内见多量迂曲增粗的流空血管(箭),前下壁与子宫肌层分界不清(粗箭); C. 病理图(HE, ×100),平滑肌中存在胎盘绒毛组织

表 1 临床特征及 MRI 征象评估胎盘植入的单变量分析结果[例(%)]

参数	无胎盘植入 (n=29)	胎盘植入 (n=18)	χ^2 值	P 值
年龄(岁)			2.77	0.10
<35	20(68.97)	8(44.44)		
≥35	9(31.03)	10(55.56)		
孕次(次)			8.91	<0.01
≤2	11(37.93)	0		
>2	18(62.07)	18(100)		
剖宫产次数(次)			16.90	<0.01
≤1	24(82.76)	4(22.22)		
>1	5(17.24)	14(77.78)		
流产史(次)			1.73	0.20
≤1	17(58.62)	7(38.89)		
>1	12(41.38)	11(61.11)		
阴道流血史			0.51	0.48
无	11(37.93)	5(27.78)		
有	18(62.07)	13(72.22)		
胎盘位置			7.57	0.02
正常/低置	14(48.28)	4(22.22)		
边缘/部分前置	11(37.93)	5(27.78)		
完全前置	4(13.79)	9(50.00)		
胎盘与子宫肌层分界面中断			3.67	0.06
无	18(62.07)	6(33.33)		
有	11(37.93)	12(66.67)		
胎盘局部膨出			0.18	0.67
无	24(82.76)	14(77.78)		
有	5(17.24)	4(22.22)		
胎盘下血管异常			12.923	<0.01
无	22(75.86)	4(22.22)		
有	7(24.14)	14(77.78)		
胎盘信号			<0.01	0.99
均匀	21(72.41)	13(72.22)		
不均匀	8(27.59)	5(27.78)		

表 2 胎盘植入危险因素的多变量 Logistic 回归分析

参数	OR(95%CI)	P 值
剖宫产次数		
≤1	1	
>1	8.02(1.54,41.64)	0.01
胎盘位置		
正常/低置	1	
边缘/部分前置	3.17(0.38,26.54)	0.29
完全前置	5.12(0.67,39.40)	0.12
胎盘下血管异常		
无	1	
有	6.99(1.17,41.58)	0.03

血管异常联合预测胎盘植入发生的风险,校准曲线显示模型预测概率与实际概率之间一致性较好,见图 3、4。剖宫产次数和胎盘下血管异常联合预测胎盘植入的准确率、敏感度、特异度和阴性预测值均高于单一参数,见表 3。

3 讨论

目前超声是诊断产前胎盘异常的一线检查方法,不仅价格低廉,且实时、相对安全,敏感度和特异度分别达 85.7%和 88.6%^[9]。然而超声具有检查者主观依赖性,且对于观察肥胖、肠腔胀气或胎盘位于子宫后部孕妇受限^[10]。MRI 不受胎位、羊水量、肠腔气体或孕妇体型的影响,软组织对比度更好,且支持多平面成像,视野更宽^[11]。

胎盘植入相关临床危险因素包括剖宫产史、前置胎盘、怀孕年龄、怀孕次数、吸烟和子宫手术史;其中剖宫产史和前置胎盘是主要危险因素^[12]。胎盘植入的 MRI

表 3 各危险因素预测胎盘植入的效能[% (例)]

危险因素	准确率	敏感度	特异度	阳性预测值	阴性预测值
剖宫产次数	80.85(38/47)	72.22(13/18)	86.21(25/29)	76.47(13/17)	83.33(25/30)
胎盘下血管异常	76.60(36/47)	66.67(12/18)	82.76(24/29)	70.59(12/17)	80.00(24/30)
剖宫产次联合胎盘下血管异常	82.98(39/47)	77.78(14/18)	86.21(25/29)	77.78(14/18)	86.21(25/29)

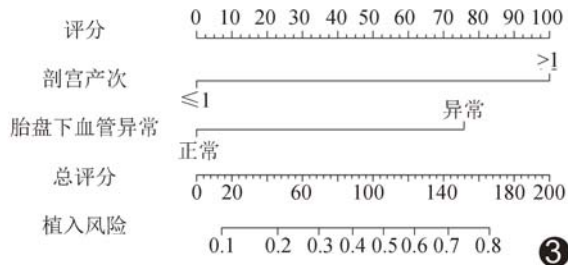


图 3 剖宫产次数和胎盘下血管异常联合预测胎盘植入风险的列线图

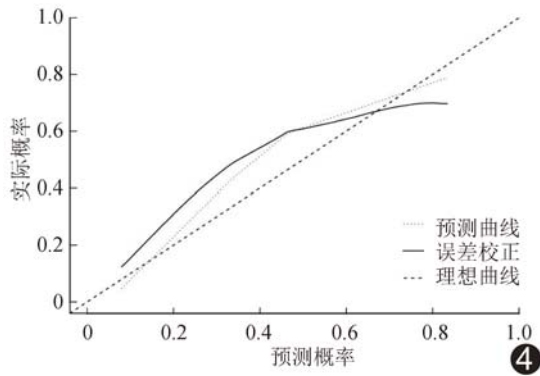


图 4 预测模型的校准曲线 对角虚线代表理想模型预测胎盘植入概率,预测曲线代表模型预测胎盘植入概率,预测曲线与对角虚线的拟合程度代表模型预测概率与实际概率的一致性

特征包括局部胎盘-子宫肌层分界面中断、胎盘局部膨出、胎盘下血管异常及胎盘信号不均匀^[13]。子宫肌层变薄、T2WI 胎盘内低信号及胎盘信号不均匀与发生胎盘植入存在相关性^[14]。本研究结果表明,剖宫产次数>1 及胎盘下血管异常是胎盘植入的独立危险因素,二者联合预测胎盘植入的准确率、敏感度、特异度及阴性预测值分别为 82.98%、77.78%、86.21% 及 86.21%,均高于单一参数,提示联合临床和 MRI 征象有助于提高产前诊断胎盘植入的效能。

SILVER 等^[15]发现,前置胎盘和 2 次剖宫产史女性中,40%会发生胎盘植入。KILCOYNE 等^[16]认为子宫局部膨出是诊断胎盘植入的有效 MRI 特征。本研究结果显示,子宫局部膨出并非胎盘植入的独立危险因素,可能由于子宫局部膨出在胎盘穿透中更常见,而本组中未纳入胎盘穿透病例。胎盘与子宫肌层

分界面中断是胎盘植入的直接 MRI 征象,但本组中并非胎盘植入的独立危险因素,可能原因为本组多数为孕晚期孕妇,子宫肌层明显变薄,受胎盘皱褶增多、胎动、羊水波动及产妇呼吸影响而易形成伪影,导致胎盘与肌层界面模糊而影响阅片者判断^[17]。动态增强 MRI 可较好地地区分子宫肌层与胎盘,提高诊断胎盘植入的效能^[18-19];妊娠期间注射对比剂与孕妇发生风湿性疾病、感染、浸润性皮肤病及婴儿致畸风险增加有关^[20]。

Logistic 回归预测模型已用于预测多种疾病风险。本研究基于临床及常规 MRI 特征构建预测胎盘植入的 Logistic 回归模型,并采用列线图直观展示胎盘植入的独立危险因素,即剖宫产次数及胎盘下血管异常联合预测胎盘植入风险。列线图通过简单加法运算即可得到胎盘植入发生概率,有利于对患者进行个体化预测。校准曲线可用于评估预测模型效能,预测曲线越接近对角线,代表模型预测概率与实际概率的一致性越好。本组模型预测胎盘植入的准确率为 82.98%,且校准曲线显示模型预测概率与实际概率的一致性较好,提示其为产前诊断胎盘植入的简单、安全的辅助方法。

总之,基于临床及常规 MRI 征象的 Logistic 回归模型列线图可作为术前预测胎盘植入的辅助工具。但本研究为回顾性观察,且样本量少,结果可能存在误差,有待积累病例进一步深入分析。

[参考文献]

- [1] HEEREMA-MCKENNEY A. Defense and infection of the human placenta[J]. APMIS, 2018,126(7):570-588.
- [2] Publications Committee, Society for Maternal-Fetal Medicine, BELFORT M A, et al. Placenta accreta[J]. Am J Obstet Gynecol, 2010,203(5):430-439.
- [3] 杜金超,吕富荣,肖智博,等.产前 MRI 特征性征象诊断胎盘植入[J]. 中国医学影像技术,2018,34(3):412-415.
- [4] 郭吉敏,曹满瑞,赵弘,等. MR 胎盘突出征预测前置胎盘患者产后出血的价值[J]. 中国医学影像技术,2017,33(9):1376-1379.
- [5] CHEN M, LV B, HE G L, et al. Internal iliac artery balloon occlusion during cesarean hysterectomy in women with placenta previa accreta[J]. Int J Gynaecol Obstet, 2019,145(1):110-115.

- [6] HE Q, LI Y L, ZHU M J, et al. Prophylactic abdominal aortic balloon occlusion in patients with pernicious placenta previa during cesarean section: A systematic review and meta-analysis from randomized controlled trials[J]. Arch Gynecol Obstet, 2019, 300(5):1131-1145.
- [7] LIK, ZOU Y, SUN J, et al. Prophylactic balloon occlusion of internal iliac arteries, common iliac arteries and infrarenal abdominal aorta in pregnancies complicated by placenta accreta: A retrospective cohort study [J]. Eur Radiol, 2018, 28(12):4959-4967.
- [8] DERMAN A Y, NIKAC V, HABERMAN S, et al. MRI of placenta accreta: A new imaging perspective [J]. AJR Am J Roentgenol, 2011, 197(6):1514-1521.
- [9] ELSAYES K M, TROUT A T, FRIEDKIN A M, et al. Imaging of the placenta: A multimodality pictorial review [J]. Radiographics, 2009, 29(5):1371-1391.
- [10] MARCILLAC F D, MOLIÈRE S, PINTON A, et al. Accuracy of placenta accreta prenatal diagnosis by ultrasound and MRI in a high-risk population[J]. J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris), 2016, 45(2):198-206.
- [11] RAHAIM N S, WHITBY E H. The MRI features of placental adhesion disorder and their diagnostic significance: Systematic review[J]. Clin Radiol, 2015, 70(9):917-925.
- [12] CARUSI D A. The placenta accreta spectrum: Epidemiology and risk factors[J]. Clin Obstet Gynecol, 2018, 61(4):733-742.
- [13] ESHKOLI T, WEINTRAUB A Y, SERGIENKO R, et al. Placenta accreta: Risk factors, perinatal outcomes, and consequences for subsequent births [J]. Am J Obstet Gynecol, 2013, 208(3):219.e1-e7.
- [14] ANANTH C V, SMULIAN J C, VINTZILEOS A M. The association of placenta previa with history of cesarean delivery and abortion: A meta analysis [J]. Am J Obstet Gynecol, 1997, 177(5):1071-1078.
- [15] BOWMAN Z S, ELLER A G, BARDSLEY T R, et al. Risk factors for placenta accreta: A large prospective cohort [J]. Am J Perinatol, 2014, 31(9):799-804.
- [16] KILCOYNE A, SHENOY-BHANGLE A S, ROBERTS D J, et al. MRI of placenta accreta, placenta increta, and placenta percreta: Pearls and pitfalls [J]. AJR Am J Roentgenol, 2017, 208(1):214-221.
- [17] 郭吉敏, 曹满瑞, 刘小平, 等. MRI 征象回归模型在植入型凶险性前置胎盘的应用 [J]. 临床放射学杂志, 2018, 37(8):1325-1328.
- [18] MILLISCHER A E, DELOISON B, SILVERA S, et al. Dynamic contrast enhanced MRI of the placenta: A tool for prenatal diagnosis of placenta accreta? [J]. Placenta, 2017, 53:40-47.
- [19] HONNMA H, ENDO T, HAYASHI T, et al. Placenta increta: Use of dynamic MRI for diagnosis and evaluation of placental vascularity [J]. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol, 2007, 134(1):131-133.
- [20] CHEN X, SHAN R, ZHAO L, et al. Invasive placenta previa: Placental bulge with distorted uterine outline and uterine serosal hypervascularity at 1.5T MRI-useful features for differentiating placenta percreta from placenta accreta [J]. Eur Radiol, 2018, 28(2):708-717.