❖妇产科影像学

Nomogram of ultrasound scoring system combined with clinical features for predicting postpartum hemorrhage in patients with pernicious placenta previa

YAN Xiaoli, HUANG Ge, YAN Ping, LIU Heying, CHANG Qing, WANG Dan*
(Department of Gynecology and Obstetrics, First Affiliated Hospital, Army Medical University, Chongqing 400038, China)

[**Abstract**] **Objective** To observe the value of the nomogram constructed based on ultrasound scoring system combined with clinical features for predicting postpartum hemorrhage (PPH) in patients with pernicious placenta previa (PPP). **Methods** Data of 342 PPP pregnant women underwent cesarean section were retrospectively analyzed, including 243 underwent prenatal ultrasound scoring system evaluation (observation group) and 99 underwent routine ultrasound (control group). The maternal baseline data, maternal and infant outcomes were compared between groups. The amount of blood loss within 24 h postpartum of the observation group were recorded, and PPH was diagnosed when blood loss≥1 000 ml. Patients in observation group were divided into training set (n=194, including 107 PPH and 87 non-PPH) and test set (n=49, including 29 PPH and 20 non-PPH) at the ratio of 8∶2. Then the clinical data and ultrasound scores of training set were analyzed using univariate and multivariate logistic regression, the independent risk factors for PPH in PPP patients were screened and a nomogram was constructed. The predictive efficacy, fit degree and clinical effectiveness of the nomogram were assessed. **Results** Significant differences of the amount of blood loss within 24 h after delivery, the amount of red blood cell suspension transfused, the time of operation, the time of hospital stay and the gestational week of delivery were detected between groups (all P<0.05). The prenatal body mass index≥28 kg/m^2, the number of labor induction/abortion≥3 and the score of ultrasound scoring system≥10 were all independent risk factors for PPH in PPP patients (all P<0.05), then the nomogram was constructed, which had good fit. The area under the curve of the nomogram model for predicting PPH in patients with PPP in test set was 0.81. When the threshold was 0.22—0.98, the clinical net benefit was greater than 0. **Conclusion** Ultrasound scoring system combined with clinical features nomogram could be used to effectively predict PPH in PPP patient.

[**Keywords**] placenta previa; postpartum hemorrhage; ultrasonography; nomograms
DOI:10.13929/j.issn.1003-3289.2024.03.017

超声评分系统联合临床特征列线图预测凶险性前置胎盘患者产后出血

严小丽,黄 革,阎 萍,刘鹤莺,常 青,王 丹*
(陆军军医大学第一附属医院妇产科,重庆 400038)

[**摘 要**] **目的** 观察基于超声评分系统联合临床特征构建的列线图预测凶险性前置胎盘(PPP)患者产后出血(PPH)的价值。**方法** 回顾性分析 342 例接受剖宫产 PPP 孕妇,以 243 例产前接受超声评分系统评估者为观察组、99 例接受常规超声者为对照组。比较组间孕妇基线资料及母儿结局差异;记录观察组产后 24 h 内出血量、判断是否发生 PPH(≥

[**基金项目**] 重庆市卫生适宜技术推广项目(2022jstg050)。
[**第一作者**] 严小丽(1982—),女,重庆人,博士,副主任医师。研究方向:高危妊娠。E-mail:61126575@qq.com
[**通信作者**] 王丹,陆军军医大学第一附属医院妇产科,400038。E-mail:swh_wang@163.com
[**收稿日期**] 2023-09-18 [**修回日期**] 2023-12-15

1 000 ml),并按 8∶2 比例分为训练集(n=194,含 107 例 PPH 和 87 例非 PPH)及测试集(n=49,含 29 例 PPH 和 20 例非 PPH)。采用单因素及多因素 logistic 回归分析评估训练集临床及超声系统评分,筛选 PPP 患者发生 PPH 的独立危险因素并构建列线图,评估其预测效能、拟合度及临床有效性。**结果** 观察组产后 24 h 内出血量、输注红细胞悬液量、手术时间、住院时间及分娩孕周与对照组差异均有统计学意义(P 均<0.05)。产前体质量指数≥28 kg/m^2、引产/流产次数≥3 及超声系统评分≥10 均为 PPP 患者发生 PPH 的独立危险因素(P 均<0.05);以之构建的列线图拟合度佳,预测测试集 PPP 患者发生 PPH 的曲线下面积为 0.81,且阈值为 0.22～0.98 时临床净获益大于 0。**结论** 超声评分系统联合临床特征列线图能有效预测 PPP 患者发生 PPH。

[**关键词**] 前置胎盘;产后出血;超声检查;列线图
[**中图分类号**] R714.46;R445.1 [**文献标识码**] A [**文章编号**] 1003-3289(2024)03-0401-06

前置胎盘指妊娠 28 周后胎盘下缘抵达或覆盖宫颈内口,胎盘低于胎先露部。凶险性前置胎盘(pernicious placenta previa,PPP)指有剖宫产史女性再次妊娠时胎盘附着于子宫瘢痕处[1]。我国 PPP 的发生率为 0.31%～0.89%,约 53.3% 患者合并胎盘植入性疾病(placenta accreta spectrum disorders,PAS)[2-3]。列线图能可视化临床事件发生的概率,已应用于医学领域。本研究基于超声评分系统联合临床特征构建预测 PPP 患者产后出血(postpartum hemorrhage,PPH)的列线图,并评价其临床应用价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象 回顾性分析 2015 年 1 月—2020 年 12 月 342 例于陆军军医大学西南医院接受剖宫产术的 PPP 孕妇,年龄 20～55 岁、平均(31.8±4.5)岁,孕 29.0～39.4 周、平均(36.1±1.7)周;均为单胎妊娠、孕周≥28,且均符合 PPP 诊断标准[1];以其中 243 例产前接受超声评分系统精准评估者为观察组、99 例接受常规产前超声者为对照组。排除心、肝等重要器官功能受损及凝血功能异常者。本研究经院伦理委员会批准[(B)KY2023057];检查前患者均知情同意。

1.2 仪器与方法

1.2.1 超声检查 对观察组于剖宫产前根据超声评分系统进行评估。嘱孕妇适当充盈膀胱后取头高 30°斜卧位,采用 GE Voluson E8 彩色多普勒超声仪、频率 2～5 MHz 腹部凸阵探头以经腹超声行分区(3 线 4 区)扫查,确定胎盘位置、面积及脐带插入点,协助判断剖宫产子宫切口位置(图 1),同时观察宫颈形态及胎盘植入情况。针对对照组行常规产前超声检查。

1.2.2 超声评分系统评估标准 参考文献[4]方法、结合临床经验对观察组针对 8 个指标进行胎盘植入评分,每个指标评分 0～3,计算总分值,以总评分≥10 为胎盘植入可能性大且剖宫产术中出血≥1 000 ml,每增加 1 分预计出血量增加 500 ml;总评分≥16 考虑穿透型胎盘植入,预计出血≥4 000 ml。见表 1 及图 2。

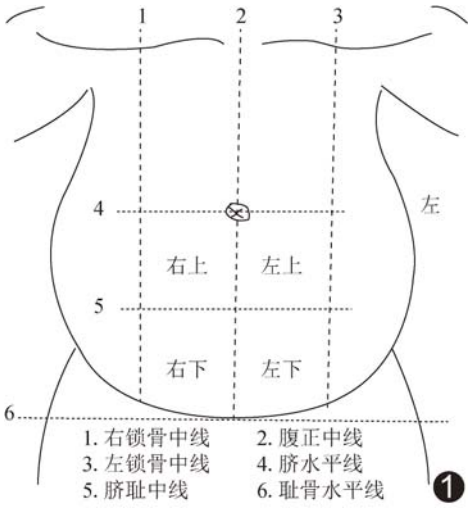

图 1 经腹超声 3 线 4 区分区示意图

1.3 统计学分析 采用 SPSS 26.0 和 R4.2.1 统计分析软件。以倾向性评分匹配法行近邻法 1∶1 匹配,分析组间孕妇基线资料及妊娠结局差异。采用中位数(上下四分位数)描述非正态分布计量资料,行秩和检验。以 χ^2 检验比较计数资料。应用 Kappa 检验观察超声评分系统预估剖宫产术中出血量与实际出血量的一致性:Kappa≤0.20 为一致性较差,0.20<Kappa≤0.40 为一致性一般,0.40<Kappa≤0.60 为一致性中等,0.60<Kappa≤0.80 为一致性较强,0.80<Kappa≤1.00 为一致性强。记录观察组产后 24 h 内出血量,以出血量≥1 000 ml 为 PPH;按 8∶2 比例将观察组分为训练集与测试集。对训练集数据行单因素和多因素 logistic 回归分析,筛选 PPP 发生 PPH 的独立危险因素并构建列线图以预测 PPP 患者 PPH,于测试集验证模型效能。绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic,ROC)曲线,计算曲线下面积(area under the curve,AUC),评估列线图模型的诊断效能;以 Hosmer-Lemeshow 检验评价模型的拟合优

表 1　超声评分系统评估标准

指标	评分			
	0	1	2	3
剖宫产次数	0	1	2	＞2
胎盘厚度(cm)	≤5	＞5 且≤8	＞8 且≤10	＞10
子宫肌层受侵犯程度	胎盘后间隙清晰	胎盘后间隙消失，肌层厚度正常	肌层变薄，胎盘未穿透肌层	胎盘穿透肌层
胎盘内陷窝	无	有陷窝，无血液流动	有陷窝，见静脉样血液流动	有陷窝，见动脉样血液流动(沸水征)
胎盘与子宫肌壁间血流信号	血流信号稀疏	局部连接成片	血流信号与胎盘陷窝相通	血流信号突破子宫浆膜层
可疑胎盘植入位置	无	宫底、子宫后壁、侧壁及脐以上前壁	脐以下前壁	宫颈管内
可疑胎盘植入范围	无	1 个分区	2 个分区	≥3 个分区或位于宫颈管内
宫颈形态	正常，长度≥2.5 cm	宫颈受侵＜1/3	宫颈受侵 1/3～2/3	宫颈受侵＞2/3

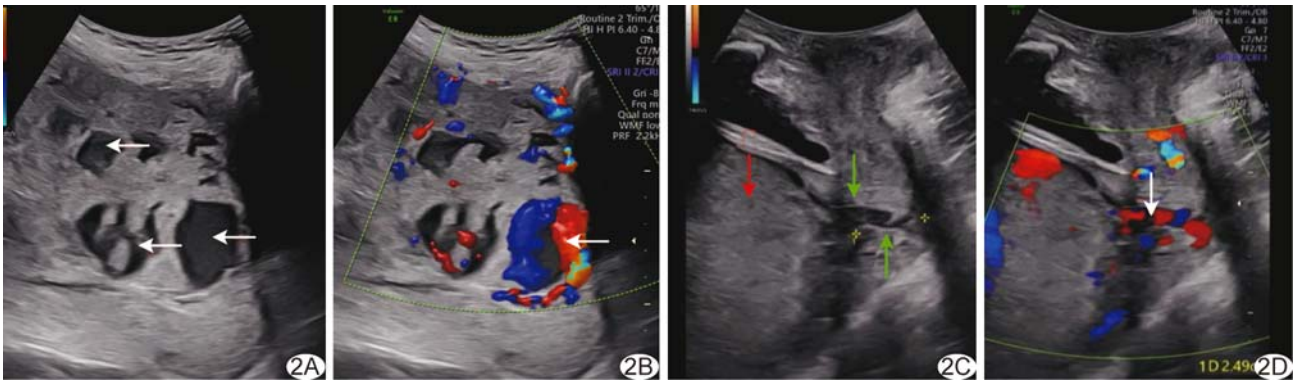

图 2　前置胎盘超声表现　A、B. 孕妇 33 岁，孕 32 周，二维声像图(A)示胎盘内陷窝(箭)，CDFI(B)示动脉样血液流动呈沸水征(箭)；C、D. 孕妇 35 岁，孕 34 周，二维声像图(C)式胎盘侵入宫颈(红箭示胎盘，绿箭示宫颈)，宫颈管内无回声，CDFI(D)示丰富血流信号(箭)

度，以校准曲线评价其校准度，以决策曲线分析(decision curve analysis，DCA)评价其临床有效性。$P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2　结果

2.1　孕妇基线资料及妊娠结局　于 2 组分别选出 86 例进行分析，组间孕妇基线资料差异均无统计学意义(P 均＞0.05)，见表 2。观察组产后 24 h 内出血量、输注红细胞悬液量、手术时间、住院时间、分娩孕周与对照组差异均有统计学意义(P 均＜0.05)，组间其他参数差异均无统计学意义(P 均＞0.05)。见表 3。

表 2　基于倾向性评分匹配法选出孕妇基线资料

组别	年龄(岁)	产前 BMI(kg/m²)	孕次	既往顺产史(例)		引产/流产次数(例)	
				有	无	≤2	≥3
观察组(n=86)	31.0(29.0,34.0)	26.78(24.67,28.37)	4(3,5)	14	72	64	22
对照组(n=86)	31.0(29.0,35.0)	26.78(24.97.29.18)	4(3,5)	9	77	61	25
Z/χ^2 值	−0.450	−1.095	−1.025	1.255		0.263	
P 值	0.653	0.274	0.305	0.263		0.608	

组别	剖宫产次数(例)		妊娠高血压(例)		妊娠糖尿病(例)		妊娠期贫血(例)		产前出血(例)	
	1	≥2	有	无	有	无	有	无	有	无
观察组(n=86)	77	9	1	85	14	72	32	54	42	44
对照组(n=86)	76	10	1	85	16	70	28	58	40	46
Z/χ^2 值	0.059		＜0.001		0.162		0.410		0.093	
P 值	0.808		1.000		0.688		0.522		0.760	

待续

续表

组别	前置胎盘类型(例)		前置胎盘主体位置(例)		术者工作年限(例)			麻醉方式(例)	
	部分/边缘性	完全性	后壁	前壁	≥15 年	≥10 年且<15 年	≥5 年且<10 年	椎管内麻醉	全麻
观察组(n=86)	1	85	20	66	44	37	5	71	15
对照组(n=86)	0	86	20	66	51	30	5	64	22
Z/χ^2 值	1.006		<0.001		1.247			1.687	
P 值	1.000		1.000		0.536			0.194	

注：BMI：体质量指数(body mass index)

表 3　基于倾向性评分匹配法选出孕妇妊娠结局

组别	产后 24 h 内出血量(例)			输注红细胞悬液量(例)			子宫切除(例)		术中使用球囊(例)		手术时间(min)	住院时间(天)
	<1 000 ml	≥1 000 ml 且<2 500 ml	≥2 500 ml	无	<1 000 ml	≥1 000 ml	是	否	有	无		
观察组(n=86)	44	30	12	50	25	11	1	85	4	82	77(53,103)	4(3,5)
对照组(n=86)	16	53	17	19	50	17	2	84	0	86	95(75,116)	5(4,5)
Z/χ^2 值	20.302			23.547			0.339		4.095		−3.116	−2.908
P 值	<0.001			<0.001			1.000		0.129		0.002	0.004

组别	分娩孕周	足月分娩(例)		新生儿体质量(g)	低体质量儿(例)		Apgar 评分	脐动脉 pH 值	新生儿酸中毒(例)	
		是	否		是	否			血 pH<7.15	7.15≤血 pH<7.45
观察组(n=86)	36.29 (34.71,37.00)	27	59	2 680 (2 505,2 933)	20	66	10 (10,10)	7.33 (7.30,7.35)	0	86
对照组(n=86)	37.00 (36.29,37.50)	47	39	2 800 (2 438,3 108)	24	62	10 (10,10)	7.33 (7.31,7.36)	1	85
Z/χ^2 值	−4.092	9.487		−0.976	0.489		−1.939	−1.166	1.006	
P 值	<0.001	0.002		0.329	0.485		0.053	0.244	1.000	

2.2　超声评分系统预估出血量　观察组 243 例中，剖宫产术中出血量 108 例<1 000 ml、90 例 1 000～2 500 ml、45 例≥2 500 ml。超声评分系统预测观察组剖宫产术中出血量与实际出血量具有中等一致性[Kappa=0.511，95% CI(0.423，0.599)，P<0.001]，其准确率为 69.55%(169/243)。

2.3　logistic 分析　观察组 136 例 PPH、107 例非 PPH，训练集含 107 例 PPH 及 87 例非 PPH、测试集含 29 例 PPH 及 20 例非 PPH。根据单因素 logistic 分析，产前 BMI、孕次、引产/流产次数、前置胎盘类型、前置胎盘主体位置及超声评分系统得分均为 PPP 患者发生 PPH 的危险因素(P 均<0.05)；多因素 logistic 分析显示，BMI≥28 kg/m^2、引产/流产次数≥3 及超声评分系统分数≥10 均为 PPP 患者发生 PPH 的独立危险因素(P 均<0.05，表 4)，以之构建列线图模型(图 3)，Hosmer Lemeshow 检验示其拟合度佳(χ^2=2.210，P=0.850)。

2.4　评估列线图效能　约登指数最大值为 0.59 时，以列线图预测训练集 PPP 患者发生 PPH 的敏感度为 0.67、特异度为 0.92、AUC 为 0.85，预测测试集的敏感度为 0.75、特异度为 0.86、AUC 为 0.81(图 4)；其在训练集及测试集的校准曲线均接近理想曲线(图 5)，即校准度良好。阈值为 0.22～0.98 时，列线图模型在训练集的临床净获益大于 0；阈值为 0.25～0.93 时，其在测试集的临床净获益大于 0(图 6)。

3　讨论

PPH 是孕产妇死亡的主要原因，在孕产妇结局不良及死亡病因中的占比分别为 26.7% 及 29.3%[5]。准确预测 PPP 患者围术期出血风险有助于临床制定治疗方案，避免术前准备不充分或过度医疗[6]。

目前临床主要以 MRI 和超声评估胎盘植入严重程度。超声诊断 PAS 的敏感度为 50%～87%[7]。利用胎盘植入超声评分系统可预测胎盘植入类型及出血和子宫切除风险[4]。本研究结果显示，相比对照组，观察组 PPH 出血量及输注红细胞悬液量均减少，手术时长和住院时长均缩短而分娩孕周较小，后者可能与经评估后对存在严重胎盘植入者在孕 36 周后实施择期手术有关，而 2 组间新生儿结局差异无统计学意义。

表 4　PPP 患者发生 PPH 的单因素及多因素 logistic 回归分析

变量	单因素分析		多因素分析	
	OR 值(95%*CI*)	*P* 值	*OR* 值(95%CI)	*P* 值
年龄(岁)	1.033(0.968，1.102)	0.333	—	—
产前 BMI≥28 kg/m^2	2.053(1.079，3.905)	0.028	2.613(1.125，6.069)	0.025
孕次	1.326(1.102，1.596)	0.003	—	0.513
顺产史	0.778(0.371，1.632)	0.506	—	—
引产/流产次数≥3	2.644(1.315，5.316)	0.006	3.446(1.412，8.414)	0.007
妊娠高血压	1.650(0.295，9.231)	0.568	—	—
妊娠糖尿病	0.674(0.321，1.416)	0.298	—	—
妊娠期贫血	1.425(0.728，2.789)	0.301	—	—
产前出血	0.802(0.454，1.414)	0.445	—	—
新生儿体质量(g)	0.999(0.999，1.000)	0.116	—	—
分娩孕周	0.899(0.764，1.059)	0.202	—	—
前置胎盘类型为完全性	4.264(1.709，10.644)	0.002	—	0.082
前置胎盘主体位于前壁	2.048(1.066，3.934)	0.031	—	0.862
超声评分系统评分≥10	23.510(9.833，56.214)	<0.001	24.690(9.979，61.088)	<0.001

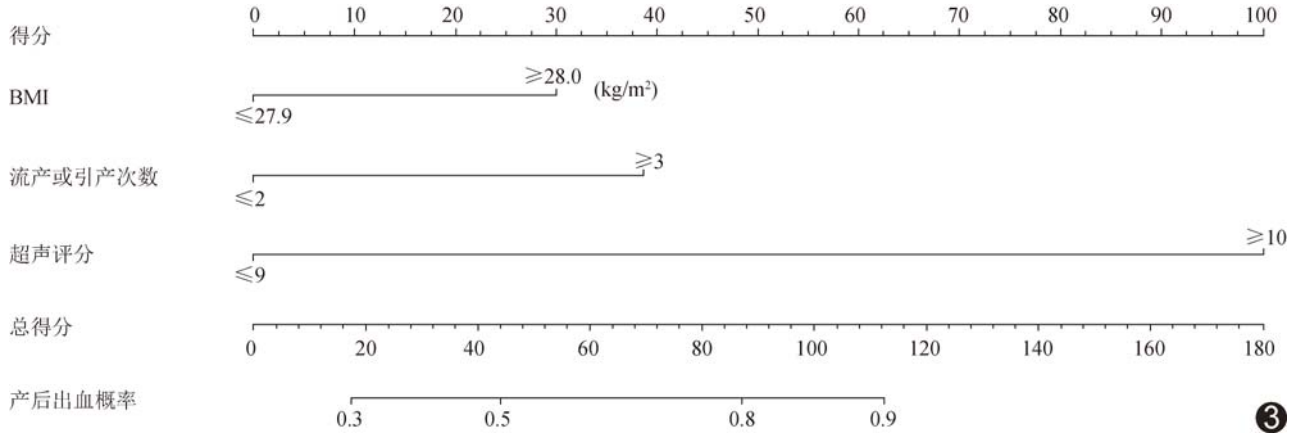

图 3　预测 PPP 患者发生 PPH 的列线图

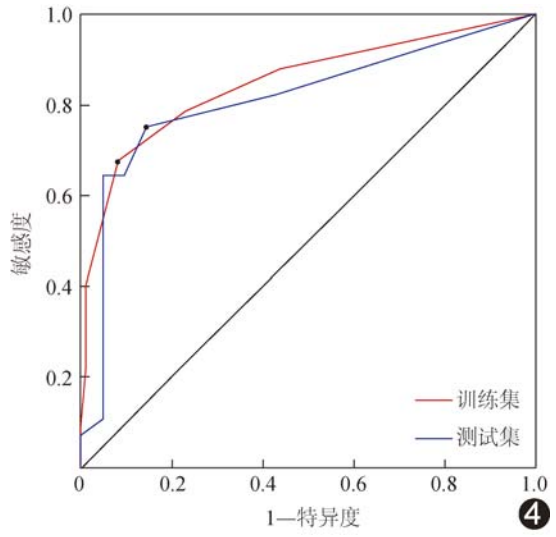

图 4　列线图预测 PPP 患者发生 PPH 的 ROC 曲线

本研究以超声评分系统预估观察组剖宫产术中出血量与实际出血量具有中等一致性，预估准确率 69.55%(169/243)，提示其有助于预测 PPP 患者发生 PPH。

肥胖及妊娠并发症与不良妊娠结局密切相关[8]。流产史为 PPH 的危险因素。胎盘植入主要超声表现为膀胱与子宫肌层交界处血管分布紊乱、胎盘内陷窝及宫颈管形态改变等[9-11]。本研究发现，BMI≥28 kg/m^2、引产/流产次数≥3、超声评分系统分数≥10 均为 PPP 患者发生 PPH 的独立危险因素，以之构建的列线图在训练集和测试集中的 AUC 分别为 0.85 和 0.81，诊断效能良好；且列线图模型的拟合优度较佳、临床净收益良好，提示其有利于制定个性化诊疗方案、降低 PPH 发生率。

综上，基于超声评分系统联合临床特征列线图能有效预测 PPP 患者发生 PPH。但本研究为单中心回顾性观察，样本量有限，有待纳入多中心数据开展大样本研究进一步观察。

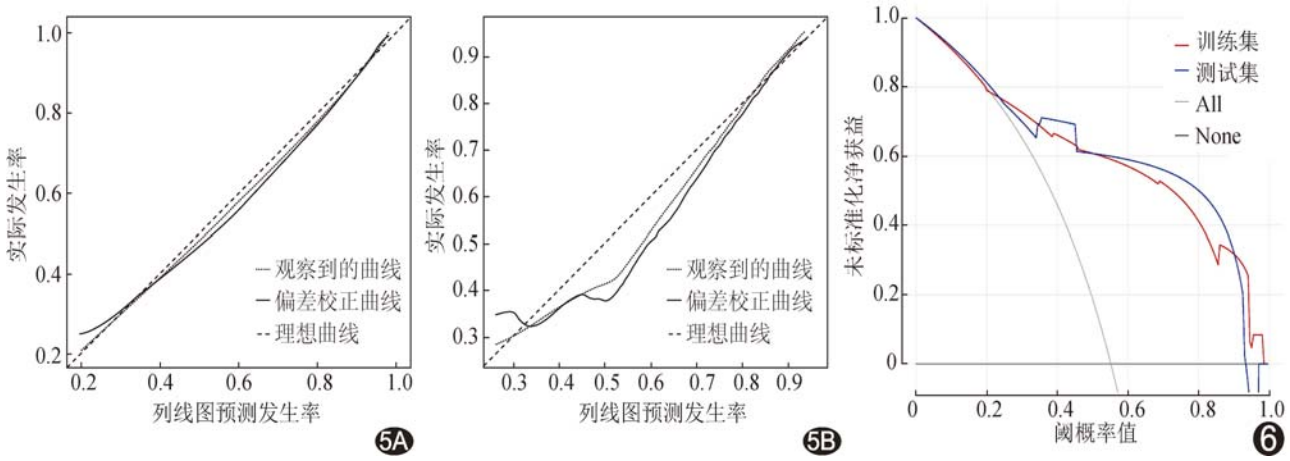

图 5　列线图模型的校准曲线　A. 训练集；B. 测试集　　**图 6**　列线图模型的 DCA 图

利益冲突：全体作者声明无利益冲突。

作者贡献：严小丽查阅文献、统计分析、撰写文章；黄革统计分析、修改文章；阎萍、刘鹤莺和常青修改文章；王丹指导、审阅文章、经费支持。

［参考文献］

［1］ 刘善凯，张大忠，殷建林，等. 腹主动脉球囊阻断应用于植入型凶险型前置胎盘剖宫产中的效果［J］. 中国介入影像与治疗学，2019，16(12)：741-744.

［2］ PETTERSEN S，FALK R S，VANGEN S，et al. Peripartum hysterectomy due to severe postpartum hemorrhage：A hospital-based study［J］. Acta Obstet Gynecol Scand，2022，101(7)：819-826.

［3］ AWAN N，BENNETT M J，WALTERS W A. Emergency peripartum hysterectomy：A 10-year review at the Royal hospital for women，Sydney［J］. Aust N Z J Obstet Gynaecol，2011，51(3)：210-215.

［4］ 种轶文，张爱青，王妍，等. 超声评分系统预测胎盘植入凶险程度的价值［J］. 中华围产医学杂志，2016，19(9)：705-709.

［5］ SAY L，CHOU D，GEMMILL A，et al. Global causes of maternal death：A WHO systematic analysis［J］. Lancet Glob Health，2014，2(6)：e323-e333.

［6］ GRANIERI S，FRASSINI S，CIMBANASSI S，et al. Impact of resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) in traumatic abdominal and pelvic exsanguination：A systematic review and meta-analysis［J］. Eur J Trauma Emerg Surg，2022，48(5)：3561-3574.

［7］ DUZYJ C M，COOPER A，MHATRE M，et al. Placenta accreta：A spectrum of predictable risk，diagnosis，and morbidity［J］. Am J Perinatol，2019，36(10)：1031-1038.

［8］ 贾朝霞，赵永鲜，黄丽丽，等. 孕前 BMI 对妊娠合并症和妊娠结局的影响［J］. 中国妇幼健康研究，2023，34(3)：69-73.

［9］ ZHOU Y，SONG Z，WANG X，et al. Ultrasound-based nomogram for postpartum hemorrhage prediction in pernicious placenta previa［J］. Front Physiol，2022，13：982080.

［10］ 卢瑾文，胡维茜，战欣，等. 产前经腹联合经阴道超声诊断前置胎盘并胎盘植入［J］. 中国医学影像技术，2021，37(3)：426-429.

［11］ 赵新美，吴春燕，李绍雷，等. 妊娠晚期前置胎盘患者宫颈长度及形态与不良分娩结局的关系［J］. 中国医学影像技术，2020，36(6)：887-892.