

DOI: 10.14188/j.1671-8852.2025.0600

文章编号 1671-8852(2026)03-0362-07

基于 R 语言构建阴道分娩产后出血预测模型

罗丽娇^{1,2} 黄粲然³ 瞿鑫兰² 张小琴² 欧阳艳琼¹

¹武汉大学护理学院 湖北 武汉 430071;

²武汉大学中南医院妇产科 湖北 武汉 430071;

³联勤保障部队 904 医院护理部 江苏 无锡 214044

摘要 目的:探究阴道分娩产后出血的高危因素,构建并验证风险预测模型。方法:采用病例对照方法前瞻性收集了 2022 年 9 月—2024 年 9 月期间经阴道分娩的产妇 1 185 例,将病例根据 7:3 随机分组训练集及测试集,训练集又根据是否产后出血,分为病例组($n=226$)和对照组($n=603$),对两组产妇进行单因素和多因素 Logistic 回归分析,筛选出阴道分娩产后出血的高危因素,基于筛选出的危险因素利用 R 语言构建列线图风险预测模型,并进行模型验证和一致性检验。结果:多因素 Logistic 回归分析结果显示,阴道分娩产后出血高危因素包括既往阴道分娩出血史、贫血、球囊引产、产钳助产、胎盘因素、宫颈裂伤、D-二聚体升高、第二产程时长增加、第三产程时长增加及新生儿体质量增加($P<0.05$)。根据影响因素建立预测阴道分娩产妇产后出血发生概率的列线图,训练集和验证集预测模型 C-index 分别为 0.73 和 0.70,列线图预测模型校准曲线与理想曲线拟合较好, Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验显示 χ^2 值为 6.67 ($P=0.57$)。结论:根据高危因素构建的列线图预测模型有一定的准确性,对于预防产后出血有一定警示作用,可以使产后出血预警风险前移。

关键词 阴道分娩;产后出血;高危因素;预测模型

中图分类号 R714.46

文献标志码 A

Construction of a predictive model for postpartum hemorrhage in vaginal delivery based on R language

LUO Lijiao^{1,2}, HUANG Canran³, QU Xinlan², ZHANG Xiaoqin², OUYANG Yanqiong¹

¹School of Nursing, Wuhan University, Wuhan 430071, Hubei, China;

²Department of Obstetrics and Gynecology, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, Hubei, China;

³Nursing Department of 904 Hospital, Joint Logistics Support Force, Wuxi 214044, Jiangsu, China

Abstract

Objective: To investigate the risk factors for postpartum hemorrhage in vaginal delivery, and to construct and validate a risk prediction model. **Methods:** A total of 1 185 cases of vaginal delivery were prospectively collected from September 2022 to September 2024 by the case-control method. The cases were randomly grouped into the training set and test set according to a 7:3 ratio. The training set was further divided into a case group ($n=226$) and a control group ($n=603$) according to whether they suffered postpartum hemorrhage or not, and the two groups of mothers were analyzed by one-way and multifactor Logistic regression analysis. Logistic regression analysis was performed to

课题来源:武汉大学中南医院临床护理研究项目(编号:LCHLYJ202227)。

作者简介:罗丽娇,女,1989—,护理硕士生,主管护师,主要从事母婴健康研究,E-mail:luolijiao128@126.com。

通信作者:欧阳艳琼,E-mail:ouyangyq@whu.edu.cn。

screen out the risk factors for postpartum hemorrhage in vaginal delivery, and a column-line graph risk prediction model was constructed based on the screened risk factors using R language, and model validation and consistency test were performed. **Results:** The results of multifactorial Logistic regression analysis showed that the risk factors for postpartum hemorrhage in vaginal delivery included history of previous vaginal delivery bleeding, anemia, balloon induction, forceps delivery, placental factors, cervical laceration, elevated D-dimer, increased duration of the second stage of labor, increased duration of the third stage of labor, and increased newborn body weight ($P<0.05$). A column-line diagram was constructed to predict the probability of postpartum hemorrhage in vaginally delivered mothers based on the influencing factors, and the C-index of the prediction model for the training set and validation set were 0.73 and 0.70, respectively; the calibration curve of the prediction model for the column-line diagram fitted well with the ideal curve, and the Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit test showed that the χ^2 value was 6.67 ($P=0.57$). **Conclusion:** The column-line diagram prediction model constructed according to the high-risk factors has a certain accuracy, and it has a warning effect for the prevention of postpartum hemorrhage, which can make the early warning risk of postpartum hemorrhage forward.

Key Words Vaginal Delivery; Postpartum Hemorrhage; High-Risk Factors; Prediction Model

产后出血(postpartum hemorrhage, PPH)是指胎儿娩出后24 h内,阴道分娩产妇出血量 ≥ 500 mL、剖宫产术分娩产妇出血量 $\geq 1\,000$ mL,或者失血后伴有低血容量的症状或体征^[1]。产后出血是我国产科因素导致孕产妇死亡的首要因素,调查^[2]发现我国近2年经阴道分娩PPH发生率还有上升趋势。阴道分娩产后出血病因往往错综复杂,一旦发生进展迅速,可能因救治措施不及时,危及母儿安全^[3]。因此,分析产后出血的危险因素并尽早进行预防具有重要临床意义。尽管英国皇家医学会^[4]曾对14种针对产后出血开发的评估工具进行了系统评价,目前只有针对剖宫产、胎盘植入和前置胎盘三种类型的评估工具投入了临床使用,而针对阴道分娩产后出血的风险预测模型仍处于探索阶段,且既往的产后出血预测模型考虑的风险因素多为孕产妇的人口学特征、孕产史及分娩方式等,忽略了血液生化指标如凝血功能等在产后出血中的潜在影响。因此,本研究将综合分析产妇产前、产时及产后特征探究阴道分娩产后出血的高危因素及构建相应的预测模型并进行验证,使阴道分娩产后出血风险预警关口前移。

1 资料与方法

1.1 研究对象 本研究为保证数据准确,采用1:2病例对照研究方法,前瞻性收集2022年9月—2024年9月在武汉大学中南医院产科阴道分娩的1 185

例孕产妇的病例资料,按7:3随机分为训练集($n=829$)及测试集($n=356$),其中训练集根据是否产后出血,分为病例组($n=226$)和对照组($n=603$)。纳入标准:①单胎妊娠;②头位分娩;③阴道分娩。排除标准:①孕妇合并严重内外科疾病;②子宫及胎儿严重畸形。本研究经武汉大学中南医院伦理委员会审批[伦理审批号(科伦2022148K)],并取得产妇知情同意。

1.2 资料收集 收集孕产妇相关资料包括:一般资料、妊娠合并症及并发症、产时及产后情况等共计39项内容。产后出血量采用阴道分娩时出血量加上纱布及敷料中的血量,取容积法、称重法联合测量获得。

1.3 统计学方法 数据处理和分析使用R(4.3.2)和Zstats v1.0(www.zstats.net)进行。计量资料符合正态分布,采用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x}\pm s$)描述,两组间比较采用独立样本 t 检验。非正态分布的数据,用中位数(四分位间距) $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,采用Mann-Whitney U 检验;计数资料采用频数(百分比)[例(%)]表示,组间比较采用 χ^2 检验。将单因素分析中 $P<0.2$ 的变量纳入多因素Logistic回归分析,选择分析结果中 $P<0.05$ 的变量,绘制列线图并进行验证,通过绘制受试者工作特征(ROC)曲线并计算曲线下面积(AUC)和Hosmer-Lemeshow(HL)检验判断模型预测能力。

2 结果

2.1 阴道分娩产后出血影响因素的单因素分析

通过 R 4.3.3 软件进行单因素 Logistic 回归得到结果如表 1。产次、既往产后出血史、妊娠合

并血小板减少、D-二聚体、缩宫素引产、产时发热、第二产程时长增加、第三产程时长增加、胎盘因素、产钳助产、宫颈裂伤、会阴侧切、新生儿体质量增加是阴道分娩产妇产后出血的影响因素($P<0.05$)。

表 1 训练集一般特征及单因素分析 $[\bar{x}\pm s;M(P_{25},P_{75});例(\%)]$

变量		总数($n=829$)	对照组($n=603$)	病例组($n=226$)	$t/\chi^2/U$	P
年龄/岁		30.63±3.56	30.57±3.57	30.77±3.55	-0.73	0.47
孕次/次		1.62±0.99	1.64±0.99	1.57±1.01	1.00	0.32
产次/次		1(0,1)	1(0,1)	1(0,1)	2.23	0.05
孕前体质量指数/kg·m ⁻²		21.66±6.64	21.60±7.49	21.82±3.49	-0.42	0.68
子宫手术史	是	49(5.91)	34(5.64)	15(6.64)	0.29	0.59
	否	780(94.09)	569(94.36)	211(93.36)		
既往产后出血史	是	9(1.09)	2(0.33)	7(3.10)	9.28	0.05
	否	820(98.91)	601(99.67)	219(96.90)		
贫血	是	126(15.20)	83(13.76)	43(19.03)	3.53	0.06
	否	703(84.80)	520(86.24)	183(80.97)		
双胞胎妊娠	是	2(0.24)	0(0.00)	2(0.88)	—	0.07
	否	827(99.76)	603(100.00)	224(99.12)		
胎儿双顶径/cm		9.30±0.44	9.30±0.41	9.31±0.50	-0.38	0.703
产前血小板/10 ⁹ ·L ⁻¹		203.14±52.47	205.63±53.06	196.50±50.36	2.24	0.05
凝血酶原时间/s		10.26±0.51	10.25±0.52	10.30±0.50	-1.49	0.14
凝血酶原标准化比值		0.94±0.05	0.94±0.05	0.95±0.05	-1.46	0.14
凝血酶原时间活动度		114.41±13.15	114.85±13.55	113.23±11.94	1.58	0.12
活化部分凝血活酶时间/s		26.95±2.08	26.91±2.08	27.04±2.10	-0.81	0.42
凝血酶时间/s		12.98±0.95	12.98±0.95	12.99±0.92	-0.09	0.93
纤维蛋白原含量/g·L ⁻¹		443.34±60.16	444.48±57.94	440.31±65.77	0.89	0.37
D-二聚体/ng·mL ⁻¹		732(472.5,1 262.5)	701(472.5,1 226.5)	790.5(471.25,1 485)	-2.18	0.05
胎膜早破	是	208(25.09)	157(26.04)	51(22.57)	1.05	0.31
	否	621(74.91)	446(73.96)	175(77.43)		
妊娠期高血糖	是	200(24.13)	143(23.71)	57(25.22)	0.20	0.65
	否	629(75.87)	460(76.29)	169(74.78)		
妊娠期高血压疾病	是	36(4.34)	24(3.98)	12(5.31)	0.70	0.40
	否	793(95.66)	579(96.02)	214(94.69)		
子宫肌瘤	是	45(5.43)	38(6.30)	7(3.10)	3.29	0.07
	否	784(94.57)	565(93.70)	219(96.90)		
辅助生殖	是	29(3.50)	17(2.82)	12(5.31)	3.02	0.08
	否	800(96.50)	586(97.18)	214(94.69)		
肝炎	是	33(3.98)	22(3.65)	11(4.87)	0.64	0.42
	否	796(96.02)	581(96.35)	215(95.13)		
羊水过多	是	7(0.84)	4(0.66)	3(1.33)	0.25	0.61
	否	822(99.16)	599(99.34)	223(98.67)		
B族链球菌(GBS)阳性	是	55(6.63)	40(6.63)	15(6.64)	0.00	0.99
	否	774(93.37)	563(93.37)	211(93.36)		
阴道炎	是	36(4.34)	29(4.81)	7(3.10)	1.16	0.28
	否	793(95.66)	574(95.19)	219(96.90)		
前列腺素 E2 栓引产	是	119(14.35)	80(13.27)	39(17.26)	2.13	0.15
	否	710(85.65)	523(86.73)	187(82.74)		

续表						
变量		总数(<i>n</i> =829)	对照组(<i>n</i> =603)	病例组(<i>n</i> =226)	<i>t</i> / χ^2 / <i>U</i>	<i>P</i>
球囊引产	是	8(0.97)	3(0.50)	5(2.21)	3.42	0.06
	否	821(99.03)	600(99.50)	221(97.79)		
缩宫素引产	是	588(70.93)	407(67.50)	181(80.09)	12.64	0.05
	否	241(29.07)	196(32.50)	45(19.91)		
产时发热	是	69(8.32)	39(6.47)	30(13.27)	9.98	0.05
	否	760(91.68)	564(93.53)	196(86.73)		
分娩镇痛	是	693(83.59)	505(83.75)	188(83.19)	0.04	0.85
	否	136(16.41)	98(16.25)	38(16.81)		
第一产程时长/min		418.46±205.90	411.03±205.56	438.27±205.96	−1.70	0.09
第二产程时长/min		56.68±36.05	52.92±33.35	66.70±40.84	−4.54	0.05
第三产程时长/min		8.40±5.70	8.05±4.73	9.32±7.64	−2.88	0.05
胎盘因素	是	56(6.76)	31(5.14)	25(11.06)	9.15	0.05
	否	773(93.24)	572(94.86)	201(88.94)		
产钳助产	是	61(7.36)	20(3.32)	41(18.14)	53.00	0.05
	否	768(92.64)	583(96.68)	185(81.86)		
宫颈裂伤	是	67(8.08)	36(5.97)	31(13.72)	13.28	0.05
	否	762(91.92)	567(94.03)	195(86.28)		
会阴侧切	是	126(15.20)	70(11.61)	56(24.78)	22.12	0.05
	否	703(84.80)	533(88.39)	170(75.22)		
新生儿体质量/g		3 175.01±420.68	3 141.56±398.65	3 264.25±463.75	−3.77	0.05

2.2 阴道分娩产后出血影响因素的多因素 Logistic 回归分析 将单因素分析 $P<0.2$ 的因素纳入多因素 Logistic 回归分析,双向逐步回归结果显示既往阴道分娩产后出血史、贫血、球囊引产、产钳助产、胎盘因素、宫颈裂伤、D-二聚体升高、第二产程时长增加、第三产程时长增加及新生儿体质量增加是阴道分娩产后出血的高危因素 ($P<0.05$,表

2)。

2.3 阴道分娩产后出血列线图预测模型建立 基于阴道分娩产后出血多因素 Logistic 回归结果利用 R 语言创建列线图如图 1。

2.4 预测模型效果评价 基于独立预测因素构建列线图,将 Logistic 回归模型可视化,采用 C-index 评估列线图的区分度,见图 2。

表 2 阴道分娩产后出血高危因素多因素 Logistic 回归结果

变量		β	<i>SE</i>	<i>Z</i>	<i>P</i>	<i>OR</i> (95% <i>CI</i>)
阴道分娩产后出血史	0(否)					1.00(Reference)
	1(是)	2.08	0.84	2.48	<0.05	7.98(1.54~41.20)
贫血	0(否)					1.00(Reference)
	1(是)	0.64	0.23	2.81	<0.05	1.90(1.21~2.98)
球囊引产	0(否)					1.00(Reference)
	1(是)	1.66	0.81	2.04	<0.05	5.27(1.07~25.97)
产钳助产	0(否)					1.00(Reference)
	1(是)	1.63	0.31	5.28	<0.05	5.12(2.79~9.38)
胎盘因素	0(否)					1.00(Reference)
	1(是)	0.83	0.31	2.66	<0.05	2.28(1.24~4.20)
宫颈裂伤	0(否)					1.00(Reference)
	1(是)	0.84	0.28	2.98	<0.05	2.33(1.34~4.06)
产前血小板		−0.01	<0.01	−2.39	<0.05	0.99(0.99~0.99)
D-二聚体		0.01	<0.01	2.17	<0.05	1.01(1.01~1.01)
第二产程时长增加		0.01	<0.01	2.72	<0.05	1.01(1.01~1.01)
第三产程时长增加		0.03	0.02	1.98	<0.05	1.03(1.01~1.06)
新生儿体质量增加		0.01	<0.01	3.01	<0.05	1.01(1.01~1.01)

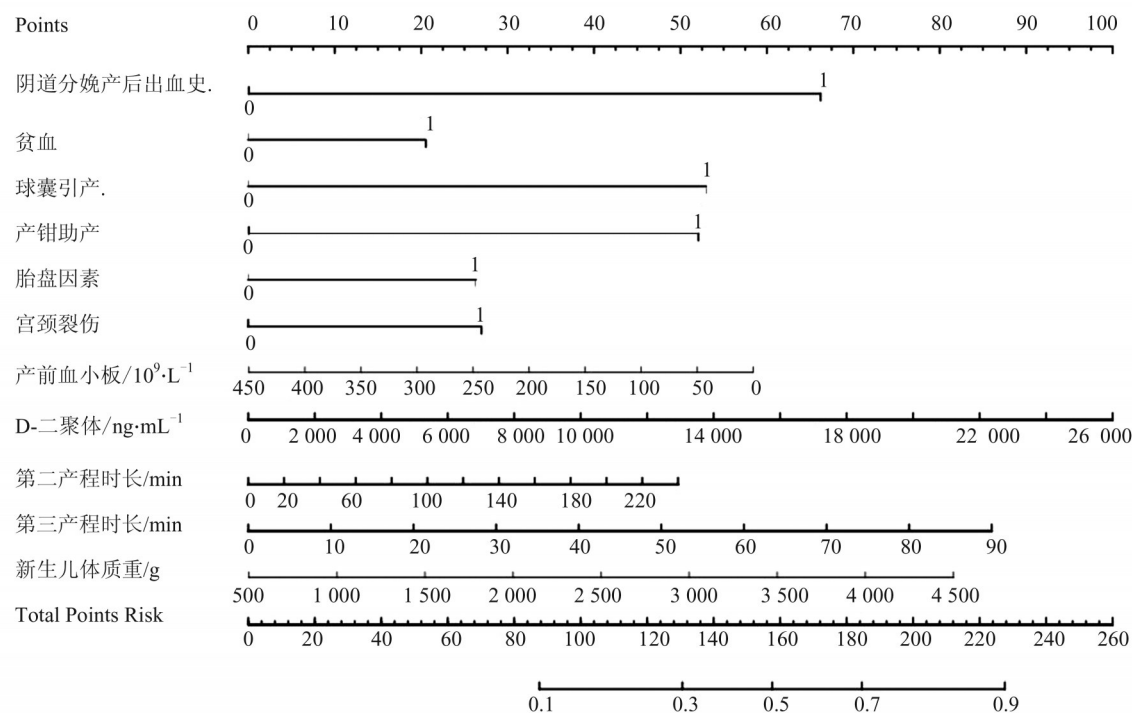
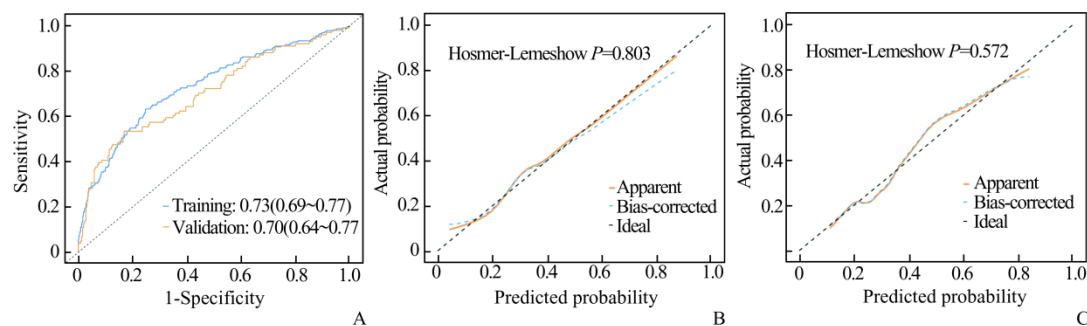


图 1 阴道分娩产后出血高危因素列线图预测模型



A. 测试集和验证集 ROC 曲线; B. 测试集校准曲线(优化后); C. 验证集校准曲线(优化后)。

图 2 测试集和验证集 ROC 曲线

根据测试集和验证集 ROC 曲线来判断预测准确性如图 2A。模型拟合度用 HL 检验,测试集拟合曲线如图 2B,训练集拟合优度 $\chi^2=4.56, P=0.803$;验证集拟合优度 $\chi^2=6.67, P=0.572$ (图 2C)。

3 讨论

本研究采取前瞻性巢式病例对照研究,降低选择偏倚,提高了可比性^[5]。同时针对产前、产时及产后因素纳入较为全面。通过多因素 Logistic 回归显示既往阴道分娩产后出血史、贫血、球囊引产、产钳助产、胎盘因素、宫颈裂伤、D-二聚体升高、第二产程时长增加、第三产程时长增加及新生儿体质量增加为阴道分娩产后出血高危因素($P<0.05$),血小板升高为保护因素。

同此前多项研究相同,既往产后出血史^[6-7]、贫血^[6-8]、产钳助产^[9]、胎盘因素^[6]、第二产程时长增加^[10-12]、第三产程时长增加^[13]为阴道分娩产后出血的高危因素。本研究同时证实球囊引产、D-二聚体升高、宫颈裂伤和新生儿体质量增加与阴道分娩产后出血有关。①球囊引产:球囊置于宫颈或宫腔内,虽能机械性扩张宫颈并刺激子宫收缩,但也可能造成宫颈及子宫下段组织损伤^[14]。这种损伤可能破坏局部血管,在分娩过程中加大出血概率。此外,球囊引产可能引发子宫收缩不协调,进一步削弱子宫收缩对血管的压迫止血作用,进而增加产后出血风险。②D-二聚体升高:孕妇体内 D-二聚体水平影响胎盘发育,随着正常妊娠的进展,D-二聚体水平显著增加。此外,D-二聚体水平升高与异常细

胞侵袭和血管重塑密切相关,与CAO等^[15]研究结果一致。③宫颈裂伤若裂口不超过1 cm,通常无明显活动性出血,但有时破裂深至穹隆伤及动脉分支,可出现大量活动性出血^[9]。严重的宫颈裂伤若未及时察觉和处理,会导致大量失血,危及产妇生命。④新生儿体质量:胎儿过大可使子宫过度膨胀,导致子宫肌纤维过度伸展,影响产后子宫的收缩和缩复。同时,易造成软产道裂伤,增加产后出血概率^[16]。

本研究训练集和验证集ROC曲线下面积分别为0.73和0.70,准确度中等^[17],敏感性为75%,特异性为63%。赵菁等^[18]设计的产后出血预警评估工具灵敏度为51.9%,特异度为66.7%。曹琳琳等^[19]构建的二胎产妇阴道分娩产后出血预测模型AUC为0.706,但其纳入的危险因素类型未考虑产时,产前凝血等也未纳入,临床意义受限。郭弯弯^[20]等纳入了凝血因素,但未考虑产时产后因素,且并不针对阴道分娩产后出血。本研究所研发的阴道分娩产后出血预测模型相比之下,纳入较多的产前产时因素分析,且结果证实镇痛分娩及产前胎儿双顶径并非阴道分娩产后出血高危因素,最终构建的预测模型H-L拟合优度检验方法 $P=0.80(>0.05)$,预测值与真实值之间并无差异,说明本研究提出的阴道分娩产后出血预测模型可较好地预测阴道分娩产后出血产妇,具有较好筛查能力。

综上所述,既往阴道分娩产后出血史、贫血、球囊引产、产钳助产、胎盘因素、宫颈裂伤、D-二聚体升高、第二产程时长增加、第三产程时长增加及新生儿体质量增加为阴道分娩产后出血高危因素,此预测模型在预测阴道分娩产后出血的发生上有一定的临床价值。本研究的不足之处在于该研究样本仅选取一所省级危急重症产妇转诊中心的数据,可能存在选样偏倚,未来的研究可采取多中心合作,多点试用,进一步检验和优化此阴道分娩产后出血预测模型的特异性和灵敏性。



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

参考文献

- [1] 中华医学会妇产科学分会产科学组,中华医学会围产医学分会. 产后出血预防与处理指南(2023)[J]. 中华妇产科杂志, 2023, 58(6): 401-409.
Obstetrics and Gynecology Group of the Obstetrics and Gynecology Section of the Chinese Medical Association, Perinatal Medicine Branch of the Chinese Medical Association. Guidelines for the prevention and management of postpartum hemorrhage(2023)[J]. Chin J Obstet Gynecol, 2023, 58(6):401-409.
- [2] 石慧峰,陈练,尹韶华,等. 2016—2020年中国阴道分娩并发症发生现状调查[J]. 实用妇产科杂志, 2022, 38(1): 13-17.
SHI H F, CHEN L, YIN S H, et al. Investigation on the incidence of vaginal delivery complications between 2016 and 2020 in China[J]. J Pract Obstet Gynecol, 2022, 38(1): 13-17.
- [3] ERICKSON E N, LEE C S, CARLSON N S. Predicting postpartum hemorrhage after vaginal birth by labor phenotype[J]. J Midwifery Women's Health, 2020, 65(5): 609-620.
- [4] NEARY C, NAHEED S, MCLERNON D, et al. Predicting risk of postpartum haemorrhage: A systematic review[J]. BJOG Int J Obstet Gynaecol, 2021, 128(1): 46-53.
- [5] 孙小平,高宁,陈睿迪,等. 颈动脉斑块危险因素巢式病例对照研究[J]. 现代预防医学, 2025, 52(5): 942-948.
SUN X P, GAO N, CHEN R D, et al. Nested case-control study on risk factors of carotid artery plaques[J]. Mod Prev Med, 2025, 52(5): 942-948.
- [6] Obstetric Hemorrhage Task Force. Improving health care response to obstetric hemorrhage version 3.0. A CMQCC quality improvement toolkit [M]. Stanford (CA): California Department of Public Health, 2022:224.
- [7] YUNAS I, ISLAM M A, SINDHU K N, et al. Causes of and risk factors for postpartum haemorrhage: A systematic review and meta-analysis[J]. Lancet, 2025, 405(10488): 1468-1480.
- [8] GLONNEGGER H, GLENZER M M, LANCASTER L, et al. Prepartum anemia and risk of postpartum hemorrhage: A meta-analysis and brief review[J]. Clin Appl Thromb Hemost, 2023, 29:10760296231214536.
- [9] HOSSEIN-POUR P, RAJASINGHAM M, MURACA G M. Risk of cervical laceration in forceps vs vacuum delivery: A systematic review and meta-analysis[J]. Acta Obstet Gynecol Scand, 2025, 104(1): 29-38.
- [10] 朱天颖,马骏楠,李晓红,等. 第二产程时限分布及其对妊娠结局的影响[J]. 中华围产医学杂志, 2023, 26(3): 186-193.
ZHU T Y, MA J N, LI X H, et al. Duration of second stage of labor and its association with pregnancy outcome[J]. Chin J Perinat Med, 2023, 26(3): 186-193.
- [11] LIU C N, XU Y Z, LI J S, et al. Development and validation of a predictive model for severe postpartum hemorrhage in women undergoing vaginal delivery: A retrospective cohort study[J]. Int J Gynecol Obstet,

- 2022, 157(2): 353-358.
- [12] VOILLEQUIN S, QUIBEL T, ROZENBERG P, et al. Duration of the second and third stages of labor and risk of postpartum hemorrhage: A cohort study stratified by parity[J]. *BMC Pregnancy Childbirth*, 2025, 25(1): 143.
- [13] DE VRIES P L M, VEENSTRA E, BAUD D, et al. Time to redefine prolonged third stage of labor? A systematic review and meta-analysis of the length of the third stage of labor and adverse maternal outcome after vaginal birth[J]. *Am J Obstet Gynecol*, 2025, 232(1): 26-41. e11.
- [14] RATH W, HELLMMEYER L, TSIKOURAS P, et al. Mechanical methods for the induction of labour after previous Caesarean section - an updated, evidence-based review[J]. *Geburtshilfe Frauenheilkd*, 2022, 82(7): 727-735.
- [15] CAO P, JI L, QIAO C. Nomogram based on clinical characteristics and ultrasound indicators for predicting severe postpartum hemorrhage in patients with anterior placenta previa combined with previous cesarean section: A retrospective case-control study[J]. *BMC Pregnancy Childbirth*, 2024, 24(1): 572.
- [16] BETA J, KHAN N, KHALIL A, et al. Maternal and neonatal complications of fetal macrosomia: Systematic review and meta-analysis[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2019, 54(3): 308-318.
- [17] MANDREKAR J N. Receiver operating characteristic curve in diagnostic test assessment[J]. *J Thorac Oncol*, 2010, 5(9): 1315-1316.
- [18] 赵菁, 丛雪, 王兆年, 等. 产后出血预警评估工具的构建及验证[J]. *中国护理管理*, 2019, 19(11): 1649-1654.
- ZHAO J, CONG X, WANG Z N, et al. Construction and verification of early warning evaluation model for Postpartum Hemorrhage[J]. *Chin Nurs Manag*, 2019, 19(11): 1649-1654.
- [19] 曹琳琳, 王彩云, 李葆华, 等. 二胎阴道分娩产妇产后出血预测模型的构建[J]. *中华现代护理杂志*, 2024, 30(7): 899-905.
- CAO L L, WANG C Y, LI B H, et al. Construction of a predictive model for postpartum hemorrhage in parturients undergoing vaginal delivery with a second child[J]. *Chin J Mod Nurs*, 2024, 30(7): 899-905.
- [20] 郭弯弯, 何力力, 龚晨, 等. 结合凝血指标与临床信息的产后出血预测模型[J]. *临床检验杂志*, 2023, 41(1): 13-16.
- GUO W W, HE L L, GONG C, et al. Prediction model of postpartum hemorrhage based on coagulation function test and clinical information[J]. *Chin J Clin Lab Sci*, 2023, 41(1): 13-16.

(2025-06-10 收稿)
编辑 沈建国