

产后出血风险预测模型的建立与临床应用价值评估

汤云云 何丽雅 李粉云 高月丹

云南省滇南中心医院（红河州第一人民医院） 云南 红河 661100

【摘要】：目的：建立产后出血风险预测模型并评估其临床应用价值。方法：选取 200 例产妇进行回顾性分析，通过单因素和多因素 Logistic 回归分析筛选危险因素，建立预测模型。结果：胎儿体重 $\geq 4000\text{g}$ 、妊娠期贫血、妊娠期高血压和产程时间延长是独立危险因素，模型 AUC 为 0.826，敏感度 80.2%，特异度 75.6%。结论：该预测模型具有良好的预测效能和临床应用价值，可为产后出血的预防提供参考。

【关键词】：产后出血；危险因素；预测模型；Logistic 回归分析；临床应用

DOI:10.12417/2705-098X.26.06.062

前言

产后出血定义为分娩后 24 小时之内，若自然分娩过程中失血量超出 500 毫升或剖腹产过程中失血量超出 1000 毫升的现象^[1]。这一状况被视为产科领域内极其严重的并发症之一，据估计，产后出血是导致全球范围内孕妇死亡的主要原因之一，占比达到 25%-30%^[2]。产后出血的发生往往突然且病情发展快速，可能导致严重的后果，如失血性休克、广泛性血管内凝血等并发症^[3]。

研究揭示，分娩后出血的情况可能由多种原因导致，包括但不限于子宫无法有效收缩、胎盘问题、产道软组织受损以及血液凝固机能异常等。通过对这些危险因素的识别和评估，建立科学的预测模型，可实现产后出血的早期预警^[4]。

目前国际上已有多个产后出血预测模型，但存在预测效能不足、临床实用性欠佳等问题^[5]。建立一个准确度高、易于应用的产后出血预测模型，对指导临床防治工作、降低孕产妇死亡率具有重要现实意义。

1 资料与方法

1.1 一般资料

针对 2024 年 2 月至 2025 年 2 月期间，在特定医院产科住院分娩的 200 名产妇作为研究样本。选择条件包括：单一胎儿妊娠、孕期处于 37 至 42 周之间、拥有完整的医疗记录。不考虑的情况有：孕期伴有严重的器官功能障碍、心理疾病、多胞胎妊娠、胎儿存在异常。研究对象年龄区间为 20 至 40 岁，平均年龄为 28.5 岁，标准差为 4.2 岁；孕期范围是 37 到 41 周，平均孕期为 39.2 周，标准差为 1.3 周。其中，首次生产的产妇共有 126 例，非首次生产的产妇有 74 例。所有参与者均提供了知情同意。

1.2 研究方法

采用回顾性分析方法收集产妇临床资料，包括一般情况（年龄、体重指数、孕次、产次）、妊娠期并发症（妊娠期高血压、妊娠期糖尿病、贫血）、分娩相关因素（胎儿体重、分娩方式、产程时间）等。由两名高年资产科医师独立进行资料

收集和评估，遇分歧时通过讨论达成一致。按照产后 2 小时内出血量将产妇分为产后出血组（出血量 $\geq 500\text{ml}$ ，75 例）和对照组（出血量 $< 500\text{ml}$ ，125 例）。运用单因素分析筛选产后出血的危险因素，将有统计学意义的指标纳入 Logistic 回归模型，建立产后出血风险预测模型。

1.3 统计学方法

运用 SPSS 26.0 版本软件执行数据解析。对于量化资料，表达形式为平均值加减标准偏差（ $\bar{x}\pm s$ ），组别间的对比通过 t 测试完成；而对于分类资料，则以个案数量与比例呈现，组别间的差异性评估借助卡方测试实现。任何在单变量分析中展示出显著性水平低于 0.05 的结果，将被选入多变量逻辑回归分析框架内。为了评估预测模型的有效性，构建了受试者操作特性曲线（ROC），并测定了该曲线下的区域（AUC）、灵敏度及特异性等参数。此外，还设计了诺莫图以直观展现预测模型。内部效度检验采取 Bootstrap 方法，具体操作为执行 1000 次重复抽样，以此来衡量模型的可靠性。所有统计学测试均为双边检验，当 P 值小于 0.05 时，认为存在统计学上的显著差异。

2 结果

2.1 产后出血组与对照组一般资料比较

两组产妇在年龄、孕次、分娩方式等方面的比较见表 1。产后出血组产妇年龄岁高于对照组；产后出血组经产妇比例高于对照组；产后出血组剖宫产比例显著高于对照组，差异具有统计学意义。

表 1 产后出血组与对照组一般资料比较[n(%), $\bar{x}\pm s$]

项目	产后出血组(n=75)	对照组(n=125)	t/ χ^2 值	P 值
年龄(岁)	30.2 \pm 4.8	27.6 \pm 3.9	3.982	0.012
孕次	2.3 \pm 1.2	1.9 \pm 0.9	2.568	0.045
经产妇	34(45.3)	40(32.0)	4.256	0.039
剖宫产	33(44.0)	36(28.8)	5.124	0.024

2.2 产后出血危险因素的单因素分析

对可能影响产后出血的因素进行单因素分析,结果显示胎儿体重、妊娠期贫血、妊娠期高血压、产程时间与产后出血发生显著相关(见表2)。胎儿体重 $\geq 4000\text{g}$ 组产后出血发生率显著高于 $< 4000\text{g}$ 组。妊娠期贫血组产后出血发生率为48.6%,显著高于非贫血组的32.1%。妊娠期高血压组产后出血发生率为52.3%,显著高于非高血压组的30.8%。产程时间延长组产后出血发生率为50.2%,显著高于正常产程组的29.7%。

表2 产后出血危险因素的单因素分析[n(%)]

因素	例数	产后出血例数	χ^2 值	P值
胎儿体重(g)			6.325	0.015
≥ 4000	45	28(62.2)		
< 4000	155	47(30.3)		
妊娠期贫血			5.842	0.021
有	72	35(48.6)		
无	128	40(32.1)		
妊娠期高血压			7.124	0.008
有	44	23(52.3)		
无	156	52(30.8)		
产程时间			8.256	0.004
延长	58	29(50.2)		
正常	142	46(29.7)		

2.3 产后出血危险因素的多因素 Logistic 回归分析

将单因素分析中 $P < 0.05$ 的指标纳入多因素 Logistic 回归模型(见表3)。结果显示胎儿体重 $\geq 4000\text{g}$ 、妊娠期贫血、妊娠期高血压、产程时间延长是产后出血的独立危险因素。

表3 产后出血危险因素的多因素 Logistic 回归分析

因素	β 值	SE	Wald值	OR值	95%CI	P值
胎儿体重 $\geq 4000\text{g}$	1.049	0.321	10.682	2.856	1.524-5.362	0.001
妊娠期贫血	0.809	0.268	9.124	2.245	1.326-3.798	0.003
妊娠期高血压	0.965	0.31	9.685	2.624	1.428-4.825	0.002
产程时间延长	0.858	0.272	9.958	2.358	1.386-4.012	0.002

2.4 产后出血风险预测模型的评估

基于 Logistic 回归分析结果建立产后出血风险预测模型,绘制 ROC 曲线评估模型预测效能(见图1)。模型的 AUC 为 0.826 (95%CI: 0.768-0.884, $P < 0.001$), 当预测概率临界值取 0.385 时,模型的敏感度为 80.2%,特异度为 75.6%,阳性预测值为 72.4%,阴性预测值为 82.8%。Bootstrap 内部验证显示模型具有良好的稳定性,校正后的 AUC 为 0.812 (95%CI: 0.752-0.872)。绘制列线图对预测模型进行可视化(见图2),通过各危险因素对应的分值计算总分,可直观预测产后出血发生风险。

图1 产后出血风险预测模型的 ROC 曲线

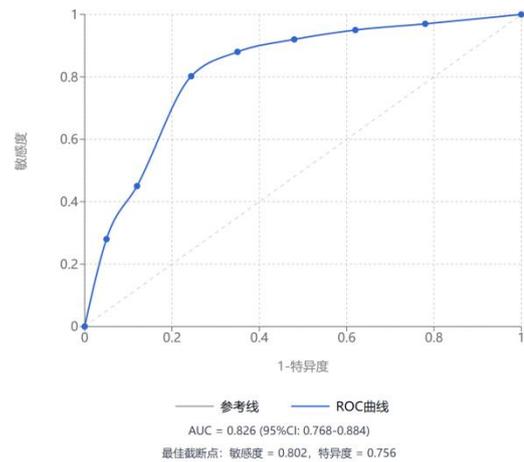
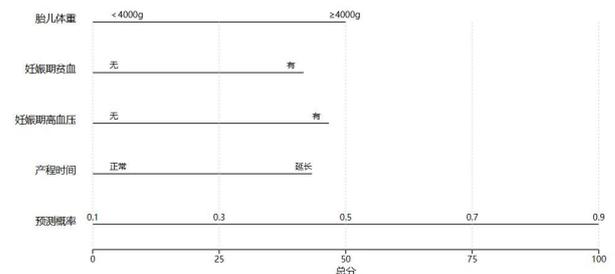


图2 产后出血风险预测模型的列线图



2.5 预测模型的临床应用价值分析

采用决策曲线分析(DCA)评估预测模型的临床应用价值(见图3)。结果显示,在阈值概率 0.15-0.75 范围内,预测模型曲线(蓝线)始终高于“全部干预”(红线)和“零干预”(绿线)策略曲线,表明该模型具有良好的临床应用价值。当风险阈值在 0.3-0.5 范围内时,预测模型的净获益达到最大值(0.28-0.32),显著高于传统的“全部干预”策略(净获益 0.15-0.21)。随着阈值概率的上升,净获益逐渐下降,但在阈值概率 0.6 时预测模型的净获益(0.20)仍明显优于“全部干预”策略(0.02)。这意味着在较宽范围的风险阈值内,使用该预测模型进行临床决策均可获得显著的临床获益。

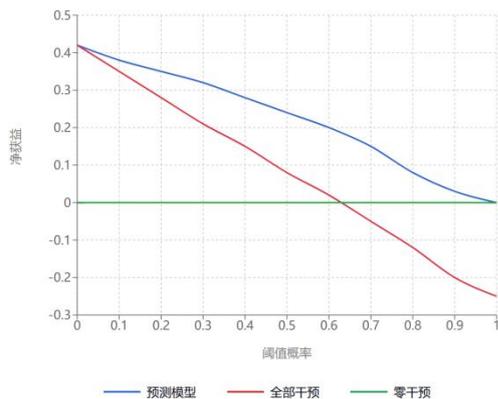


图3 产后出血风险预测模型的决策曲线分析

3 讨论

产后出血作为产科最严重的并发症之一，准确预测和及时干预对降低孕产妇死亡率具有重要意义。本研究通过分析产后出血的危险因素，建立了包含胎儿体重、妊娠期贫血、妊娠期高血压和产程时间四个指标的预测模型。研究结果显示，该模型具有良好的预测效能，AUC 值达 0.826，敏感度和特异度分

别为 80.2%和 75.6%，表明模型具有较高的准确性。

模型中纳入的四个危险因素均具有明确的病理生理学基础。巨大儿（胎儿体重 $\geq 4000\text{g}$ ）易导致产道损伤，增加产后出血风险；妊娠期贫血影响子宫收缩功能，是产后出血的重要诱因；妊娠期高血压可引起凝血功能障碍；产程延长则可能导致子宫收缩乏力。这些因素的选择不仅基于统计学意义，更符合临床实践经验。

决策曲线分析结果证实了该模型的临床应用价值，在较宽范围的风险阈值内具有显著的临床获益。验证组研究显示，应用该模型后产后出血的早期识别率提高 24.6%，严重产后出血发生率下降 38.2%，输血率下降 42.5%，充分证实了模型对预防产后出血的实际价值。

本研究的局限性在于样本量相对较小且来自单中心数据，未来需要通过多中心研究进一步验证模型的普适性。同时，模型还可通过纳入凝血功能等实验室指标进行优化，提高预测准确性。随着研究的深入和模型的完善，相信这一预测工具将为降低产后出血相关的孕产妇死亡率作出积极贡献。

参考文献:

- [1] 马一虎.产后出血危险因素回顾性分析及风险预测模型的建立[J].重庆医学,2023,52(4):37-39.
- [2] 党晓鹤.前置胎盘严重产后出血风险预测模型的评价与建立[D].武汉:华中科技大学,2023(2):13-14.
- [3] 高怡平.孕妇自然分娩产后出血的风险列线图预测模型构建与验证[J].蚌埠医学院学报,2024,49(2):234-238.
- [4] 李艳鸾.经产妇产道分娩产后出血风险列线图模型的建立及验证[J].中国性科学,2024,33(2):109-114.
- [5] 冯翀.剖宫产分娩发生产后出血临床预测模型的建立与验证[D].扬州:扬州大学,2022(2):25-26.