

炎症指标联合阴道pH诊断先兆流产的价值

汤光霞

重庆市铜梁区人民医院产科, 重庆

收稿日期: 2026年8月15日; 录用日期: 2026年9月8日; 发布日期: 2026年9月16日

摘要

目的: 探讨中性粒细胞与淋巴细胞比值(NLR)、血小板与淋巴细胞比值(PLR)、淋巴细胞与单核细胞比值(LMR)联合阴道pH鉴别正常妊娠与先兆流产的价值。方法: 纳入63例妊娠女性, 其中正常妊娠组32例、先兆流产组31例。比较两组一般资料、阴道pH及炎症指标, 采用二元Logistic回归构建炎症指标联合模型和阴道pH联合炎症指标模型, 以ROC曲线评价辅助诊断效能, 并采用2000次Bootstrap重抽样进行内部验证, 同时将年龄、孕周和分娩次数纳入全联合模型进行敏感性校正。结果: 先兆流产组NLR升高、LMR降低($P < 0.01$), PLR及阴道pH组间差异无统计学意义($P > 0.05$)。阴道pH、NLR、PLR、LMR、炎症指标联合模型及阴道pH联合炎症指标模型的表观AUC分别为0.622、0.805、0.635、0.727、0.863和0.953; 全联合模型敏感度为93.5%, 特异度为90.6%, Bootstrap平均乐观值为0.018, 校正AUC为0.935; 年龄、孕周和分娩次数校正模型的表观AUC为0.966, Bootstrap校正AUC为0.922。结论: NLR升高和LMR降低与先兆流产具有一定关联; “系统性炎症/免疫状态 + 局部阴道微环境”的联合模型在本样本中表现出较好的区分度, 但结果仍属小样本探索性证据, 需在更大样本及独立队列中进一步验证。

关键词

先兆流产, 阴道pH, 中性粒细胞与淋巴细胞比值, 血小板与淋巴细胞比值, 淋巴细胞与单核细胞比值

Diagnostic Value of Inflammatory Indices Combined with Vaginal pH for Threatened Miscarriage

Guangxia Tang

Department of Obstetrics, Chongqing Tongliang District People's Hospital, Chongqing

Received: August 15, 2026; accepted: September 8, 2026; published: September 16, 2026

Abstract

Objective: To evaluate the auxiliary diagnostic value of the neutrophil-to-lymphocyte ratio (NLR),

platelet-to-lymphocyte ratio (PLR), lymphocyte-to-monocyte ratio (LMR), and vaginal pH for distinguishing threatened miscarriage from normal pregnancy. Methods: Sixty-three pregnant women were included, comprising 32 women with normal pregnancy and 31 with threatened miscarriage. General characteristics, vaginal pH, and the inflammatory markers were compared between groups. Binary logistic regression was used to construct an inflammatory-index model and a model combining vaginal pH with the inflammatory indices. Receiver operating characteristic (ROC) curves were used to assess discrimination, with 2000 bootstrap resamples for internal validation; age, gestational age, and parity were additionally included in a sensitivity-adjusted model. Results: NLR was higher and LMR was lower in the threatened miscarriage group ($P < 0.01$), whereas PLR and vaginal pH did not differ significantly between groups ($P > 0.05$). The apparent AUCs for vaginal pH, NLR, PLR, LMR, the inflammatory-index model, and the vaginal pH plus inflammatory-index model were 0.622, 0.805, 0.635, 0.727, 0.863, and 0.953, respectively. The full combined model had a sensitivity of 93.5% and specificity of 90.6%, with a mean Bootstrap optimism of 0.018 and an optimism-corrected AUC of 0.935. The age-, gestational-age-, and parity-adjusted model had an apparent AUC of 0.966 and a Bootstrap-corrected AUC of 0.922. Conclusion: Elevated NLR and reduced LMR were associated with threatened miscarriage. The “systemic inflammation/immune status + local vaginal microenvironment” combination showed good discrimination in this sample, but the findings remain exploratory and require validation in larger and independent cohorts.

Keywords

Threatened Miscarriage, Vaginal pH, Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio, Platelet-to-Lymphocyte Ratio, Lymphocyte-to-Monocyte Ratio

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

先兆流产是妊娠期较常见的临床问题，主要表现为宫内妊娠尚具活性时出现阴道少量流血，可伴或不伴下腹痛、腰骶部不适等症状。临床处理的首要任务是确认宫内妊娠状态，并结合症状、妇科检查、超声及血清学指标动态排除异位妊娠、胚胎停育及其他导致阴道流血的原因[1]。由于患者症状轻重、出血表现与妊娠状态之间并不存在完全一致的对应关系，单纯依赖主观症状或某一项实验室指标往往难以充分反映患者当时的病理生理状态。因此，在常规诊疗基础上寻找来源稳定、检测便捷、价格低廉且可重复获得的辅助指标，对于提高先兆流产的早期识别和鉴别效率具有一定临床意义。需要强调的是，本研究关注的是正常妊娠与先兆流产在就诊时的辅助鉴别，而非对未来流产结局进行预测。

妊娠的建立和维持并非单纯的“免疫抑制”，而是母体免疫系统与胚胎、胎盘之间持续动态调节的结果。母胎界面的滋养层细胞、蜕膜细胞及多种免疫细胞共同参与胚胎着床、免疫耐受、血管重塑和局部炎症控制[2]-[4]。当促炎与抗炎反应失衡时，可能影响滋养层细胞侵袭、蜕膜反应以及母胎界面稳态。外周血中性粒细胞、淋巴细胞、血小板和单核细胞分别参与先天免疫、适应性免疫、炎症放大及组织修复等过程，其数量及相互比例的变化能够从不同侧面反映机体系统性炎症与免疫调节状态[5]-[7]。NLR、PLR 和 LMR 均可由常规血细胞计数直接计算，无需增加额外采血和特殊检测试剂，因而具有获取方便、成本低、可重复性较好的优势。

围绕妊娠丢失及先兆流产的研究已经对上述炎症比值进行了较多探索。系统评价及病例研究提示，流产或妊娠丢失人群的 NLR 总体呈升高趋势，而 PLR 的结果相对不一致[8]-[11]。研究者对胚胎停育、

先兆流产及正常妊娠人群进行比较后发现,先兆流产组 NLR 水平高于正常妊娠组,且 NLR 对先兆流产具有一定的辅助判别价值[12]。相较之下,LMR 在先兆流产领域的研究数量较少,但其同时整合淋巴细胞与单核细胞变化,理论上可补充 NLR 和 PLR 未能反映的免疫信息。

除系统性炎症状态外,阴道局部微环境也是妊娠维持过程中值得关注的因素。正常生殖道微生态通常以乳酸杆菌占优势,形成相对稳定的酸性环境[13]-[16]。既往研究发现,部分早期流产患者可出现阴道菌群多样性增加、乳酸杆菌减少及局部炎症增强等改变[17]-[20]。阴道 pH 是临床阴道分泌物检查中较易获得的量化参数,可在一定程度上反映局部酸碱环境。

目前,单项炎症指标受个体差异和多种混杂因素影响,而阴道 pH 对局部环境的反映又相对粗略,单独应用均可能存在敏感度或特异度不足。将来源不同的指标进行组合,有望从“系统性炎症/免疫状态”和“局部阴道环境”两个维度获得互补信息。近年来已有研究尝试将血液炎症指标与彩色多普勒超声等临床信息联合用于先兆流产及妊娠结局的判别[21],提示多维信息整合可能较单一指标更有利于临床分层。本研究的主要创新点在于进一步将反映全身系统性炎症/免疫状态的 NLR、PLR、LMR 与反映局部微环境的阴道 pH 进行“系统 + 局部”整合,尝试从不同病理生理层面获得互补的鉴别信息。现有关于 NLR、PLR、LMR 与阴道 pH 联合用于先兆流产辅助诊断的资料仍较有限,其具体判别效能及各指标在联合模型中的增量信息尚需进一步观察[22]。基于此,本研究利用真实临床病例资料,比较正常妊娠与先兆流产患者的一般资料、NLR、PLR、LMR 及阴道 pH,并进一步评价各指标单项及联合模型的 ROC 特征,旨在为构建简便、低成本的先兆流产辅助鉴别方案提供探索性依据。

2. 资料与方法

2.1. 研究对象

回顾性收集 2020 年 1 月至 2026 年 6 月重庆市铜梁区人民医院产科就诊的妊娠女性。根据病历诊断为正常妊娠组 32 例和先兆流产组 31 例,共 63 例。正常妊娠组为同期本院建档、无先兆流产临床表现的妊娠女性。

纳入标准:1) 年龄 20~40 岁;2) 孕周 12~28 周;3) 孕期产检资料完整;4) 先兆流产组符合本研究诊断标准。

排除标准:1) 孕期产检资料不完整、无明确妊娠结局或主动要求终止妊娠;2) 合并严重内、外科基础疾病;3) 存在宫颈管缩短、子宫肌瘤或子宫畸形;4) 宫颈息肉或宫颈肿瘤导致阴道出血。

诊断标准:先兆流产表现为阴道少量流血,可伴或不伴下腹痛或腰部酸痛;盆腔检查宫颈口未开,胎膜完整,无妊娠物排出,子宫大小与孕周相符。

2.2. 指标收集与计算

收集研究对象年龄、孕周、妊娠次数、分娩次数及流产次数等一般资料。收集阴道分泌物检查中的酸碱度数值,全文统一命名为“阴道 pH”。收集同期血常规中的中性粒细胞、淋巴细胞、血小板及单核细胞计数,按 $NLR = \text{中性粒细胞计数} / \text{淋巴细胞计数}$ 、 $PLR = \text{血小板计数} / \text{淋巴细胞计数}$ 、 $LMR = \text{淋巴细胞计数} / \text{单核细胞计数}$ 计算相应炎症比值。

血常规及阴道 pH 相关采样均在用药、输液或阴道处理前完成。抽取静脉血,采用希森美康 XN-9100 全自动血球分析仪检测中性粒细胞、淋巴细胞、血小板及单核细胞计数,所有试剂均为仪器配套试剂。

2.3. 联合模型构建

以正常妊娠为阴性状态(0),先兆流产为阳性状态(1)。采用二元 Logistic 回归生成联合预测概率:炎

症指标联合模型纳入 NLR、PLR 和 LMR；阴道 pH 联合炎症指标模型纳入阴道 pH、NLR、PLR 和 LMR。联合模型用于评价指标组合的判别能力。鉴于 NLR、PLR 和 LMR 共享部分血细胞参数，且本研究样本量较小，回归系数不作病因学或因果解释。

2.4. 统计学方法

采用 SPSS 27.0 软件进行统计学分析。计量资料先进行正态性检验，符合正态分布者以 $\bar{x} \pm s$ 表示，组间比较采用独立样本 t 检验；不符合正态分布者以中位数和四分位数间距[M (P25, P75)]表示，组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。采用二元 Logistic 回归构建炎症指标联合模型及阴道 pH 联合炎症指标模型。采用 ROC 曲线评价阴道 pH、NLR、PLR、LMR 及联合模型的辅助诊断效能，计算 AUC 及 95% CI，以约登指数最大确定探索性最佳临界值，并计算敏感度和特异度。考虑到本研究样本量有限，进一步采用年龄、孕周和分娩次数进行敏感性校正分析；为评价模型内部稳定性，采用 Bootstrap 重抽样 2000 次计算平均乐观值，并以表观 AUC 减去平均乐观值得到乐观主义校正 AUC。由于本研究样本量较小，该校正模型仅用于稳健性检验，不作因果效应解释。双侧 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 两组一般资料比较

本研究共纳入 63 例妊娠女性，其中正常妊娠组 32 例，先兆流产组 31 例。正常妊娠组年龄为(28.25 $\pm$ 4.44)岁，先兆流产组为(29.13 $\pm$ 3.32)岁，两组年龄差异无统计学意义($P = 0.379$)。正常妊娠组妊娠次数为 1 (1, 2)次，先兆流产组为 2 (1, 3)次；两组流产次数均为 0 (0, 1)次，妊娠次数和流产次数的组间差异均无统计学意义($P = 0.171, 0.106$)。先兆流产组孕周为 19 (15, 22)周，低于正常妊娠组的 23 (23, 23)周，差异有统计学意义($P < 0.001$)。两组分娩次数的中位数均为 0 次，但四分位数分布不同：正常妊娠组为 0 (0, 0)次，先兆流产组为 0 (0, 1)次，组间差异有统计学意义($P = 0.006$)。总体而言，两组在年龄、妊娠次数及既往流产次数方面较为接近，但孕周及既往分娩次数的分布存在差异。见表 1。

Table 1. Comparison of general data between the two groups

表 1. 两组一般资料比较

指标	正常妊娠组(n = 32)	先兆流产组(n = 31)	t/Z 值	P 值
年龄(岁)	28.25 $\pm$ 4.44	29.13 $\pm$ 3.32	0.887	0.379
孕周(周)	23 (23, 23)	19 (15, 22)	3.600	<0.001
妊娠次数(次)	1 (1, 2)	2 (1, 3)	1.370	0.171
分娩次数(次)	0 (0, 0)	0 (0, 1)	2.755	0.006
流产次数(次)	0 (0, 1)	0 (0, 1)	1.616	0.106

注：年龄以 $\bar{x} \pm s$ 表示，采用独立样本 t 检验；孕周、妊娠次数、分娩次数和流产次数以 M (P25, P75)表示，采用 Mann-Whitney U 检验。

3.2. 两组阴道 pH 及炎症指标比较

两组阴道 pH 及炎症指标的分布见表 2。正常妊娠组 NLR 为 3.39 (2.69, 3.68)，先兆流产组升高至 5.82 (4.06, 7.83)，组间差异有统计学意义($Z = 4.159, P < 0.001$)，为本研究组间差异最明显的炎症比值。LMR 则呈相反方向变化，正常妊娠组为 4.31 (3.54, 4.90)，先兆流产组为 2.83 (2.42, 4.29)，差异有统计学意义($Z = 3.087, P = 0.002$)。PLR 在先兆流产组为 151.49 (105.68, 192.58)，高于正常妊娠组的 116.03 (95.45,

142.32), 但差异未达到统计学意义($P = 0.066$)。两组阴道 pH 中位数均为 4.60, 正常妊娠组四分位数范围为 4.60~4.80, 先兆流产组为 4.25~4.80, 先兆流产组整体呈较低分布趋势, 但差异同样未达到统计学意义($P = 0.077$)。从单纯组间比较看, 本研究的差异主要集中于 NLR 升高和 LMR 降低, 而 PLR 及阴道 pH 仅表现出方向性变化。

Table 2. Comparison of vaginal pH and inflammatory indices between the two groups

表 2. 两组阴道 pH 及炎症指标比较

指标	正常妊娠组(n = 32)	先兆流产组(n = 31)	Z 值	P 值
阴道 pH	4.60 (4.60, 4.80)	4.60 (4.25, 4.80)	1.769	0.077
NLR	3.39 (2.69, 3.68)	5.82 (4.06, 7.83)	4.159	<0.001
PLR	116.03 (95.45, 142.32)	151.49 (105.68, 192.58)	1.835	0.066
LMR	4.31 (3.54, 4.90)	2.83 (2.42, 4.29)	3.087	0.002

注: 各指标以 M (P25, P75)表示, 组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。

3.3. 各指标及联合模型的 ROC 曲线分析

ROC 曲线分析进一步显示, 各指标对先兆流产的辅助判别能力存在差异。单项指标中, NLR 的 AUC 最高, 为 0.805 (95% CI: 0.691~0.920), 最佳临界值为 4.260, 对应敏感度 74.2%、特异度 87.5%; LMR 的 AUC 为 0.727 (95% CI: 0.591~0.862), 当 $LMR \leq 3.302$ 时, 敏感度为 71.0%、特异度为 84.4%。PLR 和阴道 pH 的 AUC 分别为 0.635 和 0.622, 单项判别能力相对有限。其中阴道 pH 以 ≤ 4.500 作为探索性阳性判定时, 特异度达到 96.9%, 但敏感度仅 45.2%, 表现为较高特异度与较低敏感度并存。将 NLR、PLR 和 LMR 纳入炎症指标联合模型后, AUC 增至 0.863 (95% CI: 0.769~0.956), 敏感度 80.6%、特异度 87.5%; 进一步加入阴道 pH 后, 总联合模型 AUC 为 0.953 (95% CI: 0.891~1.000), 最佳概率临界值 0.328, 约登指数 0.842, 敏感度 93.5%、特异度 90.6%。从数值上看, 联合模型较单项指标具有更完整的敏感度和特异度组合, 其中阴道 pH 联合炎症指标模型的表现判别效能最高。见表 3、图 1。采用 2000 次 Bootstrap 内部验证后, 炎症指标联合模型的平均乐观值为 0.026, 校正 AUC 为 0.836; 阴道 pH 联合炎症指标模型的平均乐观值为 0.018, 校正 AUC 为 0.935。进一步将年龄、孕周和分娩次数纳入全联合模型进行敏感性校正, 模型表现 AUC 为 0.966, Bootstrap 校正 AUC 为 0.922。上述结果提示, 模型在内部验证后仍保留较好的区分度, 但小样本条件下的性能仍可能存在乐观偏倚, 需在独立队列中进一步验证。见表 4。

Table 3. ROC analysis of vaginal pH, inflammatory indices, and combined models for threatened miscarriage

表 3. 阴道 pH、炎症指标及联合模型诊断先兆流产的 ROC 曲线分析

指标	阳性判定	最佳临界值	AUC	95% CI	约登指数	敏感度/%	特异度/%
阴道 pH	$\leq$	4.500	0.622	0.481~0.764	0.420	45.2	96.9
NLR	$\geq$	4.260	0.805	0.691~0.920	0.617	74.2	87.5
PLR	$\geq$	141.447	0.635	0.493~0.777	0.298	54.8	75.0
LMR	$\leq$	3.302	0.727	0.591~0.862	0.553	71.0	84.4
炎症指标联合	$\geq$	0.507	0.863	0.769~0.956	0.681	80.6	87.5
阴道 pH + 炎症指标联合	$\geq$	0.328	0.953	0.891~1.000	0.842	93.5	90.6

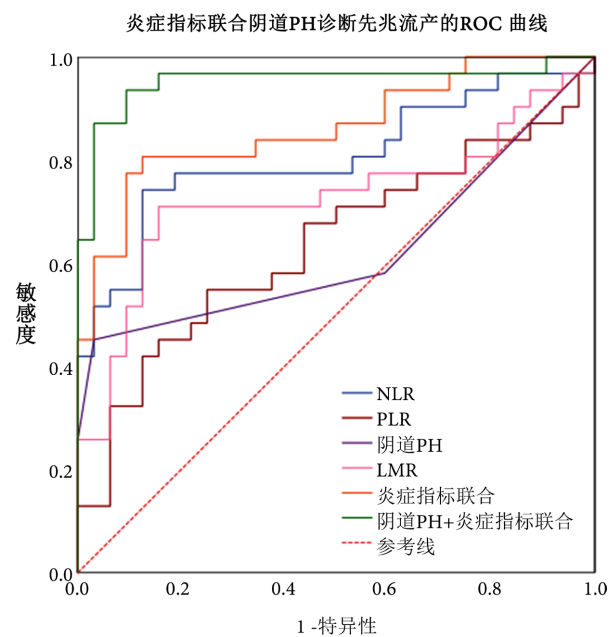


Figure 1. ROC curves of vaginal pH, inflammatory indices, and combined models for threatened miscarriage
图 1. 阴道 pH、炎症指标及联合模型诊断先兆流产的 ROC 曲线

Table 4. Bootstrap internal validation and confounder adjustment analysis of the Logistic regression model
表 4. Logistic 回归模型的 Bootstrap 内部验证及混杂因素校正分析

模型	入模变量	表观 AUC	平均乐观值	校正 AUC
炎症指标联合	NLR + PLR + LMR	0.863	0.026	0.836
阴道 pH + 炎症指标联合	阴道 pH + NLR + PLR + LMR	0.953	0.018	0.935
阴道 pH + 炎症指标联合 (年龄、孕周、分娩次数校正)	阴道 pH + NLR + PLR + LMR + 年龄 + 孕周 + 分娩次数	0.966	0.044	0.922

注：Bootstrap 重抽样 2000 次；校正 AUC = 表观 AUC - 平均乐观值。校正模型仅用于敏感性分析。

4. 讨论

本研究基于 63 例妊娠女性的真实临床资料，比较正常妊娠组与先兆流产组的一般资料、阴道 pH 及外周血炎症比值，并评价各指标及联合模型的辅助诊断效能。结果显示，先兆流产组 NLR 明显升高、LMR 降低，而 PLR 及阴道 pH 组间差异未达到统计学意义。单项指标中 NLR 的判别效能相对较好，AUC 为 0.805；NLR、PLR、LMR 联合后 AUC 为 0.863，进一步加入阴道 pH 后联合模型表观 AUC 为 0.953。上述结果提示，外周血炎症指标可从不同角度反映先兆流产患者的免疫炎症状态，多指标组合可能较单项指标提供更完整的判别信息。

NLR 由中性粒细胞与淋巴细胞计数计算获得，可同时反映非特异性炎症反应增强与适应性免疫调节变化。妊娠维持依赖母胎界面适度的免疫耐受及炎症平衡，过度炎症反应可能影响滋养层细胞侵袭、蜕膜反应和局部血管重塑。既往系统评价及病例研究显示，妊娠丢失或先兆流产人群 NLR 总体呈升高趋势[5]-[9]。本研究中，先兆流产组 NLR 中位数为 5.82，高于正常妊娠组的 3.39，进一步提示 NLR 与先兆流产之间存在一定关联。由于 NLR 来源于常规血常规，检测便捷、成本较低，在临床辅助识别中具有一定实用性。

LMR 反映淋巴细胞与单核细胞之间的相对变化。本研究中,先兆流产组 LMR 降低, AUC 为 0.727, 其反映了先兆流产患者免疫调节能力下降及炎症细胞募集增强。相较于 NLR, 关于 LMR 与先兆流产的直接研究仍较少, 其临床意义尚需进一步验证。PLR 在先兆流产组中呈升高趋势, 但差异无统计学意义, AUC 仅为 0.635, 提示其单独判别能力有限。既往研究对 PLR 与妊娠丢失的关系亦存在不一致结果[5] [6] [10]。此外, 健康妊娠过程中 NLR、PLR 和 LMR 本身可随孕期发生动态变化[11] [12]。

阴道微环境与妊娠维持密切相关。正常生殖道通常以乳酸杆菌为优势菌及酸性环境为主要特征, 既往研究发现部分流产患者生殖道存在乳酸杆菌减少、菌群多样性增加及局部炎症改变[13]-[18]。阴道 pH 是阴道环境的粗略量化指标, 能够提供局部环境信息。本研究中, 阴道 pH 单项 AUC 为 0.622, 提示其独立辅助诊断价值有限。

联合分析是本研究最主要的创新点。与仅使用单一血液炎症指标的策略不同, 本研究将反映全身系统性炎症/免疫状态的 NLR、PLR、LMR, 与反映局部微环境的阴道 pH 进行整合, 形成“系统 + 局部”的组合诊断思路。血液炎症比值提供全身层面的免疫炎症信息, 而阴道 pH 提供局部阴道环境的补充信息, 二者可能具有一定互补性。这种跨来源的多维信息整合有助于从更完整的病理生理视角探索正常妊娠与先兆流产的辅助鉴别价值, 是本研究区别于单一指标分析的主要特点。本研究中, NLR、PLR 和 LMR 联合后 AUC 提高至 0.863, 加入阴道 pH 后表观 AUC 进一步达到 0.953, 同时敏感度为 93.5%、特异度为 90.6%; 经 Bootstrap 校正后 AUC 为 0.935。既往先兆流产研究也提示, 将血液炎症指标与超声等临床信息联合可获得较好的判别效能[21] [22]; 其他疾病中的多指标研究同样体现了整合不同维度信息的思路[23] [24]。

本研究存在一定局限性。首先, 研究为单中心回顾性小样本研究, 样本代表性有限, 两组孕周及既往分娩次数存在差异, 且缺少出血程度、孕酮、 β -hCG、超声特征、感染状态及治疗等潜在混杂因素。本研究已将年龄、孕周和分娩次数纳入全联合模型进行敏感性校正, 并采用 2000 次 Bootstrap 进行内部验证, 但受样本量限制, 未设置独立验证集, 也未进行匹配设计, 校正模型的稳定性仍有限。未来研究应在更大样本中采用孕周、年龄和产次匹配, 或预先设定多变量调整方案, 并在时间或地理上独立的队列中进行外部验证。其次, 阴道 pH 为离散指标, 缺乏 Nugent 评分、病原学及阴道微生物组资料, 限制了对局部微环境机制的解释。后续研究还应扩大样本并采用连续入组、多中心前瞻性设计, 统一血常规和阴道 pH 采样时点, 在纳入孕周、孕产史、超声及血清学指标等重要临床变量的基础上进行模型校正与验证。总体而言, 本研究支持 NLR 升高、LMR 降低与先兆流产具有一定关联, 多指标联合可为临床辅助鉴别提供探索性信息, 但其临床应用仍需经外部验证确认。

5. 结论

先兆流产组 NLR 升高、LMR 降低, 二者在本样本中具有一定的辅助诊断价值。NLR、PLR 和 LMR 联合后判别效能较单项指标更高, 加入阴道 pH 后的联合模型表观 AUC 为 0.953, 经 2000 次 Bootstrap 内部验证后校正 AUC 为 0.935; 在进一步校正年龄、孕周和分娩次数后, 模型 Bootstrap 校正 AUC 为 0.922。上述“系统性炎症/免疫状态 + 局部阴道微环境”联合模型仍属于小样本探索性结果, 需在标准化采样、更大样本及独立时间或地理队列中进一步验证。

致 谢

本研究获重庆市铜梁区人民医院院级课题(Y2024-6)支持。

利益冲突

作者声明不存在利益冲突。

声 明

本研究经重庆市铜梁区人民医院伦理委员会审查(2024年伦审第140号),回顾性研究知情同意豁免。

基金项目

重庆市铜梁区人民医院院级课题(Y2024-6)。

参考文献

- [1] Mehra, V.M., Farooqi, S., Sriram, P. and Tunde-Biyass, M. (2024) Diagnosis and Management of Early Pregnancy Loss. *Canadian Medical Association Journal*, **196**, E1162-E1168. <https://doi.org/10.1503/cmaj.231489>
- [2] Mor, G. and Cardenas, I. (2010) Review Article: The Immune System in Pregnancy: A Unique Complexity. *American Journal of Reproductive Immunology*, **63**, 425-433. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0897.2010.00836.x>
- [3] Erlebacher, A. (2013) Immunology of the Maternal-Fetal Interface. *Annual Review of Immunology*, **31**, 387-411. <https://doi.org/10.1146/annurev-immunol-032712-100003>
- [4] Mor, G., Aldo, P. and Alvero, A.B. (2017) The Unique Immunological and Microbial Aspects of Pregnancy. *Nature Reviews Immunology*, **17**, 469-482. <https://doi.org/10.1038/nri.2017.64>
- [5] Hantoushzadeh, S., Gargar, O.K., Jafarabady, K., Rezaei, M.M., Asadi, F., Eshraghi, N., et al. (2024) Diagnostic Value of Neutrophil-to-Lymphocyte and Platelet-to-Lymphocyte Ratio to Predict Recurrent Pregnancy Loss and Abortion; a Systematic Review and Meta-Analysis. *Immunity, Inflammation and Disease*, **12**, e1210. <https://doi.org/10.1002/iid3.1210>
- [6] Oğlak, S.C. and Aydın, M.F. (2020) Are Neutrophil to Lymphocyte Ratio and Platelet to Lymphocyte Ratio Clinically Useful for the Prediction of Early Pregnancy Loss? *Ginekologia Polska*, **91**, 524-527. <https://doi.org/10.5603/gp.a2020.0082>
- [7] Turgut, E., Yildirim, M., Sakcak, B., Ayhan, S.G., Tekin, O.M. and Sahin, D. (2022) Predicting Miscarriage Using Systemic Immune-Inflammation Index. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*, **48**, 587-592. <https://doi.org/10.1111/jog.15156>
- [8] Kim, Y. (2020) Retrospective Analysis of Prognostic Value of the Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio in Early Miscarriages: An 8-Year Survey. *Medicine*, **99**, e20888. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000020888>
- [9] Liu, D., Huang, X., Xu, Z., Chen, M. and Wu, M. (2022) Predictive Value of NLR and PLR in Missed Miscarriage. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, **36**, e24250. <https://doi.org/10.1002/jcla.24250>
- [10] Bai, Y.Y., Xi, Y., Yin, B.B., et al. (2023) Reference Intervals of Systemic Immune-Inflammation Index, Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio, Lymphocyte-to-Monocyte Ratio, and Platelet-to-Lymphocyte Ratio during Normal Pregnancy in China. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, **27**, 1033-1044. https://doi.org/10.26355/eurev_202302_31199
- [11] Hershko Klement, A., Hadi, E., Asali, A., Shavit, T., Wiser, A., Haikin, E., et al. (2018) Neutrophils to Lymphocytes Ratio and Platelets to Lymphocytes Ratio in Pregnancy: A Population Study. *PLOS ONE*, **13**, e0196706. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196706>
- [12] 李瑞英, 周岩, 黄祖璐, 等. 血液炎症指标与胚胎停育及先兆流产的相关性分析[J]. 西部医学, 2023, 35(5): 687-691.
- [13] Al-Memar, M., Bobdiwala, S., Fourie, H., Mannino, R., Lee, Y., Smith, A., et al. (2020) The Association between Vaginal Bacterial Composition and Miscarriage: A Nested Case-Control Study. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, **127**, 264-274. <https://doi.org/10.1111/1471-0528.15972>
- [14] Liu, X., Cao, Y., Xie, X., Qin, X., He, X., Shi, C., et al. (2021) Association between Vaginal Microbiota and Risk of Early Pregnancy Miscarriage. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, **77**, Article ID: 101669. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2021.101669>
- [15] Grewal, K., Lee, Y.S., Smith, A., Brosens, J.J., Bourne, T., Al-Memar, M., et al. (2022) Chromosomally Normal Miscarriage Is Associated with Vaginal Dysbiosis and Local Inflammation. *BMC Medicine*, **20**, Article No. 38. <https://doi.org/10.1186/s12916-021-02227-7>
- [16] Xu, L., Huang, L., Lian, C., Xue, H., Lu, Y., Chen, X., et al. (2020) Vaginal Microbiota Diversity of Patients with Embryonic Miscarriage by Using 16S rDNA High-Throughput Sequencing. *International Journal of Genomics*, **2020**, Article ID: 1764959. <https://doi.org/10.1155/2020/1764959>
- [17] Marangoni, A., Laghi, L., Zagonari, S., Patuelli, G., Zhu, C., Foschi, C., et al. (2021) New Insights into Vaginal

-
- Environment during Pregnancy. *Frontiers in Molecular Biosciences*, **8**, Article 656844. <https://doi.org/10.3389/fmolb.2021.656844>
- [18] Muzny, C.A., Cerca, N., Elnaggar, J.H., Taylor, C.M., Sobel, J.D. and Van Der Pol, B. (2023) State of the Art for Diagnosis of Bacterial Vaginosis. *Journal of Clinical Microbiology*, **61**, e00837-22. <https://doi.org/10.1128/jcm.00837-22>
 - [19] Ravel, J., Gajer, P., Abdo, Z., Schneider, G.M., Koenig, S.S.K., McCulle, S.L., *et al.* (2011) Vaginal Microbiome of Reproductive-Age Women. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **108**, 4680-4687. <https://doi.org/10.1073/pnas.1002611107>
 - [20] Romero, R., Hassan, S.S., Gajer, P., Tarca, A.L., Fadrosh, D.W., Nikita, L., *et al.* (2014) The Composition and Stability of the Vaginal Microbiota of Normal Pregnant Women Is Different from That of Non-Pregnant Women. *Microbiome*, **2**, Article No. 4. <https://doi.org/10.1186/2049-2618-2-4>
 - [21] Yang, S., Wang, M., Yang, L. and Lin, N. (2025) Diagnostic Value of Color Doppler Ultrasound Combined with Blood Inflammatory Markers in Threatened Abortion and Pregnancy Outcomes in Early Pregnancy. *Acta Radiologica*. <https://doi.org/10.1177/02841851251324923>
 - [22] Baştırmur, A.G., Haliloğlu, E., Tanaçan, A., Yıldız, E.G., Peker, A., Kara, Ö., *et al.* (2026) Relationship between Aggregate Index of Systemic Inflammation with Miscarriage and Pregnancy Complications. *Journal of Reproductive Immunology*, **174**, Article ID: 104869. <https://doi.org/10.1016/j.jri.2026.104869>
 - [23] 刘阳, 杨磊, 李素, 慈书俊, 许斌. SII、NLR、PLR、LMR 对食管癌放疗患者近期预后的预测价值[J]. 中南医学科学杂志, 2026, 54(2): 233-236.
 - [24] 王冰祥, 王钰炜, 王飒, 王美玲, 许书荣, 刘亚洁, 周帅帅, 吴青峰. 视神经鞘直径联合炎症指标预测自发性脑出血患者神经功能预后的价值[J]. 中华急诊医学杂志, 2026, 35(4): 525-530.