

УДК 611.018.52:618.3-06-037
<https://doi.org/10.20538/1682-0363-2026-3-146-154>

Возможности прогнозирования преэклампсии с использованием тромбоцитарных показателей клинического анализа крови

Кузьменко Г.Н.¹, Клычева М.М.^{1,2}, Панова И.А.¹, Чесалова А.С.¹

¹ Ивановский научно-исследовательский институт материнства и детства (НИИ МиД)
имени В.Н. Городкова
Россия, 153045, г. Иваново, ул. Победы, 20

² Ивановский государственный медицинский университет (ГМУ)
Россия, 153012, г. Иваново, пр. Шереметевский, 8

РЕЗЮМЕ

Преэклампсия (ПЭ) занимает ведущие позиции в структуре материнской заболеваемости и смертности, является частой причиной неонатальной смертности. Поэтому прогнозирование развития и профилактика ПЭ являются ключевыми направлениями современного акушерства, направленными на снижение материнской и перинатальной заболеваемости. Важную роль в патогенезе ПЭ играют тромбоциты, обладающие полифункциональностью, а тромбоцитарные индексы позволяют осуществить оценку некоторых морфометрических особенностей тромбоцитов и косвенно оценивать их функциональное состояние.

Авторами был проведен несистематический, описательный поиск научных публикаций по базам данных PubMed, eLIBRARY.RU, Google Scholar, направленный на систематизацию данных об использовании доступных и легко измеряемых прогностических маркеров ПЭ, к которым относятся тромбоцитарные и гематологические индексы, представленные в клиническом анализе крови и выполненные на современных гематологических анализаторах. Приоритет отдавался работам, опубликованным за последние 10 лет.

В обзоре показано, что средний объем тромбоцитов (MPV), тромбокрит (PCT), ширина распределения тромбоцитов по объему (PDW), а также показатель отношения тромбоцитов к лимфоцитам (PLR) имеют наибольшую прогностическую значимость для ПЭ. Кроме того, прогностическая ценность данных индексов повышается при их комбинации между собой, учете сроков гестации и интеграции с клиническими факторами риска. Стоит отметить, что для успешного использования тромбоцитарных индексов в клинической практике необходимы дальнейшие исследования, направленные на стандартизацию методов измерения, определение клинически значимых пороговых значений и сроков оценки, проведение многоцентровых исследований с большими выборками и валидацию их прогностической значимости на разных этапах беременности.

Ключевые слова: преэклампсия, прогнозирование, тромбоцитарные индексы, гематологические индексы

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования.

Для цитирования: Кузьменко Г.Н., Клычева М.М., Панова И.А., Чесалова А.С. Возможности прогнозирования преэклампсии с использованием тромбоцитарных показателей клинического анализа крови. *Бюллетень сибирской медицины*. 2026;25(3):146–154. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2026-3-146-154>.

Possibilities of Predicting Preeclampsia Using Platelet Parameters of a Clinical Blood Test

Kuzmenko G.N.¹, Klycheva M.M.^{1,2}, Panova I.A.¹, Chesalova A.S.¹

¹ *Ivanovo Scientific Research Institute of Maternity and Childhood named V.N. Gorodkov
20 Pobedy St., 153045 Ivanovo, Russian Federation*

² *Ivanovo State Medical University
8 Sheremetevsky Ave., 153012 Ivanovo, Russian Federation*

ABSTRACT

Preeclampsia (PE) occupies a leading position in the profile of maternal morbidity and mortality. PE is also a common cause of neonatal mortality. Therefore, forecasting the progression of PE and its prevention are key directions in modern obstetrics aimed at reducing maternal and perinatal morbidity.

Platelets are multi-functional cell fragments that play an important role in the pathogenesis of PE, while platelet indices allow for the assessment of certain morphometric features of platelets and for the indirect assessment of their functional state.

The authors conducted a non-systematic, descriptive search of scientific publications in the PubMed, eLIBRARY.RU, and Google Scholar databases. This search was aimed at systematizing data on the use of accessible and easily measurable prognostic markers of PE, including platelet and hematological indices presented in clinical blood tests and performed on modern hematology analyzers. Priority was given to studies published within the past 10 years.

The review shows that mean platelet volume (MPV), plateletcrit (PCT), platelet distribution width (PDW), and the platelet-to-lymphocyte ratio (PLR) have the greatest prognostic value for PE. Moreover, the prognostic value increases with a combination of these indices, taking into account the gestational age (optimally 14–28 weeks) and integration with clinical risk factors. It is worth noting that for successful implementation of platelet indices into routine clinical practice, further studies are required, aimed at standardizing measurement methods, defining clinically significant threshold values and assessment times, conducting multicenter studies with large samples, and validating the prognostic value at different stages of pregnancy.

Keywords: preeclampsia, prediction, platelet indices, hematological indices

Conflict of interest. The authors declare the absence of obvious or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Source of financing. The authors state that they received no funding for the study.

For citation: Kuzmenko G.N., Klycheva M.M., Panova I.A., Chesalova A.S. Possibilities of Predicting Preeclampsia Using Platelet Parameters of a Clinical Blood Test. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2026;25(3):146–154. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2026-3-146-154>.

ВВЕДЕНИЕ

Прогнозирование преэклампсии (ПЭ) и ее профилактика – ключевое направление для снижения материнской и перинатальной заболеваемости. Углубленное изучение патофизиологических маркеров, разработка комбинированных скрининговых маркеров, своевременная профилактика преэклампсии – стратегические задачи современной медицины. Большое количество исследований свидетельствует о том, что профилактический прием аспирина до 16 нед беременности у женщин группы высокого риска способен предотвратить развитие ПЭ [1]. Тем не менее раннее прогнозирование ПЭ, своевремен-

ное проведение профилактических мероприятий для предотвращения как краткосрочных, так и долгосрочных неблагоприятных последствий заболевания остаются сложной клинической задачей. Методы раннего прогноза ПЭ пока не получили широкого внедрения в практику. Разработка и внедрение эффективных методов раннего прогнозирования ПЭ представляют собой актуальную клиническую проблему. Для улучшения прогнозирования ПЭ и обеспечения эффективной профилактики и своевременного лечения необходимо уделять повышенное внимание легкодоступным критериям.

Несмотря на многочисленные исследования, посвященные ПЭ, ее этиология и точные патогенетические

механизмы являются не до конца установленными и продолжают интенсивно изучаться [2, 3]. Основными звеньями патогенеза ПЭ выступают эндотелиальная дисфункция, сосудистый спазм, активизация процессов агрегации тромбоцитов и свертывающей системы крови, увеличение потребления тромбоцитов, а также развитие воспалительного ответа [4].

Тромбоциты обладают выраженной полифункциональностью и способны инициировать множество патофизиологических реакций [5]. Помимо своей фундаментальной роли в процессах гемостаза и тромбообразования [6, 7] тромбоциты участвуют во взаимодействиях с иммунными клетками, а также в процессах репарации тканей [8, 9] и ангиогенезе [10], модулируют воспалительные ответы, вносят вклад в антимикробную защиту [11, 12]. Тромбоциты служат ключевым источником плацентарных ангиогенных факторов и необходимы для обеспечения локального гемостаза в ходе раннего плацентарного развития [12].

В ранние сроки беременности контролируемая активация тромбоцитов необходима для процессов имплантации, плацентации, адекватного ремоделирования плацентарных сосудов и поддержания плацентарной перфузии [13–15]. Ключевые биоактивные медиаторы, секретируемые тромбоцитами, такие как инсулиноподобный фактор роста 1 и тромбоцитарный фактор роста, участвуют в плацентации и защищают клетки трофобласта от апоптоза [16]. Растворимые факторы, высвобождаемые активированными тромбоцитами, усиливают инвазивный потенциал трофобластов *in vitro* [17].

Значение расчетных тромбоцитарных индексов, получаемых на гематологических анализаторах, в клиническом анализе крови неуклонно растет [18, 19]. Параметры тромбоцитов позволяют также косвенно оценить их функциональную активность как фактора формирования тромбогенного потенциала, играющего ключевую роль в патогенезе ПЭ. Современные гематологические анализаторы измеряют не только общее количество тромбоцитов (PLT) и их средний объем (MPV), но и ряд других параметров: ширину распределения тромбоцитов (PDW), тромбокрит (PCT), среднюю концентрацию компонентов тромбоцитов (MPC), среднюю сухую массу тромбоцитов (MPM) и количество больших форм тромбоцитов (LPLT). В клинической практике прогнозирование риска ПЭ возможно путем анализа отклонений этих показателей в комплексе с другими прогностическими факторами.

Поиск литературы проводился за период с 1993 по июнь 2025 г. для обеспечения релевантности данных современному состоянию науки, при этом предпочтение отдавалось работам, опубликованным за по-

следние 10 лет. Поиск проводился в международной реферативной базе данных PubMed, в российской научной базе eLibrary, а также в поисковой системе Google Scholar с использованием комбинации терминов: преэклампсия (preeclampsia), прогнозирование (predict), тромбоцитарные индексы (platelet indices), гематологические индексы (hematological indices).

В результате первоначального поиска по ключевым словам выявлено 21 836 публикаций: 20 850 англоязычных и 986 русскоязычных. В анализ включались тексты рецензируемых оригинальных статей и обзоров, систематические обзоры и метаанализы, в которых представлены современные данные о возможности использования гематологических индексов, включая тромбоцитарные, для прогнозирования ПЭ у беременных женщин. Предпочтение отдавалось работам на русском и английском языках. Из анализа исключались тезисы конференций, нерцензуемые публикации и статьи, а также исследования, не соответствующие заявленной теме. После оценки на соответствие критериям включения или исключения в обзор было внесено 59 англоязычных и 13 русскоязычных публикаций.

ТРОМБОЦИТАРНЫЕ ИНДЕКСЫ

Во время нормальной беременности наблюдается физиологическое снижение уровня тромбоцитов, обусловленное гемодилюцией, увеличенным их потреблением в периферических тканях и усилением процессов их агрегации [20]. Это снижение умеренное и не имеет клинически значимых последствий для матери или плода. Однако данный физиологический процесс может усугублять патологические состояния, такие как ПЭ [21]. Многочисленные исследования подтверждают связь между ПЭ и тромбоцитопениями. Изменение количества тромбоцитов при патологической активации системы гемостаза признается важным патогенетическим фактором развития ПЭ [22]. Ряд работ демонстрирует значимое снижение количества тромбоцитов при ПЭ [23–25].

Согласно исследованию Р.И. Садова и соавт., выраженная тромбоцитопения характерна преимущественно для тяжелых форм ПЭ [26]. Систематический обзор и метаанализ G.G. Woldeamanuel и соавт. подтвердил, что количество тромбоцитов достоверно ниже у женщин с ПЭ независимо от тяжести состояния или наличия осложнений. Значимое снижение PLT наблюдалось даже до клинической диагностики ПЭ (средняя разница (MD) = –18,81; 95%-й доверительный интервал (95%ДИ): от –29,98 до –7,64; $p = 0,009$; $I^2 = 87\%$). Эти данные указывают на потенциал использования количества тромбоцитов как маркера для прогнозирования ПЭ [27].

Костный мозг при ПЭ компенсаторно вырабатывает и высвобождает более крупные и молодые тромбоциты, что связано с их повышенным потреблением и разрушением, происходящим из-за их агрегации на прокоагулянтном эндотелии [28]. Основным местом потребления тромбоцитов при беременности является маточно-плацентарный кровоток [29]. Взаимодействие тромбоцитов с поврежденным эндотелием активирует их, увеличивая оборот и влияя на ключевые индексы: количество тромбоцитов, средний объем тромбоцитов и долю (%) крупных тромбоцитов [22, 30, 31].

Исследование P.I. Udeh и соавт. продемонстрировало высокую точность прогноза тяжелой ранней ПЭ уже на 14-18-й нед при пороге $PLT < 185 \times 10^3/\text{мкл}$ ($AUC = 0,983$; чувствительность 100,0%, специфичность 90,9%) [32]. Проспективное исследование «случай – контроль» N. Saini и соавт. показало, что PLT на 32-й нед и в родах имеет прогностическую ценность. Для умеренной ПЭ: порог $\leq 236 \times 10^3/\text{мкл}$ (чувствительность 89,47%; специфичность 47,62%; $AUC = 0,722$; 95%ДИ: 0,558–0,852). Для тяжелой ПЭ: порог $\leq 224 \times 10^3/\text{мкл}$ (чувствительность 100%, специфичность 26,32%, $AUC = 0,620$; 95%ДИ: 0,418–0,795) [33].

Тромбоцитрит оценивает общую массу тромбоцитов в образце крови. Согласно исследованиям, у женщин с тяжелой ПЭ уровень PCT значительно ниже, чем у женщин с нормальной беременностью [34, 35].

Прогностическая ценность PCT повышается при его использовании в комбинации с другими тромбоцитарными индексами. У женщин с ПЭ на ранних сроках гестации наблюдаются более высокие средние значения таких показателей, как PLT , PCT , PDW и MPV , по сравнению с женщинами, у которых беременность протекает без осложнений. При увеличении данных показателей в период 13–32 нед беременности вероятность возникновения ПЭ значительно возрастает. Повышенные уровни PLT , PCT , PDW и MPV обладают потенциалом для раннего прогнозирования ПЭ задолго до ее клинической манифестации [36].

Тромбоцитарный индекс PDW характеризует степень гетерогенности тромбоцитов по размеру (тромбоцитарный анизоцитоз). Этот показатель демонстрирует неоднородность морфологии тромбоцитов, обусловленную присутствием крупных форм наряду с тромбоцитами стандартного размера. Крупные тромбоциты обладают повышенной реактивностью, благодаря развитым псевдоподиям, что ведет к увеличению PDW [37]. Повышение PDW связано с активацией тромбоцитов на поврежденном эндотелии и изменением их формы.

У беременных с ПЭ уровень PDW выше по сравнению с физиологической беременностью [38–40]. В тяжелых случаях преэклампсии ускоренный тромбоцитарный оборот приводит к росту PDW и MPV [41].

Однако PDW как самостоятельный прогностический критерий ПЭ имеет ограниченную эффективность. Исключением является исследование P.I. Udeh и соавт., где пороговое значение $PDW > 28,3$ фл на 14–18-й нед прогнозировало тяжелую раннюю ПЭ с исключительной точностью: чувствительность 100,0%, специфичность 99,8% ($AUC = 0,998$) [32].

Объем клеток крови определяет их поведение в кровотоке и играет ключевую роль в поддержании реологических свойств крови [42]. MPV характеризует размер тромбоцитов и отражает костно-мозговую активность [43]. Этот параметр связан с морфологией, кинетикой пролиферации тромбоцитов и является маркером их активации, при которой изменяется клеточная форма с образованием псевдоподий [44]. Размер псевдоподий и их количество увеличивается при активации тромбоцитов [45]. MPV служит индикатором функционального состояния тромбоцитов: при активации и повышенном потреблении костный мозг высвобождает более молодые и крупные клетки, что увеличивает MPV [46]. Такие тромбоциты обладают усиленными агрегационными свойствами и ускоренно потребляются [47]. Степень агрегации коррелирует с количеством крупных незрелых форм и MPV , что обосновывает использование этого показателя для оценки активации тромбоцитов [48, 49].

Исследование J. Wu и соавт. показало, что повышение PCT , PDW и MPV обладает прогностическим потенциалом в отношении преэклампсии задолго до ее клинического начала [36]. Оценка MPV на 14–18-й нед беременности является надежным предиктором тяжелой ранней ПЭ. При пороговом значении более 10,7 фл прогностическая точность составляет: чувствительность 100,0%, специфичность 99,4% ($AUC = 0,996$) [32].

Повышение среднего объема тромбоцитов в первом триместре представляет клинически значимый маркер для прогнозирования поздней ПЭ, что обосновывает его включение в комбинированные прогностические модели. Исследование S.C. Oğlak и соавт. выявило достоверно более высокие значения MPV на 6–14-й нед у пациенток с последующим развитием ПЭ. Пороговое значение $MPV \geq 10,7$ фл демонстрировало чувствительность 63,7% и специфичность 65,0% ($AUC = 0,663$; 95%ДИ: 0,598–0,728) [50].

Анализ ROC-кривых в 10–12 нед беременности подтвердил прогностический потенциал MPV ($AUC = 0,605$; 95%ДИ: 0,531–0,680) с оптимальным порогом 8,95 фл (чувствительность 93%, специ-

фичность 22%) [51]. Данные D. Mannaerts показали значимое увеличение MPV до 20-й нед при последующем развитии ПЭ с оптимальным порогом 8,15 фл (AUC = 0,642; чувствительность 66,7%, специфичность 56,3%) [52]. Наблюдения O. Dundar и соавт. показали, что значительный рост MPV предшествовал диагнозу ПЭ (в среднем на 4,6 нед). Порог более 8,5 фл на 24–28-й нед обеспечивал AUC 0,748, чувствительность 78% и специфичность 86% [53]. Ретроспективный анализ Y. Ahmed и соавт. выявил, что прирост MPV более 0,8 фл между 24–38-й нед является индикатором риска поздней ПЭ [54].

Систематический обзор D. Ye и соавт., включивший 2637 случаев ПЭ и 17 500 случаев нормально протекающей беременности, при метаанализе с моделью случайных эффектов выявил диагностическую точность MPV для ПЭ с чувствительностью 0,707 [95%ДИ: 0,670–0,743], специфичностью 0,639 [95%ДИ: 0,611–0,667] и SROC-AUC 0,728 [46]. Исследование N. Saini и соавт. продемонстрировало увеличение MPV пропорционально тяжести гипертензивных расстройств. Для умеренной ПЭ при пороге 9,6 фл и менее AUC составила 0,535 (чувствительность 47,37%, специфичность 76,19%), а для тяжелой ПЭ при пороге более 10,9 фл – AUC 0,632 (чувствительность 55,56%, специфичность 73,68%) [33]. Многочисленные данные подтверждают прогностическую ценность повышенного MPV для ПЭ, обосновывая его включение в комбинированные прогностические модели [46]. При этом MPV дифференцирует тяжесть ПЭ. При пороге более 9,95 фл в первом триместре (10–12 нед) он предсказывает тяжелые формы с AUC 0,671 [95% ДИ: 0,573–0,768], чувствительностью 93% и специфичностью 43% [51].

При оценке на 24-й нед MPV > 9,7 фл демонстрировал высокую точность прогноза умеренной ПЭ (AUC 0,936; чувствительность 77,8%; специфичность 100,0%) [55]. Измерение MPV в третьем триместре (порог 8,1 фл) показало значимость для прогнозирования тяжелой ПЭ (AUC 0,607) [56]. Многообещающие результаты получены D. Thakkar и соавт.: комбинация MPV > 10,0 фл, PDW > 16,5 фл и PLT < $180 \times 10^3/\text{мкл}$ на 14–18-й нед предсказывала раннюю ПЭ с AUC 0,951 [57].

Ряд исследований оспаривает прогностическую ценность MPV. Исследование S.S. Lin и соавт. (2023) показывает, что до 20-й нед ни один параметр тромбоцитов не позволяет надежно прогнозировать ПЭ (AUC < 0,70). При этом авторы отмечают, что их комбинация с другими известными факторами риска ПЭ может улучшить точность прогноза [58]. T. Arslanoğlu и соавт. указывают на недостаточность MPV для прогноза тяжести ПЭ [59]. S. Altınbas

и соавт. отрицают значимость показателей MPV и отношения MPV к тромбоцитам как самостоятельных предикторов [60].

Параметры MPC и MPM остаются малоизученными в контексте прогноза ПЭ [26, 61, 62]. Отсутствуют данные об их прогностическом применении.

Таким образом, для внедрения тромбоцитарных индексов в клиническую практику необходимы дальнейшие исследования, направленные на определение оптимальных сроков измерения и клинически значимых пороговых значений, проведение многоцентровых исследований с крупными выборками, валидацию их прогностической роли в различные сроки гестации.

ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ИНДЕКСЫ

Клетки крови (нейтрофилы, лимфоциты, моноциты, тромбоциты) играют ключевую роль в системном иммунном ответе. Показатели отношения нейтрофилов к лимфоцитам (NLR) и тромбоцитов к лимфоцитам (PLR), ширина распределения эритроцитов, а также MPV и PCT признаны маркерами системного воспаления [35]. Системный индекс иммунного воспаления (SII), рассчитываемый как (нейтрофилы × тромбоциты) / лимфоциты, также отражает воспалительный статус [63].

Уровень PLR, являясь доступным параметром, служит биомаркером гиперкоагуляции и системного воспаления, опосредуя цитокин-зависимый иммунный ответ [64]. Параметры PLR и NLR ассоциированы с риском осложнений беременности [65]. Показатель PLR отражает степень иммунной активации при преэклампсии [66], его повышение при ПЭ подтверждено исследованиями [67].

Комбинированное использование показателей PLR и NLR представляет собой практичный инструмент для прогнозирования ПЭ, их повышение в первом триместре является независимым предиктором ПЭ. Прогностические характеристики NLR: AUC 0,716 (отношение рисков (OR) 1,43; 95%ДИ: 1,21–1,76); PLR: AUC 0,705 (OR 1,38; 95%ДИ: 1,15–1,63). Оптимальные пороги: NLR $\geq 3,08$; чувствительность 74,6%; специфичность 70,1%; PLR $\geq 126,8$; чувствительность 71,8%; специфичность 72,4% [68].

Исследование S.C. Oğlak и соавт. подтвердило клиническую значимость NLR и PLR в первом триместре для прогнозирования ПЭ. Повышение этих показателей при последующем развитии поздней ПЭ указывает на ключевую роль воспаления в патогенезе. Наилучшим предиктором оказался NLR (порог 4,12; чувствительность 82,1%, специфичность 62,0%), тогда как PLR при пороге 131,8 демонстрировал чувствительность 65,0% и специфичность 60,2% [50].

Комбинация средней концентрации гемоглобина в эритроцитах (МСНС), NLR, PLR и PC/MPV показала эффективность для прогноза ранней ПЭ. Независимыми факторами риска выступили: $NLR \leq 4,4$; $PLR \leq 118,01$; $PC/MPV \leq 17,81$ и $МСНС \geq 340,5$ г/л, с общей AUC модели 0,874 (чувствительность 95,1%, специфичность 62,2%) [69].

Исследования Z. Seyhanli и соавт. не выявили прогностической значимости NLR/PLR в первом триместре [70]. Н.В. Yu и соавт. отметили улучшение AUC до 0,85 при добавлении NLR/PLR к клиническим факторам риска ПЭ (ожирение до беременности, поздний возраст матери и отсутствие родов) [71].

Исследование системного иммуно-воспалительного индекса (SII) выявило значимо более низкие значения при ПЭ. Чувствительность и специфичность для порогового значения системного индекса иммунного воспаления $758,39 \times 10^9$ /л у беременных пациенток с ПЭ составила 77,5 и 67,5% соответственно (AUC 0.705; 95%ДИ: 0,587–0,823; $p = 0,002$) [72]. Однако прогностическая роль SII требует дальнейшего изучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тромбоцитарные индексы (MPV, PCT, PDW) и воспалительные маркеры (NLR, PLR) обладают значимым, но вариабельным прогностическим потенциалом для ПЭ. Максимальная клиническая ценность достигается при комбинации параметров, учете гестационных сроков (оптимально 14–28 нед), интеграции с клиническими факторами риска. Для внедрения в рутинную практику необходимы стандартизация методов, валидация пороговых значений в многоцентровых исследованиях и разработка алгоритмов с использованием технологий, связанных с искусственным интеллектом.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Lailler G., Grave C., Gabet A., Regnault N., Deneux-Tharaux C., Kretz S. et al. Aspirin for the prevention of early and severe pre-eclampsia recurrence: A Real-World Population-Based Study. *Drugs*. 2023;83(5):429–437. DOI: 10.1007/s40265-023-01842-3.
2. Сидорова И.С., Никитина Н.А. Обоснование современной концепции развития преэклампсии. *Акушерство и гинекология*. 2019;4:26–33. DOI: 10.18565/aig.2019.4.26-33.
3. Капительный В.А., Рейштат Д.Ю. Преэклампсия: определение, новое в патогенезе, методические рекомендации, лечение и профилактика. *Архив акушерства и гинекологии им. В.Ф. Снегирёва*. 2020;7(1):19–30. DOI: 10.18821/2313-8726-2020-7-1-19-30.
4. Walle M., Asrie F., Gelaw Y., Getaneh Z. The role of platelet parameters for the diagnosis of preeclampsia among pregnant women attending at the University of Gondar Comprehensive Specialized Hospital antenatal care unit, Gondar, Ethiopia. *J. Clin. Lab. Anal.* 2022;36(4):e24305. DOI: 10.1002/jcla.24305.
5. Макаров М.С., Боровкова Н.В., Кобзева Е.Н., Высочин И.В. Анализ морфофункционального статуса тромбоцитов человека в работе лечебно-профилактических учреждений: значение и перспективы. *Поликлиника*. 2017;1:6–9.
6. Holinstat M. Normal platelet function. *Cancer Metastasis Rev.* 2017;36(2):195–198. DOI: 10.1007/s10555-017-9677-x.
7. Nurden P., Stritt S., Favier R., Nurden A.T. Inherited platelet diseases with normal platelet count: phenotypes, genotypes and diagnostic strategy. *Haematologica*. 2021;106(2):337–350. DOI: 10.3324/haematol.2020.248153.
8. Rodrigues M., Kosaric N., Bonham C.A., Gurtner G.C. Wound healing: a cellular perspective. *Physiol. Rev.* 2019;99(1):665–706. DOI: 10.1152/physrev.00067.2017.
9. Roweth H.G., Battinelli E.M. Platelets and (Lymph)angiogenesis. *Cold Spring Harb. Perspect. Med.* 2023;13(1):a041174. DOI: 10.1101/cshperspect.a041174.
10. Свиридова С.П., Сомонова О.В., Кашия III.П., Обухова О.А., Сотников А.В. Роль тромбоцитов в воспалении и иммунитете. *Исследования и практика в медицине*. 2018;5(3):40–52. DOI: 10.17709/2409-2231-2018-5-3-4.
11. Серебряная Н.Б., Шанин С.Н., Фомичева Е.Е., Якуцени П.П. Тромбоциты как активаторы и регуляторы воспалительных и иммунных реакций. Часть 2. Тромбоциты как участники иммунных реакций. *Медицинская иммунология*. 2019;21(1):9–20. DOI: 10.15789/1563-0625-2019-1-9-20.
12. Sato Y., Fujiwara H., Zeng B.X., Higuchi T., Yoshioka S., Fujii S. Platelet-derived soluble factors induce human extravillous trophoblast migration and differentiation: platelets are a possible regulator of trophoblast infiltration into maternal spiral arteries. *Blood*. 2005;106(2):428–435. DOI: 10.1182/blood-2005-02-0491.
13. Bódis J., Török A., Tinneberg H.R. Hypothesis of pre-eclampsia requires inclusion of the role of platelets. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 1997;177(1):243–244. DOI: 10.1016/s0002-9378(97)70470-8.
14. Bódis J., Papp S., Vermes I., Sulyok E., Tamás P., Farkas B. et al. «Platelet-associated regulatory system (PARS)» with particular reference to female reproduction. *J. Ovarian. Res.* 2014;7:55. DOI: 10.1186/1757-2215-7-55.
15. Nagy B., Sulyok E., Várnagy Á., Barabás A., Kovács K., Bódis J. The role of platelets in reproduction. *Orv. Hetil.* 2022;163(32):1254–1260. DOI: 10.1556/650.2022.32530.
16. Smith S., Francis R., Guilbert L., Baker P.N. Growth factor rescue of cytokine mediated trophoblast apoptosis. *Placenta*. 2002;23(4):322–330. DOI: 10.1053/plac.2001.0783.
17. Sato Y., Fujiwara H., Konishi I. Role of platelets in placenta-tion. *Med. Mol. Morphol.* 2010;43(3):129–133. DOI: 10.1007/s00795-010-0508-1.
18. Kim M.J., Park P.W., Seo Y.H., Kim K.H., Seo J.Y., Jeong J.H. et al. Reference intervals for platelet parameters in Korean adults using ADVIA 2120. *Ann. Lab. Med.* 2013;33(5):364–366. DOI: 10.3343/alm.2013.33.5.364.
19. Малинова Л.И., Фурман Н.В., Долотовская П.В., Пучиньян Н.Ф., Киселев А.Р. Тромбоцитарные индексы как маркеры интенсивности тромбоцитогенеза и агрегационной активности тромбоцитов: патофизиологическая

- трактовка, клиническое значение, перспективы исследования (обзор). *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2017;13(4):813–820.
20. Ciobanu A.M., Colibaba S., Cimpoca B., Peltecu G., Panaite-scu A.M. Thrombocytopenia in Pregnancy. *Maedica (Bucur)*. 2016;11(1):55–60.
21. Vinodhini R., Lavanya K. Evaluation of platelet count as a prognostic index in eclampsia and pre-eclampsia. *Int. J. Modn. Res. Revs.* 2014;2(10):447–452.
22. Sultana R., Karim S.F., Atia F., Ferdousi S., Ahmed S. Platelet count in preeclampsia. *Journal of Dhaka National Medical College & Hospital*. 2013;18(2):24–26. DOI: 10.3329/jdn-mch.v18i2.16018.
23. Кузник Б.И., Загородняя Э.Д., Иозефсон С.А., Исакова Н.В. Тромбодинамический метод исследования системы гемостаза у женщин с физиологически протекающей беременностью и осложненной преэклампсией. *Журнал акушерства и женских болезней*. 2018;67(6):38–44. DOI: 10.17816/JOWD67638-44.
24. Григорьева Н.А., Глухова Т.Н. Особенности функционального состояния тромбоцитов на доклинической стадии преэклампсии. *Медико-фармацевтический журнал «Пульс»*. 2020;22(12):39–43. DOI: 10.26787/nyd-ha-2686-6838-2020-22-12-39-43.
25. Walle M., Gelaw Y., Getu F., Asrie F., Getaneh Z. Preeclampsia has an association with both platelet count and mean platelet volume: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2022;17(9):e0274398. DOI: 10.1371/journal.pone.0274398.
26. Садов Р.И., Баев Т.О., Панова И.А., Назаров С.Б., Кузьменко Г.Н. Особенности морфометрических изменений тромбоцитов и эритроцитов у женщин с различными формами гипертензивных расстройств в III триместре беременности. *Acta Biomedica Scientifica*. 2020;5(5):31–38. DOI: 10.29413/ABS.2020-5.5.4.
27. Woldeamanuel G.G., Tlaye K.G., Wu L., Poon L.C., Wang C.C. Platelet count in preeclampsia: a systematic review and meta-analysis. *Am. J. Obstet. Gynecol. MFM*. 2023;5(7):100979. DOI: 10.1016/j.ajogmf.2023.100979.
28. Doğan K., Guraslan H., Senturk M.B., Helvacioğlu C., İdil S., Ekin M. Can platelet count and platelet indices predict the risk and the prognosis of preeclampsia? *Hypertens Pregnancy*. 2015;34(4):434–442. DOI: 10.3109/10641955.2015.1060244.
29. Reese J.A., Peck J.D., Yu Z., Scordino T.A., Deschamps D.R., McIntosh J.J. et al. Platelet sequestration and consumption in the placental intervillous space contribute to lower platelet counts during pregnancy. *Am. J. Hematol.* 2019;94(1):E8–E11. DOI: 10.1002/ajh.25321.
30. Juan P., Stefano G., Antonella S., Albana C. Platelets in pregnancy. *J. Prenat. Med.* 2011;5(4):90–92.
31. Kamińska J., Koper O.M., Siedlecka-Czykier E., Matowicka-Karna J., Bychowski J., Kemon H. The utility of inflammation and platelet biomarkers in patients with acute coronary syndromes. *Saudi J. Biol. Sci.* 2018;25(7):1263–1271. DOI: 10.1016/j.sjbs.2016.10.015.
32. Udeh P.I., Olumodeji A.M., Kuye-Kuku T.O. et al. Evaluating mean platelet volume and platelet distribution width as predictors of early-onset pre-eclampsia: a prospective cohort study. *Matern. Health, Neonatol. and Perinatal*. 2024;10(1):5. DOI: 10.1186/s40748-024-00174-8.
33. Saini N., Gautam R., Jeyaseelan S. Utility of platelet count and platelet indices as a prognostic indicator in pregnancy induced hypertension. *International Journal of Reproduction, Contraception, Obstetrics and Gynecology*. 2022;11(11):3053–3061. DOI: 10.18203/2320-1770.ijrcog20222795.
34. Yang S.W., Cho S.H., Kwon H.S., Sohn I.S., Hwang H.S. Significance of the platelet distribution width as a severity marker for the development of preeclampsia. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2014;175:107–111. DOI: 10.1016/j.ejogrb.2013.12.036.
35. Yücel B., Ustun B. Neutrophil to lymphocyte ratio, platelet to lymphocyte ratio, mean platelet volume, red cell distribution width and plateletcrit in preeclampsia. *Pregnancy Hypertens.* 2017;7:29–32. DOI: 10.1016/j.preghy.2016.12.002.
36. Wu J., Zhang J., Yang J., Zheng T.Q., Chen Y.M. Association between platelet indices and risk of preeclampsia in pregnant women. *J. Obstet. Gynaecol.* 2022;42(7):2764–2770. DOI: 10.1080/01443615.2022.2109136.
37. Vagdatli E., Gounari E., Lazaridou E., Katsibourlia E., Tsikopoulou F., Labrianou I. Platelet distribution width: a simple, practical and specific marker of activation of coagulation. *Hipokratia*. 2010;14(1):28–32.
38. Sitotaw C., Asrie F., Melku M. Evaluation of platelet and white cell parameters among pregnant women with Preeclampsia in Gondar, Northwest Ethiopia: A comparative cross-sectional study. *Pregnancy Hypertens.* 2018;13:242–247. DOI: 10.1016/j.preghy.2018.06.006.
39. Ejaz S., Ali A., Almazyad K.A.T., Mahmood A., Adnan S. A comparison of platelet indices of normotensive, hypertensive and preeclamptic pregnant women in Pakistan. *International Journal of Biology and Biotechnology*. 2019;16(3):655–660.
40. Gogoi P., Sinha P., Gupta B., Fimal P., Rajaram S. Neutrophil-to-lymphocyte ratio and platelet indices in pre-eclampsia. *Int. J. Gynaecol. Obstet.* 2019;144(1):16–20. DOI: 10.1002/ijgo.12701.
41. Freitas L.G., Alpoim P.N., Komatsuzaki F., Carvalho M.G., Dusse L.M.S. Preeclampsia: Are platelet count and indices useful for its prognostic? *Hematology*. 2013;18(6):360–364. DOI: 10.1179/1607845413Y.0000000098.
42. Халиулин А.В., Гусякова О.А., Козлов А.В., Габрильчак А.И. Процессы метаболизма и механизмы регуляции активности тромбоцитов (обзор литературы). *Клиническая лабораторная диагностика*. 2019;64(3):164–169. DOI: 10.18821/0869-2084-2019-64-3-164-169.
43. Ali U., Gibbs R., Knight G., Tsitsikas D. Sex-divided reference intervals for mean platelet volume, platelet large cell ratio and plateletcrit using the Sysmex XN-10 automated haematology analyzer in a UK population. *Hematol Transfus. Cell Ther.* 2019;41(2):153–157. DOI: 10.1016/j.htct.2018.09.005.
44. Budak Y.U., Polat M., Huysal K. The use of platelet indices, plateletcrit, mean platelet volume and platelet distribution width in emergency non-traumatic abdominal surgery: a systematic review. *Biochem. Med. (Zagreb)*. 2016;26(2):178–193. DOI: 10.11613/BM.2016.020.

45. Colkesen Y., Muderrisoglu H. The role of mean platelet volume in predicting thrombotic events. *Clin. Chem. Lab. Med.* 2012;50(4):631–634. DOI: 10.1515/CCLM.2011.806.
46. Ye D., Li S., Ding Y., Ma Z., He R. Clinical value of mean platelet volume in predicting and diagnosing pre-eclampsia: a systematic review and meta-analysis. *Front. Cardiovasc. Med.* 2023;10:1251304. DOI: 10.3389/fcvm.2023.1251304.
47. Беломестнов С.Р., Быков А.С. Варианты тромбоцитопенического синдрома в акушерской практике. *Уральский медицинский журнал.* 2017;155(11):47–54.
48. Park Y., Schoene N., Harris W. Mean platelet volume as an indicator of platelet activation: methodological issues. *Platelets.* 2002;13(5-6):301–306. DOI: 10.1080/095371002220148332.
49. Шамратова А.Р., Шамратова В.Г., Каюмова А.Ф., Зиякаева К.Р. Возможности гематологических анализаторов в оценке физиологических и патологических состояний организма (обзор). *Журнал медико-биологические исследований.* 2021;9(1):89–101. DOI: 10.37482/2687-1491-Z047.
50. Oğlak S.C., Tunç Ş., Ölmez F. First trimester mean platelet volume, neutrophil to lymphocyte ratio, and platelet to lymphocyte ratio values are useful markers for predicting preeclampsia. *Ochsner. J.* 2021;21(4):364–370. DOI: 10.31486/toj.21.0026.
51. Han L., Liu X., Li H., Zou J., Yang Z., Han J. et al. Blood coagulation parameters and platelet indices: changes in normal and preeclamptic pregnancies and predictive values for preeclampsia. *PLoS One.* 2014;9(12):e114488. DOI: 10.1371/journal.pone.0114488.
52. Mannaerts D., Heyvaert S., De Cordt C., Macken C., Loos C., Jacquemyn Y. Are neutrophil/lymphocyte ratio (NLR), platelet/lymphocyte ratio (PLR), and/or mean platelet volume (MPV) clinically useful as predictive parameters for preeclampsia? *J. Matern. Fetal. Neonatal. Med.* 2019;32(9):1412–1419. DOI: 10.1080/14767058.2017.1410701.
53. Dundar O., Yoruk P., Tutuncu L., Akyol Erikci A., Muhcu M., Ergur A.R. et al. Longitudinal study of platelet size changes in gestation and predictive power of elevated MPV in development of pre-eclampsia. *Prenat. Diagn.* 2008;28(11):1052–1056. DOI: 10.1002/pd.2126.
54. Ahmed Y., van Iddekinge B., Paul C., Sullivan H.F., Elder M.G. Retrospective analysis of platelet numbers and volumes in normal pregnancy and in pre-eclampsia. *Br. J. Obstet. Gynaecol.* 1993;100(3):216–220. DOI: 10.1111/j.1471-0528.1993.tb15233.x.
55. Elbasuony W.A., Hodeib H., Eljeawy A.E., Shaheen K.A. The role of platelet indices in prediction of pre-eclampsia. *J. Adv. Med. Med. Res.* 2021;33(2):69–77. DOI: 10.9734/JAMMR/2021/v33i230808.
56. Bulbul M., Uckardes F., Karacor T., Nacar M.C., Kaplan S., Kirici P. Can complete blood count parameters that change according to trimester in pregnancy be used to predict severe preeclampsia? *J. Obstet. Gynaecol.* 2021;41(8):1192–1198. DOI: 10.1080/01443615.2020.1854697.
57. Thakkar D., Shihora J., Gandhi R., Parmar R., Yogesh M. Predictive value of platelet parameters for early-onset pre-eclampsia: A prospective cohort study in a teaching institution in Gujarat, India. *J. Fam. Med. Prim. Care.* 2025;14(1):327–333. DOI: 10.4103/jfmpc.jfmpc_1331_24.
58. Lin S.S., Wang C.R., Wei D.M., Lu J.H., Chen X.J., Chen Q.Z. et al. Incremental predictive value of platelet parameters for preeclampsia: results from a large prospective cohort study. *BMC Pregnancy Childbirth.* 2023;23(1):387. DOI: 10.1186/s12884-023-05661-y.
59. Arslanoğlu T., Kurt-Bilirer K., Çalhoğlu N., Aydın-Şenel S., Turan-Bakırcı I., Koç-Erol İ.N. et al. Can platelet activation markers predict preeclampsia and/or its severity? *Cir. Cir.* 2024;92(1):52–58. DOI: 10.24875/CIRU.23000226.
60. Altınbas S., Toğrul C., Orhan A., Yücel M., Danışman N. Increased MPV is not a significant predictor for preeclampsia during pregnancy. *J. Clin. Lab. Anal.* 2012;26(5):403–406. DOI: 10.1002/jcla.21542.
61. Najjar A.A., Hassouna I., Srouf M.A., Ibrahim H.M., Assi R.Y., Abd El Latif H. Association of inherited thrombophilia mutations and their combinations among palestinian women with unexplained recurrent miscarriage. *Thromb. J.* 2024;22(1):20. DOI: 10.1186/s12959-024-00587-7.
62. Клычева М.М., Панова И.А., Назаров С.Б., Кузьменко Г.Н., Садов Р.И., Попова И.Г. Особенности морфофункциональных характеристик тромбоцитов у женщин с ранней и поздней преэклампсией. *Регионарное кровообращение и микроциркуляция.* 2024;23(2):52–59. DOI: 10.24884/1682-6655-2024-23-2-52-59.
63. Vural S., Muhtaroglu A., Güngör M. Systemic immune-inflammation index: A new marker in differentiation of different thyroid diseases. *Medicine (Baltimore).* 2023;102(31):e34596. DOI: 10.1097/MD.00000000000034596.
64. Turkmen K., Erdur F.M., Ozcicek F., Ozcicek A., Akbas E.M., Ozbicer A. et al. Platelet-to-lymphocyte ratio better predicts inflammation than neutrophil-to-lymphocyte ratio in end-stage renal disease patients. *Hemodial. Int.* 2013;17(3):391–396. DOI: 10.1111/hdi.12040.
65. Huang D., Zou X., Wang H., Gao Q., Fu L., Zhan Y. Research progress on the predictive value of PLR and NLR for preeclampsia. *Advances in Clinical Medicine.* 2020;10(12):3011–3015. DOI: 10.12677/ACM.2020.1012453.
66. Toptas M., Asik H., Kalyoncuoglu M., Can E., Can M.M. Are neutrophil/lymphocyte ratio and platelet/lymphocyte ratio predictors for severity of preeclampsia? *Journal of Clinical Gynecology and Obstetrics.* 2016;5(1):27–31. DOI: 10.14740/JCGO.V5I1.389.
67. Liao D., Chen L., Li Q., Liu G., Wang W., Li J. et al. Predictive Value of the Peripheral Blood Parameters for Preeclampsia. *Clin Lab.* 2022;68(3). DOI: 10.7754/Clin.Lab.2021.210726.
68. Gezer C., Ekin A., Ertas I.E., Ozeren M., Solmaz U., Mat E. et al. High first-trimester neutrophil-to-lymphocyte and platelet-to-lymphocyte ratios are indicators for early diagnosis of preeclampsia. *Ginekolo Pol.* 2016;87(6):431–435. DOI: 10.5603/GP.2016.0021.
69. Xu S.H., Wang M.N., Wang M.M., Yao Y.S., Lin M.Y., Li B.H. A nomogram based on peripheral blood count between 12 and 18 weeks of gestation for predicting early-onset pre-eclampsia in pregnant women: a retrospective case-control study. *BMC Pregnancy Childbirth.* 2025;25(1):421. DOI: 10.1186/s12884-025-07520-4.
70. Seyhanli Z., Bayraktar B., Baysoz O.B., Karabay G., Sucu S.T., Ulusoy C.O. et al. The role of first trimester serum inflamma-

- tory indexes (NLR, PLR, MLR, SIRI, and PIV) and the β -hCG to PAPP-A ratio in predicting preeclampsia. *J. Reprod. Immunol.* 2024;162:104190. DOI: 10.1016/j.jri.2023.104190.
71. Yu H.B., Shi M.D., Yao J., Jia J., Zhu C.R., Zhou R. Value of neutrophil-to-lymphocyte ratio and platelet-to-lymphocyte ratio for predicting preeclampsia during pregnancy. *Sichuan Da Xue Xue Bao. Yi Xue Ban.* 2022;53(6):1039–1044. DOI: 10.12182/20221160202. (In Chinese).
72. Kapci M., Sener K., Cakir A., Altug E., Guven R., Avci A. Prognostic value of systemic immune-inflammation index in the diagnosis of preeclampsia. *Heliyon.* 2024;10(6):e28181. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e28181.

Информация об авторах

Кузьменко Галина Николаевна – д-р мед. наук, вед. науч. сотрудник, лаборатория клинической биохимии и генетики; зав. клинко-диагностической лабораторией, Ивановский НИИ МиД им. В.Н. Городкова, г. Иваново, kuzmenko_gnk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5772-9271>

Клычева Майя Михайловна – канд. биол. наук, науч. сотрудник, лаборатория клинической биохимии и генетики, Ивановский НИИ МиД им. В.Н. Городкова; доцент, кафедра патофизиологии и иммунологии, Ивановский ГМУ, г. Иваново, maya.klycheva@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1725-8505>

Панова Ирина Александровна – д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой акушерства и гинекологии, неонатологии, анестезиологии и реаниматологии, Ивановский НИИ МиД им. В.Н. Городкова; зав. отделом акушерства и гинекологии, Ивановский НИИ МиД им. В.Н. Городкова, г. Иваново, ia_panova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0828-6547>

Чесалова Анастасия Сергеевна – аспирант, кафедра акушерства и гинекологии, неонатологии, анестезиологии и реаниматологии, Ивановский НИИ МиД им. В.Н. Городкова, г. Иваново, anastasiyka180395@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9714-9845>

(✉) **Клычева Майя Михайловна**, maya.klycheva@yandex.ru

Поступила в редакцию 13.10.2025;
одобрена после рецензирования 19.11.2025;
принята к публикации 27.11.2025