

Преэклампсия и офтальмологический скрининг беременных: взаимосвязь и значение в диагностике заболевания

С.Г. Цахилова, д.м.н., проф.¹, И.Р. Сафарян, к.м.н.¹, О.В. Коньшева, к.м.н.^{1,2}, Н. Сакварелидзе, к.м.н.¹

Адрес для переписки: Ирма Романовна Сафарян, safairma@yandex.ru

Для цитирования: Цахилова С.Г., Сафарян И.Р., Коньшева О.В., Сакварелидзе Н. Преэклампсия и офтальмологический скрининг беременных: взаимосвязь и значение в диагностике заболевания. Эффективная фармакотерапия. 2026; 22 (19): 62–68.

DOI 10.33978/2307-3586-2026-22-19-62-68

Цель – на основании анализа современной литературы систематизировать данные о взаимосвязи офтальмологического скрининга и диагностики преэклампсии (ПЭ) у беременных.

Обсуждение. ПЭ остается одним из наиболее серьезных осложнений беременности. Значимая роль в снижении заболеваемости принадлежит ранней диагностике и скринингу, особенно в группах высокого риска. В основе взаимосвязи системной сосудистой патологии при ПЭ и изменений со стороны органа зрения лежит системная эндотелиальная дисфункция, обусловленная дисбалансом ангиогенных факторов. Генерализованный вазоспазм и эндотелиальная дисфункция при ПЭ затрагивают сосуды глаза, которые служат удобной моделью для изучения нарушений микроциркуляции.

Детальное исследование структур глаза позволяет оценить состояние микроциркуляторного русла, часто подвергающегося изменениям при ПЭ. Состояние глазного дна и особенности кровотока в глазной артерии могут рассматриваться как ранние маркеры сосудистых нарушений, возникающих до появления выраженных симптомов ПЭ. Офтальмоскопия помогает выявить минимальные изменения сосудов (сужение, извитость), а доплерометрическое исследование кровотока в глазной артерии – зафиксировать нарушения скорости и объема циркулирующей крови. Подобные изменения, выявляемые с помощью современных методов диагностики, могут свидетельствовать о неблагоприятных процессах, связанных с эндотелиальной дисфункцией и характерных для ПЭ. Таким образом, результаты офтальмологического обследования способны внести вклад в раннюю диагностику заболевания и своевременное начало терапии.

Заключение. Оценка клинической эффективности и экономической целесообразности внедрения комбинированных алгоритмов скрининга, включающих офтальмологические маркеры, направлена на своевременное выделение групп высокого риска, профилактику и лечение ПЭ, снижение частоты связанных с ней осложнений и улучшение перинатальных исходов.

Ключевые слова: преэклампсия, офтальмологический скрининг, беременность, доплерометрия

Введение

Преэклампсия (ПЭ) остается серьезным осложнением беременности и одной из главных причин материнской и перинатальной заболеваемости и смертности в мире. Ее распространенность составляет 2–8% [1, 2]. ПЭ характеризуется артериальной гипертензией и протеинурией, впервые возникшими после 22 недель гестации [3].

В основе взаимосвязи системной сосудистой патологии при ПЭ и изменений со стороны органа зрения лежит системная эндотелиальная дисфункция, обусловленная дисбалансом ангиогенных факторов – преобладанием растворимой fms-подобной тирозинкиназы 1 (soluble fms-like tyrosine kinase-1, sFlt-1) над фактором роста эндотелия сосудов (vascular endothelial growth factor, VEGF) и плацентарным

фактором роста (placental growth factor, PlGF). Как следствие – вазоспазм, повышение сосудистой проницаемости и повреждение органов-мишеней [3–6]. Эндотелиальная дисфункция затрагивает сосуды всех органов, в том числе глаза. Сосуды сетчатки имеют сходство с сосудами головного мозга, что позволяет неинвазивно изучать их и оценивать изменения сосудистого русла [7].

Офтальмологическое исследование может быть полезным для оценки степени эндотелиальной дисфункции. Современные методы (доплерометрия глазной артерии, оптическая когерентная томография (ОКТ), ОКТ-ангиография (ОКТ-А)) позволяют измерять гемодинамические параметры (пиковую систолическую скорость (peak systolic velocity, PSV), пульсационный индекс (pulsatility index, PI), отношение второй пиковой систолической скорости к первой (PVS2/PVS1)), а также характеризовать сосудистую сеть (плотность сосудов, площадь аваскулярной зоны фовеа) [7–9]. Это дает возможность рассматривать офтальмологический скрининг как способ раннего выявления системных нарушений, обусловленных ПЭ. В связи с этим актуален поиск дополнительных, доступных, неинвазивных и объективных методов скрининга, ассоциированных с развитием данного заболевания.

Цель – на основании анализа современной литературы систематизировать данные о взаимосвязи офтальмологического скрининга и диагностики ПЭ у беременных.

Современные взгляды на этиологию и патогенез преэклампсии

Исходя из современных представлений, развитие ПЭ происходит в два этапа.

На первом, плацентарном, этапе нарушаются нормальная инвазия цитотрофобласта и преобразование спиральных артерий матки. Артерии остаются узкими, сохраняют мышечную структуру и высокое сопротивление, что приводит к ишемии и гипоксии плаценты [3].

На втором, материнском, этапе вследствие ишемии в кровотоке матери высвобождаются плацентарные факторы. Ключевую роль играет дисбаланс ангиогенных факторов: повышается уровень sFlt-1, которая связывает и блокирует VEGF и PlGF; одновременно снижается продукция собственно PlGF [3, 4, 6]. Дефицит VEGF и PlGF приводит к генерализованной эндотелиальной дисфункции – центральному звену патогенеза ПЭ. Поврежденный эндотелий хуже регулирует сосудистый тонус (преобладает вазоспазм), сосудистую проницаемость (развиваются отеки), систему гемостаза (повышается риск тромбозов) и противовоспалительные реакции [3]. Клинически это проявляется артериальной гипертензией, протеинурией и полиорганной дисфункцией.

Иммунные процессы, особенно нарушение толерантности к антигенам плода и изменение активности НК-клеток и регуляторных Т-клеток в децидуальной ткани, играют важную роль в нарушении плацентации на первом этапе [3].

ПЭ имеет существенный генетический компонент. Изучаются гены, контролирующие артериальное давление, ангиогенез и иммунный ответ. Метаанализ N.N. Alayasa и T.P. Shkurat подтвердил ассоциацию варианта AGT rs699 (гена ангиотензиногена) с повышенным риском развития ПЭ в различных популяциях [10]. Это свидетельствует о роли ренин-ангиотензиновой системы в восприимчивости к заболеванию. Иммунные факторы важны для понимания развития ПЭ на ранних этапах. В норме иммунитет матери перестраивается для формирования толерантности к полуаллогенному плоду; при ПЭ этот процесс нарушается. В обзоре А.С. Панащатенко и соавт. отмечено, что для ранней ПЭ характерна выраженная активация механизмов воспаления (Th1-ответ, активация нейтрофилов и системы комплемента), приводящая к повреждению плаценты. При поздней ПЭ чаще наблюдается вялотекущее хроническое воспаление, ассоциированное с нарушениями обмена веществ у матери [5]. Дисфункция регуляторных Т-клеток и естественных киллеров матки ухудшает инвазию трофобласта, запустив каскад патологических реакций.

Методы прогнозирования и скрининга преэклампсии

Скрининг ПЭ в первом триместре направлен на выявление пациенток, которым может быть полезен профилактический прием аспирина. Наиболее эффективной признана комбинированная мультипараметрическая модель.

Развитие ПЭ обычно связано с серьезными нарушениями функции плаценты и характеризуется изменениями при доплерометрии маточных артерий, повышенным уровнем sFlt-1, сниженным уровнем PlGF, а также задержкой роста плода [5, 11]. Кроме того, ПЭ нередко развивается вследствие сосудистых нарушений у матери, вызванных хроническими заболеваниями [4, 5]. Для прогнозирования ПЭ наиболее применимы маркеры, отражающие функцию плаценты в первом триместре (пульсационный индекс маточной артерии (uterine artery pulsatility index, UtA-PI), PlGF), а также методы оценки состояния сосудов матери. Исследования показывают, что данные доплерометрии глазной артерии (ophthalmic artery, OA), полученные на 11–13-й неделях, по-разному предсказывают развитие ПЭ [11]. Это говорит о связи изменений как с плацентарными, так и с сосудистыми нарушениями. Включение маркеров, отражающих сосудистую дисфункцию (включая офтальмологические), в алгоритмы скрининга может способствовать более точной оценке риска обеих форм заболевания.

К наиболее значимым факторам риска развития ПЭ относят:

- клинические: демографические данные (возраст старше 40 лет, первая беременность и др.), анамнез предыдущих беременностей (например, ПЭ в анамнезе, большой интервал между родами) и сопутствующие заболевания (хроническая гипертензия, болезни почек, сахарный диабет, ожирение, антифосфолипидный синдром) [1, 4]. Сами по себе эти факторы обладают невысокой прогностической точностью (чувствительность около 30–40%);

- среднее артериальное давление (САД): простой, но важный показатель. Повышение уровня САД на 11–13-й неделях может указывать на нарушение физиологической вазодилатации и ассоциироваться с риском возникновения ранней ПЭ [1];
- UtA-PI по данным доплерометрии маточных артерий: отражает состояние кровотока в плаценте. Повышенный PI свидетельствует о нарушении формирования спиральных артерий и хорошо предсказывает раннюю ПЭ и задержку роста плода [1, 12];
- биохимические: наиболее изучены PlGF и PAPP-A (pregnancy-associated plasma protein-A, ассоциированный с беременностью протеин А). Низкий уровень PlGF в первом триместре указывает на плацентарную дисфункцию и является чувствительным маркером. Сниженный уровень PAPP-A плазмы также связан с риском развития ПЭ, но в меньшей степени [1, 4].

Использование перечисленных параметров в алгоритме Фонда медицины плода (The Fetal Medicine Foundation, FMF) позволяет достигать чувствительности около 75% для ранней ПЭ при 10% ложноположительных результатов [1]. Однако для поздней ПЭ эффективность скрининга ниже, а биохимические тесты не всегда доступны. В связи с этим ведется поиск новых маркеров, таких как доплерометрические показатели почечных и глазных артерий. В исследовании М.М. Булановой и соавт. показано, что они могут быть полезны для прогнозирования ПЭ уже в первом триместре [13].

Офтальмологические проявления при преэклампсии и методы их оценки

При ПЭ системная эндотелиальная дисфункция и генерализованный вазоспазм затрагивают сосуды глаза, которые служат удобной моделью для изучения микроциркуляторных нарушений. Изменения происходят в хориокапиллярах хориоидеи (питающих наружные слои сетчатки) и сосудах самой сетчатки [14, 15]. Основной механизм – повышение сосудистой проницаемости вследствие повреждения гематоретинального барьера. Дефицит VEGF, обусловленный избытком sFlt-1, вызывает гибель эндотелиоцитов и перicyтов капилляров, делая последние более хрупкими [6, 7]. Клинически это проявляется:

- сужением артериол и спазмами;
- симптомами медной и серебряной проволоки (утолщение и склероз сосудистых стенок);
- увеличением артериовенозного соотношения.

В тяжелых случаях развивается гипертензивная ретинопатия с ватообразными очагами (микроинфаркты слоя нервных волокон), кровоизлияниями и экссудативными очагами [7, 16]. Экссудативная отслойка сетчатки – опасное осложнение, связанное с ишемическим повреждением пигментного эпителия сетчатки и хориокапилляров, что приводит к скоплению жидкости под сетчаткой при тяжелой ПЭ и эклампсии [7]. Необходимо подчеркнуть, что изменения

на глазном дне не всегда коррелируют с уровнем артериального давления, но отражают тяжесть эндотелиальной дисфункции и полиорганных нарушений. Тщательное исследование структур глаза дает представление о состоянии микроциркуляторного русла, которое часто страдает при ПЭ. Состояние глазного дна и особенности кровотока в ОА могут рассматриваться как ранние маркеры сосудистых нарушений, возникающих до появления развернутых симптомов ПЭ [9]. Офтальмоскопия помогает заметить незначительные изменения (сужение или извитость сосудов), а доплерометрическое исследование кровотока в ОА – выявить отклонения скорости и объема крови. Эти изменения, регистрируемые современными методами диагностики, могут указывать на развивающуюся эндотелиальную дисфункцию, характерную для ПЭ. Таким образом, данные офтальмологического обследования способствуют ранней диагностике и своевременному началу лечения [17].

Доплерометрия ОА – ультразвуковой метод количественной оценки гемодинамики в бассейне внутренней сонной артерии. Исследование проводится транскраниально, через верхнее веко или орбиту, при закрытом глазе пациента. Для получения точных значений скорости необходим угол инсонации менее 30° [13, 18]. Оценивают следующие стандартные спектральные параметры:

- $PI = (PSV - EDV) / TAMV$, где EDV (end diastolic velocity) – конечная диастолическая скорость кровотока, TAMV (time-averaged mean velocity) – усредненная по времени максимальная скорость кровотока. PI чувствителен к изменениям периферического сопротивления;
- индекс резистентности (resistance index, RI) – также отражает сопротивление дистального сосудистого русла [19];
- систола-диастолическое отношение (СДО, S/D) = PSV / EDV .

При ПЭ особое значение приобретает форма кривой кровотока в ОА, характеризующаяся двумя систолическими пиками. Важным прогностическим параметром является соотношение $PVS2/PVS1$ (PSV ratio). У здоровых беременных PVS2 всегда меньше PVS1. При развитии ПЭ на фоне увеличения общего периферического сопротивления возрастает амплитуда второй волны (PVS2), что приводит к повышению соотношения $PVS2/PVS1$ (PSV ratio) (более 0,8) и изменению формы кривой на платообразную [13, 20, 21]. Этот параметр обладает высокой диагностической чувствительностью и специфичностью [22].

ОКТ – неинвазивный метод визуализации сетчатки с высоким разрешением, позволяющий изучать ее слоистую структуру. При ПЭ ОКТ используется для выявления изменений толщины сетчатки, особенно в макулярной области. Увеличение толщины чаще всего связано с интра- и субретинальным отеком. Степень таких изменений прямо коррелирует с тяжестью ПЭ [7].

ОКТ-А – метод визуализации микроциркуляторного русла сетчатки и хориокапилляров без инъекций.

При ПЭ ОКТ-А выявляет следующие количественные изменения:

- снижение плотности сосудов как в поверхностных, так и в глубоких капиллярных сплетениях сетчатки, наиболее выраженное в периферической области. Подобные изменения могут свидетельствовать о редукции капилляров и развитии ишемии [8, 9];
- увеличение площади фовеальной аваскулярной зоны, что указывает на нарушение перфузии в центральной ямке и может предшествовать снижению остроты зрения [8];
- изменения перфузии хориокапиллярного слоя: в ряде исследований показаны уменьшение толщины хориоидеи и снижение ее перфузии, отражающие ишемию сосудистой оболочки глаза [8].

В исследовании Ç. Erkan Pota и соавт. изменения, выявленные с помощью ОКТ-А, имели место у пациенток с ПЭ даже в отсутствие видимых отклонений при стандартном офтальмологическом осмотре. Это подтверждает высокую чувствительность ОКТ-А в диагностике доклинических стадий микроангиопатии [8].

При ПЭ проблемы со зрительным нервом обычно связаны с ишемией (вследствие спазма питающих сосудов) или повышением внутричерепного давления (ВЧД) из-за отека мозга:

- ишемическая нейропатия может вызывать отек диска зрительного нерва (ДЗН), напоминающий папиллоэдему. Однако часто ДЗН выглядит нормальным (задняя ишемическая нейропатия), при этом зрение внезапно ухудшается [7, 23];
- отек ДЗН при тяжелой ПЭ и эклампсии возникает преимущественно вследствие высокого ВЧД.

В настоящее время ВЧД можно оценить неинвазивно, измерив диаметр оболочки зрительного нерва (optic nerve sheath diameter, ONSD) с помощью ультразвукового исследования. Оболочка нерва сообщается с пространством вокруг головного мозга, и ее расширение (более 5,7–6,0 мм) указывает на повышенный уровень ВЧД [24]. В исследовании у беременных с гипертензией больший ONSD ассоциировался с риском неблагоприятных исходов для новорожденного (низкая оценка по шкале Апгар, преждевременные роды) [24]. Следовательно, оценка ДЗН и ONSD важна для выявления женщин с высоким риском осложнений ПЭ и необходимости своевременного родоразрешения.

Офтальмологические маркеры в прогнозировании и диагностике преэклампсии: анализ результатов исследований

Данные доплерометрии ОА, полученные в начале беременности, свидетельствуют о том, что этот метод применим для ранней стратификации риска. Увеличение RI и PI и особенно соотношения PVS2/PVS1 (PSV ratio) на 11–13-й неделях ассоциировано с повышенной вероятностью развития ПЭ и неблагоприятных исходов для плода, в частности рождения детей с малым весом для гестационного возраста (small for gestational age, SGA) [25].

В работе N. Gana и соавт. повышенный PI в ОА в первом триместре служил значимым фактором риска рождения SGA-новорожденных, тогда как соотношение PVS2/PVS1 (PSV ratio) хорошо предсказывало развитие ПЭ (площадь под ROC-кривой (AUC) = 0,97) [11, 21]. Это указывает на то, что нарушения кровообращения в ОА могут возникать за несколько месяцев до появления клинических симптомов ПЭ. Авторы подчеркивают, что изменения в ОА в первом триместре по-разному связаны с риском возникновения ранней и поздней ПЭ; необходимы дальнейшие исследования для уточнения пороговых значений показателей [11].

Аналогичные выводы представлены в исследовании М.М. Булановой и соавт., где доплерометрия ОА в первом триместре рассматривается как перспективный способ улучшения существующих скрининговых алгоритмов [13].

Метаанализ I. Sarantzoglou и соавт. показал, что добавление доплерометрии ОА к стандартным скрининговым моделям (материнские факторы, САД, UtA-PI) статистически значимо повышает точность прогноза ПЭ, особенно ранней. Для прогноза ранней ПЭ комбинированный скрининг с включением соотношения PVS2/PVS1 (PSV ratio) достиг AUC 0,88 [26]. Второй триместр представляет собой важное диагностическое окно, когда патологические изменения системной гемодинамики становятся более выраженными, но клинические симптомы ПЭ еще отсутствуют [27]. Ряд исследований подтверждает высокую прогностическую ценность доплерометрии ОА в этом периоде.

Проспективное исследование P. Gbände и соавт. продемонстрировало, что измерение PSV2 в ОА на сроке 19–25 недель обладает высокой диагностической точностью для прогнозирования последующего развития ПЭ (AUC = 0,853), что позволяет рассматривать этот параметр как надежный маркер во втором триместре [28].

Е. Gyokova и соавт. также подтвердили целесообразность выполнения доплерометрии ОА на сроке 19–23 недель, отметив, что параметры кровотока в ОА могут использоваться для уточнения прогноза, особенно в отношении преждевременной ПЭ, и оптимизации мониторинга групп риска [29]. Полученные данные свидетельствуют о том, что доплерометрия ОА во втором триместре может служить эффективным инструментом стратификации риска, позволяя выделить пациенток, нуждающихся в усиленном наблюдении.

J. Arkorful и соавт. пришли к выводу, что соотношение PVS2/PVS1 (PSV ratio) и PSV2 – многообещающие прогностические маркеры. При этом PSV2 во втором триместре показал наилучшие результаты с высокой специфичностью [30].

В третьем триместре, когда ПЭ уже манифестировала, офтальмологическое обследование помогает не только верифицировать диагноз, но и оценить тяжесть состояния [31].

Обзор и метаанализ P.F.M. Vaz de Melo и соавт. продемонстрировали, что для диагностики ПЭ наиболее информативны соотношение PVS2/PVS1 (PSV ratio) и PSV2. Чувствительность и специфичность для PVS2/PVS1 составили 85 и 92%, для PSV2 – 84 и 88% соответственно [22].

M. Saleh и соавт., наблюдавшие пациенток на сроке 28–32 недели, также подтвердили, что PVS2/PVS1 (PSV ratio) и PI полезны для диагностики и их значения коррелируют с тяжестью течения ПЭ [32]. Следовательно, в третьем триместре доплерометрия ОА помогает подтвердить наличие системного вазоспазма и динамически наблюдать за состоянием пациенток.

Обзоры и метаанализы приводят убедительные доказательства в пользу выполнения доплерометрии ОА для скрининга и прогнозирования ПЭ. Эти обзоры подчеркивают, что доплерометрия ОА дополняет существующие алгоритмы, что оправдывает ее потенциальное внедрение в клиническую практику.

Изменения офтальмологических маркеров коррелируют не только с фактом развития ПЭ, но и с тяжестью ее последствий для плода и новорожденного, что делает эти маркеры инструментом стратификации риска неблагоприятных перинатальных исходов.

В работе V.N.P. Monteiro и соавт. у женщин с ПЭ более высокие значения PI и RI в ОА ассоциировались с повышенным риском рождения детей с низкой оценкой по шкале Апгар на пятой минуте (менее 7 баллов), необходимостью перевода новорожденного в отделение реанимации и задержкой внутриутробного развития [33]. Это свидетельствует о том, что тяжесть нарушений кровообращения у матери, оцениваемая с помощью параметров ОА, отражает степень плацентарной недостаточности и гипоксии плода.

Следовательно, доплерометрия ОА может помочь не только в прогнозировании ПЭ, но и в выделении группы пациенток с максимальным риском неблагоприятных перинатальных исходов, требующих особенно тщательного мониторинга и своевременного родоразрешения [34].

Практические аспекты и перспективы интеграции офтальмологического скрининга в алгоритм ведения пациенток

Включение офтальмологического скрининга в стандартные обследования является рациональным подходом к его внедрению в клиническую практику. Добавление данных о кровотоке (PVS2/PVS1, PSV ratio) в ОА, особенно информативно PVS2) или изменениях сосудов сетчатки к рутинным параметрам может улучшить оценку риска развития ПЭ [35]. Речь идет не о замене стандартного скрининга, а о его усовершенствовании.

Метаанализ I. Sapantoglou и соавт. показывает, что добавление доплерометрии ОА к стандартному скринингу первого триместра (материнские факторы, САД, UtA-PI, биохимические маркеры) заметно увеличивает площадь под ROC-кривой для прогнозирования ранней ПЭ – с 0,85 до 0,88 [26]. Клинически это

означает перевод большинства пациенток из группы среднего риска в группу высокого риска и своевременное назначение профилактических мероприятий и лечения.

Систематические обзоры и метаанализы предоставляют наиболее убедительные доказательства клинической ценности метода. Они подчеркивают дополнительную значимость (added value) офтальмологической доплерометрии, что обосновывает ее потенциальную интеграцию в клинические протоколы. Одним из главных барьеров на пути к широкому применению метода является отсутствие единого стандарта проведения исследования. Прежде чем рассматривать интеграцию любого нового диагностического метода в рутинную практику, необходим критический анализ его сильных и слабых сторон, а также оценка экономической целесообразности.

Такой анализ позволяет определить место метода среди других, спрогнозировать потенциальные барьеры внедрения и обосновать инвестиции в обучение персонала и закупку оборудования. Для офтальмологического скрининга, основанного на доплерометрии ОА и оценке сетчатки, этот анализ особенно важен ввиду его операторозависимости и текущей стадии накопления доказательной базы.

Исследования анализа сетчатки показывают, что даже небольшие улучшения точности скрининга способны привести к значительному снижению расходов за счет предотвращения тяжелых случаев ПЭ, эклампсии, выхаживания глубоко недоношенных детей и лечения отдаленных последствий [36, 37].

Одним из наиболее прорывных направлений является использование искусственного интеллекта для автоматического анализа офтальмологических изображений. Внедрение офтальмологического скрининга в повседневную клиническую практику требует дальнейшего изучения и проведения исследований, что позволит повысить специфичность и чувствительность скрининга для прогнозирования ПЭ.

Заключение

Анализ работ, посвященных развитию ПЭ у беременных, позволяет сформулировать несколько важных выводов.

1. ПЭ остается одним из наиболее серьезных осложнений беременности, что обуславливает острую потребность в совершенствовании подходов к ее раннему прогнозированию. Повышение точности и своевременности выявления ПЭ позволит применять более эффективные меры для сохранения здоровья матери и плода.

2. При ПЭ системная эндотелиальная дисфункция, которая считается ключевым патогенетическим звеном, проявляется в изменениях микроциркуляции глаза. Это делает офтальмологический скрининг не просто желательным, а патогенетически обоснованным методом выявления группы риска. Изучение микроциркуляторного русла глаза может предоставить ценную информацию о состоянии сосудистой системы в целом.

3. Доплерометрическое исследование глазной артерии, в частности анализ таких параметров, как PVS2/PVS1 (PSV ratio) и PVS2, демонстрирует значительную прогностическую и диагностическую ценность уже с первого триместра беременности. Включение офтальмологических маркеров в стандартные скрининговые алгоритмы способно заметно повысить их общую точность. Это особенно важно для прогнозирования преждевременной и тяжелой форм ПЭ, требующих немедленного медицинского вмешательства.

Оценка клинической эффективности и экономической целесообразности внедрения комбинированных алгоритмов скрининга, включающих офтальмологические маркеры, позволит своевременно выделить группу высокого риска, провести адекватную профилактику и лечение ПЭ, снизить частоту связанных с ней осложнений и улучшить исходы беременности.

Финансирование. Работа выполнена без финансовой поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

- Mészáros B., Kukor Z., Valent S. Recent advances in the prevention and screening of preeclampsia. *J. Clin. Med.* 2023; 12 (18): 6020.
- Cuenca-Gómez D., de Paco Matallana C., Rolle V., et al. Comparison of different methods of first-trimester screening for preterm pre-eclampsia: cohort study. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2024; 64 (1): 57–64.
- Нечайкин А.С., Сабашвили П.А., Романькова В.О. и др. Преэклампсия: современный взгляд на этиопатогенез и маркеры. *Международный научно-исследовательский журнал.* 2025; 1 (151): 1–4.
- Peixoto-Filho F.M., Costa F.D.S., Kobayashi S., et al. Prediction and prevention of preeclampsia. *Rev. Bras. Ginecol. Obstet.* 2023; 45 (1): 49–54.
- Панащатенко А.С., Панова И.А., Малышкина А.И. и др. Иммунологические и патоморфологические аспекты ранней и поздней преэклампсии. *Медицинская иммунология.* 2021; 23 (4): 845–852.
- Chaemsaithong P., Gil M.M., Chaiyasit N., et al. Accuracy of placental growth factor alone or in combination with soluble fms-like tyrosine kinase-1 or maternal factors in detecting preeclampsia in asymptomatic women in the second and third trimesters: a systematic review and meta-analysis. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2023; 229 (3): 222–247.
- Сорокин Е.Л., Коленко О.В., Филь А.А. Сосудистая ретиальная патология у женщин после преэклампсии и при ее сочетании с хронической артериальной гипертензией. *Тихоокеанский медицинский журнал.* 2022; 3: 42–46.
- Erkan Pota Ç., Doğan M.E., Alkan Bülbül G., et al. Optical coherence tomography angiography assessment of retinochoroidal microcirculation differences in preeclampsia. *Photodiagnosis Photodyn. Ther.* 2024; 46: 104004.
- Wu Y., Shen L., Zhao L., et al. Noninvasive early prediction of preeclampsia in pregnancy using retinal vascular features. *NPJ Digit. Med.* 2025; 8 (1): 188.
- Alayasa N.N., Shkurat T.P. Ассоциация материнского полиморфизма AGT rs699 и преэклампсии: мета-анализ. *Живые и биокосные системы.* 2024; 50 (9).
- Gana N., Pittokopitou S., Solonos F., et al. Ophthalmic artery Doppler indices at 11–13 weeks of gestation in relation to early and late preeclampsia. *J. Clin. Med.* 2025; 14 (13): 4811.
- Abdel Azim S., Wright A., Sapantzoglu I., et al. Ophthalmic artery Doppler at 19–23 weeks' gestation in pregnancies that deliver small-for-gestational-age neonates. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2022; 60 (1): 52–58.
- Буланова М.М., Шамугия В.В., Панина О.Б. Показатели доплерометрии в почечных и глазных артериях матери как возможные предикторы развития преэклампсии при проведении раннего пренатального скрининга. *Врач.* 2025; 9: 42–49.
- Hasan W., Bajaj S.K., Jain A., Elahi A.A. Study of evaluation of ophthalmic artery Doppler in prediction of pre-eclampsia. *Res. J. Pharm. Biol. Chem. Sci.* 2024; 15 (6).
- Гулахмадова Ш.Б., Додхоева М.Ф., Махмадзода Ш.К. Состояние органа зрения у женщин в гестационном периоде. *Вестник Авиценны.* 2024; 26 (4): 654–666.
- Muthyal G.Y., Sakalecha A.K., Kumar G.S.H., et al. Analysis of ophthalmic artery Doppler in normotensive, preeclamptic, and eclamptic pregnancies in correlation with clinical parameters in a tertiary care hospital in India. *Cureus.* 2024; 16 (8): e74696.
- Kalafat E., Laoreti A., Khalil A., et al. Ophthalmic artery Doppler for prediction of pre-eclampsia: systematic review and meta-analysis. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2018; 51 (6): 731–737.
- Selima E.R., Abar A.M., Dessouky B.A.E. Role of ophthalmic artery Doppler in prediction of preeclampsia. *The Egyptian Journal of Hospital Medicine.* 2022; 87 (1): 1944–1952.
- Ali S., Mukasa D.C., Lukakamwa D., et al. Relationship of maternal ophthalmic artery Doppler with uterine artery Doppler, hemodynamic indices and gestational age: prospective MATERA study. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2025; 65 (2): 163–172.
- Adlakha E., Khanijo V., Unni J., et al. Predictive value of ophthalmic artery Doppler in pre-eclampsia development. *International Journal of Reproduction, Contraception, Obstetrics and Gynecology.* 2024; 13 (12): 3691–3701.
- Gana N., Ianosev D., Allafi N., et al. Ophthalmic artery Doppler at 11–13 weeks' gestation and birth of small-for-gestational-age neonates. *J. Clin. Med.* 2025; 14 (13): 4425.
- Vaz de Melo P.F.M., Roevers L., Mendonça T.M.S., et al. Ophthalmic artery Doppler in the complementary diagnosis of preeclampsia: a systematic review and meta-analysis. *BMC Pregnancy Childbirth.* 2023; 23 (1): 343.

23. Chen Y., Lv X., Yang L., et al. Ultrasound evaluation of the changes of ophthalmic artery Doppler and optic nerve sheath in pregnant women with FGR. *J. Ultrasound Med.* 2025; 44 (6): 1007–1015.
24. Da Mota M.F., de Amorim M.M., Correia M.D.T., Katz L. The optic nerve sheath in hypertensive disorders of pregnancy and perinatal outcomes: a cohort study. *BMC Pregnancy Childbirth.* 2024; 24 (1): 654.
25. Nicolaidis K.H., Sarno M., Wright A. Ophthalmic artery Doppler in the prediction of preeclampsia. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2022; 226 (2S): S1098–S1101.
26. Sapantzoglou I., Antsaklis P., Pergialiotis V., et al. Added value of ophthalmic artery Doppler in prediction of pre-eclampsia: systematic review and meta-analysis. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2025; 65 (6): 716–723.
27. Расуль-Заде Ю.Г., Климашкин А.А., Усмонов С.К. Риски развития рецидивной преэклампсии у беременных с преэклампсией в репродуктивном анамнезе. *Medical Science of Uzbekistan.* 2025; 4 (4): 24–31.
28. Gbande P., Kake M.D.D., N'timon B., et al. Use of Doppler of the ophthalmic artery between 19 and 25 weeks of gestation for the prediction of preeclampsia: a prospective longitudinal study. *J. Clin. Ultrasound.* 2026; 54 (4): 793–780.
29. Gyokova E., Hristova-Atanasova E., Iskrov G. Preeclampsia management and maternal ophthalmic artery Doppler measurements between 19 and 23 weeks of gestation. *J. Clin. Med.* 2024; 13 (4): 950.
30. Arkorful J., Browne J.L., Adu-Bonsaffoh K., et al. Predictive accuracy of ophthalmic artery Doppler for pre-eclampsia: a systematic review. *BMJ Open.* 2025; 15 (6): e094348.
31. Mansukhani T., Wright A., Arechvo A., et al. Ophthalmic artery Doppler at 36 weeks' gestation in prediction of pre-eclampsia: validation and update of previous model. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2024; 63 (2): 230–236.
32. Saleh M., Naemi M., Aghajanian S., et al. Diagnostic value of ophthalmic artery Doppler indices for prediction of preeclampsia at 28–32 weeks of gestation. *Int. J. Gynaecol. Obstet.* 2023; 160 (1): 120–130.
33. Monteiro V.N.P., de Oliveira C.A., Gomes Junior S.C., et al. Ophthalmic artery Doppler as a predictor of adverse neonatal outcomes in women with preeclampsia. *J. Clin. Ultrasound.* 2025; 53 (3): 504–509.
34. Singh M. Evaluation of maternal ophthalmic artery Doppler indices and its correlation with mean arterial blood pressure in pregnant Indian women: a cross-sectional observational study. *European Journal of Medical and Health Sciences.* 2024; 6 (5): 77–83.
35. Kaplan A., Özel A., Yalçınkaya C., et al. Evaluation of ophthalmic artery Doppler parameters in preeclamptic and normotensive pregnant women. *Geburtshilfe Neonatol.* 2025; 229 (1): 22–28.
36. Heydari K., Enichen E.J., Li B., Kvedar J.C. Leveraging retinal vascular features in non-invasive, early diagnosis of preeclampsia. *NPJ Digit. Med.* 2025; 8 (1): 422.
37. Agrawal A., Tripathi P.S., Chouhan P., et al. Role of ophthalmic artery Doppler to predict late onset preeclampsia. *J. Heart Valve Dis.* 2025; 30 (6): 188–195.

Preeclampsia and Ophthalmic Screening of Pregnant Women: Relationship and Significance in the Diagnosis of the Disease

S.G. Tsakhilova, PhD, Prof.¹, I.R. Safaryan, PhD¹, O.V. Konyshva, PhD^{1,2}, N. Sakvarelidze, PhD¹

¹ Russian University of Medicine

² City Clinical Hospital No. 15 named after O.M. Filatov, Moscow

Contact person: Irma R. Safaryan, safairma@yandex.ru

Objective – to systematize, based on a review of current literature, the data on the relationship between ophthalmologic screening and the diagnosis of preeclampsia (PE) in pregnant women.

Discussion. PE remains one of the most serious complications of pregnancy. Early diagnosis and screening play a significant role in reducing morbidity, especially in high-risk groups. The relationship between systemic vascular pathology in PE and changes in the organ of vision is based on systemic endothelial dysfunction caused by an imbalance of angiogenic factors. Generalized vasospasm and endothelial dysfunction in PE affect the ocular vessels, which serve as a convenient model for studying microcirculatory disorders.

Detailed examination of ocular structures allows insight into the state of the microvasculature, which is frequently affected by changes in PE. The condition of the ocular fundus and the characteristics of blood flow in the ophthalmic artery may be considered early markers of vascular disorders that appear before the overt symptoms of PE. Ophthalmoscopy helps to detect minimal vascular changes (narrowing, tortuosity), while dopplerometry of blood flow in the ophthalmic artery can record abnormalities in the velocity and volume of circulating blood. Such changes, identified using modern diagnostic methods, may indicate adverse processes associated with endothelial dysfunction and characteristic of PE. Thus, data from ophthalmologic examination can contribute to early diagnosis of the disease and timely initiation of therapy.

Conclusion. Evaluating the clinical efficacy and cost-effectiveness of implementing combined screening algorithms that include ophthalmologic markers is aimed at timely identification of high-risk groups, prevention and treatment of PE, reducing the incidence of its complications, and improving perinatal outcomes.

Keywords: preeclampsia, ophthalmologic screening, pregnancy, dopplerometry