



# Внутриглазные изменения на фоне преэклампсии

А.А. Афанасьева, И.А. Лоскутов, д.м.н.

Адрес для переписки: Анна Александровна Афанасьева, anna\_amor@mail.ru

Для цитирования: Афанасьева А.А., Лоскутов И.А. Внутриглазные изменения на фоне преэклампсии. Эффективная фармакотерапия. 2024; 20 (15): 36–41.

DOI 10.33978/2307-3586-2024-20-15-36-41

*Как показывают наблюдения за глазами беременных, предварительная оценка состояния микроциркуляторного русла является неинвазивной, легкодоступной и может расширить возможности ранней диагностики артериальной гипертензии и ее осложнений во время беременности. Своевременная диагностика и лечение способны предотвратить долгосрочные глазные осложнения и риск развития сердечно-сосудистой патологии в будущем. Применение высокотехнологичных технологий позволяет качественно и количественно оценить изменения в кровеносных сосудах глазного дна. В данном обзоре собраны общие сведения о структурных изменениях глазного дна, включая изменения в сосудистой оболочке, сетчатке, а также данные об изменении и корреляции внутриглазных показателей с различными маркерами преэклампсии.*

**Ключевые слова:** беременность, толщина хориоидеи, глазное дно, преэклампсия

## Введение

Преэклампсия (ПЭ) является одной из ведущих причин перинатальной и материнской смертности и заболеваемости в мире [1]. ПЭ определяется как впервые возникшая артериальная гипертензия с повышением артериального давления до  $\geq 140/90$  мм рт. ст., сопровождающаяся протеинурией  $> 300$  мг белка за сутки после 20-й недели беременности [2]. Вследствие потери белка с мочой и гипопроteinемии ПЭ сопровождается появлением отеков – от сегментарных в области нижних конечностей до анасарки [3]. ПЭ начинается с неадекватной инвазии трофобластов на ранних сроках беременности, которая приводит к ишемии плаценты. В результате увеличивается высвобождение факторов, связанных с системной эндотелиальной дисфункцией матери [4]. Системная эндотелиальная дисфункция, вазоспазм и вазоконстрикция обусловлены различными факторами, включая более высокую чувствительность сосудов к ангиотензину II и снижение образования вазодилаторов, таких как оксид азота. Возникающие цитотоксический, вазогенный отек и полиорганная

недостаточность [5] связаны с развитием таких симптомов, как головная боль, нарушение зрения, отек легких, тромбоцитопения, нарушение функции печени и почек. Примерно 40% пациенток с ПЭ жалуются на субъективные симптомы со стороны органа зрения, в том числе снижение зрения, дефекты поля зрения, диплопию, фотопсию, амавроз [6].

Факторами риска развития ПЭ служат возраст матери старше 40 лет, наличие в анамнезе системных заболеваний и ПЭ, многоплодная беременность, искусственное оплодотворение, ожирение [7].

## Влияние преэклампсии на изменения глазного дна

При нормально протекающей беременности на глазном дне могут наблюдаться реактивные изменения в артериолах сетчатки [8]. Однако при ПЭ у беременных имеют место сосудистые аномалии сетчатки, что проявляется вазоконстрикцией и деформацией артериол в виде штопора. Подобные изменения можно зафиксировать с помощью стандартной офтальмоскопии. Между тем стандартная офтальмоскопия ненадежна из-за

субъективности, поскольку частота различий в интерпретациях между наблюдателями достигает 20–40% [9].

В исследованиях установлена корреляция между калибром микрососудов сетчатки и артериальной гипертензией [10, 11]. Для измерения ширины сосудов сетчатки и объективной количественной оценки обширного стеноза артериол используют фундус-фотографирование. Т. Wong и соавт. обнаружили, что повышение артериального давления отрицательно коррелирует с диаметром артериол сетчатки [10]. При увеличении среднего артериального давления на каждые 10 мм рт. ст. средний диаметр мелких артерий в обоих глазах уменьшается на 4,0 мкм.

Замедление кровотока в суженных артериолах может привести к ишемии и повреждению различных частей глаза – сетчатки, сосудистой оболочки и пигментного эпителия. У беременных риск развития геморрагических и ишемических инфарктов сетчатки увеличивается в три раза из-за сочетания различных факторов, таких как гиперкоагуляция, вазоконстрикция и тромбоз.

Х. Не и соавт. описали кровоизлияния в сетчатку как «языки пламени». Нередко вследствие периферической вазоконстрикции при системной гипертензии развиваются отеки из-за экстравазации жидкости. Экстравазация в периферической части сетчатки вызывает диффузный макулярный отек, а в центральной зоне образуются скопления экссудата и отложения липопротеинов [1].

Согласно результатам исследований, ишемия хориоидеи и нарушения кровообращения в сетчатке присутствуют у 30–100% пациенток с ПЭ [12].

Сосудистая оболочка считается одной из наиболее васкуляризованных тканей с самым высоким кровотоком на единицу массы в организме человека, контролируемых автономной системой. Соответственно она более чувствительна к системным сосудистым изменениям при ПЭ по сравнению с другими органами [13]. Изменения гемодинамики при нормально протекающей беременности способны спровоцировать задержку жидкости в слое хориоидеи. Но при ПЭ во время системного спазма сосудов кровоснабжение сосудистой оболочки снижено, хориоидея тоньше, чем у здоровых пациенток. Как только системная гемодинамика начинает влиять на эндотелиальные клетки сосудистой оболочки, ее кровоснабжение нарушается, она подвергается ишемии. Страдает также сетчатка, поскольку сосудистая оболочка снабжает наружные слои сетчатки кислородом и питательными веществами. Пигментный эпителий сетчатки является каналом передачи между сосудистой оболочкой и фоторецепторными клетками. Снижение кровоснабжения приводит к гипоксии фоторецепторных клеток и нарушению зрения [14]. При повреждении пигментного эпителия сетчатки

и гематоретинального барьера также происходит утечка белка и жидкости в пространство между пигментным эпителием сетчатки и нейросенсорной сетчаткой. Кроме того, от гипоксии страдают артериолы, усугубляется нарушение кровотока, возникает гипоксически-ишемический некроз сетчатки. Проявления ишемии хориоидеи обычно предшествуют аномалиям микрососудов сетчатки.

При ПЭ могут обнаруживаться окклюзия центральной вены сетчатки, кровоизлияния в стекловидное тело и отек диска зрительного нерва.

Когда поражение становится макроскопически видимым, происходит необратимая потеря патологической структуры и функции. Следовательно, для диагностики и прогнозирования заболеваний хориоретинальной системы у беременных необходимы высокочувствительные технологии.

### **Применение флуоресцентной ангиографии и индоцианиновой зеленой ангиографии**

В 1980 г. W.C. Mabie и R.R. Ober при выполнении флуоресцентной ангиографии у пациенток с ПЭ обнаружили замедленное наполнение капилляров хориоидеи [15]. D.M. Fastenberg и соавт., а также S. Sathish и соавт. в 1993 г. при проведении флуоресцентной ангиографии у пациенток с центральной серозной хориоретинопатией в сочетании с ПЭ зарегистрировали замедление перфузии хориоидальных капилляров, зоны без перфузии и поздний медленный отток флуоресцеина из субретинального пространства. На основании полученных результатов был сделан вывод о серьезном разрушении гематоретинального барьера, приведшего к серозной отслойке сетчатки [15–17].

Ангиография, признанная золотым стандартом диагностики, не получила широкого распространения у беременных из-за инвазивности.

### **Применение оптической когерентной томографии для измерения толщины хориоидеи**

Толщину хориоидеи у беременных с ПЭ и здоровых беременных сравнивали в нескольких исследованиях с помощью оптической когерентной томографии (ОКТ).

Метаанализ 1227 беременных показал, что толщина хориоидеи в группе с нормальной беременностью значительно выше, чем в группе небеременных. Скорее всего это связано с увеличением объема циркулирующей крови или изменениями уровня гормонов во время беременности [18].

A. Garg и соавт. наблюдали субфовеолярное утолщение хориоидеи на фоне тяжелой ПЭ из-за повышения уровня VEGF [19]. J.W. Kim и соавт. [20], а также C.Z. Benefica и соавт. [21] обнаружили, что сосудистая оболочка у пациенток с ПЭ значительно толще, чем у небеременных и здоровых беременных. Необходимо учитывать, что в обоих

исследованиях проводился скрининг только пациенток с ПЭ до родов. Если сосуды сильно сужены, микрососудистая ишемия и гипоксия всего организма усугубляют проницаемость хориоидеи. Напротив, N. Durgu и соавт. [22], а также N. Sayin и соавт. [23] выявили, что толщина сосудистой оболочки у женщин с ПЭ тоньше, чем у здоровых беременных.

M. Ataş и соавт. сообщили, что при использовании ОКТ толщина хориоидеи увеличена как у женщин с ПЭ, так и у здоровых беременных [24]. Тем не менее увеличение толщины хориоидеи при ПЭ ниже, чем у здоровых беременных контрольной группы, что объясняется заметно усиленным системным сосудистым спазмом, вторичным по отношению к ПЭ [22–24].

K.Y. Shim и соавт. предположили наличие положительной корреляции между толщиной хориоидеи при ПЭ и ПЦР в моче, что подразумевает тяжесть ПЭ [25].

J. Lee и соавт. проанализировали корреляцию между офтальмологическими факторами и серологическими показателями sFlt-1/PlGF (соотношение растворимой fms-подобной тирозинкиназы и фактора роста плаценты) у пациенток с ПЭ с помощью ОКТ и ОКТ-ангиографии (ОКТ-А). Ученые оценили связь между соотношением sFlt-1/PlGF и хориоретинальными измерениями, включая толщину хориоидеи, фовеолярную аваскулярную зону, плотность сосудов и слой ганглиозных клеток. Они обнаружили, что при увеличении соотношения sFlt-1/PlGF уменьшается толщина хориоидеи центрального подполя. Авторы предположили, что биомаркеры ПЭ неодинаковы при всех формах ПЭ из-за гетерогенного характера заболевания. Более того, изменение толщины хориоидеи тесно связано с уровнями цитокинов, которые меняются в зависимости от гестационного возраста или фазы ПЭ. Противоречивые результаты объясняются следующим образом. Высокое соотношение sFlt-1/PlGF вызывает ишемию плаценты и развитие ПЭ, что может служить предиктором развития ПЭ. Высокий антиангиогенный фактор (sFlt-1) и низкий ангиогенный фактор (PlGF) индуцируют вазоконстрикцию в сосудистой оболочке и снижают проницаемость сосудов сосудистой оболочки, что приводит к снижению толщины хориоидеи. После этого высвобождается много цитокинов для компенсации ишемии плаценты. В результате повышается проницаемость сосудов, что приводит к протеинурии либо утолщению сосудистой оболочки, или компенсируется эффект высокого соотношения sFlt-1/PlGF [6].

#### **Применение оптической когерентной томографии для измерения толщины слоя нервных волокон**

Толщина сетчатки и общий объем желтого пятна у здоровых беременных значительно увеличива-

ются во втором и третьем триместрах [26], что может быть обусловлено увеличением кровотока и задержкой жидкости на фоне беременности.

M. Neudorfer и соавт. [27] показали, что средняя толщина слоя нервных волокон сетчатки (RNFL) вокруг диска зрительного нерва больше у пациенток с ПЭ. Толщина RNFL вокруг диска зрительного нерва у женщин с ПЭ и здоровых беременных выше, чем у пациенток контрольной группы [28].

Другие ученые считают, что острое тяжелое гипоксическое повреждение способно изменять микроциркуляцию, приводя к постоянному уменьшению толщины сетчатки [29].

N. Kara и соавт. утверждают, что толщина RNFL у пациенток с ПЭ ниже, чем у нормальных беременных [30].

M. Arab и соавт. наблюдали у женщин с ПЭ или эклампсией наибольшее уменьшение средней толщины RNFL вокруг диска зрительного нерва [31]. Таким образом, можно сделать вывод, что повышенное артериальное давление вызывает необратимое повреждение микроструктуры сетчатки, даже в отсутствие явных клинических макроскопических симптомов.

#### **Применение оптической когерентной томографической ангиографии**

Использование ОКТ-А для количественного мониторинга кровотока в хориокапиллярах приобрело популярность сравнительно недавно.

K. Chanwimol и соавт. обнаружили, что кровоток в хориокапиллярах существенно не отличается у беременных и небеременных [32]. Однако S. Urfalioglu и соавт. проанализировали площадь кровотока в хориокапиллярах (СВРА) у беременных с ПЭ, здоровых беременных и небеременных контрольной группы [33]. Результаты показали, что СВРА в обеих группах беременных выше, чем в контрольной группе.

M. Saito и соавт. использовали ОКТ-А для наблюдения за сетчаткой у пациенток с ПЭ [34]. Показано, что ОКТ-А неинвазивно визуализирует ишемические изменения в хориокапиллярах при гипертензивной хориоидопатии у беременных.

E. Ciloglu и соавт. оценивали фовеолярную аваскулярную зону (FAZ), плотность сосудов (VD), поверхностное капиллярное сплетение (SCP) и глубокое капиллярное сплетение (DCP) с использованием ОКТ-А в группах беременных с ПЭ, здоровых беременных без ПЭ и здоровых добровольцев соответствующего возраста [35]. Достоверной разницы в FAZ между тремя группами не зафиксировано. Вместе с тем VD, DCP и SCP в группе беременных с ПЭ были значительно ниже, чем в группе здоровых беременных. Кроме того, DCP оказалось более восприимчивым к генерализованному спазму сосудов из-за высокой метаболической активности и сложной структуры.

## Ультразвуковое исследование глаза

Д.Ю. Охлопков и соавт. предложили использовать ультразвуковое исследование (УЗИ) для выявления изменения диаметра диска зрительного нерва (ДЗН) и скорости кровотока. Установлено, что УЗИ-предикторами ПЭ являются увеличение диаметра ДЗН от 0,35 до 0,48, нечеткость и/или неровность контуров тени диска, повышение периферического сопротивления сосудов от 4,0 до 8,5. Авторы утверждают, что достоверными критериями ПЭ, по данным УЗИ глаза, можно считать увеличение скорости перфузионного кровотока центральной артерии сетчатки выше 4 и периферического сопротивления сосудов сетчатки выше 20 [36].

Один из перспективных методов диагностики ретинальных осложнений ПЭ – ультразвуковая доплерография (УЗДГ) центральной артерии сетчатки. Метод основан на анализе пиков пульсовых волн, образующихся при доплерографии. Согласно общепринятой модели, кровь, распространяясь от сердца к периферии, создает пульсовую волну, воздействуя на сосуды мелкого калибра. Отраженные от стенок сосудов колебания объединяются в когерентную волну, направленную к сердцу. На уровне дуги аорты часть колебаний отраженной волны движется в краниальном направлении, поэтому колебания достигают мозговых артерий и их ветвей, включая центральную артерию сетчатки, дважды – в виде пульсовой (P1) и когерентной (P2) волн.

Системные изменения в сердечно-сосудистой системе проявляются в гемодинамических феноменах в мозговых артериях, что может вызывать изменения в форме пиков при УЗДГ, например появление систолического «плеча» или острого второго систолического пика в зависимости от степени вазоконстрикции [37].

В исследованиях М. Gonser и соавт. [38], а также К.Н. Nicolaides и соавт. [39] у пациенток с ПЭ и высоким риском развития хориоретинальных осложнений отмечались увеличение индекса PR (отношение амплитуды пиков P2 к P1) и снижение скорости кровотока в центральной артерии сетчатки. Кроме того, амплитуда систолических пиков при выполнении УЗДГ использовалась как диагностический маркер ПЭ и тяжести хориоретинальных осложнений. Исследование, проведенное в больнице Университетского колледжа в Ибадане (Нигерия) с участием женщин с ПЭ, показало более высокое внутриглазное давление, низкие показатели доплерометрии и импеданса, а также более высокое внутриглазное давление у пациенток с ПЭ по сравнению с контрольной группой. Параметры доплерографии глазных артерий могут быть полезны для выявления женщин с ПЭ и ее осложнениями [40].

## Серозная отслойка сетчатки

Серозная отслойка сетчатки – осложнение ПЭ, впервые выявленное Альбертом фон Грефе

в 1855 г., встречается у 1% пациенток с ПЭ и примерно у 10% пациенток с эклампсией. Большинство ученых считают, что данная патология обусловлена ишемией хориоидеи. Когда развиваются отек и некроз пигментного эпителия сетчатки, внешний гематоретинальный барьер разрушается, вызывая утечку жидкости из хориоидеи под сетчатку. О данном осложнении сообщается, как правило, в виде отчетов о случаях.

А.А. AlTalbishi и соавт. [41] не только сообщили о случае беременной с ограниченной серозной отслойкой сетчатки, но и обобщили изменения глазного дна у пациенток с ПЭ после вторичной серозной отслойки сетчатки. Прогноз при отслойке сетчатки, вторичной по отношению к ПЭ, обычно благоприятный, но необратимое повреждение тканей и некроз могут возникать во внешних слоях сетчатки и хориоидеи. Следовательно, нельзя пренебрегать своевременной диагностикой и вмешательством.

## Центральная серозная хориоретинопатия

Как известно, беременность является одним из факторов риска развития центральной серозной хориоретинопатии. Сосудистая система у пациенток с ПЭ в отличие от таковой у пациенток с нормальным артериальным давлением характеризуется повышенной системной проницаемостью сосудов. Ишемия хориоидеи нарушает функцию транспорта жидкости в пигментный эпителий сетчатки. Кроме того, субретинальная жидкость накапливается из-за увеличения проницаемости сосудов хориоидеи, что приводит к отслойке нейроретинии. В японском ретроспективном обсервационном исследовании с участием 1881 женщины риск данной патологии у беременных с ПЭ был выше [42].

Несмотря на возможность саморазрешения ранних осложнений ПЭ, сохранение эндотелиальной дисфункции после родоразрешения обуславливает развитие поздних хориоретинальных осложнений у женщин, перенесших ПЭ.

О.В. Коленко и соавт. в своих работах ссылаются на данные когортного исследования с участием более миллиона женщин [43]: 21% пациенток, перенесших ПЭ, через 4–6 лет после родоразрешения обращаются за медицинской помощью по поводу различных патологий сетчатки и сосудистой оболочки глаза. При этом наиболее частыми поздними осложнениями ПЭ являются отслойка сетчатки и прогрессирование диабетической ретинопатии.

## Заключение

Глаз является хорошо доступным для визуализации органом и может служить моделью изменений, происходящих во всех органах и системах. Исследование глазного дна призвано помочь ви-

зуализировать изменения сосудистого характера. С развитием технологий и внедрением современного оборудования офтальмологический скрининг становится все более совершенным. Исследование структурных изменений глазного дна, включая изменения, затрагивающие кровеносные сосуды, сосудистую оболочку и сетчатку, стало приоритетным.

Оценка количественных изменений может помочь в предотвращении тяжелых осложнений и про-

гнозировании риска развития артериальной гипертонии у пациенток с ПЭ, что является хорошим руководством для ранней профилактики заболевания. ●

#### **Финансирование.**

*Авторы не получили конкретный грант на это исследование от какого-либо финансирующего агентства в государственном, коммерческом и некоммерческом секторах.*

## **Литература**

1. He X., Ji Y., Yu M., Tong Y. Choriorretinal alterations induced by preeclampsia. *J. Ophthalmol.* 2021; 2021: 8847001.
2. Poon L.C., Magee L.A., Verlohren S., et al. A literature review and the best practice advice for second and third trimester risk stratification, monitoring, and management of pre-eclampsia. *Int. J. Obstet. Gynecol.* 2021; 154 (S1): 3–31.
3. Rana S., Lemoine E., Granger J.P., Karumanchi S. Preeclampsia: pathophysiology, challenges, and perspectives. *Circ. Res.* 2019; 124 (7): 1094–1112.
4. Amaral L.M., Wallace K., Owens M., LaMarca B. Pathophysiology and current clinical management of preeclampsia. *Curr. Hypertens Rep.* 2017; 19 (8): 61.
5. Jaffe G., Schatz H. Ocular manifestations of preeclampsia. *Am. J. Ophthalmol.* 1987; 103 (3 Pt 1): 309–315.
6. Lee J., Bae J.G., Kim Y.C. Relationship between the sFlt-1/PlGF ratio and the optical coherence tomographic features of choriorretina in patients with preeclampsia. *PLoS One.* 2021; 16 (12): e0261287.
7. Chau F.Y., Pimentel M.C., Bhagat N., Lim J.I. Preeclampsia/eclampsia associated retinopathy. *Am. Acad. Ophthalmol.* 2022.
8. Mackensen F., Paulus W.E., Max R., et al. Ocular changes during pregnancy. *Deuts. Aerztebl. Int.* 2014; 111 (33–34): 567–575.
9. Lehmann M.V., Schmieder R.E. Remodeling of retinal small arteries in hypertension. *Am. J. Hypertens.* 2011; 24 (12): 1267–1273.
10. Wong T., Knudtson M.D., Klein R., et al. Computer-assisted measurement of retinal vessel diameters in the Beaver dam eye study: methodology, correlation between eyes, and effect of refractive errors. *Ophthalmology.* 2004; 111 (6): 1183–1190.
11. Ikram M.K., Ong Y.T., Cheung C.Y., Wong T.Y. Retinal vascular caliber measurements: clinical significance, current knowledge and future perspectives. *Ophthalmologica.* 2013; 229 (3): 125–136.
12. Lee W.H., Park J.H., Won Y., et al. Retinal microvascular change in hypertension as measured by optical coherence tomography angiography. *Sci. Rep.* 2019; 9 (1): 156.
13. Valluri S., Adelberg D.A., Curtis R.S., Olk R.J. Diagnostic indocyanine green angiography in preeclampsia. *Am. J. Ophthalmol.* 1996; 122 (5): 672–677.
14. Wimmers S., Karl M., Strauss O. Ion channels in the RPE. *Prog. Retin. Eye Res.* 2007; 26 (3): 263–301.
15. Mabie W.C., Ober R.R. Fluorescein angiography in toxemia of pregnancy. *Br. J. Ophthalmol.* 1980; 64 (9): 666–671.
16. Fastenberg D.M., Fetkenhour C.L., Earl C., Shoch D.E. Choroidal vascular changes in toxemia of pregnancy. *Am. J. Ophthalmol.* 1980; 89 (3): 362–368.
17. Sathish S., Arnold J.J. Bilateral choroidal ischaemia and serous retinal detachment in pre-eclampsia. *Clin. Exp. Ophthalmol.* 2000; 28 (5): 387–390.
18. Jiang M.-S., Xu X.-L., Yang T., et al. Comparison of choroidal thickness in preeclamptic, healthy pregnant, and nonpregnant women: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmic Res.* 2019; 62 (1): 1–10.
19. Garg A., Wapner R.J., Ananth C.V., et al. Choroidal and retinal thickening in severe preeclampsia. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2014; 55 (9): 5723–5729.
20. Kim J.W., Park M.H., Kim Y.J., Kim Y.T. Comparison of subfoveal choroidal thickness in healthy pregnancy and pre-eclampsia. *Eye.* 2016; 30 (3): 349–354.
21. Benfica C.Z., Zanella T., Farias L.B., et al. Choroidal thickness in preeclampsia measured by spectral-domain optical coherence tomography. *Int. Ophthalmol.* 2019; 39 (9): 2069–2076.
22. Duru N., Ulusoy D.M., Özköse A., et al. Choroidal changes in pre-eclampsia during pregnancy and the postpartum period: comparison with healthy pregnancy. *Arq. Bras. Oftalmol.* 2016; 79 (3): 143–146.
23. Sayin N., Kara N., Pirhan D., et al. Subfoveal choroidal thickness in preeclampsia: comparison with normal pregnant and nonpregnant women. *Semin. Ophthalmol.* 2014; 29 (1): 11–17.

24. Ataş M., Açmaz G., Aksoy H., et al. Evaluation of the macula, retinal nerve fiber layer and choroid in preeclampsia, healthy pregnant and healthy non-pregnant women using spectral-domain optical coherence tomography. *Hypertens. Pregnancy*. 2014; 33 (3): 299–310.
25. Shim K.Y., Bae J.G., Lee J.K., Kim Y.C. Relationship between proteinuria and optical coherence tomographic features of the chorioretina in patients with pre-eclampsia. *PLoS One*. 2021; 16 (5): e0251933.
26. Cankaya C., Bozkurt M., Ulutas O. Total macular volume and foveal retinal thickness alterations in healthy pregnant women. *Semin. Ophthalmol.* 2013; 28 (2): 103–111.
27. Neudorfer M., Spierer O., Goder M., et al. The prevalence of retinal and optical coherence tomography findings in preeclamptic women. *Retina*. 2014; 34 (7): 1376–1383.
28. Newman E., Okcu N.T., Dogan N.Ç. Optical coherence tomography angiography findings in preeclampsia. *Eye*. 2019; 33 (12): 1946–1951.
29. Gomez M.L., Mojana F., Bartsch D.-U., Freeman W.R. Imaging of long-term retinal damage after resolved cotton wool spots. *Ophthalmology*. 2009; 116 (12): 2407–2414.
30. Kara N., Sayin N., Pirhan D., et al. Evaluation of subfoveal choroidal thickness in pregnant women using enhanced depth imaging optical coherence tomography. *Curr. Eye Res.* 2014; 39 (6): 642–647.
31. Arab M., Entezari M., Ghamary H., et al. Peripapillary retinal nerve fiber layer thickness in preeclampsia and eclampsia. *Int. Ophthalmol.* 2018; 38 (6): 2289–2294.
32. Chanwimol K., Balasubramanian S., Nassisi M., et al. Retinal vascular changes during pregnancy detected with optical coherence tomography angiography. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2019; 60 (7): 2726–2732.
33. Urfalioglu S., Bakacak M., Özdemir G., et al. Posterior ocular blood flow in preeclamptic patients evaluated with optical coherence tomography angiography. *Pregnancy Hypertens.* 2019; 17: 203–208.
34. Saito M., Ishibazawa A., Kinouchi R., Yoshida A. Reperfusion of the choriocapillaris observed using optical coherence tomography angiography in hypertensive choroidopathy. *Int. Ophthalmol.* 2018; 38 (5): 2205–2210.
35. Ciloglu E., Okcu N.T., Dogan N.Ç. Optical coherence tomography angiography findings in preeclampsia. *Eye (Lond.)*. 2019; 33 (12): 1946–1951.
36. Охлопков Д.Ю., Ахмедова Г.Ш.К., Белозерцева Н.Ф. и др. Ультразвуковое исследование глаза в диагностике преэклампсии. *Медицина завтрашнего дня. Материалы XIII межрегиональной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 60-летию СНО Читинской государственной медицинской академии*. Чита, 2014.
37. Kalafat E., Laoreti A., Khalil A., et al. Ophthalmic artery Doppler for prediction of preeclampsia: systematic review and meta-analysis. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2018; 51 (6): 731–737.
38. Gonser M., Vonzun L., Ochsenbein-Kolble N. Ophthalmic artery Doppler in prediction of pre-eclampsia: insights from hemodynamic considerations. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2021; 58 (1): 145–147.
39. Nicolaides K.H., Sarno M., Wright A. Ophthalmic artery Doppler in the prediction of preeclampsia. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2022; 226 (2S): S1098–S1101.
40. Dinn R.B., Harris A., Marcus P.S. Ocular changes in pregnancy. *Obstet. Gynecol. Surv.* 2003; 58 (2): 137–144.
41. Altalishi A.A., Khateb S., Amer R. Elschnig's spots in the acute and remission stages in preeclampsia: spectral-domain optical coherence tomographic features. *Eur. J. Ophthalmol.* 2015; 25 (5): e84–e87.
42. Morikawa M., Cho K., Kojima T., et al. Risk factors for central serous chorioretinopathy in pregnant Japanese women. *J. Obstet. Gynaecol. Res.* 2017; 43 (5): 866–872.
43. Коленко О.В., Сорокин Е.Л., Филь А.А., Помыткина Н.В. Сосудистые осложнения глаза в отдаленные сроки после перенесенной преэклампсии. *Офтальмохирургия*. 2020; 1: 77–82.

## Preeclamps Eye Changes

A.A. Afanasyeva, I.A. Loskutov, PhD

M.F. Vladimirovsky Moscow Regional Research Clinical Institute

Contact person: Anna A. Afanasyeva, anna\_amor@mail.ru

*A preliminary assessment of the state of the microcirculatory bed by observing the fundus of a pregnant patient is non-invasive, easily accessible and can expand the possibilities of early diagnosis of hypertension and its complications during pregnancy. Timely diagnosis and treatment can prevent long-term eye complications and risks of developing a woman's cardiovascular pathology in the future. The use of highly sensitive technologies makes it possible to qualitatively and quantitatively assess changes in the blood vessels of the fundus. This review contains general information about structural changes in the fundus, including changes in the choroid, retina, as well as information about changes and correlations of intraocular parameters with various markers of preeclampsia, discovered by scientists.*

**Keywords:** pregnancy, choroid thickness, fundus, preeclampsia