

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2026-19-1-115-123>



Оценка динамики зон ретинальной неперфузии у беременных женщин, страдающих сахарным диабетом, по данным оптической когерентной томографии — ангиографии

Н.В. Помыткина^{1,2✉}, Е.Л. Сорокин^{1,2}, Я.Е. Пашенцев¹, Г.В. Чижова³

¹ Хабаровский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК "Микрохирургия глаза" им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, ул. Тихоокеанская, д. 211, Хабаровск, 680033, Россия

² ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Муравьева-Амурского, д. 35, Хабаровск, 680000, Россия

³ КГБОУ ДПО «Институт повышения квалификации специалистов здравоохранения» Минздрава Хабаровского края, ул. Краснодарская, д. 9, Хабаровск, 680009, Россия

Цель работы — исследовать возможности оценки динамики зон ретинальной неперфузии у беременных, страдающих сахарным диабетом (СД), стандартным и предложенным объективным методом. *Материал и методы.* Обследованы 57 беременных (114 глаз): 28 с СД, из них 17 с диабетической ретинопатией (ДР), и 29 без сопутствующей соматической патологии. С помощью оптической когерентной томографии — ангиографии (ОКТА) оценивали общую площадь зон неперфузии с использованием программного обеспечения прибора, кроме того, проводили объективную оценку изменений доли зон ретинальной неперфузии с помощью предложенного метода с использованием графического редактора. *Результаты.* На протяжении беременности и через 3 мес после родов у пациенток с прогрессированием ДР отмечалось значимое увеличение общей площади зон неперфузии. В III триместре в группе СД показатели доли зон неперфузии по обоим сплетениям были больше, чем в контроле. Установлено увеличение доли зон неперфузии по обоим сплетениям и динамическое увеличение общей площади зон неперфузии сетчатки от I триместра к III и через 3 мес после родов в подгруппе прогрессирования ДР. *Заключение.* ОКТА позволяет оценивать изменения зон неперфузируемой сетчатки у беременных, страдающих СД. Метод объективной оценки динамики зон ретинальной неперфузии дает возможность проводить количественную оценку изменений участков неперфузируемой сетчатки отдельно по поверхностному и глубокому ретинальным сплетениям.

Ключевые слова: оптическая когерентная томография — ангиография; зоны ретинальной неперфузии; диабетическая ретинопатия; беременность

Конфликт интересов: отсутствует.

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования: Помыткина Н.В., Сорокин Е.Л., Пашенцев Я.Е., Чижова Г.В. Оценка динамики зон ретинальной неперфузии у беременных женщин, страдающих сахарным диабетом, по данным оптической когерентной томографии — ангиографии. Российский офтальмологический журнал. 2026; 19 (1): 115-23. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2026-19-1-115-123>

Assessment of retinal nonperfusion zones dynamics in pregnant women with diabetes mellitus according to optical coherence tomography — angiography

Natalia V. Pomytkina^{1,2✉}, Evgenii L. Sorokin^{1,2}, Iaroslav E. Pashentsev¹, Galina V. Chizhova³

¹ Khabarovsk branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, 211, Tikhookeanskaya St., Khabarovsk, 680033, Russia

² Far Eastern State Medical University, 35, Muravyov-Amurskiy St., Khabarovsk, 680000, Russia

³ Postgraduate Institute for Public Health Workers, 9, Krasnodarskaya St., Khabarovsk, 680009, Russia
naukakhvmtk@mail.ru

Purpose of the study was to investigate the possibility of assessing the dynamics of retinal non-perfusion zones in pregnant women with diabetes mellitus (DM) using a standard and the proposed objective method. **Material and methods.** Fifty-seven pregnant women (114 eyes) were examined: 28 with DM, including 17 with diabetic retinopathy (DR), and 29 without concomitant somatic pathology. Using optical coherence tomography angiography (OCTA), the total area of non-perfusion zones was assessed using the device software. In addition, an objective assessment of changes in the proportion of retinal non-perfusion zones was performed using the proposed method with a graphic editor. **Results.** Throughout pregnancy and 3 months after delivery, patients with DR progression showed a significant increase in the total area of non-perfusion zones. In the third trimester, the proportion of non-perfusion zones in both plexuses was higher in the DM group than in the control. An increase in the proportion of nonperfused zones in both plexuses and a dynamic increase in the total area of retinal nonperfused zones from the first trimester to the third trimester and at 3 months postpartum were found in the subgroup with progressive DR. **Conclusion.** OCTA allows for the assessment of changes in nonperfused retina in pregnant women with DM. This method of objectively assessing the dynamics of retinal nonperfusion zones enables quantitative assessment of changes in nonperfused retina areas separately for the superficial and deep retinal plexuses.

Keywords: optical coherence tomography — angiography; retinal nonperfusion zones; diabetic retinopathy; pregnancy

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

Financial disclosure: no authors have financial or property interest in any material or method mentioned.

For citation: Pomytkina N.V., Sorokin E.L., Pashentsev Ia.E., Chizhova G.V. Assessment of retinal nonperfusion zones dynamics in pregnant women with diabetes mellitus according to optical coherence tomography — angiography. Russian ophthalmological journal. 2026; 19 (1): 115–23 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2026-19-1-115-123>

В основе целого ряда заболеваний сетчатки лежат изменения ретинального микроциркуляторного русла с формированием бессосудистых зон — зон ретинальной неперфузии, которые в дальнейшем становятся причиной продукции проангиогенных факторов и развития пролиферации. Подобные процессы являются основой патогенеза диабетической ретинопатии (ДР), посттромботической ретинопатии, пролиферативной ретинопатии после перенесенного окклюзионного васкулита, хронической ишемической ретинопатии и другой патологии [1]. В связи с этим выявление зон ретинальной неперфузии важно для диагностики заболеваний сетчатки и оценки их течения [2–6].

Беременность является фактором риска манифестации и прогрессирования ДР, которые могут приводить к развитию пролиферативной стадии заболевания и угрожать необратимой потерей зрительных функций [7–12]. Важнейшим критерием прогрессирования ДР является появление и расширение в динамике, по данным оптической когерентной томографии — ангиографии (ОКТА), зон ретинальной неперфузии, которые отражают прогрессирующую облитерацию микроциркуляторного русла сетчатки [13–18].

Наиболее широко используемыми показателями для анализа ОКТА являются плотность сосудов или плотность перфузии, в зависимости от типа ангиографа [19]. В приборе Optovue показатели плотности сосудов характеризуют долю

пикселей ОКТ-ангиограммы, содержащих перфузируемую сосудистую сеть (%). Однако в реальной клинической практике данные параметры не всегда коррелируют с тяжестью ишемического поражения сетчатки. Так, у ряда пациентов с ДР и обширными зонами ретинальной неперфузии, визуализирующимися на ОКТ-ангиограммах, показатели плотности сосудов тем не менее находятся в среднестатистических пределах. Это может быть обусловлено особенностями изменений микроциркуляции и гемодинамики глаза при развитии ДР, в частности формированием микроаневризм, зон интратретинальных микрососудистых аномалий (ИРМА) и участков ретинальной неоваскуляризации, обуславливающих усиление сосудистых сигналов от сетчатки [20]. Поэтому при оценке степени тяжести ДР, как показывает клинический опыт, более актуальной является динамическая оценка состояния и площади именно зон ретинальной ишемии. Помимо этого, в программном обеспечении прибора Optovue в основу обработки получаемых ОКТ-ангиограмм положен принцип бинаризации Otsu, при котором для каждого изображения определяется свой индивидуальный порог отсечения, что может снижать достоверность полученных данных при сравнении ряда ОКТ-ангиограмм, полученных у одного и того же пациента через определенные промежутки времени. В этом плане использование единого критерия отсечения при обработке ОКТА-изображений может иметь

преимущества в оценке динамических изменений микроциркуляторного русла.

Метод ОКТА позволяет визуализировать зоны неперфузируемой сетчатки на уровне поверхностного и глубокого ретинальных сплетений. Помимо этого, он дает возможность проведения количественной оценки площади зон ретинальной неперфузии за счет программного обеспечения ОКТ-ангиографа.

Для оценки распространенности зон неперфузируемой сетчатки с использованием ресурсов ОКТ-ангиографа после формирования ОКТА-изображения исследователь в ручном режиме выделяет ретинальные зоны с отсутствием сосудистого сигнала, и программа автоматически рассчитывает площадь выделенных участков, которая соответствует общей площади зон неперфузии. Однако такой подход является достаточно субъективным, что снижает точность оценки динамики зон ретинальной неперфузии, которая имеет большое значение, в частности, при анализе прогрессирования ДР на протяжении беременности. В связи с этим разработка метода точной объективной оценки динамики зон ретинальной неперфузии у беременных женщин, страдающих сахарным диабетом (СД), представляется актуальной.

ЦЕЛЬ работы — исследовать возможности оценки динамики зон ретинальной неперфузии у беременных женщин, страдающих СД, стандартным методом и предложенным объективным методом.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследованы 57 беременных женщин (114 глаз): 28 пациенток с СД, составивших основную группу, и 29 женщин без сопутствующей соматической патологии, составивших группу контроля (рис. 1).

Пациентки с СД были отобраны методом сплошной выборки из числа беременных, направленных в нашу клинику из краевого перинатального центра г. Хабаровска в период с 2015 по 2022 г. Беременные группы контроля проходили обследование в диагностическом отделении и были отобраны случайным образом.

Средний возраст беременных с СД составил $29,5 \pm 4,5$ года (от 21 до 39 лет); 24 (86%) пациентки стра-

дали СД 1-го типа, 4 (14%) пациентки — СД 2-го типа. ДР была выявлена у 17 женщин — 61% от всех пациенток с СД. У 11 пациенток (22 глаза) на протяжении беременности ДР не была диагностирована. В III триместре беременности у 11 пациенток (22 глаза) имела место пролиферативная ДР (ПДР), у 3 (6 глаз) — препролиферативная ДР (ППДР), у 3 (6 глаз) — непролиферативная ДР (НПДР). Из 17 беременных с ДР стабильное течение ретинопатии отмечалось у 5 человек (10 глаз): двух пациенток с ПДР, у которых ДР была диагностирована в прегестационном периоде и которым до наступления беременности проводилась панретинальная лазеркоагуляция сетчатки (ПРЛКС), и трех пациенток с НПДР. Прогрессирование ДР на протяжении беременности и после родов установлено у 12 женщин (24 глаза): 3 с ППДР и 9 с ПДР в виде формирования новых клинических симптомов ДР (микроаневризмы, геморрагии, ватообразные очаги, «твердые экссудаты»), появления и увеличения площади зон ретинальной неоваскуляризации, диабетического макулярного отека (ДМО). У одной пациентки с ППДР и 3 пациенток с ПДР во время гестации развился ДМО на обоих глазах.

Средний возраст беременных без сопутствующей соматической патологии составил $29,8 \pm 4,0$ года (от 23 до 37 лет). Критерием исключения в этой группе являлась сопутствующая патология зрительного анализатора.

Всем беременным, помимо стандартного офтальмологического обследования, проводилась ОКТА на приборе Optovue RTVue XR Avanti (Optovue Inc., США) с использованием протокола сканирования HD Angio Retina 6,0 mm. Оценивалась общая площадь зон неперфузии сетчатки с помощью программного обеспечения прибора. На полученных ОКТ-ангиограммах исследователь вручную выделял зоны без сосудистого сигнала, программа ОКТ-ангиографа рассчитывала их площадь с формированием интегрального показателя (рис. 2).

Помимо этого, проводилась объективная оценка изменений зон ретинальной неперфузии в поверхностном и глубоком ретинальных сплетениях по предложенному нами методу. А именно: полученные ОКТ-ангиограммы с помощью программного обеспечения прибора сохранялись в отдельные графические файлы. В графическом редакторе GIMP или Photoshop из каждого графического файла вырезался участок ангиограммы 600×600 пикселей и выполнялось контрастирование изображения командой «Threshold» с параметром отсечения 40 ед. С помощью функции Histogram подсчитывался процент черных пикселей, который интерпретировался, как доля зон неперфузии (рис. 3).

Полученные данные последовательных исследований сравнивались между собой (Помыткина Н.В., Пашенцев Я.Е., Сорокин Е.Л. Способ количественной оценки зон сосудистой неперфузии сетчатки. Заявка на патент № 2023130671 от 24.11.2023).

В анализ включались оба глаза одной пациентки с последующей корректной статистической обработкой данных парных глаз [21]. Во всех случаях качество полученных в результате сканирования данных соответствовало возможностям адекватного анализа — сила сигнала была 8/10 и более.

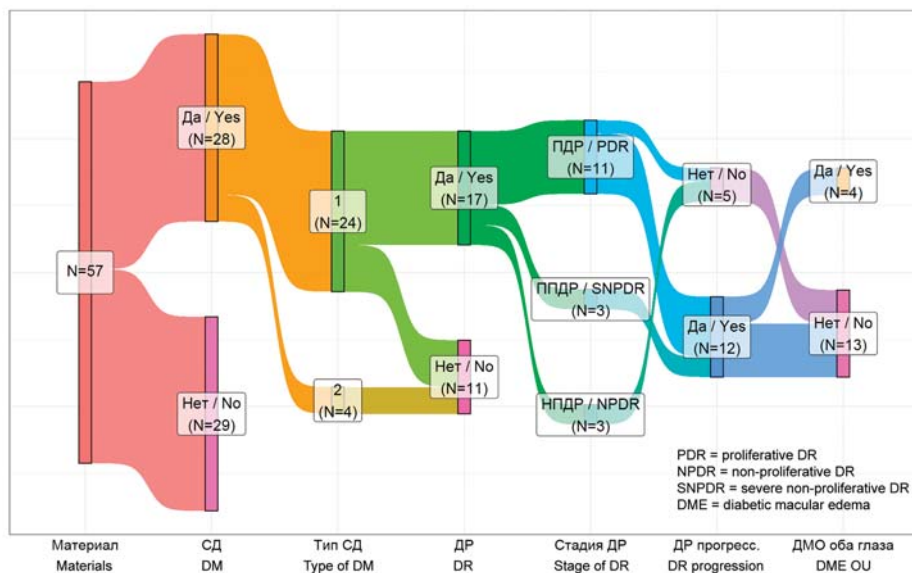


Рис. 1. Диаграмма Сэнки для исследуемых групп
Fig. 1. Sankey diagram for study groups

Обследование пациенток с СД проводилось во всех трех триместрах беременности и через 3 мес после родов, группы контроля — однократно, в III триместре. Оценивали различия показателя доли зон неперфузии у пациенток основной и контрольной группы в III триместре беременности, а также у пациенток основной группы в различных триместрах и послеродовом периоде.

Статистическая обработка данных выполнялась с использованием программы R версии 4.4.0. Данные представлены в виде $M \pm \sigma$ (среднее и стандартное отклонение) или Me (Q25; Q75) (медиана и квантили) в зависимости от нормальности распределений данных по критерию Шапиро — Уилка. Возраст пациентов сравнивался критерием Уэлча. Для сравнения количественных показателей использовался модифицированный критерий суммы рангов Уилкоксона, учитывающий корреляцию между парными глазами (пакет clusrank, функция clusWilcox.test, метод ds) [21]. Использовался независимый вариант критерия для независимых данных в группах и парный вариант критерия для связанных данных при сравнении показателей в динамике. Корректировка p-значений на множественные сравнения осуществлялась функцией p.adjust по методу Холма. Отличия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Пациентки основной и контрольных групп были сопоставимы по возрасту ($p = 0,82$, критерий Уэлча).

На первом этапе мы провели анализ полученных ОКТ-ангиограмм с помощью стандартного метода оценки площади зон неперфузии сетчатки. У беременных группы контроля во всех случаях в III триместре беременности зоны неперфузии, соответствующие участкам потери нормальной капилляризации сетчатки, в заднем полюсе глаза не визуализировались. Из 11 беременных с СД и отсутствием клинических признаков ДР у 3 были выявлены зоны ретиальной неперфузии в заднем полюсе глаза общей площадью $0,556-0,794 \text{ мм}^2$. У остальных 8 пациенток с СД без ДР зоны неперфузии не определялись. У одной беременной с НПДР в III триместре беременности зоны ретиальной неперфузии также не были выявлены. В то время как у 16 беременных с ДР визуализировались зоны неперфузии сетчатки общей площадью в среднем $3,322 (2,779; 5,349) \text{ мм}^2$ (от $1,028$ до $12,484 \text{ мм}^2$). Значения общей площади зон ретиальной неперфузии полностью коррелировали с тяжестью ДР: ее

наибольшие значения отмечались при пролиферативной стадии заболевания.

На протяжении беременности от I к III триместру и через 3 мес после родов у пациенток с ДР отмечалось значимое



Рис. 2. Определение общей площади зон ретиальной неперфузии с помощью программного обеспечения ОКТ-ангиографа

Fig. 2. Determination of the total area of retinal nonperfusion zones using OCT-angiograph software

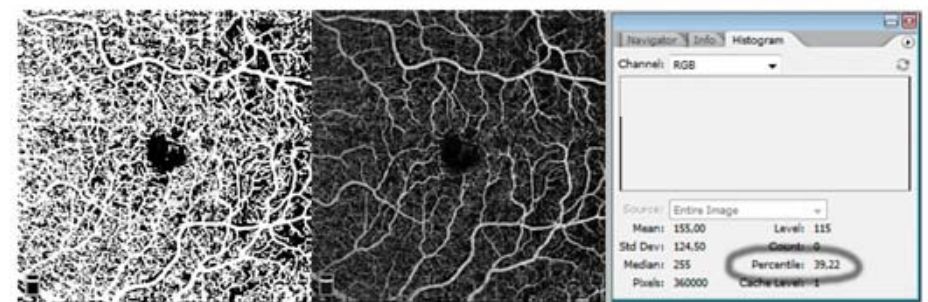
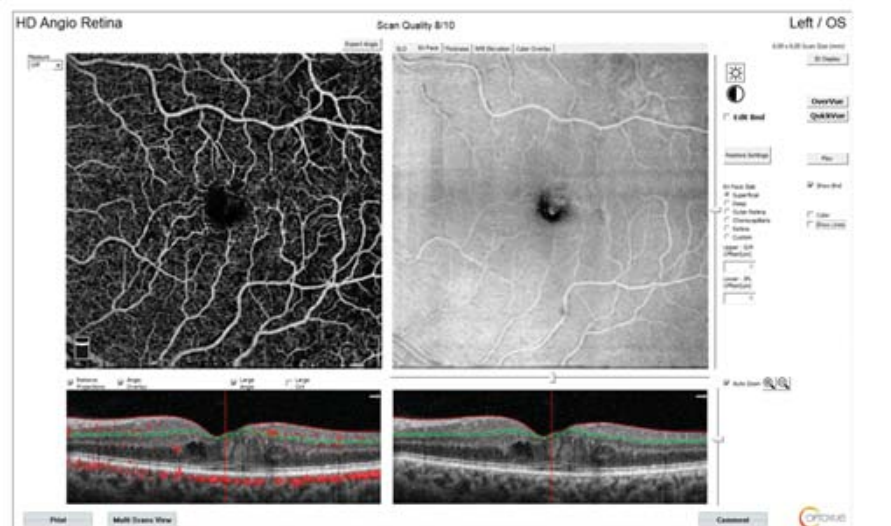


Рис. 3. Анализ ОКТ-ангиограмм в графическом редакторе для выявления доли зон ретиальной неперфузии

Fig. 3. Analysis of OCT-angiograms in a graphical editor to identify the proportion of retinal nonperfusion zones

увеличение общей площади зон неперфузируемой сетчатки ($p < 0,001$) (рис. 4).

Важно отметить, что у 3 пациенток с СД без ДР с выявленными зонами ретиальной неперфузии в заднем полюсе глаза общая площадь этих зон на протяжении беременности и после родов значительно не изменилась. А у 2 беременных с НПДР и компенсированным течением СД зоны ретиальной неперфузии не регистрировались ни на протяжении гестации, ни в послеродовом периоде.

Для детального анализа динамики зон ретиальной неперфузии на протяжении гестации пациентки с ДР были разделены на две подгруппы по характеру течения ДР: стабильное течение (5 чел., 10 глаз) и прогрессирование (12 чел., 24 глаза). У беременных с прогрессированием ДР отмечалось динамическое увеличение общей площади зон неперфузии на протяжении беременности и в послеродовом периоде. В то время как у пациенток со стабильным течением ДР значимых изменений данного показателя в динамике не выявлено (рис. 5).

На втором этапе мы проанализировали полученные ОКТ-ангиограммы с помощью предложенного нами метода объективной оценки доли зон неперфузии. Анализ данных показателей проводился отдельно для поверхностного и глубокого ретиальных сплетений.

В III триместре беременности выявлены значимые различия показателей доли зон неперфузии в группе контроля и группе беременных с СД по поверхностному и глубокому ретиальным сплетениям (рис. 6). В группе СД показатели по обоим сплетениям были значимо больше ($p < 0,001$). Выявлена также значимая разница между показателями доли зон неперфузии в обоих ретиальных сплетениях в подгруппах пациенток с ДР и отсутствием ДР, которая прослеживалась на протяжении беременности и в послеродовом периоде. Показатели в подгруппе ДР значимо больше, чем в аналогичном периоде в подгруппе с отсутствием ДР ($p < 0,001$).

Причем в подгруппе СД без ДР значимых изменений исследуемых параметров на протяжении гестации и через 3 мес после родов не выявлено как в поверхностном, так и глубоком сплетениях. Тогда как в подгруппе с ДР на протяжении беременности от I к III триместру и через 3 мес после родов отмечалось прогрессивное увеличение доли зон неперфузии в поверхностном сплетении ($p < 0,05$). В глубоком сплетении значимыми были отличия показателей во всех временных промежутках ($p < 0,05$), кроме отличий между I и II триместрами ($p = 0,07$) (рис. 7).

Анализ изменений исследуемых параметров на протяжении беременности и после родов у пациенток с прогрессированием и стабильным течением ДР не выявил значимых различий параметров в I и II триместрах, что было обусловлено наличием клиники ДР у беременных обеих подгрупп. Но к III триместру и через 3 мес после родов появились значимые отличия.

Подобная динамика параметров была обусловлена постепенным прогрессирующим увеличением доли зон неперфузии по обоим сплетениям от I к III триместру и к 3 мес после родов — в поверхностном сплетении, в подгруппе прогрессирования ДР. В то время как в подгруппе стабильного течения ДР значимых изменений исследуемых параметров на протяжении беременности и после родов не отмечалось (рис. 8).

ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенное нами исследование показало достаточную эффективность и возможность применения в клинической практике обоих методов оценки динамики зон

Площадь зон неперфузии, мм²
Total area of nonperfusion zones, mm²

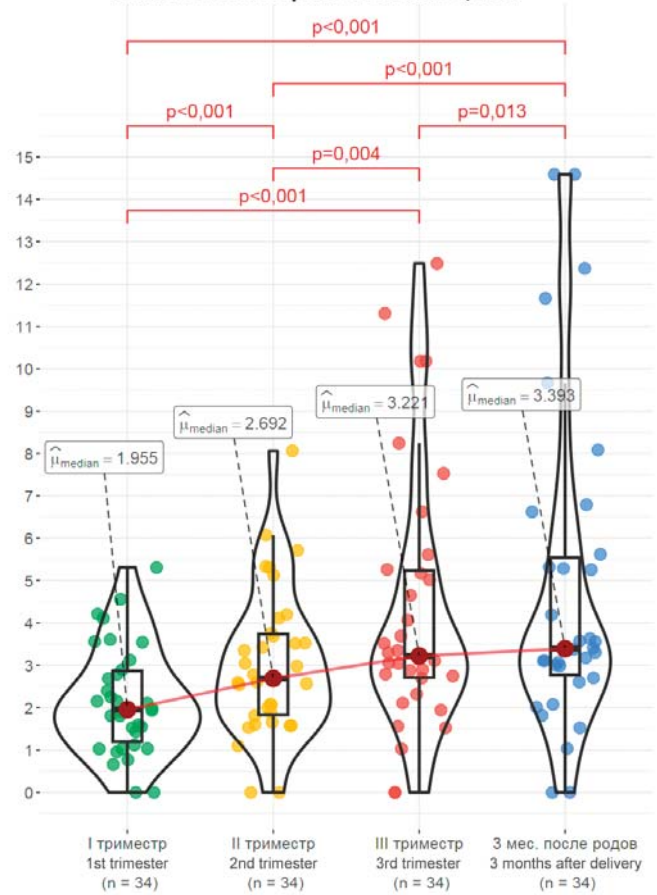


Рис. 4. Динамика общей площади зон неперфузии у беременных с ДР на протяжении гестации и после родов

Fig. 4. Dynamics of the total area of nonperfusion zones in pregnant women with DR during gestation and after childbirth

ретиальной неперфузии: стандартного и предложенного нами. Оба метода продемонстрировали расширение зон неперфузируемой сетчатки на протяжении беременности от I к III триместру у пациенток с прогрессированием ДР и отсутствие подобной динамики у беременных с СД без ДР и стабильным течением ДР.

Однако данные об общей площади зон неперфузии, полученные при применении стандартного метода, основанного на использовании программного обеспечения ОКТ-ангиографов, в частности прибора RTVue XR Avanti (Optovue, США), не всегда являются корректными за счет субъективного компонента при разметке зон неперфузии сетчатки. Так, в зону выделения могут попадать участки с сигналами кровотока. Кроме того, подсчет общей площади зон неперфузии происходит с усреднением по двум сплетениям сетчатки: поверхностному и глубокому. В то же время дифференциальная оценка состояния зон неперфузии по каждому из сплетений важна, поскольку позволяет более детально охарактеризовать прогрессирование ДР [3, 16].

Помимо этого, при разметке зон неперфузии всегда возникает вопрос: оценивать ли ту или иную зону без сосудистого сигнала («темную зону») как неперфузируемую и какой должна быть площадь бессосудистого участка, чтобы расценивать его как зону неперфузии? Четкого ответа на этот вопрос в литературе нет. По мнению P. Bradley и соавт., не-

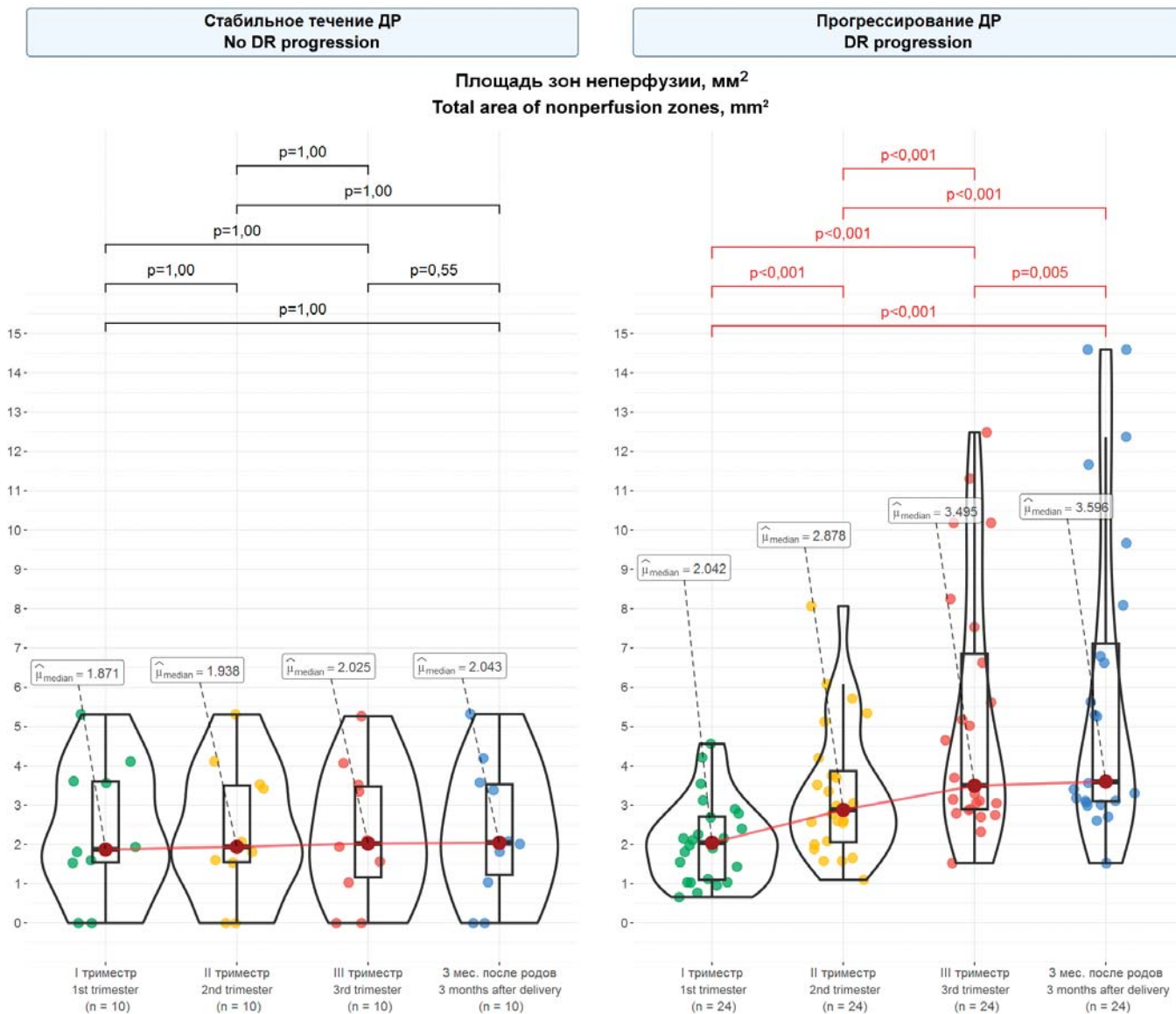


Рис. 5. Динамика общей площади зон неперфузии у беременных с прогрессированием и стабильным течением ДР на протяжении гестации и после родов
Fig. 5. Dynamics of the total area of nonperfusion zones in pregnant women with progression and stable course of DR during gestation and after childbirth

перфузируемые зоны характеризуются «черными» участками без сигналов кровотока на площади не менее одного диаметра диска зрительного нерва с потерей гиперрефлективной однородной картины [14]. Однако, по нашему мнению, это достаточно большие размеры неперфузируемого участка, и наличие меньших по размеру «темных» зон может характеризовать манифестацию и течение ДР.

В любом случае субъективное выделение зон ретиальной неперфузии на ОКТ-ангиограммах не дает точной объективной оценки динамики таких зон при сравнении с данными последующих исследований. В то же время предложенный нами метод с использованием графических редакторов позволяет полностью исключить субъективный компонент в анализе ОКТ-ангиограмм и объективно оценить расширение аваскулярных зон сетчатки в динамике в виде увеличения процента черных пикселей. Помимо этого, он позволяет отдельно анализировать ОКТА-изображения, полученные для поверхностного и глубокого ретинальных

сплетений, что помогает более качественно оценивать течение ДР.

Таким образом, метод объективной оценки динамики зон ретиальной неперфузии показал свою эффективность и доступность в клинической практике. В дальнейшем он может найти широкое применение и при другой ишемической патологии сетчатки для объективной оценки течения заболевания.

ВЫВОДЫ

1. ОКТА позволяет выявлять зоны неперфузируемой сетчатки у беременных, страдающих СД, и оценивать их изменения с помощью методов оценки динамики зон ретиальной неперфузии.

2. У беременных с прогрессированием ДР на протяжении гестации и через 3 мес после родов отмечалось динамическое увеличение общей площади зон неперфузии сетчатки, выявленное с помощью стандартного метода.

3. В III триместре беременности показатели доли зон неперфузии по поверхностному и глубокому ретинальным сплетениям в группе беременных с СД были значимо выше, чем в группе физиологической беременности.

4. У беременных с прогрессирующим ДР отмечалось динамическое увеличение доли зон неперфузии по обоим ретинальным сплетениям от I к III триместру и далее к 3 мес после родов — в поверхностном сплетении.

5. Метод объективной оценки динамики зон ретинальной неперфузии является эффективным и доступным для применения в клинической практике, его преимуществом является возможность точной количественной оценки изменений участков неперфузируемой сетчатки отдельно по поверхностному и глубокому ретинальным сплетениям.

Литература/References

1. Филиппов В.М., Петрачков Д.В., Будзинская М.В., Сидамонидзе А.Л. Современные концепции патогенеза диабетической ретинопатии. *Вестник офтальмологии*. 2021; 137 (52): 306–13. [Filipov V.M., Petrachkov D.V., Budzinskaya M.V., Sidamonidze A.L. Modern concepts of pathogenesis of diabetic retinopathy. *Vestnik of tal'mologii*. 2021; 137 (5–2): 306–13 (In Russ.)]. doi: 10.17116/oftalma2021137052306
2. de Carlo TE, Chin AT, Bonini Filho MA, et al. Detection of microvascular changes in eyes of patients with diabetes but not clinical diabetic retinopathy using optical coherence tomography angiography. *Retina*. 2015; 35 (11): 2364–70. doi: 10.1097/IAE.0000000000000882
3. Agemy SA, Scripsema NK, Shah CM, et al. Retinal vascular perfusion density mapping using optical coherence tomography angiography in normals and diabetic retinopathy patients. *Retina*. 2015; 35 (11): 2353–63. doi: 10.1097/IAE.0000000000000862
4. Kuehlewein L, Tepelus TC, An L, et al. Noninvasive visualization and analysis of the human parafoveal capillary network using swept source OCT optical microangiography. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2015; 56 (6): 3984–8. doi: 10.1167/iovs.15-16510
5. Коленко О.В., Сорокин Е.Л., Пшеничнов М.В. Состояние глазного дна у беременных с ОПГ-гестозом. *Офтальмологический журнал*. 2006; 3: 206–8. [Kolenko O.V., Sorokin E.L., Pshenichnov M.V. The condition of the fundus in pregnant women with OPG-gestosis. *Ophthalmological journal*. 2006; 3: 206–8 (In Russ.)].
6. Коленко О.В., Сорокин Е.Л., Егоров В.В. Изучение закономерностей динамики микроморфометрических показателей макулярной сетчатки у беременных женщин при патологической беременности во взаимосвязи со степенью тяжести гестоза. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2013; 2: 48–52. [Kolenko O.V., Sorokin E.L., Egorov V.V. Studying of patterns of dynamics of macular retina micromorphometric indicators in pregnant women at pathological pregnancy in interrelation with gestosis severity. *Kuban scientific medical bulletin*. 2013; 2: 48–52 (In Russ.)].
7. Chew EY, Mills JL, Metzger BE, et al. Metabolic control and progression of retinopathy. The Diabetes in early pregnancy study. National Institute of Child Health and Human Development Diabetes in Early Pregnancy Study. *Diabetes Care*. 1995; 18 (5): 631–7. doi: 10.2337/diacare.18.5.631

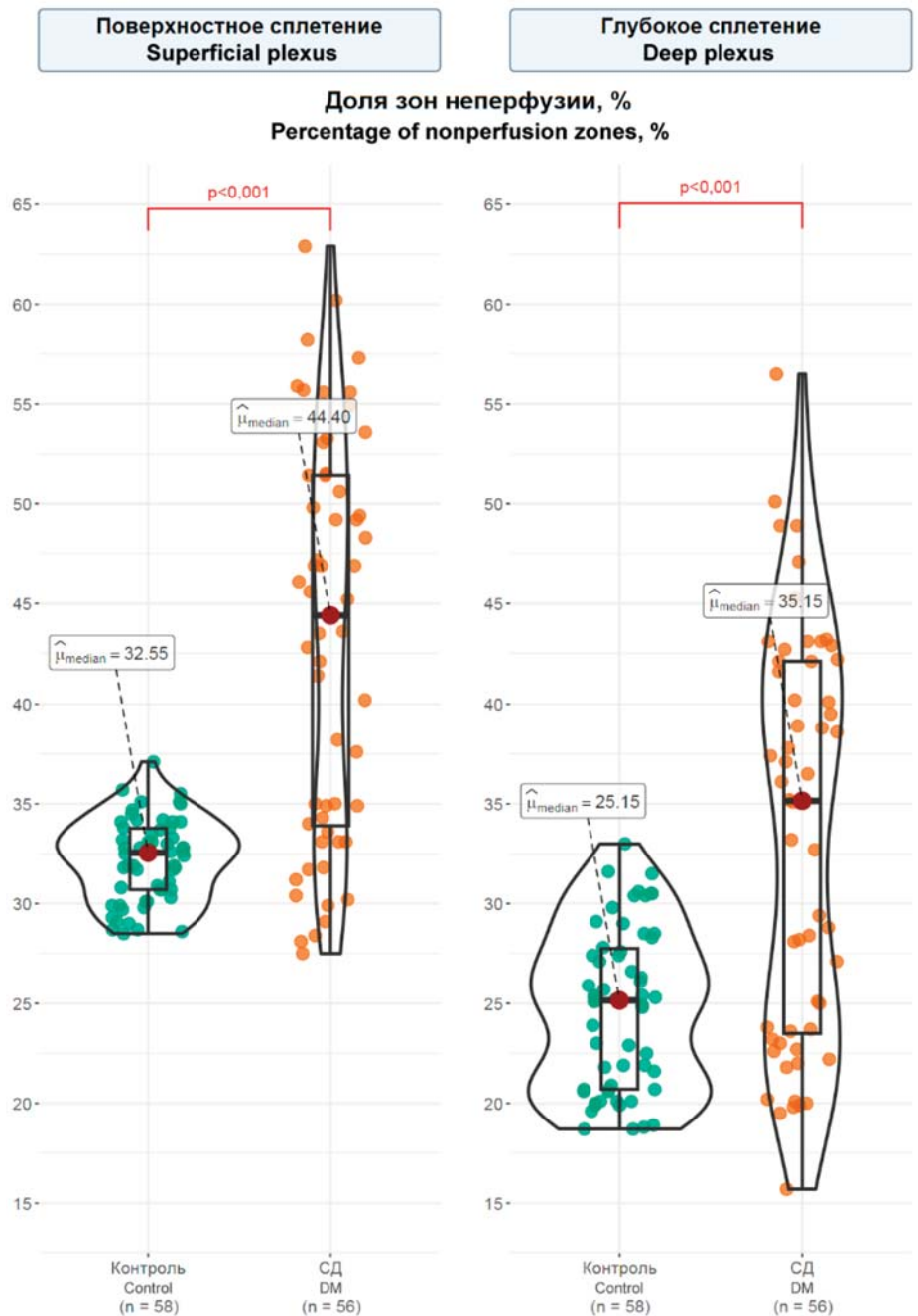


Рис. 6. Доля зон неперфузии в поверхностном и глубоком ретинальных сплетениях у здоровых беременных и беременных с СД в III триместре

Fig. 6. Proportion of nonperfusion zones in the superficial and deep retinal plexuses in healthy pregnant women and pregnant women with diabetes in the third trimester

8. Diabetes Control and Complications Trial Research Group. Effect of pregnancy on microvascular complications in the diabetes control and complications trial. *The Diabetes Control and Complications Trial Research Group*. *Diabetes Care*. 2000; 23 (8): 1084–91. doi: 10.2337/diacare.23.8.1084
9. Morrison JL, Hodgson LA, Lim LL, Al-Qureshi S. Diabetic retinopathy in pregnancy: a review. *Clin Exp Ophthalmol*. 2016; 44 (4): 321–34. doi: 10.1111/ceo.12760
10. Sunness JS, Schechet SA. Diabetic retinopathy in pregnancy. *JAMA Ophthalmol*. 2022 May 1; 140 (5): 495. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2022.0051
11. Vestgaard M, Ringholm L, Laugesen CS, et al. Pregnancy-induced sight-threatening diabetic retinopathy in women with Type 1 diabetes. *Diabet Med*. 2010; 27 (4): 431–5. doi: 10.1111/j.1464-5491.2010.02958.x
12. Chan WC, Lim LT, Quinn MJ, et al. Management and outcome of sight-threatening diabetic retinopathy in pregnancy. *Eye (Lond)*. 2004; 18 (8): 826–32. doi: 10.1038/sj.eye.6701340

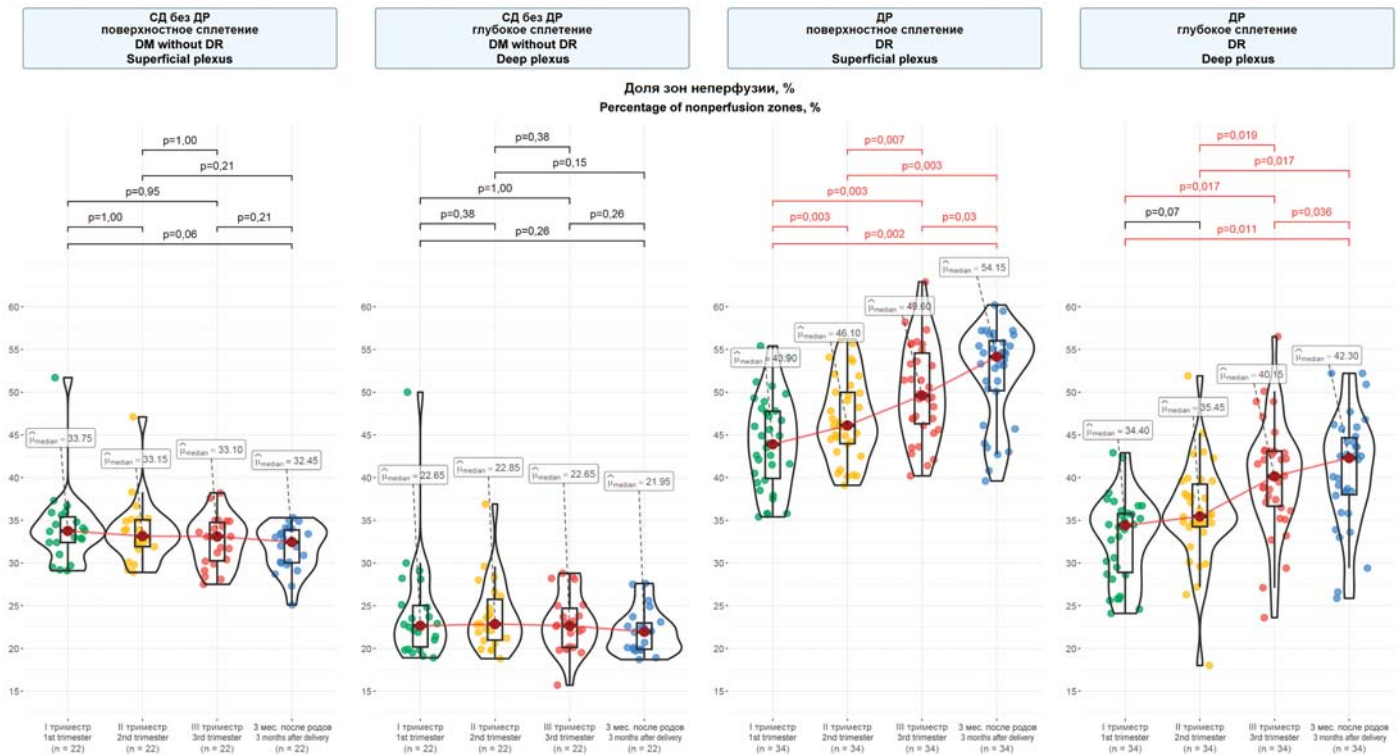


Рис. 7. Доля зон неперфузии в поверхностном и глубоком ретиальном сплетении у беременных с СД и наличием или отсутствием ДР на протяжении беременности и после родов
Fig. 7. Proportion of nonperfusion zones in the superficial and deep retinal plexus in pregnant women with DM and the presence or absence of DR during pregnancy and after childbirth

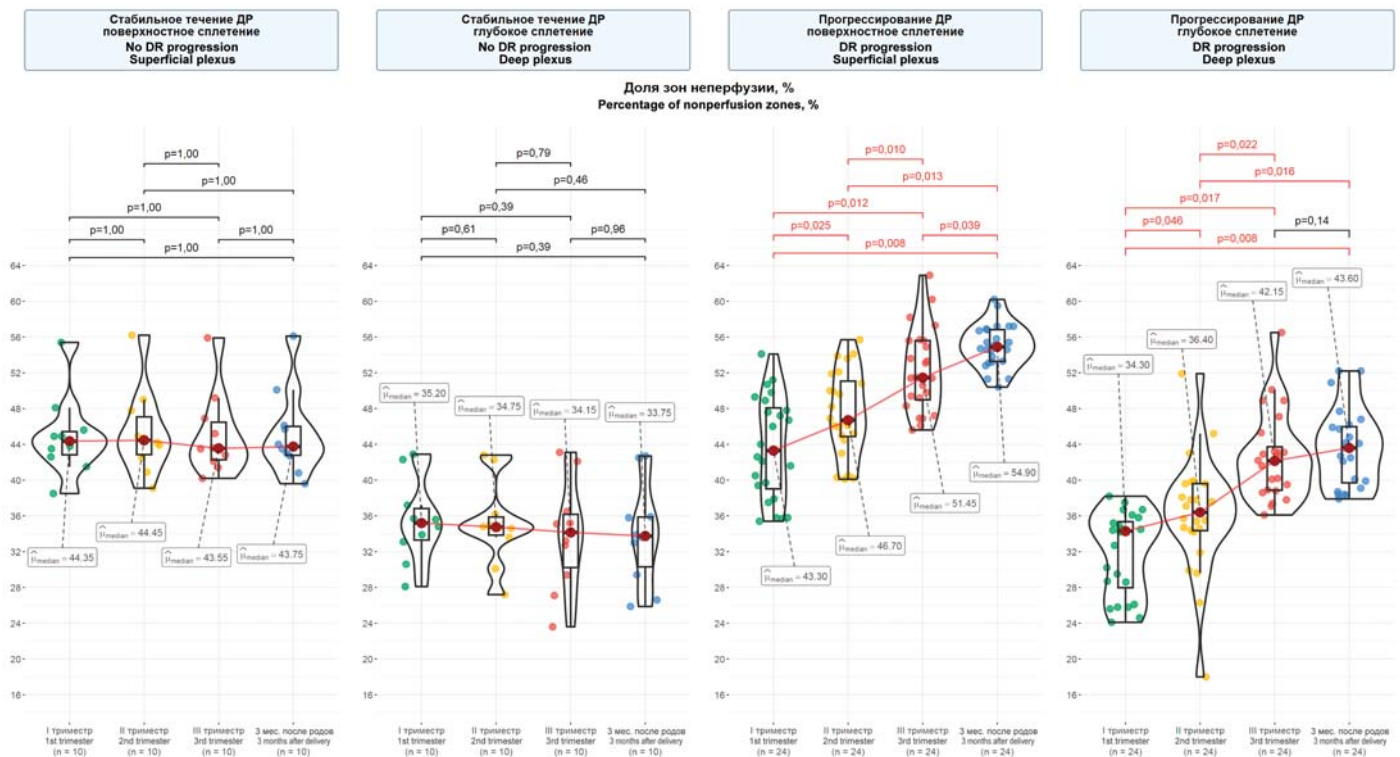


Рис. 8. Доля зон неперфузии в поверхностном и глубоком ретиальном сплетении у беременных с прогрессированием и стабильным течением ДР на протяжении беременности и после родов
Fig. 8. Proportion of nonperfusion zones in the superficial and deep retinal plexus in pregnant women with progression and stable course of DR during pregnancy and after childbirth

13. Curtis TM, Gardiner TA, Stitt AW. Microvascular lesions of diabetic retinopathy: clues towards understanding pathogenesis? *Eye (Lond)*. 2009; 23 (7): 1496–508. doi: 10.1038/eye.2009.108
14. Bradley PD, Sim DA, Keane PA, et al. The evaluation of diabetic macular ischemia using optical coherence tomography angiography. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2016; 57 (2): 626–31. doi: 10.1167/iovs.15-18034
15. Hwang TS, Gao SS, Liu L, et al. Automated quantification of capillary nonperfusion using optical coherence tomography angiography in diabetic retinopathy. *JAMA Ophthalmol*. 2016; 134 (4): 367–73. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2015.5658
16. Ishibazawa N, Nagaoka T, Takahashi A, et al. Optical coherence tomography angiography in diabetic retinopathy: a prospective pilot study. *Am J Ophthalmol*. 2015; 160 (1): 35–44.e1. doi: 10.1016/j.ajo.2015.04.021
17. Spaide RF, Klancnik JM Jr, Cooney MJ. Retinal vascular layers imaged by fluorescein angiography and optical coherence tomography angiography. *JAMA Ophthalmol*. 2015; 133 (1): 45–50. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2014.3616
18. Помыткина Н.В., Сорокин Е.Л., Пашенцев Я.Е. Оптическая когерентная томография — ангиография в исследовании ретинального кровотока у беременных с сахарным диабетом. *Офтальмохирургия*. 2021; 1: 30–8. [Pomytkina N.V., Sorokin E.L., Pashentsev Ya.E. Optical coherence tomography angiography in the study of retinal blood flow in pregnant women with diabetes. *Fyodorov journal of ophthalmic surgery*. 2021; 1: 30–8 (In Russ.)]. doi: 10.25276/0235-4160-2021-1-22-28
19. Нероев В.В., Охочимская Т.Д., Фадеева В.А. Оценка микрососудистых изменений сетчатки при сахарном диабете методом ОКТ-ангиографии. *Российский офтальмологический журнал*. 2017; 10 (2): 40–5. [Neroev V.V., Okhotsimskaya T.D., Fadeeva V.A. An account of retinal microvascular changes in diabetes acquired by OCTangiography. *Russian ophthalmological journal*. 2017; 10 (2): 40–5 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2017-10-2-40-45>
20. Малышева Н.А., Масленникова Е.А. Допплерография глазничной артерии как способ объективизации ранней диагностики непролиферативной диабетической ретинопатии у детей, больных сахарным диабетом 1-го типа. *Современные технологии в медицине*. 2011; 2: 143–5. [Malysheva N.A., Maslennikova E.A. Dopplerography of ophthalmic artery is an objective way of early diagnosis of non-proliferative diabetic retinopathy in children with diabetes mellitus type 1. *Modern technologies in medicine*. 2011; 2: 143–5 (In Russ.)].
21. Пашенцев Я.Е. Особенности статистического анализа количественных данных парных глаз, непараметрический случай. *Офтальмохирургия*. 2022; 3: 68–74. [Pashentsev Ya.E. Features of statistical analysis of quantitative data obtained from fellow eyes, nonparametric tests. *Fyodorov journal of ophthalmic surgery*. 2022; 3: 68–74 (In Russ.)]. doi: 10.25276/0235-4160-2022-3-68-74

Вклад авторов в работу: Н.В. Помыткина — концепция и дизайн исследования, сбор и анализ данных, написание текста статьи; Е.Л. Сорокин — редактирование статьи, утверждение рукописи для публикации; Я.Е. Пашенцев — анализ и статистическая обработка данных; Г.В. Чижова — концепция и дизайн исследования, редактирование.

Authors' contribution: N.V. Pomytkina — concept and design of the study, data collection and analysis, writing of the article; E.L. Sorokin — editing of the article, approval of the article for publication; Ia.E. Pashentsev — data analysis and statistical processing; G.V. Chizhova — concept and design of the study, editing of the article.

Поступила: 10.09.2024. Переработана: 24.10.2024. Принята к печати: 25.10.2024

Originally received: 10.09.2024. Final revision: 24.10.2024. Accepted: 25.10.2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

¹ Хабаровский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК "Микрохирургия глаза" им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, ул. Тихоокеанская, д. 211, Хабаровск, 680033, Россия

² ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Муравьева-Амурского, д. 35, Хабаровск, 680000, Россия

Наталья Викторовна Помыткина — канд. мед. наук, врач-офтальмолог отделения лазерной хирургии¹, ассистент кафедры общей и клинической хирургии²

Евгений Леонидович Сорокин — д-р мед. наук, профессор, заместитель директора по научной работе¹, профессор кафедры общей и клинической хирургии²

Ярослав Евгеньевич Пашенцев — младший научный сотрудник¹ КГБОУ ДПО «Институт повышения квалификации специалистов здравоохранения» минздрава Хабаровского края, ул. Краснодарская, д. 9, Хабаровск, 680009, Россия

Галина Всеволодовна Чижова — д-р мед. наук, профессор, заведующая кафедрой акушерства и гинекологии

Для контактов: Наталья Викторовна Помыткина, naukakhvmntk@mail.ru

¹ Khabarovsk branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, 211, Tikhookeanskaya St., Khabarovsk, 680033, Russia

² Far Eastern State Medical University, 35, Muravyov-Amurskiy St., Khabarovsk, 680000, Russia

Natalia V. Pomytkina — Cand. of Med. Sci., ophthalmologist of laser surgery department¹, assistant of general and clinical surgery chair²

Evgenii L. Sorokin — Dr. of Med. Sci., professor, deputy head for scientific work¹, professor of general and clinical surgery chair²

Iaroslav E. Pashentsev — junior researcher¹ Postgraduate Institute for Public Health Workers, 9, Krasnodarskaya St., Khabarovsk, 680009, Russia

Galina V. Chizhova — Dr. of Med. Sci., professor, head of the obstetrics and gynecology chair

For contacts: Natalia V. Pomytkina, naukakhvmntk@mail.ru