



ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ
ORIGINAL ARTICLES

Научная статья
УДК 617.7

DOI: <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2024-4-11-17>

© Помыткина Н.В., Сорокин Е.Л., 2024

Исследование гемодинамики и микроциркуляции глаза у беременных с гестационным сахарным диабетом

Н.В. Помыткина^{1,2}, Е.Л. Сорокин^{1,2}

¹ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Хабаровский филиал, Хабаровск, Россия

²ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный медицинский университет» Минздрава России, Хабаровск, Россия

РЕФЕРАТ

Цель. Анализ состояния гемодинамики и микроциркуляции глаза у беременных женщин с гестационным сахарным диабетом (ГСД). **Материал и методы.** Обследованы 248 беременных с ГСД и 60 здоровых женщин с физиологической гестацией, при этом в зависимости от сроков (триместра) выделены ГСД1, ГСД2, ГСД3. Исследовались: субфовеальная толщина хориоидеи, показатели оптической когерентной томографии-ангиографии (ОКТА), цветного доплеровского картирования (ЦДК) в центральной артерии сетчатки (ЦАС) и задних коротких цилиарных артериях (ЗКЦА). **Результаты.** Значимых отличий толщины хориоидеи и показателей ОКТА у беременных с ГСД и здоровых беременных и в подгруппах с различными сроками начала ГСД не выявлено. У пациенток с ГСД установлено снижение скоростных показателей кровотока в ЦАС и ЗКЦА, за исключением конечной диастолической скорости в ЗКЦА, а также индекса резистентности в ЗКЦА, в сравнении с группой контроля. Это было связано с вазодилатацией в системе глазничной артерии на уровне крупных сосудов, при сохранении стабильной перфузии на уровне микроциркуляторного русла из-за механизмов ауторегуляции. **Заключение.** Не выявлено значимых отличий субфовеолярной толщины хориоидеи и показателей ОКТА в III триместре у беременных с ГСД и с физиологической гестацией, в т.ч. при различных сроках его начала. В указанном триместре отмечалось снижение большинства скоростных показателей кровотока в ЦАС и ЗКЦА, а также индекса резистентности в последних, в сравнении с контролем. При этом в различные сроки манифестации ГСД значимые отличия параметров гемодинамики в ЗКЦА и ЦАС в III триместре отсутствовали. **Ключевые слова:** гестационный диабет, ОКТ-ангиография, микроциркуляция глаза, цветное доплеровское картирование

Для цитирования: Помыткина Н.В., Сорокин Е.Л. Исследование гемодинамики и микроциркуляции глаза у беременных с гестационным сахарным диабетом. Точка зрения. Восток – Запад. 2024;11(4): 11–17.
DOI: <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2024-4-11-17>

Автор, ответственный за переписку: Наталья Викторовна Помыткина, naukakhvmtk@mail.ru

Original article

Study of hemodynamics and microcirculation of the eye in pregnant women with gestational diabetes mellitus

N.V. Pomytkina^{1,2}, E.L. Sorokin^{1,2}

¹The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, the Khabarovsk Branch, Khabarovsk, Russia

²Far-Eastern State Medical University, Khabarovsk, Russia

ABSTRACT

Purpose. Analysis of the state of hemodynamics and microcirculation of the eye in pregnant women with gestational diabetes mellitus (GDM). **Material and methods.** 248 pregnant women with GDM and 60 healthy women with physiological gestation, and depending on the timing (trimester), GSD1, GSD2, and GSD3 were identified. The following were examined: subfoveal choroidal thickness, optical coherence tomography angiography (OCTA) parameters, color Doppler mapping (CDM) in the central retinal artery (CRA) and posterior short ciliary arteries (PSCA). **Results.** There were no significant differences in choroidal thickness and OCTA parameters between pregnant women with GDM and healthy pregnant women, and in subgroups with different periods of GDM onset. In patients with GDM, a decrease in blood flow velocity indices in the CRA and PSCA was found, with the exception of the end-diastolic velocity in the PSCA, as well as the resistance index in the PSCA, compared to the control group. This was associated with vasodilation in the ophthalmic artery system at the level of large vessels, while maintaining stable perfusion at the level of the microcirculatory bed due to autoregulation mechanisms. **Conclusion.** No significant differences in subfoveal choroidal thickness and OCTA indices were found in the third trimester in pregnant women with GDM and with physiological gestation, including at different stages of its onset. In this trimester, a

decrease in most blood flow velocity indices in the CAS and PCCAA, as well as the resistance index in the latter, was noted, compared to the control. At the same time, at different stages of GDM manifestation, there were no significant differences in hemodynamic parameters in the PCCAA and CAS in the third trimester.

Key words: *gestational diabetes, OCT angiography, ocular microcirculation, color Doppler mapping*

For quoting: Pomytkina N.V., Sorokin E.L. Study of hemodynamics and microcirculation of the eye in pregnant women with gestational diabetes mellitus. Point of view. East – West. 2024;11(4): 1–17.

DOI: <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2024-4-11-17>

Corresponding author: Natalia V. Pomytkina, naukakhvmtfk@mail.ru

АКТУАЛЬНОСТЬ

Повышенное содержание сахара в крови, впервые выявленное во время беременности, но не соответствующее критериям «манифестного» сахарного диабета (СД), носит название гестационного сахарного диабета (ГСД) [1–3]. Это понятие объединяет любые нарушения толерантности к глюкозе, впервые установленные во время гестации, а диагноз основывается на результатах лабораторного исследования [4–7].

Как известно, распространенность гипергликемии у беременных составляет 15,8%, при этом подавляющий удельный вес (83,6%) приходится на ГСД [8]. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) установила, что ежегодно 7 беременностей из 100 осложняются развитием ГСД [9, 10]. По другим данным, общемировая распространенность ГСД находится в пределах от 4 до 20%, что обусловлено популяционными различиями [11]. Наиболее часто ГСД выявляется во II триместре гестации – у 5,6% женщин, тогда как в I триместре у 2,1%, а в III триместре у 3,1% [9, 10]. Большинство (92%) беременных с ГСД моложе 40 лет; 27% беременных с ГСД назначают инсулинотерапию [12]. Рост заболеваемости ГСД связывают с увеличением возраста перво- и повторнородящих и увеличением частоты метаболического синдрома [13, 14].

Рисками развития ГСД являются: избыточная масса тела на фоне калорийной пищи и снижения физической активности, возраст старше 30 лет, наследственность по СД 2-го типа, указание на наличие ГСД в анамнезе во время предыдущей беременности, нарушенной толерантности к глюкозе, глюкозурии во время предшествующей или настоящей беременности, многоводия, крупного плода и др. [9]. Этому способствует нарастающая во время беременности инсулинорезистентность, обусловленная повышением в крови материнских и фетоплацентарных гормонов (кортизола, пролактина, эстрогенов, прогестерона и др.). В частности, при наличии генетической предрасположенности к диабету, повышенная инсулинорезистентность превышает функциональный резерв β -клеток поджелудочной железы, следствием чего является развитие ГСД [1, 15]. Таким образом, ГСД является мультифакторным заболеванием [1, 16].

Известные исследования установили негативное влияние гипергликемии матери на исходы беременности, в частности, в отношении риска развития ожирения, сердечно-сосудистых заболеваний и СД 2-го типа, причем как у матери, так и у потомства [15, 17]. Кроме того, это часто приводит к диабетической фетопатии, рожде-

нию крупного плода, развитию преэклампсии с необходимостью экстренного кесарева сечения, неонатальной гипогликемии, риску перинатальной смертности и родовому травматизму [18, 19]. Важно отметить, что повышение уровня глюкозы в крови в I триместре гестации часто свидетельствует о манифестации истинного СД, не диагностированного до беременности [1–3].

Адекватное лечение ГСД способно снизить частоту неблагоприятных исходов гестации [20–22]. Нормализация гликемического статуса у 70–85% беременных достигается за счет индивидуально подобранной диеты и дозированных физических нагрузок [4–7]. Считается, что целевой уровень глюкозы в крови у пациенток с ГСД не должен превышать 5,3 ммоль/л [17, 23]. Назначение инсулина при ГСД целесообразно при невозможности только диетотерапией достичь целевых значений сахара в крови в течение 2 недель, наличии у плода диабетической фетопатии, макросомии и гепатоспленомегалии [1–3, 24, 25]. Сохранение повышенного содержания сахара и необходимости в инсулине у пациенток после родов, как правило, свидетельствует о манифестации истинного СД [26].

Целый ряд исследований показал, что у женщин, перенесших ГСД, не только в течение первого года после родов, но и в отдаленные сроки повышается риск развития «манифестного» СД [2–7, 27–29]. Так, до 80% женщин, перенесших ГСД, заболевают СД в ближайшие 8 лет [1, 30], а у 20–50% женщин, перенесших ГСД, он возникает при последующих гестациях [30].

В 2012 г. был сформирован Российский национальный консенсус «Гестационный сахарный диабет: диагностика, лечение, послеродовое наблюдение» [31], а уже в 2013 г. ВОЗ приняла новые критерии диагностики ГСД [32].

Было доказано, что беременность выступает неоспоримым фактором риска манифестации и прогрессирования диабетической ретинопатии [33]. Однако ГСД, являясь гликемическим нарушением при довольно ограниченном времени, как правило, не приводит к ее возникновению. Возможно, длительная гипергликемия все же способна привести к изменению микроциркуляции и гемодинамики глаза? Однако в литературе отсутствуют сведения, комплексно описывающие изменения сосудистой системы глаза при ГСД.

ЦЕЛЬ

Анализ состояния гемодинамики и микроциркуляции глаза у беременных женщин с ГСД.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследовали 248 беременных с ГСД (средний возраст $31,4 \pm 5,0$ года с вариантами от 18 до 44 лет), отобранных методом сплошной выборки, и 60 здоровых женщин с физиологической гестацией из группы контроля (которые проходили плановое обследование в связи с беременностью в диагностическом отделении клиники).

Уровень гликемии при ГСД в среднем был $6,0 \pm 1,4$ ммоль/л ($5,1$ – $15,1$ ммоль/л). Среднее значение передне-задней оси глаза (ПЗО) соответствовало $23,63 \pm 1,0$ мм ($21,66$ – $25,2$ мм). В контроле средние показатели возраста пациенток – $29,8 \pm 4,0$ года (от 23 до 37 лет); ПЗО – $24,05 \pm 0,8$ мм ($23,02$ – $24,5$ мм). В сравниваемых группах не было значимых отличий по возрасту и размеру ПЗО глаз.

Пациентки с сопутствующей офтальмологической патологией, в том числе с осевой миопией и ПЗО более $24,5$ мм, из исследования были исключены.

В зависимости от сроков выявления гликемии во время беременности, из всех пациенток с ГСД было сформировано 3 подгруппы. В подгруппу 1 вошли 160 пациенток (средний возраст $31,9 \pm 5,2$ года с вариантами 18–44 лет; уровень гликемии – $6,8 \pm 1,6$ ммоль/л, $4,0$ – $9,0$ ммоль/л; ПЗО глаз – $23,69 \pm 0,99$ мм, $21,66$ – $25,1$ мм соответственно) с манифестацией ГСД в I триместре. Подгруппа 2 состояла из 56 беременных (средний возраст $30,9 \pm 4,6$ года с вариантами 25–38 лет; уровень гликемии – $6,2 \pm 2,6$ ммоль/л, $5,1$ – $15,00$ ммоль/л; ПЗО – $23,42 \pm 1,06$ мм, $21,73$ – $24,8$ мм) с установленным ГСД во II триместре. Подгруппа 3 – 32 пациентки (средний возраст $30,9 \pm 5,3$ года с вариантами 25–38 лет; уровень гликемии – $6,0 \pm 1,2$ ммоль/л, $5,1$ – $8,2$ ммоль/л; ПЗО – $23,58 \pm 1,04$ мм, $21,81$ – $24,87$ мм), у которых ГСД выявили в III триместре.

У 15 из 25 беременных с ГСД, получавших инсулин, он был выявлен в I триместре гестации и у 10 – во II. В подгруппе 3 все беременные с успехом применяли диетотерапию, а артериальное давление на протяжении гестации находилось в пределах нормативных критериев.

Помимо базового офтальмологического обследования, всем пациенткам проводилось исследование состояния микроциркуляции и гемодинамики глаз в III триместре беременности. В анализ включались данные одного случайно выбранного глаза каждой пациентки.

Применялись оптическая когерентная томография (ОКТ) и ОКТ-ангиография (ОКТА) сетчатки в зоне макулы, с помощью прибора Optovue RTVue XR Avanti. Использовался протокол сканирования и обработки изображения Retina map с мануальным измерением толщины хориоидеи в проекции центра фовеа с помощью ресурса «линейка», вертикально, от линии пигментного эпителия сетчатки до границы склера – хориоидея. При ОКТА был задействован протокол сканирования HD Angio Retina 6,0 мм с исследованием показателей, характеризующих состояние микроциркуляции сетчатки: относительную плотность сосудов (ОПС), фовеальную плотность сосудов (ФПС), парафовеальную плотность сосудов (параФПС), перифовеальная плотность

сосудов (периФПС) в поверхностном ретинальном сосудистом сплетении, площадь фовеальной аваскулярной зоны (ПФАЗ).

Исследование гемодинамики глаз выполнялось в положении обследуемых лежа на спине методом цветного доплеровского картирования (ЦДК) на многоцелевой ультразвуковой диагностической системе LOGIQ E (General Electric, США) с использованием линейного датчика с частотой 4–12 МГц, транспальпебральным способом. В В-режиме серой шкалы определяли расположение глаза и структур орбиты, затем осуществляли ЦДК задних коротких цилиарных артерий (ЗКЦА) и центральной артерии сетчатки (ЦАС). Определяли максимальную систолическую скорость кровотока (PSV), конечную диастолическую скорость (EDV) в см/с, индекс резистентности (RI) и пульсационный индекс (PI).

Для статистики использовался анализ, который осуществлялся в программе IBM SPSS Statistics 20, данные были представлены в виде $M \pm SD$, где M – среднее значение, SD – стандартное отклонение. Для определения нормальности распределений применялся критерий Шапиро – Уилка, а количественные показатели двух групп сравнивались с помощью t -критерия Уэлча. Множественные сравнения в группах производились с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) в модификации Уэлча (из-за различия дисперсий), с последующими апостериорными тестами Геймса – Хоуэлла для сравнений «всех со всеми». Критический уровень значимости принят равным 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Средняя толщина хориоидеи в области макулы при ГСД в III триместре беременности составила $341,0 \pm 85,0$ мкм (122 – 515 мкм), а в группе физиологической гестации – $361,1 \pm 72,7$ мкм (169 – 474 мкм). При этом существенных отличий в показателях толщины хориоидеи у беременных в исследуемых группах выявлено не было ($p=0,194$). Также не отмечалось значимой разницы в средних показателях данного параметра в подгруппах с различными сроками начала ГСД. Однако у беременных с манифестацией ГСД в I триместре были выявлены наименьшие значения.

Средняя толщина хориоидеи в подгруппе ГСД 1 соответствовала $335,1 \pm 83,6$ мкм (122 – 515 мкм), подгруппе 2 – $352,7 \pm 67,0$ мкм (229 – 487 мкм), подгруппе 3 – $348,8 \pm 113,0$ мкм (156 – 513 мкм).

Сравнение значений параметра толщины хориоидеи у беременных с ГСД в III триместре от вида коррекции гликемии показало следующее. Средняя толщина хориоидеи у беременных с ГСД, получавших инсулин (25 чел., ГД Инс+), составила $312,3 \pm 75,4$ мкм. У 225 беременных с диетотерапией (ГД Инс–) данный показатель соответствовал $345,1 \pm 86,9$ мкм, хотя значимых отличий в толщине хориоидеи в подгруппах выявлено не было ($p=0,148$) (табл. 1).

Значимых различий показателей ОПС, параФПС, периФПС и ПФАЗ между группами беременных с ГСД и контролем, при сравнительном анализе полученных

Таблица 1

Средние значения толщины хориоидеи в III триместре беременности у пациенток с ГСД и группы контроля

Table 1

Mean values of choroidal thickness in the third trimester of pregnancy in patients with GDM and the control group

Подгруппа / Subgroup	Средняя толщина хориоидеи, мкм Average choroidal thickness, μm
Контроль / Control	361,1 \pm 72,7
Гестационный диабет / Gestational diabetes	341,0 \pm 85,0
Гестационный диабет 1 / Gestational diabetes 1	335,1 \pm 83,6
Гестационный диабет 2 / Gestational diabetes 2	352,7 \pm 67,0
Гестационный диабет 3 / Gestational diabetes 3	348,8 \pm 113,0
Гестационный диабет Инс+ / Gestational Diabetes Ins+	312,3 \pm 75,4
Гестационный диабет Инс- / Gestational Diabetes Ins-	345,1 \pm 86,9

Таблица 2

Средние значения показателей микроциркуляции сетчатки по данным ОКТА в III триместре гестации у пациенток исследуемых групп

Table 2

Average values of retinal microcirculation parameters according to OCTA data in the third trimester of pregnancy in patients of study groups

Показатели Indicators	Контроль Control	ГСД GDM	ГСД1 GDM1	ГСД2 GDM2	ГСД3 GDM3
Относительная плотность сосудов, % Whole image vessels density, %	51,93 \pm 3,16	52,15 \pm 3,34	52,00 \pm 3,48	51,87 \pm 3,04	52,38 \pm 3,11
Фовеальная плотность сосудов, % Foveal vessels density, %	34,52 \pm 6,32	34,12 \pm 5,97	34,03 \pm 5,49	35,13 \pm 4,96	34,28 \pm 6,74
Парафовеальная плотность сосудов, % Parafoveal vessels density, %	55,69 \pm 6,09	54,87 \pm 6,04	55,09 \pm 6,07	54,34 \pm 4,65	54,88 \pm 4,67
Перифовеальная плотность сосудов, % Perifoveal vessels density, %	54,53 \pm 5,76	55,03 \pm 4,78	54,68 \pm 5,04	54,55 \pm 5,34	55,13 \pm 5,43
Площадь фовеальной аваскулярной зоны, мм ² Foveal avascular zone area, mm ²	0,27 \pm 0,1	0,28 \pm 0,1	0,28 \pm 0,1	0,27 \pm 0,08	0,29 \pm 0,11

данных, обнаружено не было ($p > 0,05$). Также не было установлено статистически достоверных отличий в значениях ФПС при ГСД и в контроле ($p = 0,815$).

У пациенток группы ГСД в III триместре беременности в поверхностном сплетении ОПС в среднем соответствовала 52,15 \pm 3,34% (39,82–60,54%); ФПС – 34,12 \pm 5,97% (12,54–47,56%); параФПС – 54,87 \pm 6,04%; периФПС – 55,03 \pm 4,78%; ПФАЗ – 0,28 \pm 0,1 мм² (от 0,09 до 0,67 мм²).

В III триместре при физиологической гестации в поверхностном сплетении ОПС в среднем была 51,93 \pm 3,16% (44,08–56,68%); ФПС – 34,52 \pm 6,32% (26,57–49,14%); параФПС – 55,69 \pm 6,09%; периФПС – 54,53 \pm 5,76%; ПФАЗ – 0,27 \pm 0,1 мм² (от 0,02 до 0,39 мм²). Данные представлены в *таблице 2*.

Анализ показал отсутствие значимых различий в ис-

следуемых ОКТА-параметрах в ПСС между подгруппами с различными сроками манифестации ГСД; для ОПС – $p = 0,911$, для ФПС – $p = 0,523$, для параФПС – $p = 0,523$, для периФПС – $p = 0,523$, для ПФАЗ – $p = 0,977$.

Средние значения исследуемых параметров микроциркуляции сетчатки в подгруппе ГСД1 соответствовали: ОПС – 52,00 \pm 3,48% (от 39,82 до 60,54%); ФПС – 34,03 \pm 5,49% (от 20,89 до 47,56%); параФПС – 55,09 \pm 6,07%; периФПС – 54,68 \pm 5,04%; ПФАЗ – 0,28 \pm 0,1 мм² (от 0,09 до 0,54 мм²).

Средние значения исследуемых ОКТА-параметров в подгруппе ГСД2 составили: ОПС – 51,87 \pm 3,04% (от 46,02 до 56,57%); ФПС – 35,13 \pm 4,96% (от 26,96 до 41,88%); параФПС – 54,34 \pm 4,65%; периФПС – 54,55 \pm 5,34%; ПФАЗ – 0,27 \pm 0,08 мм² (от 0,14 до 0,43 мм²).

В подгруппе ГСД3 средние значения параметров

микроциркуляции были: ОПС – $52,38 \pm 3,11\%$ (от 46,02 до 58,59%); ФПС – $34,28 \pm 6,74\%$ (от 12,54 до 43,16%); параФПС – $54,88 \pm 4,67\%$; периФПС – $55,13 \pm 5,43\%$; ПФАЗ – $0,29 \pm 0,11 \text{ мм}^2$ (от 0,14 до 0,67 мм^2) (табл. 2).

После проведения сравнительного анализа показателей гемодинамики в ЗКЦА и ЦАС в группах ГСД и контроля в III триместре гестации было установлено следующее. Было установлено, что PSV в ЗКЦА и ЦАС, а также EDV в ЦАС у пациенток с физиологической беременностью были существенно выше, чем в группе ГСД. При этом EDV в ЗКЦА в исследуемых группах не имели отличий, впрочем, также как и показатели RI в ЗКЦА и ЦАС и RI в ЦАС. При этом в ЗКЦА RI у пациенток с ГСД был значимо меньше. В сравниваемых подгруппах 1–3 значимых различий в исследуемых параметрах гемодинамики в ЗКЦА и ЦАС не было зафиксировано.

ОБСУЖДЕНИЕ

Для проведения исследования был выбран III триместр гестации, поскольку он характеризуется максимальным действием гемодинамических и гормональных факторов в организме женщины, обусловленных беременностью [34, 35]. Именно в этот период, на наш взгляд, можно ожидать появления различий в состоянии микроциркуляции и гемодинамики глаза у пациенток, находящихся в различных метаболических условиях, – нормогликемии и длительной гипергликемии, компенсированной с помощью лечебных мероприятий.

При комплексной оценке состояния глазного кровотока в III триместре гестации у пациенток с ГСД значимые отличия с пациентками с физиологическим течением беременности были получены нами только в отношении гемодинамических параметров.

При изучении толщины хориоидеи в макулярной области у пациенток с ГСД и у беременных с физиологической гестацией значимых различий мы не обнаружили, как и отличий при различных сроках манифестации ГСД. Однако отметили с началом ГСД в I триместре наименьшее значение средней толщины субфовеальной хориоидеи. Следует обратить внимание, что у этих пациенток нарушение в виде гликемии было самым продолжительным, причем именно здесь было наибольшее число беременных, вынужденных получать инсулинотерапию.

В то же время у пациенток, находившихся на инсулинотерапии, были отмечены меньшие значения центральной толщины хориоидеи, чем у беременных, находившихся только на диетотерапии, хотя при этом значимая разница отсутствовала. Не исключено, что у некоторых беременных из подгруппы 1 под маской гестационного протекла «манифестный» сахарный диабет, который не был диагностирован до наступления гестации. Об этом можно будет судить в дальнейшем при стойкой послеродовой гликемии.

Для ГСД характерно относительно кратковременное, преходящее нарушение углеводного обмена, что, как правило, не приводит к необратимому нарушению локальных механизмов микрососудистой ауторегуляции, поскольку патологические реакции на уровне микроциркуляторного русла сетчатки не успевают развиться.

Вероятно, в связи с этим, ОКТА-показатели, характеризующие ретинальную микроциркуляцию (ОПС, ФПС, параФПС, периФПС, ПФАЗ), у беременных с ГСД не отличались от параметров пациенток с физиологическим течением беременности, и не отмечалось значимых различий данных показателей у женщин с различными сроками манифестации ГСД.

В нашем исследовании у пациенток с ГСД было выявлено снижение скорости кровотока в ЗКЦА и ЦАС, за исключением EDV в ЗКЦА, а также RI в ЗКЦА, по сравнению с контролем. Это выявленное нами обстоятельство, как, впрочем, и наблюдения других исследователей, говорит в пользу тенденции к выраженной вазодилатации в глазничной артерии. Снижение тонуса сосудов в системе глазничной артерии приводит к увеличению калибра конъюнктивальных и ретинальных сосудов, снижению RI и формированию гиперциркуляторного состояния с активацией эстроген-зависимой сосудистой ауторегуляции.

Вазодилатации в системе глазничной артерии (т.е. на уровне относительно крупных сосудов), на наш взгляд, может способствовать и нарушение гликемии в течение длительного периода времени. При этом на микроциркуляторном уровне продолжают действовать ауторегуляторные механизмы, поддерживающие стабильную перфузию (которая имеет функциональный характер), и не дающие у беременных с ГСД развиться ретинопатии [36–38].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В нашем исследовании не было выявлено значимых отличий значений средней толщины хориоидеи в макуле и показателей ретинальной микроциркуляции в III триместре у пациенток с ГСД, у беременных с физиологическим течением гестации и различными сроками его манифестации.

У беременных с ГСД в III триместре гестации отмечалось значимое снижение большинства скоростных показателей кровотока в ЗКЦА и ЦАС, сочетающееся со снижением RI в ЗКЦА, в сравнении с физиологическим течением беременности. При этом у пациенток с различными сроками манифестации ГСД статистически достоверные отличия параметров гемодинамики в ЦАС и ЗКЦА отсутствовали.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Гестационный сахарный диабет. Диагностика, лечение, акушерская тактика, послеродовое наблюдение. Клинические рекомендации. М.; 2020. 53 с. [Gestatsionnyi sakharnyi diabet. Diagnostika, lechenie, akusherskaya taktika, poslerodovoe nablyudenie. Klinicheskie rekomendatsii. M.; 2020. 53 p. (In Russ.)]
2. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом. 8-й выпуск. Под ред. И.И. Дедова, М.В. Шестаковой, А.Ю. Майорова. М.: УП ПРИНТ; 2017. [Algorithms of specialized medical care for patients with diabetes mellitus. 8th issue. Edited by Dedov II, Shestakova MV, Mayorov AYU. M.: UP PRINT; 2017. (In Russ.)]
3. Дедов И.И., Сухих Г.Т., Филиппов О.С. и др. Гестационный сахарный диабет: диагностика, лечение, послеродовое на-

- блюдение. Проблемы репродукции. 2018;24(S6): 115–127. [Dedov II, Sukhikh GT, Filippov OS et al. Gestatsionnyi sakharnyi diabet: diagnostika, lechenie, poslerodovoe nablyudenie. Russian Journal of Human Reproduction. 2018;24(S6): 115–127. (In Russ.)]
4. American Diabetes Association. (12) Management of diabetes in pregnancy. *Diabetes Care*. 2015;38: 77–79. doi: 10.2337/dc15-S015
 5. Kim C, Newton KM, Knopp RH. Gestational diabetes and the incidence of type 2 diabetes: a systematic review. *Diabetes Care*. 2002;25(10): 1862–1868. doi: 10.2337/diacare.25.10.1862
 6. Huhn EA, Fischer T, Gbl CS, et al. Screening of gestational diabetes mellitus in early pregnancy by oral glucose tolerance test and glycosylated fibronectin: study protocol for an international, prospective, multicentre cohort trial. *BMJ Open*. 2016;6(10): e012115. doi: 10.1136/bmjopen-2016-012115
 7. Khalafallah A, Phuah E, Al-Barazan AM, et al. Glycosylated haemoglobin for screening and diagnosis of gestational diabetes mellitus. *BMJ Open*. 2016;6(4): e011059. doi: 10.1136/bmjopen-2016-011059
 8. IDF Diabetes Atlas. 9th edition Brussels, Belgium: International Diabetes Federation; 2019.
 9. Радзинский В.Е., Хамошина М.Б., Апресян С.В. и соавт. Сахарный диабет и беременность. Часть II. Диагностика и компенсация заболевания – ключ к успеху. *Акушерство*. 2011;(9): 65–70. [Radzinskii VE, Khamoshina MB, Apresyan SV, et al. Sakharnyi diabet i beremennost'. Chast' II. Diagnostika i kompensatsiya zabolevaniya – klyuch k uspekhu. *Akusherstvo*. 2011;(9): 65–70 (In Russ.)]
 10. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes-2009. *Diabetes Care*. 2009;32(1): 13–61. doi: 10.2337/dc09-S013
 11. Kharroubi AT, Darwish HM. Diabetes mellitus: The epidemic of the century. *World J Diabetes*. 2015;6(6): 850–867. doi: 10.4239/wjd.v6.i6.850
 12. Queensland Health. Queensland Clinical Guideline: Gestational diabetes mellitus Guideline. Queensland: Queensland Health; 2015.
 13. Wahabi HA, Esmail SA, Fayed A, et al. Pre-existing diabetes mellitus and adverse pregnancy outcomes. *BMC Res Notes*. 2012;5: 496. doi: 10.1186/1756-0500-5-496
 14. Diabetes in pregnancy: management from preconception to the postnatal period. NICE guideline; 2015.
 15. Демидова Т.Ю., Ушанова Ф.О. Патофизиологические аспекты развития гестационного сахарного диабета. Медицинское обозрение. 2019;3(10–2): 86–91. [Demidova TYu, Ushanova FO. Pathophysiological aspects of the development of gestational diabetes. *Russian Medical Inquiry*. 2019;3(10–2): 86–91. (In Russ.)]
 16. Башмакова Н.В., Третякова Т.Б., Фролухина О.Б., Дерябина Е.Г. Гестационный сахарный диабет – генетические аспекты. Проблемы репродукции. 2019;25(6): 22–28. [Bashmakova NV, Tretyakova TB, Frolukhina OB, Deryabina EG. Gestational diabetes mellitus – genetic aspects. *Russian Journal of Human Reproduction*. 2019;25(6): 22–28. (In Russ.)]. doi: 10.17116/repro20192506122
 17. Metzger BE, Lowe LP, et al. Hyperglycemia and adverse pregnancy outcomes. *N Engl J Med*. 2008;358(19): 1991–2002. doi: 10.1056/NEJMoa0707943
 18. Fetita LS, Sobngwi E, Serradas P, et al. Consequences of fetal exposure to maternal diabetes in offspring. *J Clin Endocrinol Metab*. 2006;91(10): 3718–3724. doi: 10.1210/jc.2006-0624
 19. Lowe WL Jr, Scholtens DM, Kuang A, et al. Hyperglycemia and Adverse Pregnancy Outcome Follow-up Study (HAPO FUS): Maternal Gestational Diabetes Mellitus and Childhood Glucose Metabolism. *Diabetes Care*. 2019;42(3): 372–380. doi: 10.2337/dc18-1646
 20. Crowther CA, Hiller JE, Moss JR, McPhee AJ, Jeffries WS, Robinson JS; Australian Carbohydrate Intolerance Study in Pregnant Women (ACHOIS) Trial Group. Effect of treatment of gestational diabetes mellitus on pregnancy outcomes. *N Engl J Med*. 2005;352(24): 2477–2486. doi: 10.1056/NEJMoa042973
 21. Landon MB. Obstetric management of pregnancies complicated by diabetes mellitus. *Clin Obstet Gynecol*. 2000;43(1): 65–74. doi: 10.1097/00003081-200003000-00007
 22. Kintiraki E, Goulis DG. Gestational diabetes mellitus: Multi-disciplinary treatment approaches. *Metabolism*. 2018;86: 91–101. doi: 10.1016/j.metabol.2018.03.025
 23. Kitzmiller JL, Block JM, Brown FM, et al. Managing preexisting diabetes for pregnancy: summary of evidence and consensus recommendations for care. *Diabetes Care*. 2008;31(5): 1060–1079. doi: 10.2337/dc08-9020
 24. American Diabetes Association. 2. Classification and Diagnosis of Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes-2019. *Diabetes Care*. 2019;42(1): 13–28. doi: 10.2337/dc19-S002
 25. Popova PV, Vasileva LB, Tkachuk AS, et al. Association of tribbles homologue 1 gene expression in human umbilical vein endothelial cells with duration of intrauterine exposure to hyperglycaemia. *Genet Res (Camb)*. 2018; 100:e3. doi: 10.1017/S0016672318000010
 26. Айламазян Э.К., Боровик Н.В., Потин В.В., Тиселько А.В. Подготовка женщин с сахарным диабетом к беременности. Гинекология. Эндокринология. 2014;(12): 34–38. [Ailamazyan ENK, Borovik NV, Potin VV, Tiselko AV. Podgotovka zhenshchin s sakharnym diabetom k beremennosti. *Ginekologiya. Ehndokrinologiya*. 2014;(12): 34–38. (In Russ.)]
 27. Филимонова А.С., Расова С.А. Гестационный диабет и заболеваемость диабетом 2 типа: систематический обзор. *Науко-сфера*. 2023;(1-2): 62–66. [Filimonova AS, Rasova SA. Gestational diabetes and the incidence of type 2 diabetes: a systematic review. *Naukosfera*. 2023;(1-2): 62–66. (In Russ.)]
 28. Ratner RE, Christophi CA, Metzger BE, et al. Prevention of diabetes in women with a history of gestational diabetes: effects of metformin and lifestyle interventions. *J Clin Endocrinol Metab*. 2008;93(12): 4774–4779. doi: 10.1210/jc.2008-0772
 29. Bellamy L, Casas JP, Hingorani AD, Williams D. Type 2 diabetes mellitus after gestational diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Lancet*. 2009;373(9677): 1773–1779. doi: 10.1016/S0140-6736(09)60731-5
 30. Ben-Haroush A, Yogeve Y, Hod M. Epidemiology of gestational diabetes mellitus and its association with Type 2 diabetes. *Diabet Med*. 2004;21(2): 103–113. doi: 10.1046/j.1464-5491.2003.00985.x
 31. Дедов И.И., Краснополяский В.И., Сухих Г.Т. Российский национальный консенсус «Гестационный сахарный диабет: диагностика, лечение, послеродовое наблюдение». *Consilium Medicum*. 2013;15(4): 5–9. [Dedov II, Krasnopol'skii VI, Sukhikh GT. Rossiiskii natsional'nyi konsensus «Gestatsionnyi sakharnyi diabet: diagnostika, lechenie, poslerodovoe nablyudenie». *Consilium Medicum*. 2013;15(4): 5–9. (In Russ.)]
 32. Diagnostic criteria and classification of hyperglycaemia first detected in pregnancy: a World Health Organization Guideline. *Diabetes Res Clin Pract*. 2014;103(3): 341–363. doi: 10.1016/j.diabres.2013
 33. 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): 1084–1091. doi: 10.2337/diacare.23.8.1084
 34. 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. doi: 10.1167/iovs.19-26956
 35. Lupton SJ, Chiu CL, Hodgson LA, et al. Temporal changes in retinal microvascular caliber and blood pressure during pregnancy. *Hypertension*. 2013;61(4): 880–885. doi: 10.1161/Hypertensionaha.111.00698
 36. Sato T, Sugawara J, Aizawa N, et al. Longitudinal changes of ocular blood flow using laser speckle flowgraphy during normal pregnancy. *PLoS One*. 2017;12(3): e0173127. doi: 10.1371/journal.pone.0173127
 37. Centofanti M, Migliardi R, Bonini S, et al. Pulsatile ocular blood flow during pregnancy. *Eur J Ophthalmol*. 2002;12(4): 276–280. doi: 10.1177/112067210201200404
 38. Toker E, Yenice O, Akpınar I, et al. The influence of sex hormones on ocular blood flow in women. *Acta Ophthalmol Scand*. 2003;81(6): 617–624. doi: 10.1111/j.1395-3907.2003.00160.x

Информация об авторах

Помыткина Наталья Викторовна – к.м.н., врач-офтальмолог отделения лазерной хирургии Хабаровского филиала ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, ассистент кафедры общей и клинической хирургии ФГБОУ ВО «Дальневосточный медицинский университет» Минздрава России, naukakhvmntk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3757-8351>

Сорокин Евгений Леонидович – д.м.н., профессор, заместитель директора по научной работе Хабаровского филиала ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, профессор кафедры общей и клинической хирургии ФГБОУ ВО «Дальневосточный медицинский университет» Минздрава России, naukakhvmntk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2028-1140>

Information about the authors

Natalia V. Pomytkina – Ph.D., Ophthalmologist of the Laser Surgery Department of the Khabarovsk branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Assistant of the General and Clinical Surgery Department of the Far Eastern State Medical University, naukakhvmntk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3757-8351>,

Leonidovich S. Evgenii – Med.Sc.D., Prof., Deputy Head for Scientific Work of the Khabarovsk branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Prof. of the General and Clinical Surgery Department of the Far Eastern State Medical University, naukakhvmntk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2028-1140>

Вклад авторов:

Помыткина Н.В. – существенный вклад в концепцию и дизайн работы, анализ и обработка материала, написание текста.

Сорокин Е.Л. – существенный вклад в концепцию и дизайн работы, редактирование, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации.

Author's contribution:

Pomytkina N.V. – significant contribution to the concept and design of the work, analysis and processing of material, writing the text.

Sorokin E.L. – significant contribution to the concept and design of the work, editing, final approval of the version to be published.

Финансирование: Авторы не получали конкретный грант на это исследование от какого-либо финансирующего агентства в государственном, коммерческом и некоммерческом секторе.

Funding: The authors have not declared a specific grant for this research from any funding agency in the public, commercial, or non-profit sector.

Конфликт интересов: Отсутствует.

Conflict of interest: There is no conflict of interest.

Поступила: 27.08.2024

Переработана: 11.09.2024

Принята к печати: 17.09.2024

Originally received: 27.08.2024

Final revision: 11.09.2024

Accepted: 17.09.2024

