

Результаты анализа микроциркуляции сетчатки у пациентов с сахарным диабетом после перенесенного COVID-19

М.А. Фролов^{1,2}И.В. Воробьева^{1,2}А.М. Фролов^{1,2}, Д.А. Семина^{1,2}, А.С. Клименко^{1,2}, С. Шаллах¹

¹ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, 117198, Российская Федерация

² Клинико-диагностический центр ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»
ул. Миклухо-Маклая, 10, Москва, 117198, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(3):604–611

Цель: мониторинг офтальмологических показателей и микроциркуляции сетчатки у пациентов с сахарным диабетом после перенесенного COVID-19. **Пациенты и методы.** Были использованы традиционные офтальмологические методы, включая оптическую когерентную томографию с ангиографией. **Результаты.** Обследованы 86 пациентов (86 глаз), которые были распределены на 4 подгруппы в зависимости от наличия или отсутствия диабета и COVID-19: подгруппа Ia: СД2(-) + COVID-19(-) — 22 человека (22 глаза) — контроль; подгруппа Ib: СД2(+) + COVID-19(-) — 21 пациент (21 глаз); подгруппа Ic: СД2(-) + COVID-19(+) — 20 пациентов (20 глаз); подгруппа Ig: СД2(+) + COVID-19(+) — 23 пациента (23 глаза). Все пациенты перенесли COVID-19 дома и не госпитализировались в стационар. МКОЗ у всех пациентов составлял 0,9–1,0. Выявлено статистически значимое увеличение фовеолярной аваскулярной зоны и наибольшие ее показатели в подгруппе диабета и COVID-19. Так, показатели площади фовеолярной аваскулярной зоны в группе СД2 + COVID-19 ($0,301 \pm 0,004 \text{ мм}^2$) были статистически значимо выше, чем в группе COVID-19 ($0,260 \pm 0,003 \text{ мм}^2$) ($p < 0,05$), чем в группе СД2 ($0,244 \pm 0,004 \text{ мм}^2$) ($p < 0,05$), чем в группе контроля ($0,216 \pm 0,005 \text{ мм}^2$) ($p < 0,05$), а также определено статистически значимое увеличение С-реактивного белка ($p < 0,05$) и D-димера ($p < 0,05$). Лечение выявленных нарушений микроциркуляции сетчатки в подгруппе диабета и COVID-19, проводили по новому предложенному способу с применением лекарственной терапии сулодексидом в дозировке 250 ЛЕ 2 раза в сутки в течение 40 дней, когда значения площади и периметра фовеолярной аваскулярной зоны статистически значимо снижаются ($p < 0,05$), что подтверждает эффективность предложенного способа лечения. **Заключение.** Выявлено, что у пациентов при сахарном диабете после перенесенного COVID-19 происходит нарушение микроциркуляции сетчатки, которое доказано размерами фовеолярной аваскулярной зоны статистически более высокими в сравнении с пациентами с сахарным диабетом ($p < 0,05$). Доказано, что на фоне лечения препаратом сулодексид в дозировке 250 ЛЕ 2 раза в сутки в течение 40 дней значения площади и периметра фовеолярной аваскулярной зоны сетчатки статистически значимо снижаются ($p < 0,05$), что подтверждает эффективность предложенного способа лечения.

Ключевые слова: сахарный диабет, сетчатка, фовеолярная аваскулярная зона, сулодексид

Для цитирования: Фролов М.А., Воробьева И.В., Фролов А.М. Семина Д.А., Клименко А.С., Шаллах С. Результаты анализа микроциркуляции сетчатки у пациентов с сахарным диабетом после перенесенного COVID-19. *Офтальмология*. 2025;22(3):604–611. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-604-611>

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.



Results of Retinal Microcirculation Analysis in Patients with Diabetes Mellitus after COVID-19

M.A. Frolov^{1,2}, I.V. Vorobyeva^{1,2}, A.M. Frolov^{1,2}, D.A. Semina^{1,2}, A.S. Klimenko^{1,2}, S. Shallah¹

¹ Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, 117198, Russian Federation

² Clinical and Diagnostic Center of the Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 10, Moscow, 117198, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):604-611

Objective. Monitoring ophthalmological parameters and retinal microcirculation in patients with diabetes mellitus after COVID-19. **Patients and methods.** Traditional ophthalmological methods, including optical coherence tomography with angiography. Results: 86 patients (86 eyes) were examined and divided into 4 subgroups depending on the presence or absence of diabetes and COVID-19: subgroup Ia: T2DM (-) + Covid-19 (-) — 22 patients (22 eyes) — control; subgroup Ib: T2DM (+) + COVID-19 (-) — 21 patients (21 eyes); subgroup Ic: T2DM (-) + COVID-19 (+) — 20 patients (20 eyes); subgroup Ig: T2DM (+) + COVID-19 (+) — 23 patients (23 eyes). All patients had COVID-19 at home and were not hospitalized. BCVA in all patients was 0.9–1.0. A statistically significant increase in the foveal avascular zone and its highest values were found in the diabetes and COVID-19 subgroup. Thus, the foveal avascular zone area values in the T2DM + COVID-19 group ($0.301 \pm 0.004 \text{ mm}^2$) were statistically significantly higher than in the COVID-19 group ($0.260 \pm 0.003 \text{ mm}^2$) ($p < 0.05$), than in the T2DM group ($0.244 \pm 0.004 \text{ mm}^2$) ($p < 0.05$), than in the control group ($0.216 \pm 0.005 \text{ mm}^2$) ($p < 0.05$), and a statistically significant increase in C-reactive protein ($p < 0.05$) and D-dimer ($p < 0.05$) was also found. Treatment of the identified retinal microcirculation disorders in the diabetes and COVID-19 subgroup was carried out according to the new proposed method using drug therapy with Sulodexide at a dosage of 250 LE 2 times a day for forty days, when the values of the area and perimeter of the foveal avascular zone statistically significantly decrease ($p < 0.05$), which confirms the effectiveness of the proposed treatment method. **Conclusion.** It was revealed that in patients with diabetes mellitus after suffering COVID-19, there is a violation of retinal microcirculation, which is proven by the size of the foveal avascular zone, which is statistically higher in comparison with patients with diabetes mellitus ($p < 0.05$). It has been proven that against the background of treatment with Sulodexide at a dosage of 250 LE 2 times a day for forty days, the values of the area and perimeter of the foveal avascular zone of the retina statistically significantly decrease ($p < 0.05$).

Keywords: diabetes mellitus, retina, foveal avascular zone, sulodexide

For citations: Frolov M.A., Vorobyeva I.V., Frolov A.M., Semina D.A., Klimenko A.S., Shallah S. Results of Retinal Microcirculation Analysis in Patients with Diabetes Mellitus after COVID-19. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(3):604–611. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-604-611>

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

COVID-19 может вызывать первичное поражение глаз и приводить к тяжелым офтальмологическим осложнениям в отдаленном периоде [1].

Ученые из Ирана S. Feizi и соавт. сообщили о серии случаев эписклерита и склерита, развившихся у пациентов на фоне COVID-19 [2]. В Канаде в 2020 году Cheema Marvi и соавт. представили кератоконъюнктивит как первое медицинское проявление новой коронавирусной инфекции [3]. A. Cano-Ortiz и соавт. в 2022 году описали случай стромального интерстициального кератита у пациента с COVID-19 [4]. Установлено, что офтальмологические симптомы могут быть ранними признаками COVID-19, среди них наиболее часто встречается конъюнктивит [5, 6].

По литературным данным, COVID-19 может вызывать выраженные изменения в сосудах сетчатки, приводя к неблагоприятным последствиям [7]. В 2022 году A.G. Altıntaş и соавт. опубликовали исследование, демонстрирующее, что COVID-19 может являться причиной

возникновения окклюзии центральной вены сетчатки (ЦВС) и ее ветвей, сопровождающейся макулярным отеком, у молодых и здоровых людей. В качестве примера авторы представили случай 39-летней пациентки, у которой диагностирована окклюзия центральной вены сетчатки, а через 4 месяца в этом же глазу произошла окклюзия ветви центральной вены [8].

Описаны и другие случаи окклюзии сосудов сетчатки, возникшие как следствие перенесенной коронавирусной инфекции COVID-19 [9–11].

Одним из возможных осложнений после перенесенной инфекции COVID-19 может быть центральная серозная хориоретинопатия. В опубликованной в 2022 году работе, W.M. Mohd-Alif и соавт. описали случай развития двусторонней отслойки сетчатки и отслойки пигментного эпителия после COVID-19 [12]. Схожие случаи центральной серозной хориоретинопатии на фоне COVID-19 представлены другими авторами [13, 14]. Описаны случаи возникновения эндофтальмита при COVID-19. В 2021 году ученые из Индии

К.К. Shah и соавт. представили серию из четырех случаев эндогенного эндофтальмита у пациентов, перенесших COVID-19. У данных пациентов наблюдались субретинальные экссудаты, кровоизлияния, субретинальный абсцесс и некроз сетчатки [15].

При COVID-19 происходят изменения в микроциркуляторной сосудистой сети. В Испании G.S. Vanders и соавт. опубликовали результаты исследования, демонстрирующие устойчивое уменьшение плотности микроциркуляторного русла сетчатки у пациентов, перенесших COVID-19 в средней и тяжелой форме. Авторами было зафиксировано расширение фовеальной аваскулярной зоны (ФАЗ) и снижение плотности сосудистой сети сетчатки в глубоких и поверхностных сплетениях [16]. F. Chiosi и соавт. в Италии в 2022 году анализировали показатели плотности сосудов у пациентов с ранней стадией постковидного синдрома. Результаты их работы показали, что у лиц, перенесших COVID-19, отмечается уменьшение плотности сосудов в глубоком капиллярном сплетении и хориокапиллярах, при этом плотность сосудов в поверхностном сплетении оставалась неизменной [17]. Аналогичные результаты, указывающие на снижение плотности микроциркуляторного русла сетчатки после перенесенной коронавирусной инфекции, были получены и другими учеными. Однако, в отличие от результатов вышеупомянутого исследования, эти авторы обнаружили уменьшение плотности сосудов, как в поверхностном, так и в глубоком капиллярном сплетении [18–20].

Снижение плотности сосудов микроциркуляторного русла сетчатки наблюдается и при СД. Исследования показывают, что даже до появления диабетической ретинопатии (ДР) у пациентов с СД наблюдаются нарушения микроциркуляции. В частности, имеется уменьшение капиллярной плотности в поверхностном сосудистом сплетении и увеличение площади ФАЗ [21].

Согласно современным литературным данным, существует взаимосвязь между СД и неблагоприятным прогнозом при COVID-19 [22]. Наличие СД увеличивает вероятность более серьезных осложнений от COVID-19, а также повышает риск летального исхода [23].

Данное исследование было проведено для выявления нарушений микроциркуляции в сетчатке после перенесенного COVID-19 и определения возможных взаимосвязей между сахарным диабетом и COVID-19.

Цель исследования: мониторинг офтальмологических показателей и микроциркуляции сетчатки у пациентов с сахарным диабетом после перенесенного COVID-19.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Полное офтальмологическое обследование и динамическое наблюдение проводили в офтальмологическом центре Клинико-диагностического центра (КДЦ) Российского университета дружбы народов им. Патриса Лумумбы. Исследование включало: оценку мак-

симальной корригированной остроты зрения (МКОЗ) (проектор знаков ССР-3100, Huvitz Co., Ltd, Южная Корея; фороптер HDR-7000 Digital Refractor, Huvitz Co., Ltd, Южная Корея); автокераторефрактометрию HRK-7000, Huvitz Co., Ltd, Южная Корея); тонометрию бесконтактным пневмотонометром FT-1000 (Tomey Corporation, Япония); биомикроскопию (щелевая лампа eVO 300 Slit Lamp, Labomed, США); прямую офтальмоскопию (прямой офтальмоскоп, Neitz Instruments Co., Ltd., Япония), биомикроофтальмоскопию с диагностическими линзами 60 и 90 дптр (Volk Optical Inc, США) и трехзеркальной линзой Гольдмана VG3 (Volk Optical Inc, США); ультразвуковое сканирование (Compact Touch 1830, Quantel Medical, Франция); компьютерную периметрию (Oculus Centerfield 2, Oculus Optikgeräte GmbH, Германия); оптическую когерентную томографию (ОКТ) с функцией ангиографии (RTVue XR 100-2, Optovue, США); цифровое фотографирование глазного дна с помощью фундус-камеры AFC-210 (Nidek CO., LTD, Япония).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Проанализированы данные 86 пациентов (86 глаз). Изучали один глаз у каждого пациента. Все 86 пациентов разделены на четыре подгруппы в зависимости от наличия или отсутствия СД2 и COVID-19: подгруппа Ia: СД2(-) + COVID-19(-) – 22 человека (22 глаза); подгруппа Ib: СД2(+) + COVID-19 (-) – 21 пациент (21 глаз); подгруппа Ic: СД2(-) + COVID-19 (+) – 20 пациентов (20 глаз); подгруппа Id: СД2(+) + COVID-19 (+) – 23 пациента (23 глаза). Все пациенты перенесли COVID-19 дома и не госпитализировались в стационар. МКОЗ у всех пациентов первой группы была высокой (0,9–1,0).

Анализ предполагал изучение жалоб, состояния переднего отрезка глаза, заднего отрезка глаза, а также состояния фовеолярной аваскулярной зоны сетчатки после перенесенной коронавирусной инфекции с использованием оптической когерентной томографии с ангиографией.

Пациенты распределялись по типу сахароснижающей терапии. 44 пациента с СД2: 21 человек — терапия пероральными гипогликемическими препаратами (48 %), 23 человека получали терапию инсулином и пероральными сахароснижающими препаратами (52 %).

Наиболее частые жалобы пациентов с СД2 и после перенесенного COVID-19 в группе из 86 человек были связаны с патологией переднего отрезка глаза: в 74 % сухость в глазах, в 62 % туман перед глазом, в 27 % слезотечение, в 17 % отделяемое из глаз, в 32 % покраснение глаз, в 10 % зуд век.

При СД2 после перенесенного COVID-19 в переднем отрезке глаза было выявлено: в 67 % изменение хрусталика по типу диффузных изменений во всех слоях, в 17 % изменение радужки по типу атрофичная и субатрофичная, в 8 % изменение роговицы по типу

тусклая и не блестящая, в 1 % изменение передней камеры по типу «мелкая».

Анализ заднего отрезка глаза в группе пациентов при СД2 после перенесенного COVID-19 выявил: в 5 % деструкцию стекловидного тела, в 5 % микроаневризмы сосудов сетчатки и микрогеморрагии в сетчатке, в 1 % случаев — изменения периферии по типу решетчатой дистрофии.

У всех 86 пациентов (86 глаз) анализировались основные цифровые характеристики ФАЗ: площадь (мм²) и периметр (мм) (табл. 1).

Наименьшие значения периметра и площади ФАЗ наблюдалась у подгруппы Ia (контроль) — периметр $1,770 \pm 0,009$ мм, площадь $0,216 \pm 0,005$ мм². При наличии диабета в подгруппе Ib цифровые характеристики ФАЗ статистически значимо увеличились (периметр $1,894 \pm 0,009$ мм, площадь $0,244 \pm 0,004$ мм²) в сравнении с контролем ($p < 0,05$). У пациентов с COVID-19 в подгруппе Iv цифровые характеристики ФАЗ (периметр $1,931 \pm 0,010$ мм, площадь $0,260 \pm 0,003$ мм²) статистически значимо отличались от подгруппы Ib с диабетом ($p < 0,05$). Наибольшие значения периметра и площади ФАЗ достигались у пациентов одновременно и с СД2, и с COVID-19 в подгруппе Ig (периметр $2,150 \pm 0,011$ мм, площадь $0,301 \pm 0,004$ мм²), что статистически значимо больше, чем у группы Iv с COVID-19 ($p < 0,05$), что проиллюстрировано на рисунке 1.

Проведен анализ уровня глюкозы в крови (ммоль/л) у разных подгрупп: наименьшие значения глюкозы крови были у подгруппы Ia (контроль) — $4,400 \pm 0,022$ ммоль/л. При наличии диабета в подгруппе Ib глюкоза крови статистически значимо увеличилась ($9,000 \pm 0,045$ ммоль/л) в сравнении с контролем ($p < 0,05$). У пациентов с COVID-19 в подгруппе Iv глюкоза крови ($5,600 \pm 0,028$ ммоль/л) статистически значимо отличались от подгруппы Ib с диабетом ($p < 0,05$). Наибольшие значения глюкозы крови достигали

Рис. 1. Площадь (мм²) и периметр (мм) ФАЗ (FAZ) у разных подгрупп (диабет + COVID-19) по результатам ОНТ с функцией ангиографии (А — площадь ФАЗ (FAZ), мм²; Б — периметр ФАЗ (FAZ), мм)

Fig. 1. Area (mm²) and perimeter (mm) of FAZ in different subgroups (diabetes + COVID-19) based on the results of OCT with angiography function (A — FAZ area, mm²; B — FAZ perimeter, mm)

Таблица 1. Площадь (мм²) и периметр (мм) ФАЗ (FAZ) у разных подгрупп (диабет + COVID-19) по результатам ОНТ с функцией ангиографии

Table 1. FAZ area (mm²) and FAZ perimeter (mm) of various subgroups (diabetes + COVID-19) according to the results of OCT with angiography function

№	Подгруппа Subgroup	Площадь ФАЗ, мм ² FAZ area, mm ²	Периметр ФАЗ, мм FAZ perimeter, mm
1	Ia / Ia	$0,216 \pm 0,005$	$1,770 \pm 0,009$
2	Ib / Ib	$0,244 \pm 0,004$	$1,894 \pm 0,009$
3	Iv / Iv	$0,260 \pm 0,003$	$1,931 \pm 0,010$
4	Ir / Id	$0,301 \pm 0,004$	$2,150 \pm 0,011$

у пациентов одновременно и с СД2, и с COVID-19 в подгруппе Ig ($11,800 \pm 0,059$ ммоль/л), что статистически значимо больше, чем у группы Iv с COVID-19 ($p < 0,05$), и статистически значимо больше чем у группы Ib с СД2, что проиллюстрировано на рисунке 2.

Проведен анализ уровней С-реактивного белка (СРБ) в крови (мг/л) и D-димера в крови (нг/мл) у разных подгрупп (табл. 2, рис. 3).

Как следует из рисунка 3, наименьшие значения уровней С-реактивного белка и D-димера в крови у подгруппы Ia (контроль) — уровень С-реактивного белка $3,000 \pm 0,015$ мг/л, уровень D-димера $20,0 \pm 0,1$ нг/мл. При наличии диабета в подгруппе Ib уровни С-реактивного белка и D-димера в крови статистически значимо увеличились (уровень С-реактивного белка $5,800 \pm 0,029$ мг/л, уровень D-димера $250,0 \pm 1,25$ нг/мл) в сравнении с контролем ($p < 0,05$). У пациентов с COVID-19 в подгруппе Iv

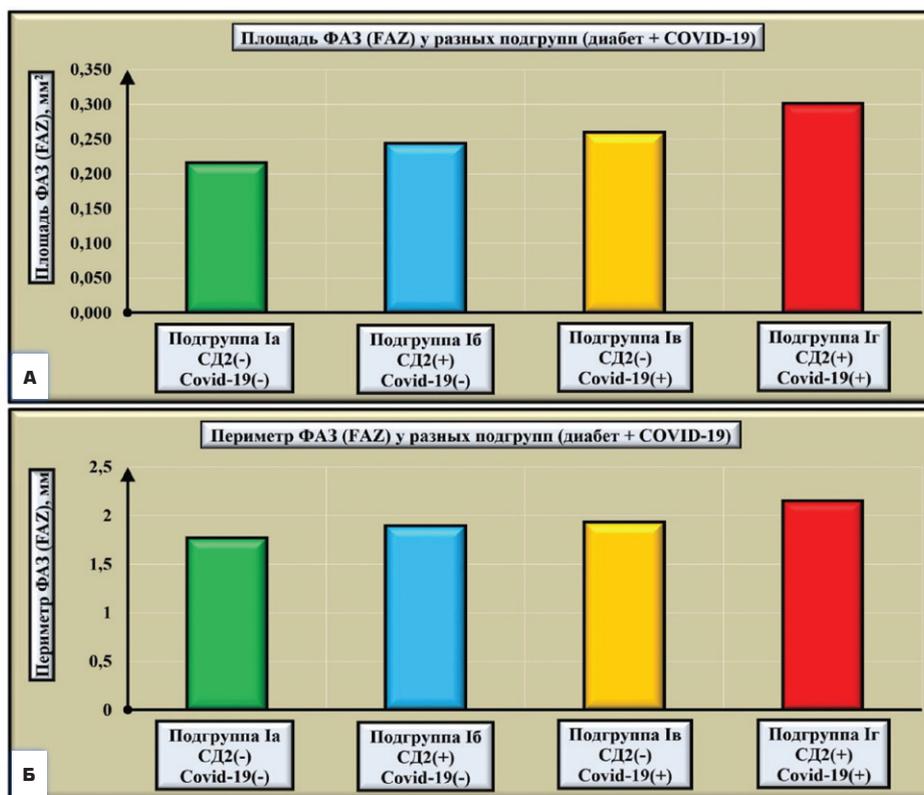


Таблица 2. Уровни С-реактивного белка (ЦРБ) в крови (мг/л) и D-димера в крови (нг/мл) у разных подгрупп

Table 2. Blood C-reactive protein (CRP) (mg/L) and blood D-dimer (ng/mL) levels for different subgroups

№	Подгруппа Subgroup	С-реактивный белок (ЦРБ), мг/л C-reactive protein (CRP), mg/l	D-димер, нг/мл D-dimer, ng/ml
1	Ia / Ia	3,000 ± 0,015	20,0 ± 0,1
2	Iб / Ib	5,800 ± 0,029	250,0 ± 1,25
3	Iв / Ic	10,100 ± 0,051	620,0 ± 3,1
4	Iг / Id	13,700 ± 0,069	720,0 ± 3,6

Таблица 3. Снижение площади и периметра ФАЗ на фоне лечения препаратом «Сулодексид»

Table 3. Reduction FAZ area and FAZ perimeter using the Sulodexide drug for a treatment

Офтальмологический параметр в соответствии с ангио-ОКТ The ophthalmologic parameter according to angio OCT	Пациенты с сахарным диабетом после перенесенного COVID-19 Patients with diabetes after COVID-19	
	До лечения Before treatment	После лечения After treatment
Площадь ФАЗ, мм ² FAZ area, mm ²	0,301 ± 0,004	0,286 ± 0,003
Периметр ФАЗ, мм FAZ perimeter, mm	2,150 ± 0,011	2,022 ± 0,012



Рис. 2. Уровень глюкозы в крови (ммоль/л) у разных подгрупп (диабет + COVID-19)

Fig. 2. Blood glucose levels (mmol/L) in different subgroups (diabetes + COVID-19)

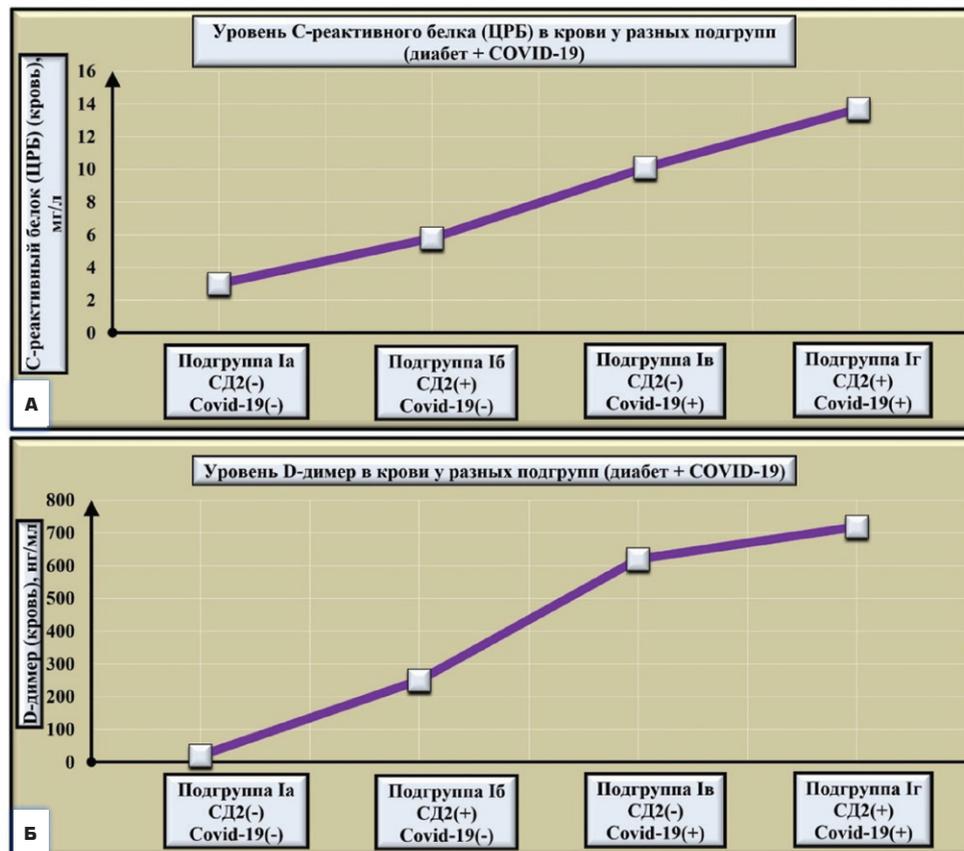


Рис. 3. Уровни С-реактивного белка (ЦРБ) в крови (мг/л) и D-димера в крови (нг/мл) у разных подгрупп: А — уровень С-реактивного белка (ЦРБ) в крови (мг/л); Б — уровень D-димера в крови (нг/мл)

Fig. 3. Levels of C-reactive protein (CRP) in the blood (mg/L) and D-dimer in the blood (ng/ml) in different subgroups: A — level of C-reactive protein (CRP) in the blood (mg/L); B — level of D-dimer in the blood (ng/ml)

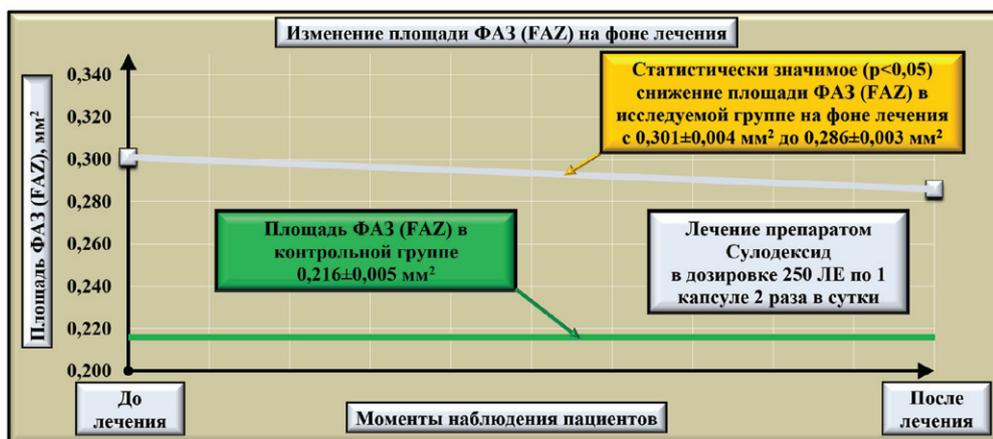


Рис. 4. Изменение площади фовеолярной аваскулярной зоны на фоне лечения препаратом «Сулодексид» в исследуемой и контрольной группах

Fig. 4. Change in the area of the foveal avascular zone during treatment with Sulodexide in the study group and in the control group

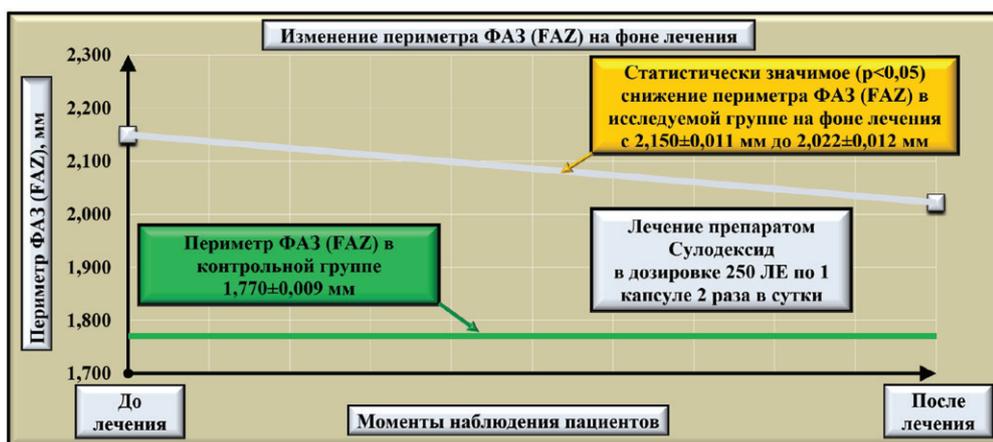


Рис. 5. Изменение периметра фовеолярной аваскулярной зоны на фоне лечения препаратом «Сулодексид» в исследуемой и контрольной группах

Fig. 5. Changes in the perimeter of the foveal avascular zone during treatment with Sulodexide in the study group and in the control group

уровни С-реактивного белка и D-димера в крови (уровень С-реактивного белка $10,100 \pm 0,051$ мг/л, уровень D-димера $620,0 \pm 3,1$ нг/мл) статистически значимо отличались от подгруппы I6 с диабетом ($p < 0,05$). Наибольшие значения уровней С-реактивного белка и D-димера в крови были у пациентов одновременно и с СД2, и с COVID-19 в подгруппе Iг (уровень С-реактивного белка $13,700 \pm 0,069$ мг/л, уровень D-димера $720,0 \pm 3,6$ нг/мл), что статистически значимо больше, чем в группе Iв с COVID-19 ($p < 0,05$), и статистически значимо больше, чем в группе I6 с СД2¹.

По результатам проведенных исследований предложен способ лечения диабетической ретинопатии на доклинической стадии у пациентов, переболевших COVID-19. Способ заключается в лекарственной терапии с использованием прямого антикоагулянта с действующим веществом сулодексид. Способ включает диагностику с помощью оптической когерентной томографии с функцией ангиографии (ОКТ-А) и определение площади фовеолярной аваскулярной зоны (ФАЗ). При значении площади ФАЗ менее или равном $0,260$ мм² назначают прием сулодексида в дозировке 250 ЛЕ 2 раза в сутки в течение 40 дней.

В проведенном исследовании подгруппа Iг: СД2(+) + COVID-19(+) — 23 пациента (23 глаза) получали

лечение препаратом «Сулодексид» по описанному способу в дозировке 250 ЛЕ 2 раза в сутки в течение 40 дней. После лечения препаратом «Сулодексид» значения площади и периметра ФАЗ (площадь ФАЗ $0,286 \pm 0,003$ мм², периметр ФАЗ $2,022 \pm 0,012$ мм) были статистически значимо ниже в сравнении с данными пациентов с сахарным диабетом после перенесенного COVID-19 ($p < 0,05$). Снижение значений площади и периметра ФАЗ говорит об эффективности лечения. Так, площадь ФАЗ снизилась на $0,015$ мм²; периметр ФАЗ — на $0,128$ мм, что проиллюстрировано в таблице 3 и на рисунке 4.

Представлено изменение площади фовеолярной аваскулярной зоны на фоне лечения у исследуемой и у контрольной групп (рис. 4).

Как следует из рисунка 4, произошло статистически значимое ($p < 0,05$) снижение площади ФАЗ (FAZ) в исследуемой группе на фоне лечения: с $0,301 \pm 0,004$ до $0,286 \pm 0,003$ мм².

Представлено изменение периметра фовеолярной аваскулярной зоны на фоне лечения у исследуемой и у контрольной групп на рисунке 5.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проведенный анализ жалоб пациентов на фоне COVID-19 позволил выявить наиболее частые

¹ Заявка на выдачу патента на изобретение RU 2025114675, 29.05.2025.

жалобы, а именно, сухость в глазах, туман перед глазами, слезотечение, отделяемое из глаз, покраснение глаз, зуд век, что подтверждает вовлечение переднего отрезка глаза в патологический процесс и сопоставимо с данными других авторов [1–6]. Анализ состояния заднего отрезка глаза в группе пациентов при СД2 и COVID-19 с высокой остротой зрения (0,9–1,0) позволяет предположить, что при этой сосудистой патологии без снижения остроты зрения на фоне коронавирусной инфекции грубых и видимых офтальмоскопических изменений в сетчатке не происходит, что свидетельствует об обоснованности поиска сосудистых изменений с помощью ангиографической ОКТ, это подтверждают данные других авторов [16–22].

В результате исследования было получено, что у пациентов при СД2 + COVID-19 объективные самые высокие цифровые данные, получаемые по результатам ОКТ с функцией ангиографии, выявлены в отношении показателей площади и периметра ФАЗ. Так, показатели площади ФАЗ (FAZ) в группе СД2 + COVID-19 ($0,301 \pm 0,004 \text{ мм}^2$) были статистически значимо выше, чем в группе COVID-19 ($0,260 \pm 0,003 \text{ мм}^2$) ($p < 0,05$), чем в группе СД2 ($0,244 \pm 0,004 \text{ мм}^2$) ($p < 0,05$), чем в группе контроля ($0,216 \pm 0,005 \text{ мм}^2$) ($p < 0,05$). Показатели периметра ФАЗ (FAZ) в группе СД2 + COVID-19 ($2,150 \pm 0,011 \text{ мм}$) были статистически значимо выше, чем в группе COVID-19 ($1,931 \pm 0,010$) ($p < 0,05$), чем в группе СД2 ($1,894 \pm 0,009 \text{ мм}$) ($p < 0,05$), чем в группе контроля ($1,770 \pm 0,009 \text{ мм}$) ($p < 0,05$).

Были изучены следующие биохимические показатели крови у 86 пациентов: глюкоза, С-реактивный белок (ЦРБ), D-димер. В результате исследования было получено, что у пациентов при СД2 + COVID-19 биохимические показатели самые высокие в части показателей глюкозы, С-реактивного белка (ЦРБ), D-димера, статистически значимо отличающиеся от показателей других групп ($p < 0,05$). Так, показатели глюкозы в крови в группе СД2 + COVID-19 ($11,800 \pm 0,059 \text{ ммоль/л}$) были статистически значимо выше, чем в группе COVID-19 ($5,600 \pm 0,028 \text{ ммоль/л}$) ($p < 0,05$), чем в группе СД2 ($9,000 \pm 0,045 \text{ ммоль/л}$) ($p < 0,05$), чем в группе контроля ($4,400 \pm 0,022 \text{ ммоль/л}$) ($p < 0,05$). Показатели С-реактивного белка (ЦРБ) в крови в группе СД2 +

COVID-19 ($13,700 \pm 0,069 \text{ мг/л}$) были статистически значимо выше, чем в группе COVID-19 ($10,100 \pm 0,051$) ($p < 0,05$), чем в группе СД2 ($5,800 \pm 0,029$) ($p < 0,05$), чем в группе контроля ($3,000 \pm 0,015 \text{ мг/л}$) ($p < 0,05$). Выявлено, что показатели D-димера в крови в группе СД2 + COVID-19 ($720,0 \pm 3,6 \text{ нг/мл}$) были статистически значимо выше, чем в группе COVID-19 ($620,0 \pm 3,1 \text{ нг/мл}$) ($p < 0,05$), чем в группе СД2 ($250,0 \pm 1,25 \text{ нг/мл}$) ($p < 0,05$), чем в группе контроля ($20,0 \pm 0,1 \text{ нг/мл}$) ($p < 0,05$).

Предложенный новый способ лечения нарушений микроциркуляции у пациентов с СД2 после COVID-19 позволяет повысить эффективность лечения диабетической ретинопатии у пациентов, переболевших COVID-19, за счет адекватной лекарственной терапии Сулодексидом, приводящей к улучшению перфузии глаза в периферической зоне, уменьшению площади ФАЗ, повышению остроты зрения пациентов до значений нормы, уменьшению количества микроаневризм и микрогеморрагий, нормализации сосудистой проницаемости на уровне микроциркуляторного русла.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявлено, что у пациентов при сахарном диабете после перенесенного COVID-19 размеры фовеолярной аваскулярной зоны (значения площади и периметра ФАЗ) статистически значимо выше в сравнении с пациентами с сахарным диабетом ($p < 0,05$), что обуславливает необходимость применять предложенный новый способ лечения нарушенной микроциркуляции с использованием препарата «Сулодексид» в дозировке 250 ЛЕ 2 раза в сутки в течение 40 дней.

На фоне лечения препаратом «Сулодексид» в дозировке 250 ЛЕ 2 раза в сутки в течение 40 дней значения площади ФАЗ и периметра ФАЗ статистически значимо снижаются ($p < 0,05$), что подтверждает эффективность предложенного способа лечения.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Фролов М.А. — консультирование, научное редактирование; Воробьева И.В. — консультирование, научное редактирование; Фролов А.М. — консультирование, научное редактирование; Клименко А.С. — консультирование, научное редактирование; Семина Д.А. — сбор и обработка материала, написание текста; Шаллах Сами — сбор и обработка материала, написание текста; техническое редактирование, перевод текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Islam M, Chou M, Braithwaite T, Siddiqui A. Bilateral anterior non-necrotising scleritis, anterior uveitis, and unilateral facial nerve palsy in paediatric inflammatory multisystem syndrome temporally associated with COVID-19. *Lancet Rheumatol.* 2021 Nov;3(11):e818. doi: 10.1016/S2665-9913(21)00272-1.
- Feizi S, Meshksar A, Naderi A, Esfandiari H. Anterior Scleritis Manifesting After Coronavirus Disease 2019: A Report of Two Cases. *Cornea.* 2021 Sep 1;40(9):1204–1206. doi: 10.1097/ICO.0000000000002795.
- Cheema M, Aghazadeh H, Nazarali S, Ting A, Hodges J, McFarlane A, Kanji JN, Zelyas N, Damji KF, Solarte C. Keratoconjunctivitis as the initial medical presentation of the novel coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Can J Ophthalmol.* 2020 Aug;55(4):e125–e129. doi: 10.1016/j.jco.2020.03.003.
- Cano-Ortiz A, Leiva-Gea I, Ventosa AS, González-Cruces T, Sánchez-González JM, Morales P, Villarrubia A. Stromal interstitial keratitis in a patient with COVID-19. *J Fr Ophthalmol.* 2022 Apr;45(4):e175–e177. doi: 10.1016/j.jfo.2021.11.004.
- Stawowski AR, Konopińska J, Stawowski SS, Adamczuk J, Groth M, Moniuszko-Malinowska A, Czupryna P. The Review of Ophthalmic Symptoms in COVID-19. *Clin Ophthalmol.* 2024 May 23;18:1417–1432. doi: 10.2147/OPTh.S460224.
- Гилемзянова ЛИ, Бабушкин АЭ. Офтальмологические проявления SARS-CoV-2. Точка зрения. Восток — Запад. 2022;3:38–44. doi: 10.25276/2410-1257-2022-3-38-44.
- Gilemzyanova LI, Babushkin AE. Ophthalmological manifestations of SARS-CoV-2. Point of view. East — West. 2022;3:38–44 (In Russ.). doi: 10.25276/2410-1257-2022-3-38-44.
- Dong J, Chen R, Zhao H, Zhu Y. COVID-19 and ocular complications: A review of ocular manifestations, diagnostic tools, and prevention strategies. *Adv Ophthalmol Pract Res.* 2023 Feb-Mar;3(1):33–38. doi: 10.1016/j.aopr.2022.11.001.
- Altıntaş AG, Kıcı E. Consecutive central and branch retinal vein occlusions in the same eye of a young healthy COVID-19 patient: A unique case report. *Am J Ophthalmol Case Rep.* 2022 Jul 31;27:101669. doi: 10.1016/j.ajoc.2022.101669.
- Larrea J, Villota-Deleu E, Fernández-Vega B, Fernández-Vega Sanz Á. Late retinal and optic nerve vascular complications due to COVID-19 in young individuals. *Am J Ophthalmol Case Rep.* 2022 Mar;25:101327. doi: 10.1016/j.ajoc.2022.101327.
- Щуко АГ, Акуленко МВ, Юрьева ТН. COVID-19 как фактор риска окклюзии вен сетчатки у молодых пациентов? *Клин офтальмол.* 2022;22(1):62–67. doi: 10.32364/2311-7729-2022-22-1-62-67.

- Shchuko AG, Akulenko MV, Yuryeva TN. COVID-19 as a risk factor for retinal vein occlusion in young patients? *Clin ophthalmol.* 2022;22(1):62-67 (In Russ.). doi: 10.32364/2311-7729-2022-22-1-62-67.
11. Murchison AP, Sweid A, Dharia R, Theofanis TN, Tjoumakaris SI, Jabbour PM, Bilyk JR. Monocular visual loss as the presenting symptom of COVID-19 infection. *Clin Neurol Neurosurg.* 2021 Feb;201:106440. doi: 10.1016/j.clineuro.2020.106440.
 12. Mohd-Alif WM, Nur-Athirah A, Hanapi MS, Tuan Jaffar TN, Shatriah I. Bilateral and Multiple Central Serous Chorioretinopathy Following COVID-19 Infection: A Case Report and Literature Review. *Cureus.* 2022 Mar 17;14(3):e23246. doi: 10.7759/cureus.23246.
 13. Delbarre M, Maréchal M, Froussart-Maille F. Central serous chorioretinopathy following Pfizer-BioNTech COVID-19 vaccine: A case report. *J Fr Ophtalmol.* 2022 Jan;45(1):e1-e2. doi: 10.1016/j.jfo.2021.11.003.
 14. Sanjay S, Kawali A, Mahendradas P. Acute macular neuroretinopathy and COVID-19 vaccination. *Indian J Ophthalmol.* 2022 Jan;70(1):345-346. doi: 10.4103/ijo.IJO_2542_21.
 15. Shah KK, Venkatramani D, Majumder PD. A case series of presumed fungal endogenous endophthalmitis in post COVID-19 patients. *Indian J Ophthalmol.* 2021 May;69(5):1322-1325. doi: 10.4103/ijo.IJO_3755_20.
 16. Banderas García S, Aragón D, Azarfane B, Trejo F, Garrell-Salat X, Sánchez-Montalvá A, Otero-Romero S, Garcia-Arumi J, Zapata MA. Persistent reduction of retinal microvascular vessel density in patients with moderate and severe COVID-19 disease. *BMJ Open Ophthalmol.* 2022 Jan 11;7(1):e000867. doi: 10.1136/bmjophth-2021-000867.
 17. Chiosi F, Campagna G, Rinaldi M, Manzi G, dell'Omo R, Fiorentino G, Toro M, Tranfa F, D'Andrea L, Rejdak M, Costagliola C. Optical Coherence Tomography Angiography Analysis of Vessel Density Indices in Early Post-COVID-19 Patients. *Front Med (Lausanne).* 2022 Jun 28;9:927121. doi: 10.3389/fmed.2022.927121.
 18. Beyoğlu A, Küçüködük A, Meşen A, Aksoy M, Kaya E, Dağhan B. Investigation of changes in retinal vascular parameters and choroidal vascular index values during the early recovery period of COVID-19: The COVID-OCTA study. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2023 Jun;42:103338. doi: 10.1016/j.pdpdt.2023.103338.
 19. Moshfeghi S, Khosravifard K, Shirzadi K, Makateb A, Pourazizi M, Kateb H, Naderan M, Abounoori M. Retinal and choroidal microvasculature in early and three months post COVID-19: A case-control study. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2023 Dec;44:103730. doi: 10.1016/j.pdpdt.2023.103730.
 20. Erogul O, Gobeka HH, Dogan M, Akdogan M, Balci A, Kasicki M. Retinal microvascular morphology versus COVID-19: What to anticipate? *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2022 Sep;39:102920. doi: 10.1016/j.pdpdt.2022.102920.
 21. Нероев ВВ, Охотимская ТД, Фадеева ВА. Оценка микрососудистых изменений сетчатки при сахарном диабете методом ОКТ-ангиографии. *Российский офтальмологический журнал* 2017;10(2):40-45. doi: 10.21516/2072-0076-2017-10-2-40-45. Neroyev VV, Okhotsimskaya TD, Fadeeva VA. An account of retinal microvascular changes in diabetes acquired by OCT angiography. *Russian ophthalmological journal.* 2017;10(2):40-45 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2017-10-2-40-45.
 22. Boden I, Bernabeu MO, Dhillon B, Dorward DA, MacCormick I, Megaw R, Tochel C. Pre-existing diabetic retinopathy as a prognostic factor for COVID-19 outcomes amongst people with diabetes: A systematic review. *Diabetes Res Clin Pract.* 2022 May;187:109869. doi: 10.1016/j.diabres.2022.109869.
 23. Sharma P, Behl T, Sharma N, Singh S, Grewal AS, Albarrati A, Albratty M, Meraya AM, Bungau S. COVID-19 and diabetes: Association intensify risk factors for morbidity and mortality. *Biomed Pharmacother.* 2022 Jul;151:113089. doi: 10.1016/j.biopha.2022.113089.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Фролов Михаил Александрович
доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой глазных болезней
<https://orcid.org/0000-0002-9833-623>

Воробьева Ирина Витальевна
доктор медицинских наук, профессор кафедры глазных болезней
<https://orcid.org/0000-0003-2707-8417>

Фролов Александр Михайлович
кандидат медицинских наук, доцент кафедры глазных болезней
<https://orcid.org/0000-0003-0988-1361>

Семина Дарья Андреевна
ассистент кафедры глазных болезней
<https://orcid.org/0009-0003-6567-8779>

Клименко Анна Сергеевна
кандидат медицинских наук, доцент аккредитационно-симуляционного центра
<https://orcid.org/0000-0001-8591-3746>

Шаллах Сами
аспирант кафедры глазных болезней
<https://orcid.org/0000-0003-3576-293X>

ABOUT THE AUTHORS

Frolov Mikhail A.
MD, Professor, head of the Eye Diseases Department
<https://orcid.org/0000-0002-9833-6236>

Vorobyeva Irina V.
MD, Professor, Professor of the Eye Diseases Department
<https://orcid.org/0000-0003-2707-8417>

Frolov Alexander M.
PhD, Associate Professor of the Eye Diseases Department
<https://orcid.org/0000-0003-0988-1361>

Semina Daria A.
assistant of the Eye Diseases Department
<https://orcid.org/0009-0003-6567-8779>

Klimenko Anna S.
PhD, Associate Professor of the Eye Diseases Department
<https://orcid.org/0000-0001-8591-3746>

Shallah Sami
postgraduate of the Eye Diseases Department
<https://orcid.org/0000-0003-3576-293X>