

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ОККЛЮЗИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АРТЕРИИ СЕТЧАТКИ НА ФОНЕ ПЕРЕНЕСЕННОЙ ПНЕВМОНИИ, ВЫЗВАННОЙ SARS-COV-2 (COVID-19)

РЕЗЮМЕ

Латиган К.Л.¹,
Латиган Д.А.¹,
Дубнов К.Э.^{1,2},
Быкова Е.В.¹,
Нефедов Д.А.¹

¹ Краснодарский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Фёдорова» Минздрава России (350012, г. Краснодар, ул. Красных партизан, 6, Россия)

² ООО «Центр высоких технологий «Суперзрение» имени академика С.Н. Фёдорова» (352932, г. Армавир, ул. Поветкина, 25, Россия)

Автор, ответственный за переписку:
Латиган Даниэль Александрович,
e-mail: ld1991@mail.ru

В отечественной и зарубежной медицинской периодической литературе, освещающей проблему офтальмопатологии на фоне коронавирусной инфекции, наиболее часто описывается поражение переднего отрезка глаза. Крайне редко можно встретить сообщения о патологиях сетчатки, зрительного нерва или центральных отделов зрительного анализатора. Тем не менее, общеизвестно, что на фоне инфекции COVID-19 имеет место высокий риск развития коагулопатии, которая в первую очередь приводит к возникновению окклюзий и тромбозов ретинальных сосудов, ишемических нейропатий. Проблема безвозвратной потери зрения вследствие нарушения кровообращения в сосудах сетчатки стояла остро и до широкого распространения коронавирусной инфекции в связи с высоким распространением в популяции атеросклероза, гипертонической болезни и сахарного диабета первого и второго типов. Кроме того, известно, что окклюзии и тромбозы сосудов сетчатки являются грозными предвестниками возможности развития угрожающих жизни состояний. Информированность офтальмологов первичного звена о высоком риске офтальмопатологии сосудистого генеза на фоне перенесённой инфекции COVID-19, своевременная диагностика и лечение ишемических состояний заднего отрезка глаза позволят снизить частоту безвозвратной утраты зрения вследствие этих заболеваний, сократить частоту возникновения вторичной неоваскулярной глаукомы, а также помогут своевременно направить пациента в многопрофильное учреждение для профилактики смертельных осложнений коагулопатии. В статье представлен краткий обзор иностранных литературных источников относительно истории вспышек коронавирусной инфекции в мире, а также о возможных путях поражения органа зрения коронавирусом. Приведён клинический случай поражения сосудистого русла сетчатки обоих глаз вследствие коагулопатии на фоне перенесённой пневмонии, вызванной COVID-19, что актуально в связи с малой освещённостью подобных случаев.

Ключевые слова: COVID-19, окклюзия центральной артерии сетчатки, оптическая когерентная томография

Статья получена: 01.09.2021

Статья принята: 12.11.2021

Статья опубликована: 28.12.2021

Для цитирования: Латиган К.Л., Латиган Д.А., Дубнов К.Э., Быкова Е.В., Нефедов Д.А. Клинический случай окклюзии центральной артерии сетчатки на фоне перенесённой пневмонии, вызванной SARS-CoV-2 (COVID-19). *Acta biomedica scientifica*. 2021; 6(6-1): 41-47. doi: 10.29413/ABS.2021-6.6-1.5

A CLINICAL CASE OF CENTRAL RETINAL ARTERY OCCLUSION AFTER PNEUMONIA CAUSED BY SARS-COV-2 (COVID-19)

Latigan K.L.¹,
 Latigan D.A.¹,
 Dubnov K.E.^{1,2},
 Bykova E.V.¹,
 Nefedov D.A.¹

¹ Krasnodar Branch of S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution (Krasnykh Partisan str. 6, Krasnodar 350012, Russian Federation)

² S. Fyodorov High Technologies Centre "Superzreniye" (Povetkina str. 25, Armavir 352932, Russian Federation)

Corresponding author:
Daniel A. Latigan,
 e-mail: ld1991@mail.ru

ABSTRACT

In domestic and foreign medical periodical literature, highlighting the problem of ophthalmopathology against the background of coronavirus infection, the lesion of the anterior segment of the eye is most often described. It is extremely hard to find reports about pathology of the retina, optic nerve or central parts of the visual analyzer. However, it is widely acknowledged that there is a high risk of developing coagulopathy against the background of COVID-19 infection, which leads to occlusion and thrombosis of retinal vessels, ischemic neuropathies. The problem of irreversible loss of vision due to circulatory disorders of the retinal vessels was urgent even before the wide spread of coronavirus infection due to the high prevalence of atherosclerosis, hypertension and type 1 and 2 diabetes in the population. Also, it is widely known that occlusions and thrombosis of retinal vessels can be formidable harbingers of the developing life-threatening conditions. Knowledge about the high risk of vascular ophthalmopathy against the background of a previous COVID-19 infection by the primary echelon ophthalmologists, early diagnostics and treatment of ischemic conditions of the posterior segment of the eye will reduce the frequency of irreversible vision loss due to these diseases, secondary neovascular glaucoma cases, and will also help to send patients to the multidisciplinary hospitals in a timely manner for the prevention of fatal complications of coagulopathy. The article provides a brief overview of foreign literary sources regarding the history of outbreaks of coronavirus infection in the world, as well as possible ways of damage to the organ of vision by the coronavirus. A clinical case of damage to the vascular bed of the retina in both eyes due to coagulopathy against the background of pneumonia caused by COVID-19 is presented, which is actual due to the low illumination of similarly cases.

Key words: COVID-19, central retinal artery occlusion, optical coherence tomography

Received: 01.09.2021
 Accepted: 12.11.2021
 Published: 28.12.2021

For citation: Latigan K.L., Latigan D.A., Dubnov K.E., Bykova E.V., Nefedov D.A. A clinical case of central retinal artery occlusion after pneumonia caused by SARS-CoV-2 (COVID-19). *Acta biomedica scientifica*. 2021; 6(6-1): 41-47. doi: 10.29413/ABS.2021-6.6-1.5

АКТУАЛЬНОСТЬ

Коронавирусы (CoV) – это группа вирусов, способная, как известно, поражать птиц и млекопитающих. Она приобрела широкую известность после вспышки острого тяжёлого респираторного синдрома (SARS-CoV) в 2003 г. Сообщалось о поражении SARS-CoV более 8000 человек, что привело к 774 смертельным случаям во всём мире [1]. В декабре 2019 г. началась новая эпидемия, обусловленная CoV, обозначенного как SARS-CoV-2 (COVID-19), вызывающего острые тяжёлые респираторные нарушения [2]. Известно семь типов CoV, которые поражают людей: 229E (альфа-коронавирус), NL63 (альфа-коронавирус), OC43 (бета-коронавирус), HKU1 (бета-коронавирус), MERS-CoV (бета-коронавирус), SARS-CoV (бета-коронавирус) и самый последний – SARS-CoV-2. Широко признано, что эти вирусы вызывают, главным образом, инфекции дыхательных путей, сопровождающиеся обширным спектром клинических проявлений. Вирусы 229E, NL63, OC43 и HKU1, в основном, локально поражают верхние дыхательные пути, и клинически заболевание проявляется такими симптомами, как насморк, боль в горле, лихорадка и кашель [3]. Однако в случаях наличия иммунодефицита или сопутствующих сердечно-лёгочных заболеваний могут развиваться пневмония или бронхит [4]. Известно, что CoV также проявляется в других системах органов, помимо дыхательных путей, включая желудочно-кишечный тракт и ткани глаза [5, 6].

Относительно поражения коронавирусами органа зрения известно немного. В 2004 г. был выявлен новый человеческий коронавирус – HCoV-NL63. Вирус был впервые выделен у 7-месячного ребёнка, а затем обнаружен ещё у семи человек. Во время инфекции у ребёнка наблюдались симптомы бронхоиолита и конъюнктивита [7]. В 2005 г. во Франции было проведено ретроспективное исследование, в ходе которого проанализированы мазки из носа на наличие HCoV-NL63 у детей с респираторными заболеваниями с 2000 по 2003 г. В этом исследовании было обнаружено, что у 17 % ($n = 3$) пациентов с HCoV-NL63 ($n = 18$) развился конъюнктивит. Однако на сегодняшний день не опубликовано никаких дальнейших исследований, детализирующих патогенетические механизмы HCoV-NL63 в инфицировании тканей глаза [8]. P. Wu et al. исследовали конъюнктиву 38 пациентов, госпитализированных в провинции Хубэй, Китай, с предполагаемым COVID-19. Клиника конъюнктивита присутствовала у 12 (32 %) человек и была наиболее яркой и активной у самых тяжёлых соматически пациентов [9]. Опубликованы серии случаев, в которых подчёркивается присутствие РНК SARS-CoV в слезах. До сих пор неясно, как SARS-CoV может оказаться в слезной жидкости. Предлагаемые теории включают в себя первичность поражения коронавирусом конъюнктивы, миграцию инфекции из верхних дыхательных путей через носослезный канал, а также гематогенное инфицирование слезной железы. Следует помнить, что одним из первых, кто забил тревогу по поводу опасности и высокой контагиозности COVID-19,

был доктор Ли Вэньлян, китайский офтальмолог, который лечил пациентов в Ухане. Он умер в возрасте 34 лет от коронавирусной инфекции [10]. Обнаружение нуклеотидов SARS-CoV-2 в тканях конъюнктивы и слезной жидкости позволяет предположить возможность инфицирования при контакте с ними. Эта информация должна учитываться при разработке противоэпидемических мероприятий.

Подводя итог относительно описанных поражений органа зрения при коронавирусной инфекции, можно сделать вывод, что наиболее частыми проявлениями заболевания, вызываемого SARS-CoV-2 (COVID-19), являются конъюнктивит, эпифора, появление или усиление синдрома сухого глаза [11]. Однако необходимо учитывать, что патологическое воздействие коронавируса на глаз может быть опосредованным. Анализ сообщений о поражениях внутренних органов при COVID-19 показал, что при этой инфекции высока частота нарушений коагуляции и распространённость тромбоэмболических осложнений [12]. Было задокументировано множество случаев тромбозов глубоких вен нижних конечностей, тромбозов лёгочной артерии и ишемических инсультов на фоне регистрируемых при COVID-19 системной гиперкоагуляции и гиперфибриногенемии. В литературе также имеются данные о развитии тромбоза кавернозного синуса на фоне COVID-19 – ассоциированной коагулопатии более чем в 10 клинических случаях [13]. Не стоит забывать, что возможны тромботические поражения и мелких сосудистых ветвей, таких, как ретинальные сосуды. В настоящий момент имеются единичные сообщения о развитии при коронавирусной инфекции таких состояний, как окклюзия центральной артерии сетчатки (ЦАС), тромбоз центральной вены сетчатки, а также парацентральной острой срединной макулопатии и острой макулярной нейроретинопатии. Более того, в одном из случаев монокулярная потеря зрения из-за окклюзии ЦАС стала начальным проявлением COVID-19 [14]. В двух исследованиях, посвящённых состоянию сетчатки у пациентов с коронавирусной инфекцией, сообщалось о локальных зонах повышения рефлективности на уровне внутреннего плексиформного слоя и слоя ганглиозных клеток сетчатки по данным оптической когерентной томографии, которые являются маркерами нарушения кровообращения в ретинальных сосудах [15]. Поражение сосудистого русла сетчатки может привести к необратимой потере зрения и инвалидизации. Кроме того, дисциркуляторные нарушения в органе зрения являются предикторами угрожающих жизни состояний. Мы представляем клинический случай, демонстрирующий поражение органа зрения вследствие коагулопатии после перенесённой инфекции COVID-19.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Анализ клинического случая окклюзии центральной артерии сетчатки после перенесённой пневмонии, вызванной COVID-19.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Мы наблюдали пациентку 60 лет, перенёвшую коронавирусную инфекцию, осложнившуюся двусторонней полисегментарной пневмонией средней степени тяжести. Со слов пациентки, до заболевания COVID-19 каких-либо общесоматических нарушений не было, на постоянной основе лекарственные препараты не принимала. Обратилась в связи с внезапной полной потерей зрения левого глаза, кроме этого, обратила внимание на появление «затуманенности» зрения правого глаза. Жалоб относительно состояния переднего отрезка не предъявляла. Указанные жалобы появились через 3 недели после выписки из стационара, где она получала лечение по поводу пневмонии на фоне инфекции COVID-19. Visus OD = 0,7 н/к, OS = 0. Офтальмоскопия правого глаза: диск зрительного нерва (ДЗН) бледно-розовый, его границы чёткие. Обращают на себя внимание ватообразные очаги по сосудистым аркадам. При офтальмоскопии левого глаза определяются облаковидный отёк и бледность сетчатки, ватообразные очаги, симптом «вишнёвой косточки». Артерии сужены, выявляется ярко выраженная прерывистость кровотока в них (признак «следов повозки»), ДЗН деколорирован, его границы ступенчаты.

При ОКТ макулярной зоны OD выявляются локальные зоны повышения рефлексивности на уровне слоя нервных волокон в проекции ватообразных очагов. На ОКТ-сканах OS выявлены отёк и гиперрефлексивность внутренних слоёв ретиальной ткани, экраниру-

ющие фоторецепторные слои. Данные изменения являются ОКТ-признаками нарушения кровообращения в артериальном русле сетчатки.

Клинические и анамнестические данные позволили предположить возможность наличия у пациентки коагулопатии. Это подтвердилось данными коагулограммы, в которой были выявлены признаки гиперкоагуляции и гиперфибриногенемия. Нами было рекомендовано срочное обращение в многопрофильный стационар с целью прохождения курса антикоагулянтной терапии. Повторный офтальмологический осмотр проведён через 8 недель после выписки, на фоне нормализации показателей коагулограммы. Сохраняются жалобы на отсутствие зрения левого глаза. Субъективно отмечает улучшение зрения правого глаза. Visus OD = 0,9 н/к, OS = 0. Офтальмоскопически в макулярной зоне правого глаза выявлено уменьшение количества и объёма ватообразных очагов. Глазное дно OS за флёрном, тем не менее чётко видны запустевшие артерии сетчатки, бледный ДЗН.

ОКТ-картина OD не демонстрирует каких-либо структурных изменений сетчатки макулярной зоны. На ОКТ-сканах OS видно резкое истончение сетчатки, главным образом, за счёт внутренних слоёв, разрушение фоторецепторных слоёв в зонах фовеа, парафовеа.

В настоящий момент пациентка продолжает приём ривароксабана 20 мг, под наблюдением терапевта и контролем коагулограммы. Также рекомендовано продолжить наблюдение у офтальмолога.



a

РИС. 1.

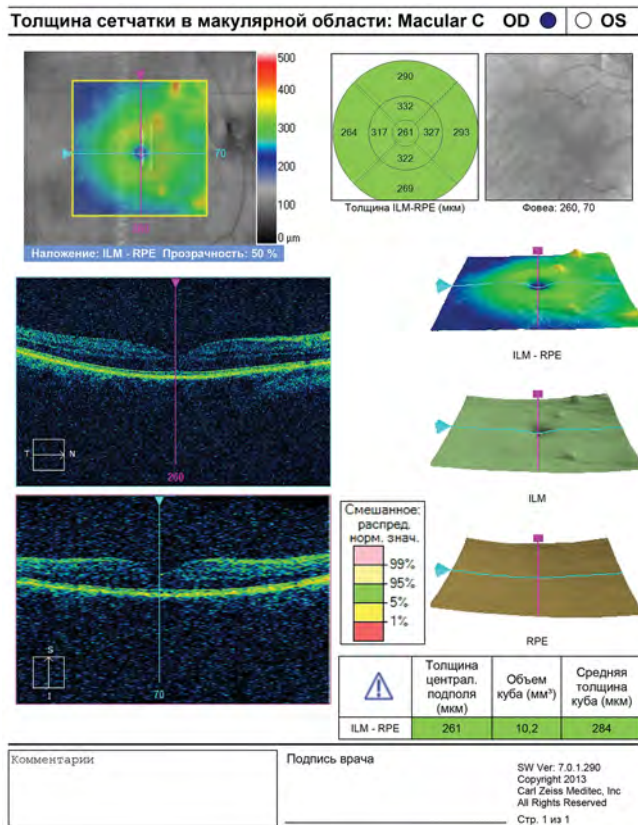
Офтальмоскопическая картина при первой явке: OD (**a**) – видны ватообразные очаги по сосудистым аркадам; OS (**б**) – бледность ДЗН, ступенчатость его границ; облаковидный отёк сетчатки, прерывистость кровотока в сосудах сетчатки, симптом «вишнёвой косточки», ватообразные очаги по нижневисочной сосудистой аркаде



б

FIG. 1.

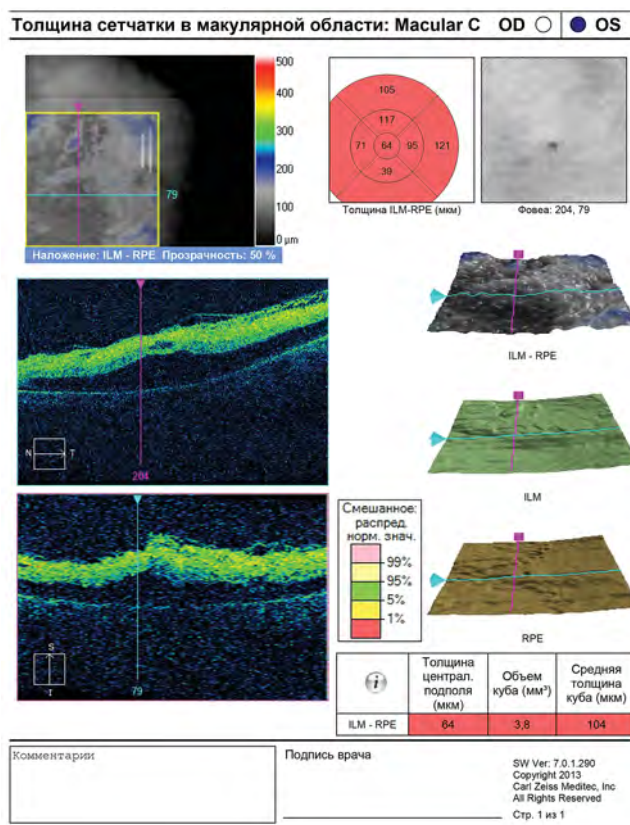
Fundus image at the first visit: OD (**a**) – cotton wool spots along retinal blood vessel arcades; OS (**б**) – pale and blurry-bordered optic nerve, retinal edema, cherry red spot, cotton wool spots at the temporal inferior retinal arcade



а

РИС. 2.

ОКТ-картина при первом обращении: OD (а) – локальные зоны повышения рефлективности на уровне слоя нервных волокон, соответствующие ватообразным очагам; OS (б) – выраженный отёк и гиперрефлективность внутренних слоёв сетчатки



б

FIG. 2.

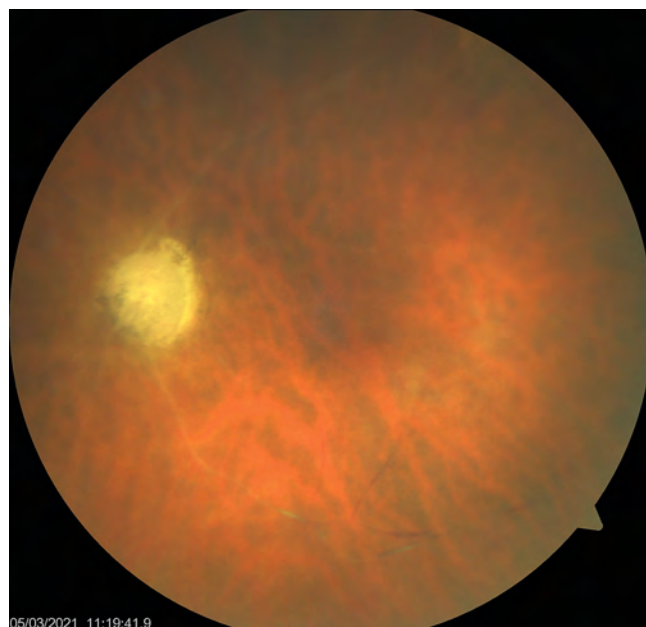
Optical coherence tomography image at the first visit: OD (a) – local hyperreflective zones in the nerve fiber layer matching cotton wool spots; OS (б) – manifest edema and hyperreflectivity of the inner layers of retina



а

РИС. 3.

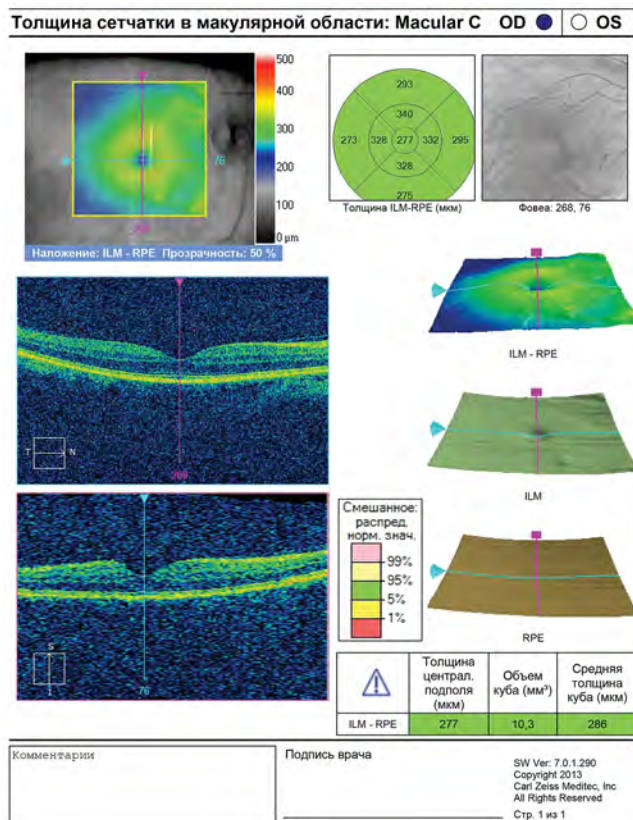
Офтальмоскопическая картина при повторной явке: OD (а) – уменьшение количества и объёма ватообразных очагов по сосудистым аркадам; OS (б) – глазное дно за флёром. ДЗН бледный, границы его чёткие; множество запустевших сосудов



б

FIG. 3.

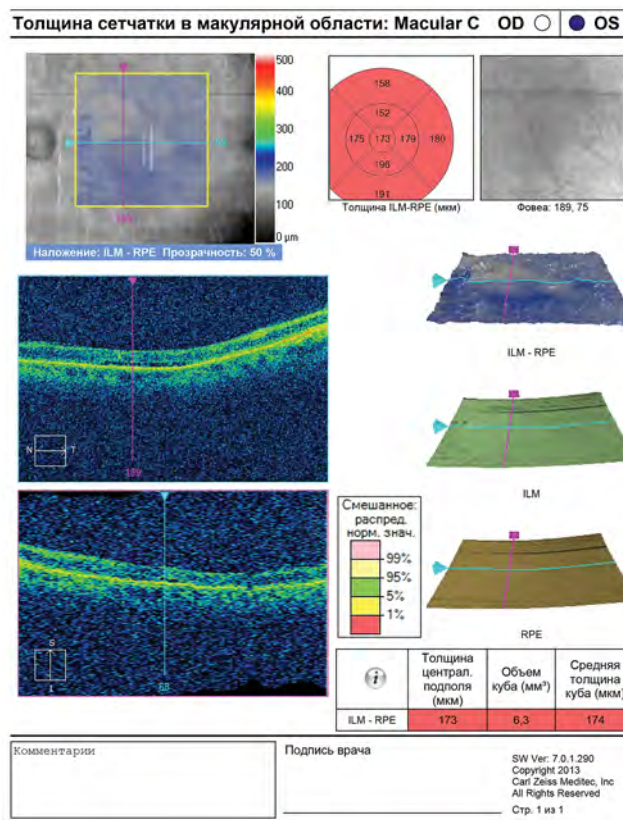
Fundus image at the second visit: OD (a) – decreased number and size of cotton wool spots along retinal blood vessels arcades; OS (б) – retina is under fleur; pale optic nerve with well-defined border; many desolate blood vessels



а

РИС. 4.

ОКТ-картина через 8 недель после выписки из многопрофильного стационара: OD (а) – какие-либо структурные изменения не определяются; OS (б) – сетчатка резко истончена за счёт наружных и внутренних слоёв, фоторецепторные слои разрушены



б

FIG. 4.

Optical coherence tomography image 8 weeks after discharge from multidisciplinary hospital: OD (а) – no pathological changes; OS (б) – manifest thinning of the retina due to outer and inner retinal layers; the photoreceptor layer is destroyed

ВЫВОДЫ

Офтальмологический осмотр позволил выявить опасные не только для зрения, но и для жизни постинфекционные осложнения, потребовавшие повторного терапевтического вмешательства специалистов широкого профиля. По нашему мнению, осмотр офтальмолога целесообразно рекомендовать пациентам, перенёвшим коронавирусную инфекцию в тяжёлой и среднетяжёлой формах для своевременного выявления и возможной коррекции подобных состояний.

Конфликт интересов

Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. World Health Organization. *Summary table of SARS cases by country, 1 November 2002 – 7 August 2003*. Geneva (Switzerland): World Health Organisation (WHO); 2003.
2. World Health Organization. *Coronavirus disease 2019 (COVID-19) situation report 1*. URL: <https://apps.who.int/iris/>

bitstream/handle/10665/330760/nCoVsitrep21Jan2020-eng.pdf?sequence=3&isAllowed=y [date of access: 20.08.2021].

3. Corman VM, Muth D, Niemeyer D, Drosten C. Hosts and sources of endemic human coronaviruses. *Adv Virus Res.* 2018; 100: 163-188. doi: 10.1016/bs.aivir.2018.01.001
4. Vassilara F, Spyridaki A, Pothitos G, Deliveliotou A, Papadopoulos A. A rare case of human coronavirus 229E associated with acute respiratory distress syndrome in a healthy adult. *Case Rep Infect Dis.* 2018; 2018: 6796839. doi: 10.1155/2018/6796839
5. Loon SC, Teoh SCB, Oon LLE, Se-Thoe SY, Ling AE, Leo YS, et al. The severe acute respiratory syndrome coronavirus in tears. *Br J Ophthalmol.* 2004; 88(7): 861-863. doi: 10.1136/bjo.2003.035931
6. Yeo C, Kaushal S, Yeo D. Enteric involvement of coronaviruses: Is faecal-oral transmission of SARS-CoV-2 possible? *Lancet Gastroenterol Hepatol.* 2020; 5(4): 335-337. doi: 10.1016/S2468-1253(20)30048-0
7. van der Hoek L, Pyrc K, Jebbink MF, Vermeulen-Oost W, Berkhout RJM, Wolthers KC, et al. Identification of a new human coronavirus. *Nat Med.* 2004; 10(4): 368-373. doi: 10.1038/nm1024
8. Vabret A, Mourez T, Dina J, van der Hoek L, Gouarin S, Petitjean J, et al. Human coronavirus NL63, France. *Emerg Infect Dis.* 2005; 11(8): 1225-1229. doi: 10.3201/eid1108.050110

9. Wu P, Duan F, Luo C, Liu Q, Qu X, Liang L, et al. Characteristics of ocular findings of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19) in Hubei province, China. *JAMA Ophthalmol.* 2020; 138(5): 575-578. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2020.1291
10. Zhou C. *Coronavirus: Whistle-blower Dr Li Wenliang confirmed dead of the disease at 34, after hours of chaotic messaging from hospital.* URL: <https://www.scmp.com/news/china/society/article/3049411/coronavirus-li-wenliang-doctor-who-alerted-authorities-outbreak> [date of access: 14.03.2020].
11. Wu P, Duan F, Luo C, Liu Q, Qu X, Liang L, et al. Characteristics of ocular findings of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19) in Hubei province, China. *JAMA Ophthalmology.* 2020; 138(5): 575-578. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2020.1291
12. Danzi GB, Loffi M, Galeazzi G, Gherbesi E. Acute pulmonary embolism and COVID-19 pneumonia: A random association? *Eur Heart J.* 2020; 41(19): 1858. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa254
13. Oripov OI, Bilalov EN. COVID-19-associated cavernous sinus thrombosis: A case report. *J Ophthalmol (Ukraine).* 2021; 2: 69-71.
14. Murchison AP, Sweid A, Dharia R, Theofanis TN, Tjoumakaris SI, Jabbour PM, et al. Monocular visual loss as the presenting symptom of COVID-19 infection. *Clin Neurol Neurosurg.* 2021; 201: 106440. doi: 10.1016/j.clineuro.2020.106440
15. Lecler A, Cotton F, Lersy F, Kremer S, Héran F. SFNR's COVID Study Group. Ocular MRI findings in patients with severe COVID-19: A retrospective multicenter observational study. *Radiology.* 2021; 299(2): E226-E229. doi: 10.1148/radiol.2021204394

Сведения об авторах

Латиган Ксения Леонидовна – врач-офтальмолог диагностического отделения, Краснодарский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Фёдорова» Минздрава России, e-mail: marina-iosifova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1765-5831>

Латиган Даниэль Александрович – врач-офтальмолог офтальмологического отделения № 2 стационара, Краснодарский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Фёдорова» Минздрава России, e-mail: ld1991@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6369-4191>

Дубнов Константин Эдуардович – врач-офтальмолог офтальмологического отделения № 3, Краснодарский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Фёдорова» Минздрава России; директор, ООО «Центр высоких технологий «Суперзрение» имени академика С.Н. Фёдорова», e-mail: dubnov.konstantin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0461-2330>

Быкова Елена Владимировна – кандидат медицинских наук, Краснодарский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Фёдорова» Минздрава России, e-mail: bikova_lena@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9187-4202>

Нефедов Денис Анатольевич – кандидат медицинских наук, заведующий офтальмологическим отделением № 2 стационара, Краснодарский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Фёдорова» Минздрава России, e-mail: viraxle@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9113-6111>

Information about the authors

Kseniya L. Latigan – Ophthalmologist at the Diagnostic Department, Krasnodar Branch of S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, e-mail: marina-iosifova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1765-5831>

Daniel A. Latigan – Ophthalmologist at the Ophthalmological Department No. 2, Krasnodar Branch of S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, e-mail: ld1991@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6369-4191>

Konstantin E. Dubnov – Ophthalmologist at the Ophthalmological Department No. 3, Krasnodar Branch of S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution; Director, S.N. Fyodorov High Technologies Centre "Superzreniye", e-mail: dubnov.konstantin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0461-2330>

Elena V. Bykova – Cand. Sc. (Med.), Head of the Diagnostic Department, Krasnodar Branch of S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, e-mail: bikova_lena@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9187-4202>

Denis A. Nefedov – Cand. Sc. (Med.), Head of the Ophthalmological Department No. 2, Krasnodar Branch of S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, e-mail: viraxle@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9113-6111>

Статья опубликована в рамках Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «VIII Байкальские офтальмологические чтения «Визуализация в офтальмологии. Настоящее и будущее».