

Хориоидальные каверны при глаукоме (клинический случай)

Курышева Н.И., д.м.н., профессор, заведующая кафедрой глазных болезней¹,
руководитель консультативно-диагностического отдела²;

Перерва О.А., ассистент кафедры офтальмологии¹,
врач-офтальмолог консультативно-диагностического отдела²;

Ким В.Ю., ассистент кафедры офтальмологии¹,
врач-офтальмолог консультативно-диагностического отдела²;

Ким В.Е., ординатор кафедры офтальмологии¹.

¹Медико-биологический университет инноваций и непрерывного образования ФГБУ ГНЦ РФ «Федеральный биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России, 123098, Российская Федерация, Москва, ул. Живописная, 46, стр. 8;

²Центр офтальмологии ФМБА России, ФГБУ ГНЦ РФ «ФМБЦ им. А.И. Бурназяна» ФМБА, 123098, Российская Федерация, Москва, ул. Гамалеи, 15..

Финансирование: авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.
Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Курышева Н.И., Перерва О.А., Ким В.Ю., Ким В.Е. Хориоидальные каверны при глаукоме (клинический случай). *Национальный журнал глаукома*. 2022; 21(1):37-44.

Резюме

Публикация описывает клинический случай формирования хориоидальной каверны (ХК) у пациента с глаукомой. ХК ассоциированы с дистрофическими заболеваниями сетчатки, что, по всей вероятности, связано с дисфункцией хориокапилляров и нарушением трофики сетчатки. Чаще всего ХК являются исходом пахихориоидальных состояний и возрастной макулярной дегенерации. Пациент Д., 63 года, обратился с жалобами на постепенное снижение остроты зрения правого глаза в течение нескольких лет, из анамнеза было известно о наличии глаукомы правого глаза. По данным обследования было установлено, что причиной снижения зрения явилась частичная атрофия наружных слоев сетчатки, ассоциированная с ХК, локализованной в верхне-назальном секторе перифовеа и в фовеа. Предположительно, сформированная ХК явилась исходом

хронической центральной серозной хориоретинопатии, так как имелись признаки пахихориоидального состояния в обоих глазах пациента: неравномерное утолщение хориоидеи, расширение сосудов слоя Галлера, истончение слоя хориокапилляров, наличие пахихориоидальной пигментной эпителиопатии в левом глазу. В нем также была выявлена глаукома. Дефицит хориокапиллярного кровотока, маркером которого явилась ХК, был расценен как неблагоприятный прогностический фактор развития глаукомы у данного пациента, что подтверждалось более выраженным глаукомным процессом именно в глазу с ХК по сравнению с парным глазом.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: хориоидальная каверна, пахихориоидальные состояния, глаукома, центральная серозная хориоретинопатия, спектральная ОКТ, SWEPT-Source ОКТ.

Для контактов:

Ким Виталий Юрьевич, e-mail: kim_vitality@mail.ru

ORIGINAL ARTICLE

Choroidal caverns in a patient with glaucoma (case study)

KURYSHEVA N.I., Doc. Sci. (Med.), Professor, Head of the Academic Department of Ophthalmology¹, Head of the Consultative and Diagnostic Department²;

PERERVA O.A., Ophthalmologist¹, Assistant Professor at the Academic Department of Ophthalmology¹;

KIM V.YU., Ophthalmologist², Assistant Professor at the Academic Department of Ophthalmology¹;

KIM V.E., ophthalmology resident¹.

¹Medical Biological University of Innovations and Continuing Education of the Federal Biophysical Center named after A.I. Burnazyan, 46 Zhivopisnaya St., building 8, Moscow, Russian Federation, 123098;

²Ophthalmological Center of the Federal Medical-Biological Agency, Federal Medical Biophysical Center named after A.I. Burnazyan, 15 Gamalei St., Moscow, Russian Federation, 123098.

Funding: the authors received no specific funding for this work. **Conflicts of Interest:** none declared.

For citations: Kuryшева N.I., Pererva O.A., Kim V.Yu., Kim V.E. Choroidal caverns in a patient with glaucoma (case study). *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2022; 21(1):37-44.

Abstract

The article describes a clinical case of the formation of a choroidal cavern (CC) in a patient with glaucoma. CC are associated with degenerative diseases of the retina, which is likely associated with dysfunction of the choriocapillaries and impaired retinal supply. Most often, CC are the outcome of pachychoroidal conditions and age-related macular degeneration. Patient D., 63 years old, with previously diagnosed primary open-angled glaucoma in the right eye, complained of a gradual decrease in visual acuity in that eye for several years. According to the examination, the cause of vision acuity decrease was determined as partial atrophy of the retinal layers associated with CC in the superior nasal part of the perifovea and fovea. Presumably,

based on signs of a pachychoroidal state in both eyes of the patient, the formed CC is the outcome of chronic central serous chorioretinopathy: focal thickening of the choroid, vasodilatation of the Haller's layer, thinning of the choriocapillaris layer, the presence of pachychoroidal pigment epitheliopathy in the left eye. CC is the marker of choriocapillary blood flow deficiency, which is an unfavorable prognostic factor for the development of glaucoma — proved by glaucoma optic neuropathy being more advanced in the eye with CC compared to the contralateral eye.

KEYWORDS: choroidal cavern, pachychoroidal conditions, glaucoma, central serous chorioretinopathy, SD-OCT, SS-OCT.

Хориоидальные каверны (ХК) — редкая находка при оптической когерентной томографии (ОКТ). Как правило, они ассоциируются с пахиориоидальными заболеваниями. По данным литературы, у 52% пациентов с пахиориоидом встречаются ХК, что, по всей вероятности, связано с нарушением ангиоархитектоники сосудистой оболочки [1]. По мнению некоторых авторов, ХК являются признаком манифестации пахиориоидальных заболеваний [2].

Было замечено, что ХК ассоциированы также с дистрофическими заболеваниями сетчатки, что, по всей вероятности, связано с дисфункцией хориокапилляров и нарушением трофики сетчатки [3]. Принимая во внимание тот факт, что хориокапилляры одновременно участвуют в питании преламинарного и решетчатого отделов зрительного нерва [4], наличие указанной патологии представляет собой интерес при ее сочетании с глаукомой. В литературе мы не обнаружили ни одного описания

подобного сочетания. Ниже представлен клинический случай глаукомы у больного с хориоидальной каверной и патологией макулярной области неясной этиологии.

Клинический случай

Пациент Д., 63 года, обратился с жалобами на постепенное снижение остроты зрения правого глаза в течение нескольких лет. Из анамнеза известно, что больной наблюдался у офтальмолога по поводу глаукомы правого глаза в течение двух лет, однако назначенный местный гипотензивный капельный режим (Латанопрост) соблюдал нерегулярно. Пациент был направлен с целью проведения детального обследования по поводу этого заболевания, включая оптическую когерентную томографию (ОКТ) макулярной области и диска зрительного нерва, что ранее не проводилось. При выяснении анамнеза установлено, что больной месяц назад перенес COVID-19 средней тяжести.

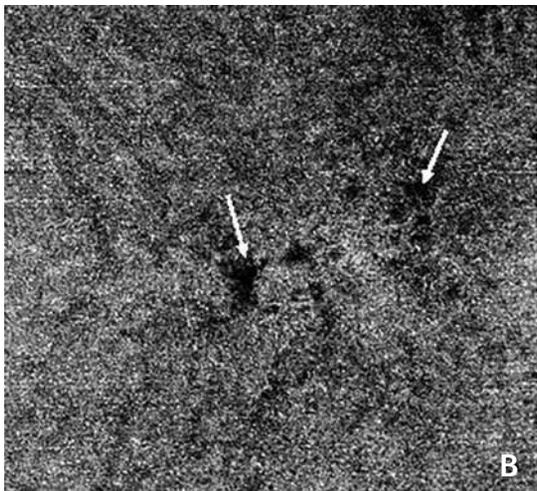
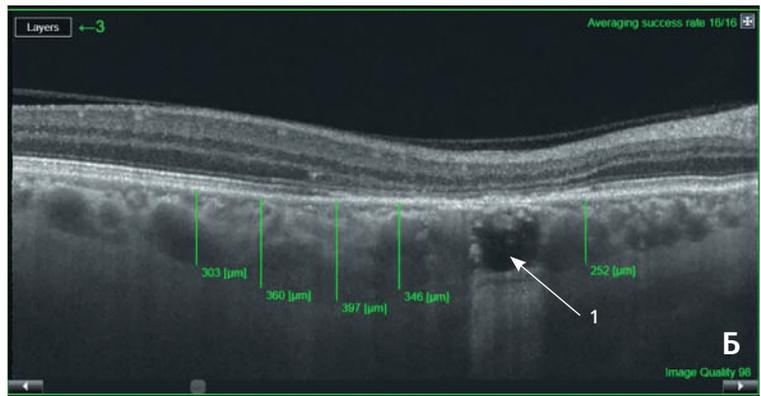
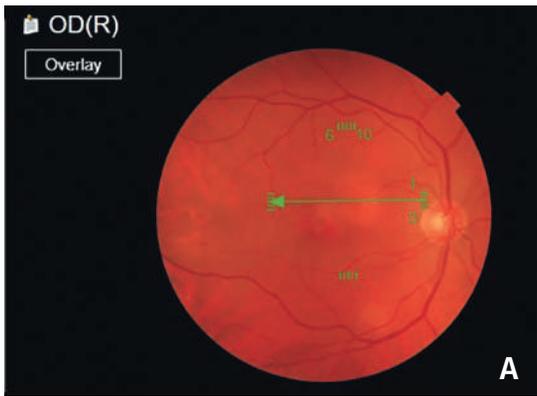


Рис. 1. Данные ОКТ и ОКТ-ангиографии сетчатки и хориоидеи правого глаза:

А — на фундус-изображении сетчатки в верхне-назальном секторе перифовеа очаг светло-желтого цвета, скопление пигмента в фовеа;

Б — в срезе, проходящем через верхне-назальный сектор перифовеа, имеется зона атрофии наружных слоев сетчатки и наружного ядерного слоя с проседанием глубже лежащих слоев. В хориоидее под зоной атрофии: 1 — гипорефлективная квадратная полость (каверна), занимающая практически всю толщину хориоидеи, в полости каверны заметны точечные гиперрефлективные включения. В зоне хориоидеи отмечается гипертрансмиссия сигнала, в результате чего склера визуализируется более гиперрефлективной). Толщина хориоидеи в парафовеа достигает 397 мкм.

В — на скане ОКТ-ангиографии в слое хорикапилляров визуализируются гипорефлективные очаги в проекции фовеа и в зоне хориоидальной каверны (стрелки).

Fig. 1. OCT and OCT-A scan images of the retina and choroid of the right eye:

A — fundus image of the retina, in the superonasal sector of periphery there is a light-yellow focus, accumulation of pigment in the fovea;

B — view of the superonasal sector of periphery, there is an area of atrophy of the outer retinal layers and outer nuclear layer, while the deeper layers are sagging. In the choroid under the atrophy area: 1 — a hyperreflective square-shaped cavern occupying the choroid almost thoroughly, in the cavity of the cavern there are point-like hyperreflective inclusions. In the choroid area, hypertransmission of the signal occurred, resulting in the sclera being visualized as more hyperreflective. Choroidal thickness in parafoveal reaches 397 μm.

B — OCT-angiography scan of the choriocapillaris layer shows hyporeflective loci in the fovea view and in the area of choroidal cavern (arrows).

По результатам обследования острота зрения правого глаза составила 0,2 н/к, ВГД по данным измерения прибором Icare 19 мм рт.ст. (на момент осмотра капельный режим пациент не соблюдал в течение 2 месяцев). При биомикроскопии выявлены начальные помутнения кортекса хрусталика. По данным гониоскопии угол передней камеры открыт на всем протяжении, слабо пигментирован. По результатам биометрии длина передне-задней оси составила 23,5 мм. Результаты стандартной автоматизированной периметрии выявили начальные изменения в правом глазу (MD -0,17 dB, PSD 1,4 dB, глаукомный гемиполярный тест показал пограничные с нормой изменения). Данные периметрии левого глаза в норме.

При офтальмоскопии правого глаза отмечено перераспределение пигмента в фовеа и парафовеа сверху назально и экскавация ДЗН 0,7 с истончением неврального ободка сверху. В левом глазу также была замечена экскавация ДЗН, но меньшего размера (0,6) с нарушением пропорции неврального ободка (сужение снизу с височной стороны). Изменений в макулярной области не наблюдалось.

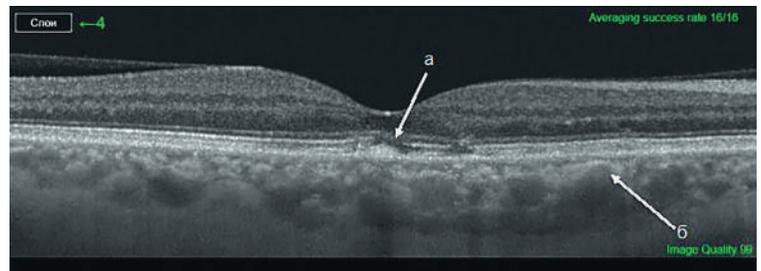


Рис. 2. Тот же глаз. Увеличенное изображение в-скана макулярной зоны. Объяснение — в тексте.

Fig. 2. Same eye. Enlarged image of B-scan of the macular region. Explanation is in the text.



Рис. 3. Тот же глаз. Аутофлуоресцентное изображение глазного дна: в верхне-назальном секторе перифовеа прослеживается зона слабой гиперфлюоресценции (а) с неравномерными очагами гипофлюоресценции, простирающаяся до фовеа (б).

Fig. 3. Same eye. Autofluorescence fundus image: in the superonasal sector of perifovea there is an area of weak hyperfluorescence (a) with uneven hypofluorescence loci covering spreading through the fovea (b).

При проведении спектральной ОКТ (Optovue RTVue-100; Optovue Inc, США), а также SS-OCT (DRI OCT Triton Plus; Topcon Positioning Systems, Inc., Япония) правого глаза в фовеа на уровне всех слоев обнаружены гиперрефлективные включения. В парафовеа выявлена зона атрофии наружных слоев сетчатки и гипорефлективная зона в области хориоидеи, расцененная как ее каверна (рис. 1).

На рис. 2 представлено увеличенное изображение В-скана макулярной зоны, на котором заметны невысокая элевация ретинального пигментного эпителия (РПЭ) в фовеа, а также альтерация эллипсоидной зоны и наружной пограничной мембраны (а). Внутренние слои сетчатки сохранены. В хориоидее прослеживается локальное истончение хориокапилляров, особенно заметное в зоне увеличения сосуда слоя Галлера (б).

На аутофлуоресцентном изображении глазного дна правого глаза заметны как зоны гипер-, так и гипофлюоресценции (рис. 3).

Анализ сканов ДЗН, перипапиллярной сетчатки и ее внутренних слоев в макуле выявил глаукомные изменения, в том числе и в левом глазу, однако в правом глазу они более выражены, причем преимущественное поражение заметно во внутренних слоях перифовеа (рис. 4).

Анализ В-скана макулярной зоны левого глаза выявил альтерацию РПЭ и эллипсоидной зоны в височной стороне перифовеа тотчас над крупным сосудом хориоидеи, доходящим вплоть до мембраны Бруха. При этом, аналогично правому глазу, отмечено повышение толщины хориоидеи: в фовеа она достигает 387 мкм (рис. 5).

Данные сканов ОКТ-ангиографии макулы левого глаза выявили преимущественное выпадение сосудистого рисунка в височном секторе, особенно

в назальной области в парафовеа. В глубоком сосудистом сплетении заметны очаги ишемии по всей макулярной зоне (рис. 6).

Изменения в сетчатке правого глаза были расценены нами как следствие перенесенной ранее центральной серозной хориоретинопатии (ЦСХ), а в левом — как пахихориоидальная пигментная эпителиопатия (ППЭ) на фоне пахихориоидального заболевания.

В связи с отсутствием признаков неоваскуляризации и экссудации (рис. 1в), а также, предположительно, давним поражением макулы правого глаза пациенту было рекомендовано динамическое наблюдение с ОКТ-ангиографическим контролем и соблюдением гипотензивного режима (Латанопрост 0,005% 1 раз на ночь) по поводу первичной открытоугольной глаукомы правого глаза. Кроме того, Латанопрост назначен и в левый глаз, в котором также выявлено глаукомное поражение, соответствующее препериметрической стадии заболевания.

Обсуждение

В данном клиническом примере приведен случай сочетания двух форм офтальмопатологии, на первый взгляд, не связанных друг с другом: ХК при наличии макулярной патологии и глаукомы. Следует подчеркнуть, что изменения в макуле носили характер хронической патологии и были подвергнуты нами дифференциальной диагностике, поскольку они напоминали, с одной стороны, последние перенесенной ЦСХ, а с другой, были похожи на вителлиформную дистрофию. Примечательно, что каверны сосудистой оболочки встречаются при обеих патологиях.

Впервые ХК были описаны Querques et al. при возрастной макулярной дегенерации с географической атрофией. Авторы применили ангиографию с индоцианином зеленым и ОКТ-ангиографию и обнаружили отсутствие кровотока в ХК. Это навело на мысль, что описанные полости в сосудистой оболочке могут возникать из-за неперфузированных «сосудов-призраков» и свидетельствуют о наличии дегенеративного процесса в хориоидее [5].

Впоследствии Carnevali et al. продемонстрировали наличие хориоидальных каверн в случае желточной дистрофии Беста [3]. По мнению авторов, обнаруженные ими изменения в хориоидее могут быть признаком дегенеративного процесса в хориоидее при вителлиформной дистрофии. При этом каверны выглядели как зияющие гипорефлективные полости в хориоидее, хорошо отличимые от ее сосудов, которые были слегка гиперрефлективны из-за наличия крови с характерной гиперрефлективной границей из-за стенки сосуда. Толщина субфовеальной хориоидеи в описанном Carnevali случае составляла 479 мкм в правом глазу и 472 мкм в левом. Каверны были локализованы в основном в хориокапиллярном слое и слое Саттлера, при относительной сохранности области макулы. ОКТ-ангиография выявила отсутствие какого-либо кровотока в ХК. Важно, что описанная при их наблюдении патология

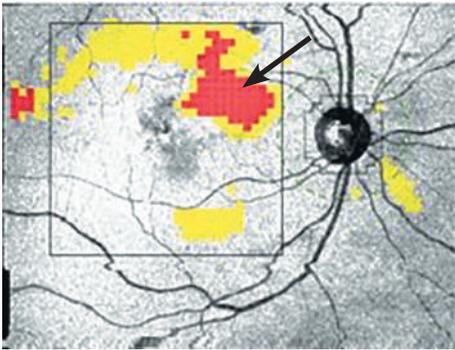


Рис. 4. ОКТ дисков зрительных нервов и слоя нервных волокон сетчатки (СНВС). OD (вверху) — отчетливо заметно истончение внутренних слоев, включая ганглиозный слой и СНВС в проекции локализации хориоидальной каверны (стрелка). OS (внизу) — заметно истончение как внутренних слоев макулы, так и СНВС, преимущественно в нижне-височном секторе.

Fig. 4. OCT scan of the optic nerve heads and retinal nerve fiber layer (RNFL). The right eye (top image) — thinning of the inner layers can be seen, involving the ganglion cell layer and RNFL in the view of choroidal cavern localization (arrow). The left eye (bottom image) — thinning of both inner layers of the macula and the RNFL can be seen, predominantly in the inferotemporal sector.

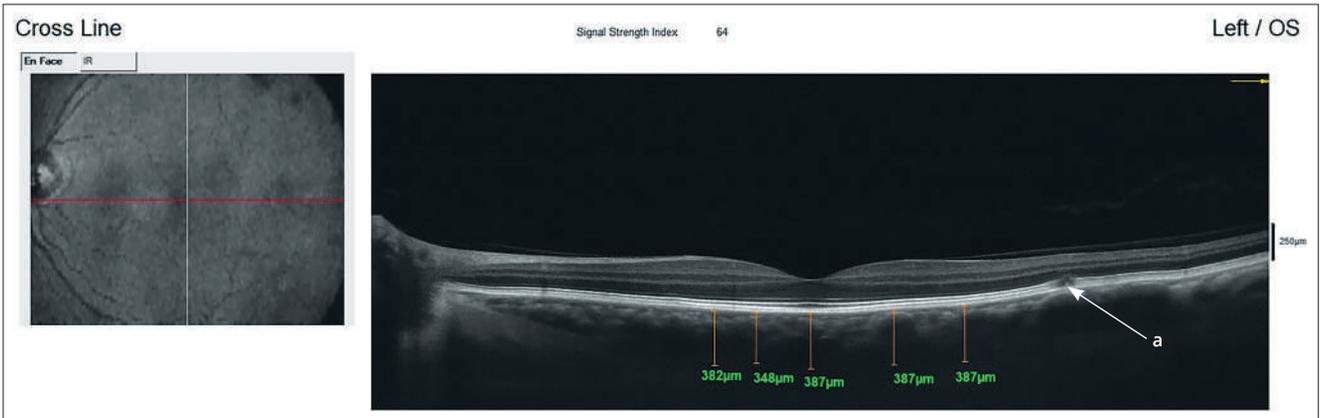
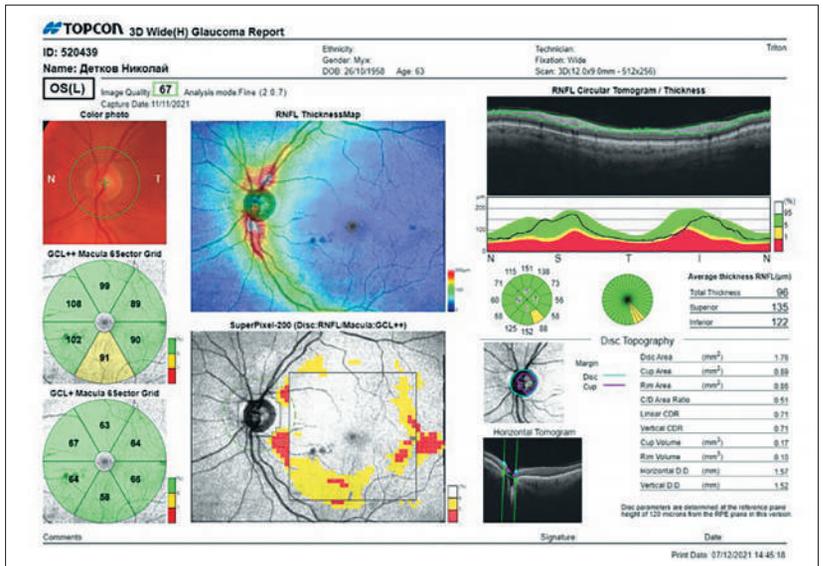
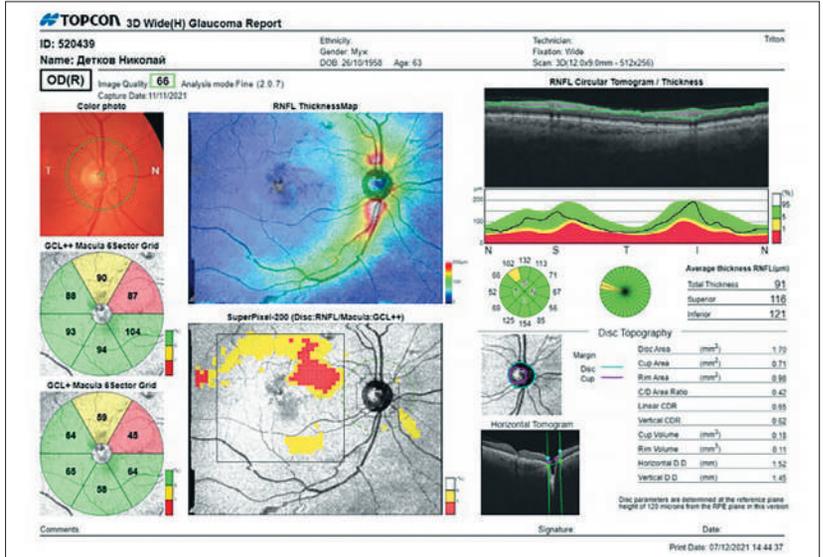
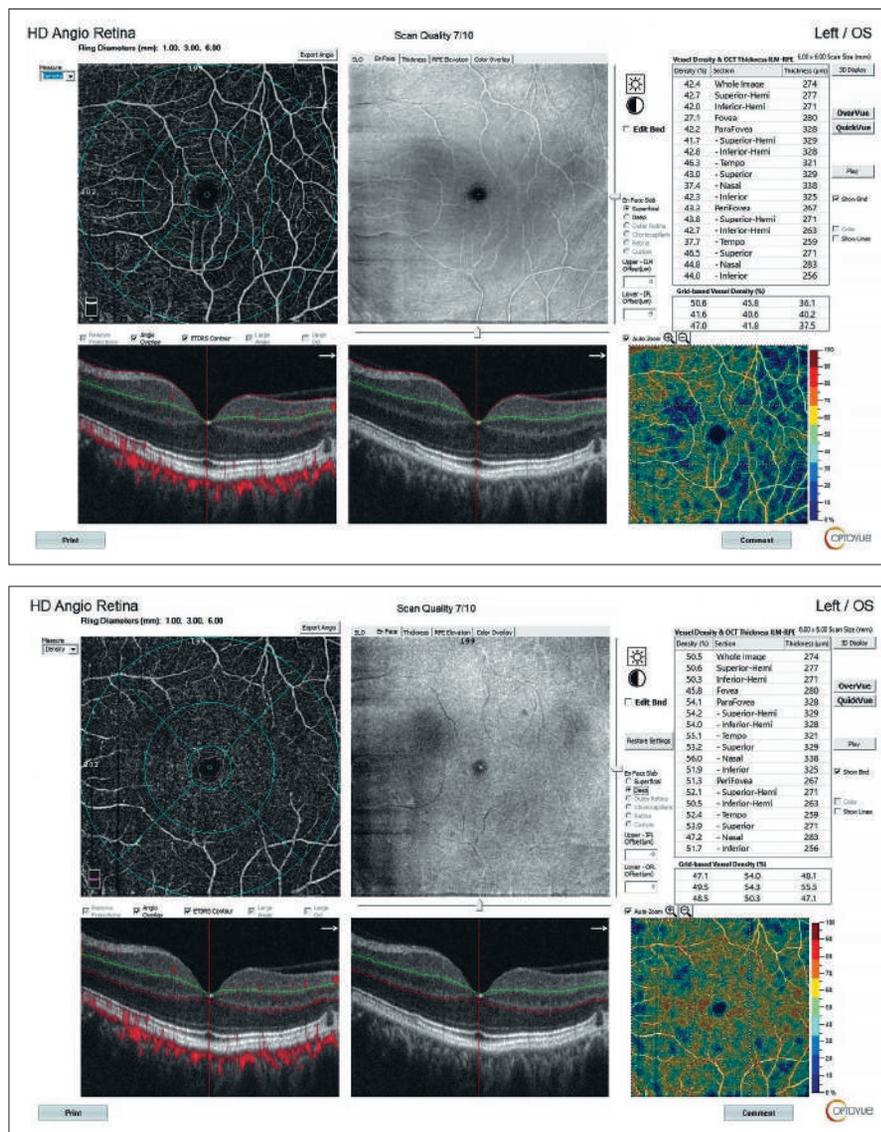


Рис. 5. В-скан макулярной области левого глаза. Макулярный профиль сохранен. Слои сетчатки хорошо дифференцируются. В перифовеа височно имеется очаг альтерации пигментного эпителия сетчатки и эллипсоидной зоны, который расположен над крупным сосудом хориоидеи, доходящим вплоть до мембраны Бруха (а).

Fig. 5. B-scan of the macular region of the left eye. Profile of the macula is intact. Retinal layers are easy to differentiate. In perifovea, temporal sector, there is a locus of altered retinal pigment epithelium and ellipsoid zone, located above a large choroidal vessel that extends to the Bruch's membrane (a).



A

B

Рис. 6. ОКТ-ангиография левого глаза. А — поверхностное сплетение: преимущественное выпадение сосудистого рисунка в височном секторе макулярной зоны, фокальный очаг — назально в парафовеа; Б — глубокое сосудистое сплетение: мелкие очаги ишемии по всей макулярной зоне.

Fig. 6. OCT-angiography scans of the left eye. А — superficial plexus: attenuation of the vascular pattern in the temporal sector of the macular region, focal loci — in the nasal sector of parafovea; Б — deep vascular plexus: small ischemia loci throughout the macular region.

носила двусторонний характер [5], что отличалось от данных нашего клинического случая. Мы склонились в пользу ЦСХ, основываясь на локальном утолщении хориоидеи вследствие расширения ее крупных сосудов, наличии очага поражения РПЭ на аутофлюоресценции в виде следа распространения жидкости из предполагаемой точки фильтрации в месте локализации каверны, а также ППЭ на парном глазу (рис. 5, 6), что и навело нас на мысль о паихориоидальном заболевании.

Ayachit A. et al. описали клинический случай хронической ЦСХ у мужчины 54 лет. На ОКТ с модулем улучшенной глубины изображения (EDI-OCT, enhanced depth imaging optical coherence tomography) ими были отмечены две ХК. Обе каверны были угловатыми и находились во внешних

слоях хориоидеи, не соответствуя сосудам хориоидеи на ангиографии с индоцианином зеленым и ОКТ-ангиографии. Авторы подчеркнули, что ХК могут быть ошибочно приняты за расширенные сосуды хориоидеи. Однако следует учитывать их типичные особенности — угловатость, внутреннюю гипорефлективность и то, что они не соответствуют ходу сосуда хориоидеи на ангиографии [6].

В настоящем клиническом случае нам пришлось дифференцировать изменения в макуле правого глаза от вителлиформной дистрофии (ВД), поскольку при аутофлюоресценции отчетливо выявлялись очаги гиперфлюоресценции, характерной, как известно, именно для ВД (рис. 3). Следует, однако, подчеркнуть, что гиперфлюоресценция при хронической ЦСХ встречается также довольно

часто: по данным литературы — в 70,5% случаев и чаще всего визуализируется в бывших точках ликеджа [7]. Аутофлюоресценция в зоне фовеа показывает повышение уровня липофусцина, связанное с дегенерацией сетчатки. Вместе с тем, на сегодня все еще трудно определить, является ли накопление липофусцина триггерным механизмом при различных дегенеративных заболеваниях сетчатки или его следствием [8].

Пахихорид представляет собой особый фенотип, характеризующийся патологией хориокапилляров, расширением хориоидальных вен и утолщением сосудистой оболочки. Патология всегда ассоциирована с прогрессирующей дисфункцией РПЭ и, нередко, неоваскуляризацией. Клинические проявления различны: ЦСХ, ППЭ, пахихориоидальная неоваскулопатия/аневризмы с неоваскуляризацией, фокальная хориоидальная экскавация и перипапиллярный пахихориоидальный синдром [9].

Замечено, что увеличение толщины хориоидеи, свойственное пахихориоидальному фенотипу, сопряжено с расширением крупных сосудов, прежде всего, слоя Галлера. При этом слой хориокапилляров, напротив, резко сокращен в размерах. Подобные изменения могут носить локальный характер [10, 11]. Следует подчеркнуть, что данные ОКТ в нашем клиническом случае также показали неравномерное утолщение хориоидеи, особенно в зоне каверны (рис. 1б).

В результате ОКТ-ангиографии хориокапилляров было обнаружено увеличение количества и площади сигнальных «пустот» в глазах с пахихориоидальным фенотипом, причем это было более выражено при наличии ППЭ [12, 13]. Кроме того, пораженные хориокапилляры отличались повышенной проницаемостью, что отмечено более, чем в 90% глаз с пахихоридом [14]. Авторы заключили, что локальное поражение хориокапилляров в виде их «исчезновения» может предшествовать патологии РПЭ.

Sakurada и соавт. подчеркнули, что ХК чаще всего наблюдаются именно при пахихориде. Проведя обследование 504 глаз с пахихоридом и применив при этом одновременно и ОКТ, и флюоресцентную ангиографию с индоцианином зеленым, они обнаружили, что в 88% случаев ХК были локализованы в зонах повышенной проницаемости хориоидальных сосудов [1]. По данным Baek et al., ХК встречались несколько реже (в 52% случаев), что авторы объяснили более ранней стадией пахихориоидальной патологии, включенной в их исследование. Таким образом, есть мнение о том, что ХК отражают тяжесть пахихориоиды и их количество увеличивается по мере прогрессирования заболевания, а локализация каверн соответствует зоне выпадения хориокапилляров, что сказывается на недостаточном кровоснабжении РПЭ [12].

Здесь необходимо отметить, что дефицит кровотока в хориокапиллярах также неблагоприятно влияет на трофику зрительного нерва, что особенно актуально при глаукоме. Ранее нами было показано, что при этом заболевании имеется истончение как перипапиллярной, так и фовеальной хориоидеи [15], более того, снижение ее толщины ассоциировано с прогрессированием глаукомы [16]. Недавние

исследования с применением ОКТ-ангиографии показали, что истончение хориоидеи при глаукоме происходит именно за счет выпадения хориокапилляров [17, 18], что непосредственно связано с прогрессированием заболевания [19], особенно в ситуациях, когда оно наименее связано с высоким ВГД [20].

Таким образом, можно предположить, что в описываемом нами клиническом случае ХК явилась маркером дефицита хориокапиллярного кровотока, а последний — неблагоприятным прогностическим фактором развития глаукомы у данного пациента. Следует отметить, что несмотря на начальную стадию заболевания, глаукомное поражение было более выражено именно в глазу с ХК (рис. 4).

И, наконец, следует рассмотреть еще одну версию возникновения ХК у данного пациента, а именно, перенесенный им COVID-19.

В результате недавно проведенного проспективного моноцентрического исследования было установлено, что все пациенты, перенесшие COVID-19 в тяжелой форме, имели аномалии сетчатки и хориоидеи на изображениях индоцианин-зеленой ангиографии и ОКТ, причем очаговое утолщение хориоидеи определялось у каждого четвертого, а ХК — у каждого пятого пациента. Авторы объяснили это следствием микротромбоза хориоидальных сосудов, а также нарушением регуляции хориоидального кровотока из-за изменений в автономной нервной системе. Последнее обстоятельство ассоциировано с разрушением гладкомышечных клеток сосудов в сосудистой оболочке, что может вызывать образование посткапиллярных венул и аномальной коммуникации сосудов среднего размера в слоях Саттлера и Галлера. Именно этим авторы объяснили межвортексные анастомозы, обнаруженные у 36% пациентов. Вовлечение хориоидеи в патологический процесс при COVID-19, следовательно, сводится к выпадению хориокапилляров, с одной стороны, и локальному утолщению хориоидеи в макулярной области, с другой [21].

Заключение

Таким образом, приведенный клинический случай демонстрирует непростой диагностический поиск. Наличие ХК могло быть проявлением и/или последствием различных патологических процессов, но в исходе так или иначе приведшим к поражению хориокапилляров и дефициту трофики РПЭ, наружной сетчатки и зрительного нерва. Мы полагаем, что детальное обследование больных с применением современных технологий, таких как спектральная ОКТ и swept-source ОКТ, позволяет лучше выявлять коморбидную патологию и анализировать причинно-следственные связи, что необходимо как с точки зрения лечения заболевания, так и определения его прогноза.

Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: Курышева Н.И.

Сбор и обработка материала: Перерва О.А., Ким В.Ю., Ким В.Е.

Статистическая обработка: Перерва О.А., Ким В.Ю., Ким В.Е.

Написание статьи: Курышева Н.И., Перерва О.А., Ким В.Ю., Ким В.Е.

Редактирование: Курышева Н.И.

Литература

- Sakurada Y., Leong B.C.S., Parikh R., Fragiotta S., Freund K.B. Association between choroidal caverns and choroidal vascular hyperpermeability in eyes with pachychoroid diseases. *Retina* 2018; 38(10):1977-1983. <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000002294>
- Chung H., Byeon S.H., Freund K.B. Focal choroidal excavation and its association with pachychoroid spectrum disorders: a review of the literature and multimodal imaging findings. *Retina* 2017; 37(2):199-221. <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000001345>
- Carnevali A., Sacconi R., Corbelli E., Querques L., Bandello F., Querques G. Choroidal caverns: a previously unreported optical coherence tomography finding in best vitelliform dystrophy. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina* 2018; 49(4):284-287. <https://doi.org/10.3928/23258160-20180329-14>
- Курьшева Н.И. Глазная гемоперфузия и глаукома. М: ГРИНЛАЙТ 2014; 128.
- Querques G., Costanzo E., Miere A., Capuano V., Souied E.H. Choroidal caverns: a novel optical coherence tomography finding in geographic atrophy. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2016; 57(6):2578-82. <https://doi.org/10.1167/iovs.16-19083>
- Ayachit A., Joshi S., Kathyayini S.V., Ayachit G. Choroidal caverns in pachychoroid neovasculopathy. *Indian J Ophthalmol* 2020; 68(1):199-200. https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_395_19
- Dinc U.A., Tatlipinar S., Yenerel M., Görgün E., Ciftci F. Fundus autofluorescence in acute and chronic central serous chorioretinopathy. *Clin Exp Optom* 2011; 94(5):452-457. <https://doi.org/10.1111/j.1444-0938.2011.00598.x>
- Călin E.F., Popescu S.I.P., Cernat C.C.C., Patoni C., Popescu M.-N., Mușat O. Lipofuscin: a key compound in ophthalmic practice. *Rom J Ophthalmol* 2021; 65(2):109-113. <https://doi.org/10.22336/rjo.2021.23>
- Cheung C.M.G., Lee W.K., Koizumi H., Dansingani K., Lai T.Y.Y., Freund K.B. Pachychoroid disease. *Eye (Lond)* 2019; 33(1):14-33. <https://doi.org/10.1038/s41433-018-0158-4>
- Dansingani K.K., Balaratnasingam C., Naysan J., Freund K.B. En face imaging of pachychoroid spectrum disorders with Swept-Source Optical Coherence Tomography. *Retina* 2016; 36(3):499-516. <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000000742>
- Savastano M.C., Dansingani K.K., Rispoli M., Virgili G., Savastano A., Freund K.B., Lumbroso B. Classification of haller vessel arrangements in acute and chronic central serous chorioretinopathy imaged with en face Optical Coherence Tomography. *Retina* 2018; 38(6):1211-1215. <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000001678>
- Baek J., Kook L., Lee W.K. Choriocapillaris flow impairments in association with pachyvessel in early stages of pachychoroid. *Sci Rep* 2019; 9(1):1-6. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41598-019-42052-w>
- Gal-Or O., Dansingani K.K., Sebrow D., Dolz-Marco R., Freund K.B. Inner choroidal flow signal attenuation in pachychoroid disease: Optical Coherence Tomography Angiography. *Retina* 2018; 38(10):1. <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000002051>
- Ersoz M.G., Arf S., Hocaoglu M., Muslubas I.S., Karacorlu M. Indocyanine green angiography of pachychoroid pigment epitheliopathy. *Retina* 2018; 38(9):1668-1674. <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000001773>
- Курьшева Н.И., Арджевнишвили Т.Д., Фомин А.В. Хориоидея при глаукоме. *Национальный журнал глаукома* 2014; 13(1):60-67
- Kuryshva N.I., Lepeshkina L.V., Shatalova E.O. Comparative study of factors associated with the progression of primary open-angle glaucoma and primary angle-closure glaucoma. *Bulletin of Ophthalmology* 2020; 136(2):64-72. <https://doi.org/10.17116/oftalma202013602164>
- Lee E.J., Kim T.W., Lee S.H., Kim J.A. Underlying microstructure of parapapillary deep-layer capillary dropout identified by optical coherence tomography angiography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2017; 58(3):1621-1627. <https://doi.org/10.1167/iovs.17-21440>
- Lee E.J., Lee S.H., Kim J.A., Kim T.W. Parapapillary deep-layer microvasculature dropout in glaucoma: topographic association with glaucomatous damage. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2017; 58(7):3004-3010. <https://doi.org/10.1167/iovs.17-21918>
- Pradhan Z.S., Rao H.L., Dixit S., Sreenivasaiah S., et al. Choroidal microvascular dropout in pseudoexfoliation glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2019; 60(6):2146-2151. <https://doi.org/10.1167/iovs.19-26844>
- Jo Y.H., Sung K.R., Shin J.W. Comparison of peripapillary choroidal microvasculature dropout in primary open-angle, primary angle-closure, and pseudoexfoliation glaucoma. *J Glaucoma* 2020; 29(12):1152-1157. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000001650>
- Abdelmassih Y., Azar G., Bonnin S., et al. COVID-19 associated choroidopathy. *J Clin Med* 2021; 10:4686. <https://doi.org/10.3390/jcm10204686>

References

- Sakurada Y., Leong B.C.S., Parikh R., Fragiotta S., Freund K.B. Association between choroidal caverns and choroidal vascular hyperpermeability in eyes with pachychoroid diseases. *Retina* 2018; 38(10):1977-1983. <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000002294>
- Chung H., Byeon S.H., Freund K.B. Focal choroidal excavation and its association with pachychoroid spectrum disorders: a review of the literature and multimodal imaging findings. *Retina* 2017; 37(2):199-221. <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000001345>
- Carnevali A., Sacconi R., Corbelli E., Querques L., Bandello F., Querques G. Choroidal caverns: a previously unreported optical coherence tomography finding in best vitelliform dystrophy. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina* 2018; 49(4):284-287. <https://doi.org/10.3928/23258160-20180329-14>
- Kuryshva N.I. Glaznaya gemoperfuziya i glaukoma [Eye hemoperfusion and glaucoma]. Moscow, Greenlight Publ., 2014. 128 p.
- Querques G., Costanzo E., Miere A., Capuano V., Souied E.H. Choroidal caverns: a novel optical coherence tomography finding in geographic atrophy. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2016; 57(6):2578-82. <https://doi.org/10.1167/iovs.16-19083>
- Ayachit A., Joshi S., Kathyayini S.V., Ayachit G. Choroidal caverns in pachychoroid neovasculopathy. *Indian J Ophthalmol* 2020; 68(1):199-200. https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_395_19
- Dinc U.A., Tatlipinar S., Yenerel M., Görgün E., Ciftci F. Fundus autofluorescence in acute and chronic central serous chorioretinopathy. *Clin Exp Optom* 2011; 94(5):452-457. <https://doi.org/10.1111/j.1444-0938.2011.00598.x>
- Călin E.F., Popescu S.I.P., Cernat C.C.C., Patoni C., Popescu M.-N., Mușat O. Lipofuscin: a key compound in ophthalmic practice. *Rom J Ophthalmol* 2021; 65(2):109-113. <https://doi.org/10.22336/rjo.2021.23>
- Cheung C.M.G., Lee W.K., Koizumi H., Dansingani K., Lai T.Y.Y., Freund K.B. Pachychoroid disease. *Eye (Lond)* 2019; 33(1):14-33. <https://doi.org/10.1038/s41433-018-0158-4>
- Dansingani K.K., Balaratnasingam C., Naysan J., Freund K.B. En face imaging of pachychoroid spectrum disorders with Swept-Source Optical Coherence Tomography. *Retina* 2016; 36(3):499-516. <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000000742>
- Savastano M.C., Dansingani K.K., Rispoli M., Virgili G., Savastano A., Freund K.B., Lumbroso B. Classification of haller vessel arrangements in acute and chronic central serous chorioretinopathy imaged with en face Optical Coherence Tomography. *Retina* 2018; 38(6):1211-1215. <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000001678>
- Baek J., Kook L., Lee W.K. Choriocapillaris flow impairments in association with pachyvessel in early stages of pachychoroid. *Sci Rep* 2019; 9(1):1-6. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41598-019-42052-w>
- Gal-Or O., Dansingani K.K., Sebrow D., Dolz-Marco R., Freund K.B. Inner choroidal flow signal attenuation in pachychoroid disease: Optical Coherence Tomography Angiography. *Retina* 2018; 38(10):1. <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000002051>
- Ersoz M.G., Arf S., Hocaoglu M., Muslubas I.S., Karacorlu M. Indocyanine green angiography of pachychoroid pigment epitheliopathy. *Retina* 2018; 38(9):1668-1674. <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000001773>
- Kuryshva N.I., Ardzhevishvili T.D., Fomin A.V. The choroid and glaucoma. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma* 2014; 13(1):60-67
- Kuryshva N.I., Lepeshkina L.V., Shatalova E.O. Comparative study of factors associated with the progression of primary open-angle glaucoma and primary angle-closure glaucoma. *Bulletin of Ophthalmology* 2020; 136(2):64-72. <https://doi.org/10.17116/oftalma202013602164>
- Lee E.J., Kim T.W., Lee S.H., Kim J.A. Underlying microstructure of parapapillary deep-layer capillary dropout identified by optical coherence tomography angiography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2017; 58(3):1621-1627. <https://doi.org/10.1167/iovs.17-21440>
- Lee E.J., Lee S.H., Kim J.A., Kim T.W. Parapapillary deep-layer microvasculature dropout in glaucoma: topographic association with glaucomatous damage. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2017; 58(7):3004-3010. <https://doi.org/10.1167/iovs.17-21918>
- Pradhan Z.S., Rao H.L., Dixit S., Sreenivasaiah S., et al. Choroidal microvascular dropout in pseudoexfoliation glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2019; 60(6):2146-2151. <https://doi.org/10.1167/iovs.19-26844>
- Jo Y.H., Sung K.R., Shin J.W. Comparison of peripapillary choroidal microvasculature dropout in primary open-angle, primary angle-closure, and pseudoexfoliation glaucoma. *J Glaucoma* 2020; 29(12):1152-1157. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000001650>
- Abdelmassih Y., Azar G., Bonnin S., et al. COVID-19 associated choroidopathy. *J Clin Med* 2021; 10:4686. <https://doi.org/10.3390/jcm10204686>