

# Центральная серозная хориоретинопатия с позиций ОКТ-ангиографии. Часть 1. Изменение хориоретинального кровотока

А.Г. Щуко<sup>1, 2, 3</sup>С.И. Жукова<sup>1</sup>Т.Н. Юрьева<sup>1, 2</sup>А.Н. Злобина<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Иркутский филиал ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
ул. Лермонтова, 337, Иркутск, 664033, Российская Федерация

<sup>2</sup> Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования —  
филиал ФГБОУ РМАНПО Министерства здравоохранения Российской Федерации  
мкр. Юбилейный, 100, Иркутск, 664049, Российская Федерация

<sup>3</sup> Иркутский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации  
ул. Красного Восстания, 1, Иркутск, 664003, Российская Федерация

## РЕЗЮМЕ

**Офтальмология. 2018;15(3):294–302**

Многочисленные исследования последних лет указывают на то, что ключевым механизмом развития центральной серозной хориоретинопатии (ЦСХР) является повреждение ретинального пигментного эпителия (РПЭ). Вместе с тем появившиеся в последние годы сообщения свидетельствуют, что не менее важное звено патогенеза — нарушения хориоидального кровотока. Внедрение в клиническую практику оптической когерентной томографии в режиме ангиографии (ОКТА) позволило визуализировать сосуды сетчатки и хориоидеи с учетом их сегментации, что открывает перспективы в изучении хориоретинального кровотока при ЦСХР. **Цель:** выявить закономерности изменений хориоидального кровотока у пациентов с ЦСХР по данным ОКТА, оценить их информативность и роль в патогенезе заболевания. **Пациенты и методы.** обследовано 26 пациентов с ЦСХР в возрасте от 35 до 54 лет. Для оценки хориоретинального кровотока в объеме диагностического обследования включена оптическая когерентная томография сетчатки в режиме ангиографии. **Основные результаты и обсуждение.** Выявлено, что при ЦСХР увеличивается число крупных сосудов в непосредственной близости к РПЭ, т.е. сосуды смещаются по направлению к сетчатке в сторону наименьшего сопротивления. Нарушение иерархии сосудистой сети является важным фактом, позволяющим говорить о выраженных гемодинамических расстройствах. Изменение топографии сосудов крупного калибра сопровождается формированием характерного сосудистого паттерна. Выявленное преобладание ретикулярного паттерна крупных сосудов у больных ЦСХР с большей долей вероятности обусловлено наличием значительного количества бифуркаций и анастомозов, а также увеличением доли перекрещенных сосудов. Это может сопровождаться ростом общего сосудистого сопротивления. Следовательно, именно на этих участках может происходить усиление гидравлического сопротивления, возникает турбулентный ток крови и усиливается проницаемость сосудистой стенки. Установлено соответствие между изменениями РПЭ и хориокапилляров. Учитывая, что отслойка РПЭ от 450 до 780 (в среднем  $515 \pm 72,3$ ) мкм, выявленная в проекции измененных хориокапилляров, имеет сопоставимые размеры с величиной одной сосудистой дольки ( $515 \times 450$  мкм), можно говорить о локальном поражении хориокапилляров и РПЭ в пределах одной артериоцентрической дольки. **Выводы.** Выявленные изменения регионарного кровотока носят прогрессирующий характер и могут быть использованы в качестве классификационных и прогностических критериев хориоидальной дисфункции.

**Ключевые слова:** центральная серозная хориоретинопатия, ОКТ-ангиография, ретинальный пигментный эпителий

**Для цитирования:** Щуко А.Г., Жукова С.И., Юрьева Т.Н., Злобина А.Н. Центральная серозная хориоретинопатия с позиций ОКТ-ангиографии. Часть 1. Изменение хориоретинального кровотока. *Офтальмология*. 2018;15(3):294–302. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2018-3-294-302>

**Прозрачность финансовой деятельности:** Никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах

**Конфликт интересов отсутствует**



# Central Serous Chorioretinopathy from the Point of View of OCT-Angiography. Part 1. Chorioretinal Blood Flow Changes

A.G. Shchuko<sup>1, 2, 3</sup>, S.I. Zhukova<sup>1</sup>, T.N. Iureva<sup>1, 2</sup>, A.N. Zlobina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Irkutsk Branch of S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution  
Lermontova str., 337, Irkutsk, 664033, Russia

<sup>2</sup> Irkutsk Branch of Russian Medical Academy of Postgraduate Education  
Ubleiny, 100, Irkutsk, 664049, Russia

<sup>3</sup> Irkutsk State Medical University  
Krasnogo Vosstania str., 1, Irkutsk, 664003, Russia

## ABSTRACT

**Ophthalmology in Russia. 2018;15(3):294–302**

Numerous recent studies indicate that the key mechanism for the development of central serous chorioretinopathy (CSR) is damage to retinal pigment epithelium (RPE). At the same time, the reports appeared in recent years indicate that an equally important link in pathogenesis is the disturbances of the choroidal blood flow. Thus, the introduction into clinical practice of optical coherence tomography in the angiography (OCTA) mode made it possible to visualize the retinal and choroidal vessels taking into account their segmentation, which opens up prospects for studying chorioretinal blood flow in the CSR. **Purpose:** to reveal the regularities of the change in the choroidal blood flow in patients with CSR according to the OCTA data, to assess their informativeness and role in the pathogenesis of the disease. **Patients and methods:** 26 patients with CSR aged 35–54 years were examined. To assess the chorioretinal blood flow, optical coherence tomography of the retina is included in the angiography mode in the scope of the diagnostic examination. **Results and discussion:** It has been revealed that the number of large vessels in the immediate vicinity of the RPE is increasing in CSR, i.e. the vessels move towards the retina in the direction of the least resistance. Disturbance of the hierarchy of the vasculature is an important fact, allowing to speak about pronounced hemodynamic disorders. Disturbance of the topography of large-caliber vessels is accompanied by the formation of a characteristic vascular pattern. The revealed predominance of the reticular pattern of large vessels in patients with CSR is more likely due to the presence of a significant number of bifurcations and anastomoses, as well as an increase in the proportion of crossed vessels. This may be accompanied by an increase in total vascular resistance. Consequently, the hydraulic resistance can increase at these sites, a turbulent blood flow occurs and the permeability of the vascular wall increases. Correspondence between changes in RPE and choriocapillaries was established. Taking into account that the RPE detachments from 450 to 780 (on average  $515 \pm 72.3$ )  $\mu\text{m}$ , revealed in the projection of the altered choriocapillaries, have comparable sizes with the value of one vascular lobe ( $515 \times 450$ )  $\mu\text{m}$ , one can speak of a local lesion of choriocapillaries and RPE within one arteriocentric lobules. **Conclusions:** The revealed changes in regional blood flow are progressive and can be used as classification and prognostic criteria for choroidal dysfunction.

**Keywords:** central serous chorioretinopathy, OCT angiography, retinal pigment epithelium.

**For citation:** Shchuko A.G., Zhukova S.I., Iureva T.N., Zlobina A.N. Central Serous Chorioretinopathy from the Point of View of OCT-Angiography. Part 1. Chorioretinal Blood Flow Changes. *Ophthalmology in Russia*. 2018;15(3):294–302. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2018-3-294-302>

**Financial Disclosure:** No author has a financial or property interest in any material or method mentioned

**There is no conflict of interests**

Центральная серозная хориоретинопатия (ЦСХР) — заболевание заднего полюса глаза, ведущим клиническим симптомом которого является развитие серозной отслойки нейроэпителиальной сетчатки в результате нарушения барьерной и насосной функции ретинального пигментного эпителия (РПЭ) [1–3]. ЦСХР является широко распространенной во всем мире и занимает четвертое место среди заболеваний сетчатки после возрастной макулярной дегенерации, диабетической и посттромботической ретинопатии [4]. Хронический или рецидивирующий характер заболевания, обуславливающий снижение зрительных функций у лиц молодого трудоспособного возраста, определяет необходимость дальнейших исследований механизмов его развития, поиск новых способов диагностики и лечения [2, 5].

Многочисленные исследования последних лет указывают на то, что ключевым механизмом развития ЦСХР является повреждение РПЭ [6–10]. Вместе с тем, появившиеся в последние годы сообщения свидетельствуют,

что не менее важным звеном патогенеза этого заболевания являются нарушения хориоидального кровотока [5, 11–14]. Очевидно, что прижизненные исследования хориоидальной циркуляции являются необходимым условием для более объективной оценки закономерностей изменения гемодинамики. К сожалению, визуализация хориоидеи *in vivo* сопряжена с определенными трудностями [15–17], и в настоящее время большинство работ ограничивается только анализом ее толщины без учета анатомо-морфологических особенностей, что не позволяет в полной мере судить о микроциркуляторных нарушениях и их роли в патогенезе заболевания.

Внедрение в клиническую практику оптической когерентной томографии в режиме ангиографии (ОКТА) позволило не только повысить четкость получаемого изображения, но и визуализировать сосуды сетчатки и хориоидеи с учетом их сегментации [18–20], что открывает перспективы для изучения хориоретинального кровотока при различных патологических процессах.

A.G. Shchuko, S.I. Zhukova, T.N. Iureva, A.N. Zlobina

Contact information: Zhukova Svetlana I. [zhukswetlana@yandex.ru](mailto:zhukswetlana@yandex.ru)

295

Central Serous Chorioretinopathy from the Point of View of OCT-Angiography. Part 1. Chorioretinal...

Выявление закономерностей изменения хориоидального кровотока у пациентов с ЦСХР по данным ОКТА, оценка их информативности и роли в патогенезе заболевания определили цель нашего исследования.

**Пациенты и методы.** Обследовано 26 пациентов с ЦСХР в возрасте от 35 до 54 лет, которые были распределены на 2 клинические группы. Первую группу составили 9 пациентов в возрасте от 35 до 48 лет ( $41,1 \pm 6,1$ ) с острой формой заболевания (согласно классификации Gass J.D., 1968). Во вторую группу были включены 17 пациентов с хронической формой ЦСХР в возрасте от 45 до 54 лет ( $44,8 \pm 11,2$ ). Группу контроля составили 20 человек в возрасте от 30 до 44 лет ( $39,2 \pm 5,4$ ), не предъявлявших жалоб со стороны органа зрения, с рефракцией от  $-3,0$  до  $+3,0$  диоптрий, скорректированной остротой зрения не менее 1,0.

Всем больным и лицам контрольной группы проведено стандартное офтальмологическое обследование и дополнительно — оптическая когерентная томография (RTVue XR Avanti, США) с детальным анализом аксиальных и фронтальных сканов сетчатки и хориоидеи.

Толщину хориоидеи оценивали на аксиальных сканах, выполненных через центр фовеа. Измерение проводилось вручную по общепринятой методике [4, 16, 21] от наружной границы РПЭ до внутренней границы склеры в проекции фовеа, пара- и перифовеолярно на расстоянии 500, 1000 и 1500 мкм с носовой и височной стороны.

Для выявления особенностей структуры хориоидеи оценка проводилась с учетом сегментации [16, 20, 22] и складывалась из анализа трех слоев: слоя крупных сосудов Галлера, слоя средних сосудов Саттлера и слоя хориокапилляров (рис. 1).

Анализ ОКТ-ангиограмм и фронтальных сканов на уровне сосудов Галлера проводили на 100 и более мкм ниже РПЭ. Для анализа выбирали сканы, где крупные сосудистые стволы были видны наиболее отчетливо (рис. 1.1), оценивали ход сосудов, рефлективность сосудистой стенки и пространства между сосудами. Сложность получения изображения крупных хориоидальных сосудов на ОКТ-ангиограммах вызвана ослаблением амплитуды зондирующего луча из-за блокирующего эффекта РПЭ и меланина сосудов, а также ослаблением декорреляционной амплитуды от движущихся эритроцитов, что обусловлено глубиной залегания этих сосудов и высокой скоростью кровотока в них. Крупные хориоидальные сосуды, занимая  $\frac{3}{4}$  хориоидального пространства, отчетливо визуализируются в виде тяжелой низкой рефлективности, имеющих преимущественно прямолинейный ход и магистральный тип ветвления на фоне высокореклефтивного пространства однородной интенсивности. Ход сосудов и характер ветвления формируют определенный сосудистый рисунок (паттерн).

Выделяют 5 сосудистых паттернов (по V. Savastano et al.) (рис. 4). По данным этих авторов, в норме частота встречаемости первого шаблона (Temporal herringbone — темпоральная «елочка») составляет 49,2 %, второго

(Branched from below — ветвление снизу) и третьего (Laterally diagonal — боковая диагональ) — 14,2 %, четвертого (Doubled arcuate — двойная дуга) — 11,9 %, пятого (Reticular — сетка) — 10,5 % [23]. В наиболее крупных сосудах имеется возможность различать сосудистую стенку в виде едва заметного арелективного контура, равномерного на всем протяжении сосуда. Возможно появление артефактов в виде теней от вышележащих структур (крупные ретинальные сосуды).

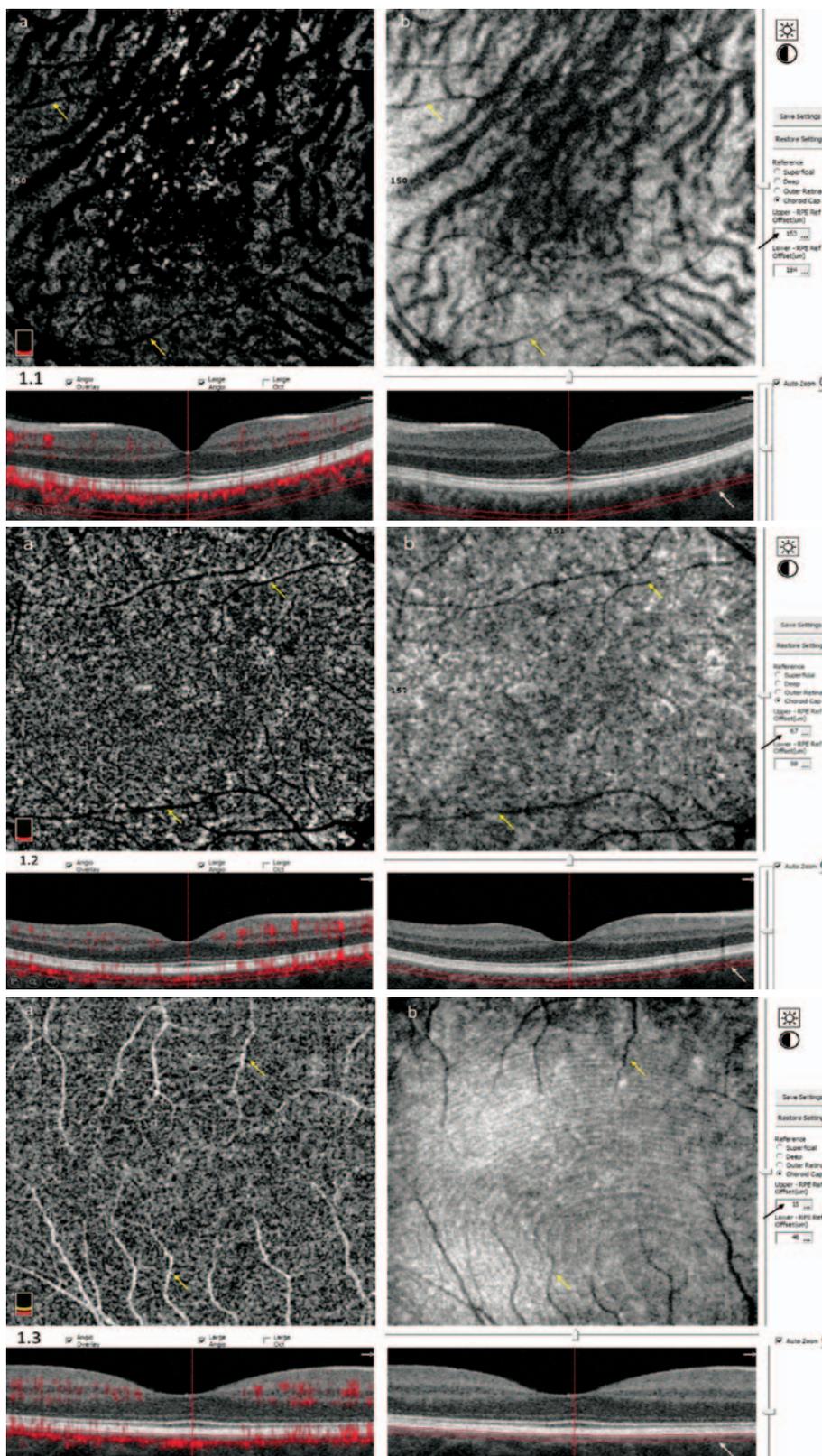
Сосуды слоя Саттлера оценивали на уровне 45–80 мкм ниже РПЭ (рис. 1.2). Поскольку этот слой представлен сосудами среднего и мелкого калибра, имеющими преимущественно вертикальное направление, их визуализация у здоровых людей была затруднительна, поскольку ход этих сосудов отчетливо виден только в том случае, если сканирующий луч проходит не перпендикулярно поверхности сетчатки (рис. 2). Они сопоставимы по диаметру с крупными ретинальными сосудами и визуализируются в виде извилистых структур низкой рефлективности с рассыпным типом ветвления. Также в срезы в этом случае всегда попадают сосуды крупного калибра, и видны артефакты в виде теней от ретинальных сосудов и наложения хориокапиллярного слоя. На этом уровне хорошо видна ячеистая структура хориоидеи в виде сгруппированных хориокапилляров, формирующих дольки округлой формы, которые более отчетливо визуализируются перифовеолярно.

Сеть хориокапилляров визуализировали под РПЭ (0–30 мкм) в виде плотно упакованной мозаичной структуры средней рефлективности (рис. 1.3). На изображениях присутствуют артефакты в виде теней от ретинальных сосудов. Детализация структуры на сканах меньшего размера значительно лучше, чем на больших сканах. Следует отметить, что, в отличие от сосудов крупного калибра, которые лучше визуализируются на фронтальных сканах, хориокапилляры более отчетливо видны на ОКТ-ангиограммах. Это связано с ослаблением сигнала на ОКТ-ангиограммах от сосудов с более высокой скоростью кровотока [18].

При комплексном анализе томографических изображений учитывались особенности структуры и морфологии тканей — архитектура хориоидеи, взаимоотношение зон высокой, средней и низкой рефлективности и наличие аномальных образований.

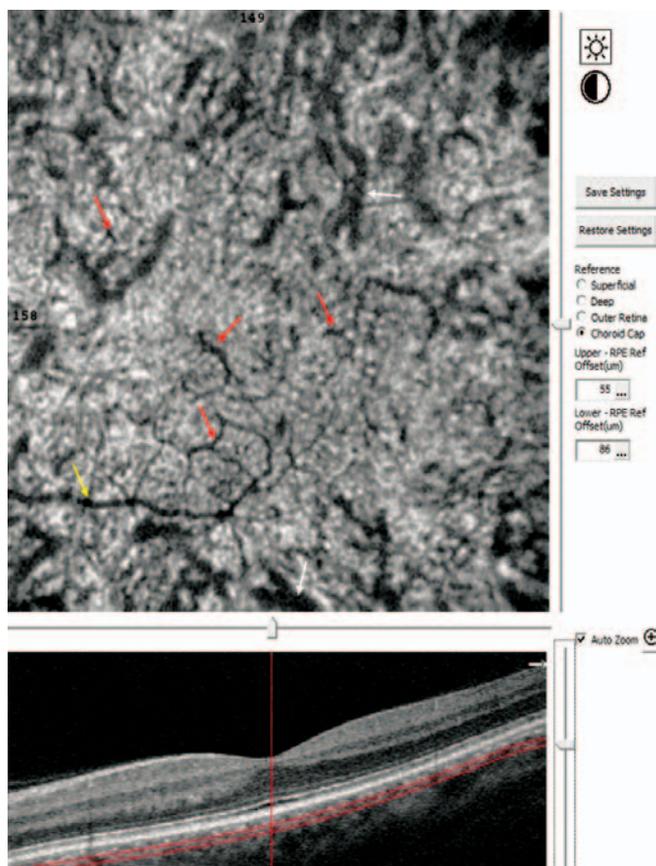
## РЕЗУЛЬТАТЫ

На первом этапе исследования анализ изменения толщины хориоидеи в целом показал, что у пациентов с острой формой заболевания наблюдается увеличение толщины хориоидеи по сравнению с контролем ( $246,8 \pm 48,5$  мкм) не только при ЦСХР ( $487,5 \pm 120,3$  мкм), но и в парных глазах ( $372,2 \pm 87,6$  мкм) (рис. 3). По-видимому, это происходит за счет формирования интерстициального отека. В ряде случаев, при выраженном утолщении сосудистой оболочки из-за резкого ослабления сигнала и снижения рефлектив-



**Рис. 1.** Визуализация крупных хориоидальных сосудов (1.1), сосудов среднего калибра (1.2) и хориокапилляров (1.3) в норме. Уровень изображения обозначен курсором на b-сканах (белая стрелка) и отражен в окне настроек (черная стрелка) (а — ОКТ-ангиограмма, б — фронтальный скан, желтая стрелка — тени от крупных ретинальных сосудов)

**Fig. 1.** Visualization of large choroidal vessels (1.1), of medium caliber vessels (1.2) and choriocapillaries (1.3) in norm. Image level marked by a cursor on b-scans (a white arrow) and reflected in the settings window (a black arrow) (a — OCT-angiography, b — enface scan, yellow arrow — shadows from large retinal vessels)



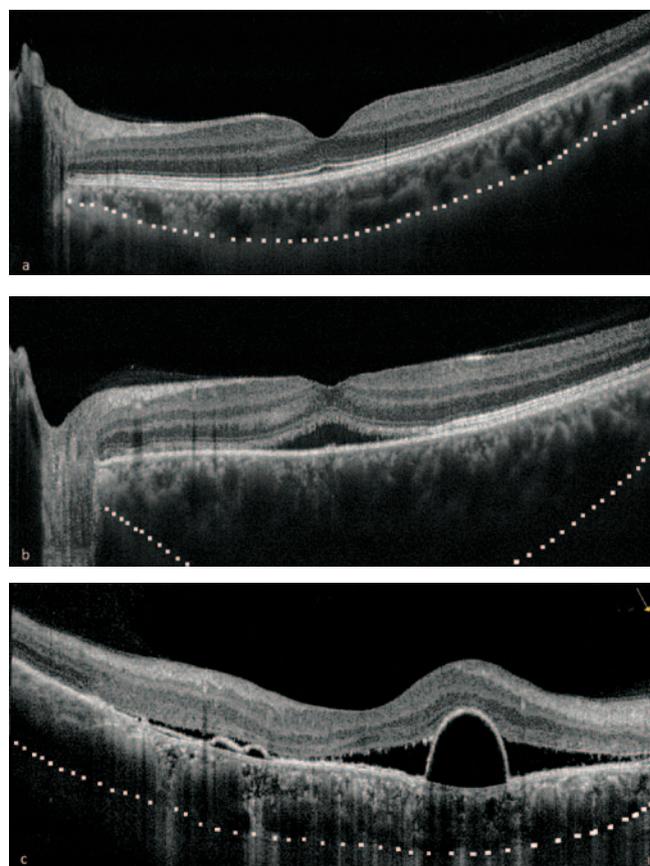
**Рис. 2.** Визуализация сосудов среднего калибра при прохождении сканирующего луча не перпендикулярно поверхности сетчатки (желтая стрелка — ретинальные сосуды, красная стрелка — сосуды Саттлера, белая стрелка — сосуды Галлера)

**Fig. 2.** Visualization of medium caliber vessels when the scanning beam passes not perpendicular to the surface of the retina (yellow arrow — shadows retinal vessels, red arrow — Sattler's vessels, white arrow — Haller's vessels)

ности, визуализация склеро-хориоидального сочленения была затруднена. При хроническом течении заболевания толщина сосудистой оболочки была меньше, чем у больных с острой формой ( $362,5 \pm 27,1$  мкм), и отмечалось выраженное увеличение ее рефлексивности, что свидетельствует об увеличении оптической плотности исследуемой ткани.

Как при остром, так и при хроническом течении заболевания у подавляющего большинства пациентов (83 %) выявлено нарушение сегментации хориоидеи.

Если в норме крупные сосуды формируют слой Галлера и примыкают к склере (рис. 3а), занимая 2/3 объема сосудистой оболочки, то при ЦСХР увеличивается их число в непосредственной близости к РПЭ (рис. 3б, 3с), т.е. сосуды смещаются по направлению к сетчатке, видимо, в сторону наименьшего сопротивления. Нарушение иерархии сосудистой сети, на наш взгляд, является важным фактом, позволяющим говорить о выраженных гемодинамических расстройствах. Изменение топографии сосудов крупного калибра сопровождается формированием характерного сосудистого паттерна (табл.).



**Рис. 3.** Хориоидея в норме (а), у пациента с острой (б) и хронической (с) ЦСХР

**Fig. 3.** The choroid is normal (a), in patient with an acute form of CSCR (b) and a chronic form of CSCR (c)

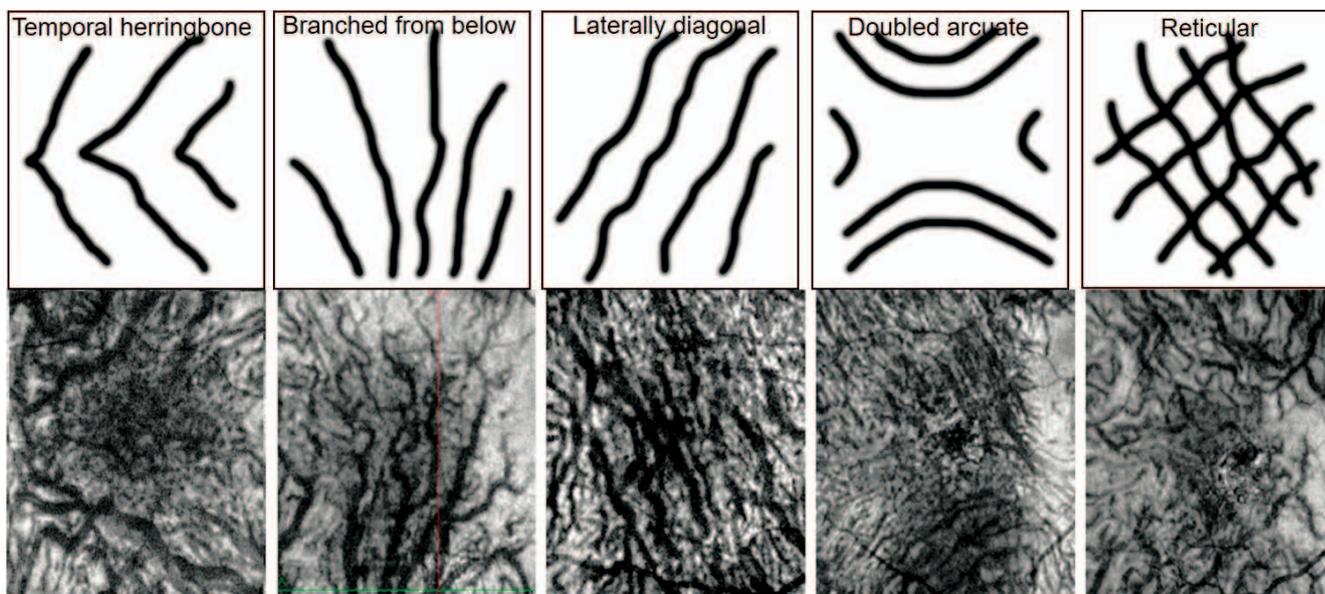
**Таблица.** Частота встречаемости хориоидального паттерна сосудов крупного калибра среди лиц контрольной группы и больных ЦСХР

**Table.** Frequency of choroidal pattern occurrence of large-caliber vessels among persons of the control group and patients with CSCR

Норма norm	52 %	13,2 %	11,6 %	14 %	9,2 %
ЦСХР CSCR	7,5 %	17,5 %	7,4 %	10,1 %	57,5 %

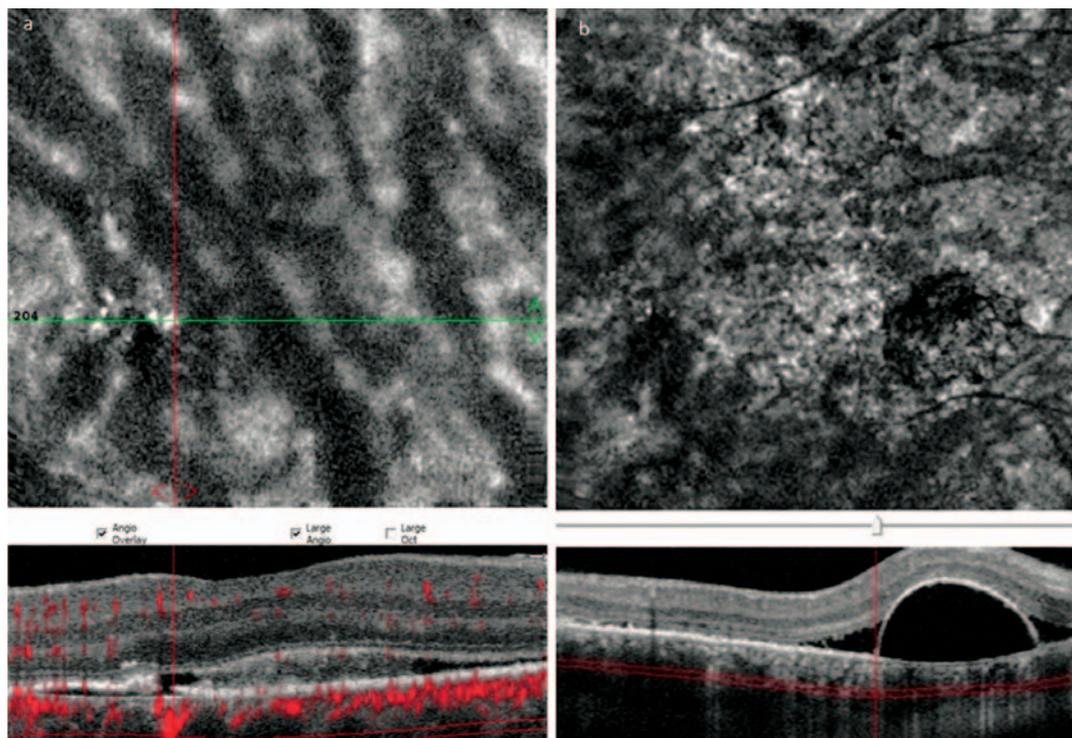
Среди лиц контрольной группы наиболее распространен первый тип сосудистого рисунка, где большая часть крупных сосудов проходит параллельно друг другу, тогда как у больных ЦСХР преимущественно встречается сетчатый шаблон с большим количеством перекрещенных сосудов (рис. 4), что также указывает на существенные изменения микроциркуляции.

Наряду с этим выявлена дезорганизация соединительной ткани между сосудами. Площадь межсосудистого пространства увеличилась (в большей степени при острой ЦСХР). Как при остром, так и при хроническом течении заболевания рефлексивность пространства между сосудами была неоднородной. Выявлялись фокусы повышенной рефлексивности в непосредственной



**Рис. 4.** Хориоидальный паттерн у больных с ЦСХР (по V.C. Savastano, et al., 2015)

**Fig. 4.** Choroidal pattern in patients with CSCR (according to V.C. Savastano, et al., 2015)



**Рис. 5.** Фронтальные сканы хориоидеи на уровне сосудов Галлера у пациента с острой (а) и хронической (b) формой ЦСХР

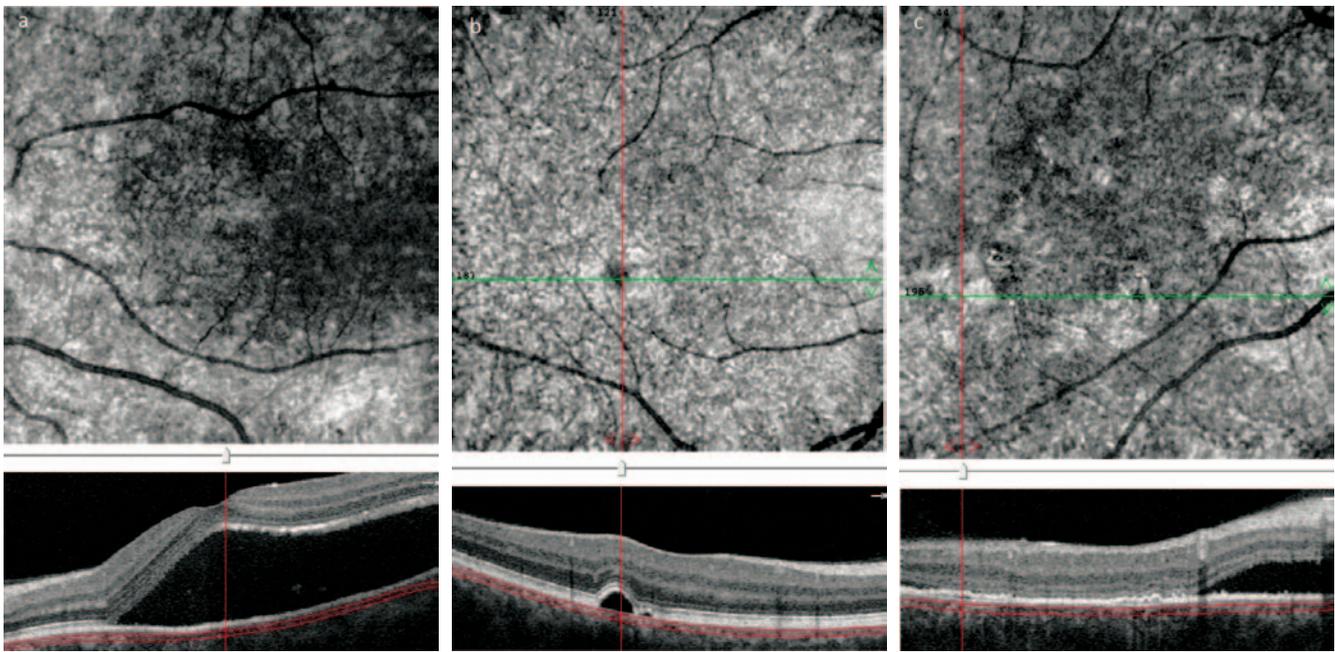
**Fig. 5.** Enface scans of choroid at the level of the Haller's vessels in patient with an acute form of CSCR (a) and a chronic form of CSCR (b)

близости от места бифуркации и перекрестов крупных сосудов в проекции дефектов и отслоек РПЭ (рис. 5a). У пациентов с хроническим течением ЦСХР определено снижение рефлективности стенки крупных сосудов, увеличение числа гиперрефлективных включений (рис. 5b).

Ячеистое строение хориоидеи на уровне слоя Сатлера у больных ЦСХР было сохранено, но в сканах на этом уровне визуализировались одновременно сосуды как среднего,

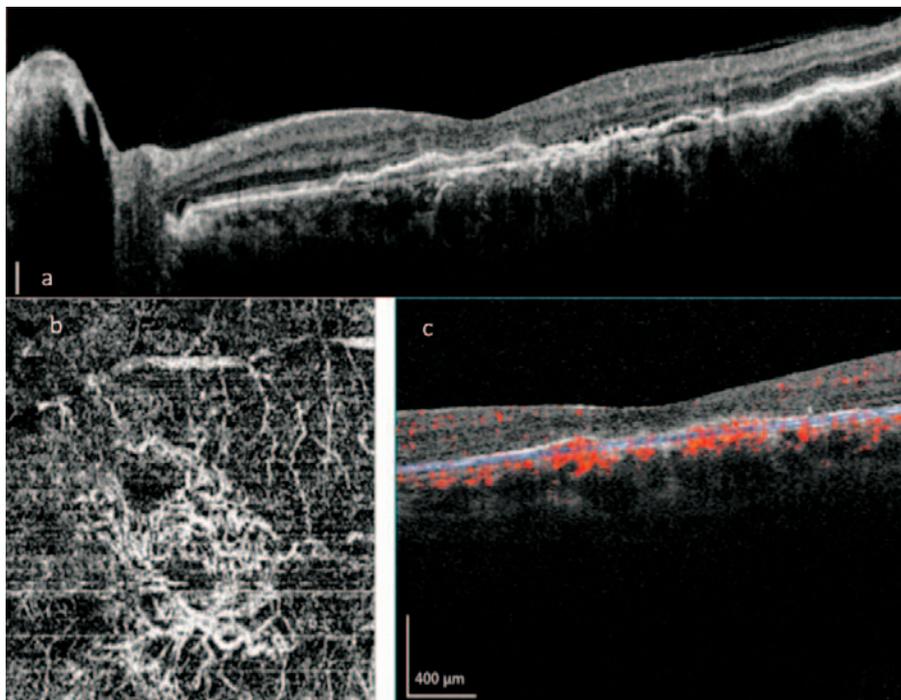
так и крупного калибра. В отличие от лиц контрольной группы, у которых сосуды среднего калибра визуализировались только при изменении направления сканирующего луча, у больных ЦСХР они были хорошо видны даже при сканировании сетчатки под прямым углом, что возможно только при нарушении положения и хода сосудов.

На этапе оценки сканов на уровне хориокапилляров выявлены зоны с умеренным снижением рефлективности,



**Рис. 6.** Изменение хориокапилляров у пациентов с ЦСХР (а — зона низкой рефлексивности соответствует площади отслойки нейроэпителия сетчатки и обусловлена ослаблением сканирующего луча при прохождении через субретинальную жидкость, б — арефлективная зона соответствует площади отслойки РПЭ и обусловлена экранирующим эффектом отслоенного эпителия, обладающего способностью блокировать прохождение сканирующего луча, с — в проекции участка с повышенной рефлексивностью хориокапилляров видна дезорганизация РПЭ (альтерация, элевация)

**Fig. 6.** Changes of choriocapillaries in patients with CSCR (a — the zone of low reflectivity corresponds to the area of the retina neuroepithelium detachment and is caused by the weakening of the scanning beam as it passes through the subretinal fluid, b — the unreflective zone corresponds to the area of RPE detachment and is caused by the screening effect of the detached epithelium, which has the ability to block the passage of the scanning beam, c — in the projection of the site with the increased reflectivity of the choriocapillaries, the disorganization of the RPE (alteration, elevation)



**Рис. 7.** Больной Ч., 42 года, с хронической ЦСХР. Длительность заболевания 2,5 года (а — В-скан, б — ОКТ-ангиография). Субретинальные новообразованные сосуды визуализируются на уровне хориокапилляров в проекции измененного ретинального пигментного эпителия

**Fig. 7.** Patient Ch., 42 years old, with a chronic form of CSCR. Duration of the disease 2,3 years (a — B-scan, b — OCTA). Subretinal neovascularature are visualized at the level of chorio capillaries in the projection of the altered retinal pigment epithelium

соответствующие площади отслойки нейроэпителия сетчатки (рис. 6а), зоны затемнения соответственно участкам отслойки РПЭ (рис. 6б) и фокусы повышенной рефлективности (рис. 6с). Выявленные изменения были округлой формы диаметром  $515 \pm 72,3$  мкм (от 450 до 780) и соответствовали локализации аномально расположенных крупных сосудов, с одной стороны, и измененного РПЭ, с другой.

При хронической ЦСХР в 17,3 % случаев в зонах с наиболее выраженными изменениями РПЭ и сосудов хориоидеи выявлены признаки субретинальной неоваскуляризации (рис. 7).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Оценивая полученные результаты, следует учитывать, что существует зависимость структуры микроциркуляторного русла от функциональной активности органа и ткани [2, 24–26]. Особенности организации хориоидального кровотока обусловлены необходимостью эффективного транспорта питательных веществ из плазмы крови к РПЭ и нейроэпителию сетчатки и удаления образующихся продуктов метаболизма. В отличие от большинства других тканей, в хориоидеи большая часть крупных сосудов проходит параллельно друг другу, чем отчасти объясняется высокая объемная скорость хориоидального кровотока (600–2000 мкл/мин) [3, 16, 17, 25, 27]. Выявленное преобладание ретикулярного паттерна крупных сосудов у больных ЦСХР с большей долей вероятности обусловлено наличием значительного количества бифуркаций и анастомозов, а также увеличением доли перекрещенных сосудов. Это может сопровождаться ростом общего сосудистого сопротивления, т.к. существует зависимость распределения крови от угла, под которым ветвь отходит от магистрального сосуда [28, 29]. Следовательно, именно на этих участках может происходить усиление гидравлического сопротивления, возникает турбулентный ток крови и усиливается проницаемость сосудистой стенки.

Изменение контура стенки крупных сосудов, появление гиперрефлективных участков в непосредственной близости от места бифуркации и перекрестов, а также изменение рефлективности пространства между сосудами, в целом, скорее всего, обусловлено естественным преобладанием венозных стволов над артериальными (4:1) [16, 30]. Кроме того, это можно также объяснить повышенной проницаемостью венозной стенки. При определенных условиях это может сопровождаться выходом из сосудистого русла не только плазмы крови, но и белковой фракции, адгезией лейкоцитов и тучных клеток, что указывает на роль эндотелиальной дисфункции как основного звена регуляции сосудистого гомеостаза [31].

Очевидно, что нарушение топографии крупных сосудов хориоидеи у больных с ЦСХР сопровождается компрессией вышележащих отделов (слоя Саттлера и хориокапилляров) и снижением интенсивности обмена между пигментным эпителием и сосудистой оболочкой.

Как известно, хориоидальное кровообращение имеет сегментарную структуру. Крупные и средние хориоидальные артерии являются концевыми. Каждая хориоидальная артериола питает один независимый сегмент хориокапилляров (артериоцентрическую дольку). Этот сегмент образован артериолой, входящей в центр сегмента, хориокапиллярами и дренирующими венулами, лежащими по периферии этого сегмента [26]. Дольки хорошо визуализируются как на флуоресцентных ангиограммах, так и на фронтальных сканах.

В норме каждая хориоидальная артериола из слоя средних сосудов входит в дольку под прямым углом [17, 22] и именно поэтому не визуализируется на фронтальных сканах. При нарушении сегментации хориоидеи у больных ЦСХР ход сосудов меняется и артериолы становятся хорошо видимыми в виде гипоехогенных коротких извилистых образований, сопоставимых по диаметру с ретинальными сосудами.

Обсуждая полученные результаты, нельзя обойти факт соответствия между изменениями РПЭ и хориокапилляров. Учитывая, что отслойка РПЭ от 450 до 780 (в среднем  $515 \pm 72,3$ ) мкм, выявленная в проекции измененных хориокапилляров, имеет сопоставимые размеры с величиной одной сосудистой дольки ( $515 \times 450$  мкм) [16], можно говорить о локальном поражении хориокапилляров и РПЭ в пределах одной артериоцентрической дольки.

Длительное существование гипоксии в сочетании с локальной воспалительной реакцией может стимулировать увеличение выработки эндотелиального фактора роста сосудов и появление хориоидальной неоваскуляризации [32, 33] у больных с хронической формой ЦСХР.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На современном этапе развития у больных центральной серозной хориоретинопатией ОКТА значительно расширяет возможности диагностики и понимания патогенеза заболевания. Выявленные изменения регионарного кровотока (нарушение сегментации хориоидеи; интерстициальный отек; изменение рефлективности сосудистой стенки и пространства между сосудами; появление гиперрефлективных включений в непосредственной близости от бифуркации и перекреста сосудов, сегментарное поражение хориокапилляров и РПЭ) носят прогрессирующий характер и могут быть использованы в качестве классификационных и прогностических критериев хориоидальной дисфункции. Поэтому анализ изменений кровотока при ЦСХР следует рассматривать как неотъемлемую часть алгоритма комплексного офтальмологического обследования.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Щуко А.Г., Юрьева Т.Н. — концепция и дизайн исследования;  
Злобина А.Н. — сбор и обработка материала;  
Злобина А.Н., Жукова С.И. — статистическая обработка; написание текста; подготовка иллюстраций.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Zlobina A.N., Yureva T.N. Центральная серозная хориоретинопатия. Лазерная хирургия сосудистой патологии глазного дна / под ред. проф. А.Г. Шуко. М.: Офтальмология, 2014. [Zlobina A.N., Iureva T.N. Central serous chorioretinopathy. Laser surgery of the vascular pathology of the fundus / ed. prof. A.G. Shchuko. Ophthalmology, 2014 (In Russ.)]
- Gass J.D. Central serous chorioretinopathy and white subretinal exudation during pregnancy. *Arch Ophthalmol*. 1991;109:677–681.
- Williamson T.H., Harris A. Ocular blood flow measurement. *Br J Ophthalmol*. 1994;78:939–945.
- Wei W.B., Xu L., Jonas J.B., Shao L., Du K.F., Wang S., Chen C.X., Xu J., Wang Y.X., Zhou J.Q., You Q.S. Subfoveal choroidal thickness: the Beijing eye study. *Ophthalmology*. 2013;120(1):175–180. DOI: 10.1016/j.ophtha.2012.07.048
- Iida, T., Kishi S., Hagimura N., et al. Persistent and bilateral choroidal vascular abnormalities in central serous chorioretinopathy. *Retina*. 1999;19:508–512.
- Шуко А.Г., Злобина А.Н., Юрьева Т.Н. Оптимизация критериев диагностики центральной серозной хориоретинопатии. *Клиническая Офтальмология*. 2015;1:24. [Shchuko A.G., Zlobina A.N., Iureva T.N. Optimization of diagnostic criteria for central serous chorioretinopathy. *Clinical Ophthalmology = Klinicheskaya Oftalmologiya*. 2015;1:24 (In Russ.)]
- Drexler H. Endothelial dysfunction: clinical implications. *Prog Cardiovasc Dis*. 1997;39(4):287–324.
- Gass J.D. Bullous retinal detachments and multiple retinal pigment epithelial detachments in patients receiving hemodialysis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 1992;30:454–458.
- Marmor M.F. New hypothesis on the pathogenesis and treatment of serous retinal detachment. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 1988;26:548–555.
- Seikiyu T., Iida T., Maruko I. Infrared Fundus Autofluorescence and Central Serous Chorioretinopathy. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2010;51(10):4956–4962. DOI: 10.1167/iovs.09-5009
- Guyer D.R., Yannuzzi L.A., Slakter J.S., et al. Digital indocyanine green videoangiography of central serous chorioretinopathy. *Arch Ophthalmol*. 1994;112:1057–1062.
- Imamura Y., Fujiwara T., Margolis R. Enhanced depth imaging optical coherence tomography of the choroid in central serous chorioretinopathy. *Retina*. 2009;29:1469–1473. DOI: 10.1097/IAE.0b013e3181be0a83
- Khng, C.G., Yap E.Y., Au-Eong K.G. Central serous retinopathy complicating systemic lupus erythematosus: a case series. *Clin Exp Ophthalmol*. 2000;28:309–313. DOI: 10.1046/j.1442-9071.2000.00328.x
- Maruko I., Iida T., Sugano Y. Subfoveal choroidal thickness after treatment of central serous chorioretinopathy. *Ophthalmology*. 2010;117:1792–1799. DOI: 10.1016/j.ophtha.2010.01.023
- Шуко А.Г., Пашковский А.А., Шестаков А.О., Якимов А.П., Юрьева Т.Н., Жукова С.И., Алпатов С.А., Малышев В.В. Оптическая когерентная томография в диагностике офтальмологических заболеваний. *Медицинская визуализация*. 2003;3: 59–62. [Shchuko A.G., Pashkovsky A.A., Shestakov A.O., Yakimov A.P., Iureva T.N., Zhukova S.I., Alpatov S.A., Malyshev V.V. Optical coherence tomography in the diagnosis of ophthalmic diseases. *Medical visualization = Meditsinskaya vizualizatsiya*. 2003;3:59–62 (In Russ.)]
- Branchini L.A., Adhi M., Regatieri C.V., et al. Analysis of Choroidal Morphology and Vasculature in Healthy Eyes Using Spectral-Domain Optical Coherence Tomography. *Ophthalmology*. 2013;120(9):1901–1908. DOI: 10.1016/j.ophtha.2013.01.066
- Weiter J.J., Ernest J.T. Anatomy of the choroidal vasculature. *Am J Ophthalmol*. 1974;78:583.
- Lumbroso B., Huang D., Chen C. Clinical OCT Angiography Atlas. New Delhi-London-Philadelphia-Panama: *The Health Sciences Publisher*, 2015.
- Lumbroso B., Huang D., Jia Y. Clinical Guide to Angio-OCT-Non Invasive Dyeless OCT Angiography. New Delhi: *Jaypee Brothers Medical Publisher*, 2015.
- Lumbroso B., Huang D., Romano A. Clinical En Face OCT Atlas. New Delhi-London-Philadelphia-Panama: *Jaypee — highlights Medical Publisher, INC.*, 2013.
- Spaide R.F., Koizumi H., Pozzoni M.C. Enhanced depth imaging spectral-domain optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol*. 2008;146:496–500. DOI: 10.1016/j.ajo.2008.05.032
- Hayreth S.S. Segmental nature of the choroidal vasculature. *Br J Ophthalmol*. 1975;59(11):631–648.
- Savastano V.C., Rispoli M., Savastano F., Lumbroso B. En-Face Optical Coherence Tomography for Visualization of the Choroid. *Ophthalmic Surgery, Lasers and Imaging Retina*. 2015;46(5):561–565. DOI: 10.3928/23258160-20150521-07
- Grunwald J., Metelitsina T., Du Pont J., et al. Reduced foveolar choroidal blood flow in eyes with increasing AMD severity. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2005;46:1033–38. DOI:10.1167/iovs.04-1050
- Guyer D.R., Schachar A.P., Green W.R. The choroid: structural considerations / In: Ryan S. J., ed.-in-chief. *Retina*. Philadelphia: *Elsevier Mosby*, 2006.
- Hayreth S.S. Choriocapillaris. *Graefes Arch Ophthalmol*. 1974;192:165–179.
- Johnson P.C. Red cell separation in the capillary network. *Am J Physiol*. 1971;221(1):99–104.
- Внутренние болезни. Сердечно-сосудистая система: учеб. пособие / ред. Г.Е. Ройтберг, А.В. Струтынский. М.: *МЕДпресс-информ*; 2017. [Internal diseases. Cardiovascular system: Textbook. allowance / ed. G.Ye. Roitberg, A.V. Strutytsky Moscow: *MEDpress-inform*, 2017 (In Russ.)]
- Фолков Б., Нил Э. Кровообращение / пер. с англ. Н.М. Верич. М.: Медицина; 1976. [Folkov B., Neil E. Blood circulation / transl. from English by H.M. Verich. *Meditsina*; 1976 (In Russ.)]
- Коган И.И., Конюков В.Н., Шацких А.В. Микрохирургическая анатомия кровеносных сосудов заднего отдела глазного яблока. *Офтальмохирургия*. 2003;3:42–46. [Kogan I.I., Konyukov V.N., Shatskikh A.V. Microsurgical anatomy of the blood vessels of the posterior eyeball. *Ophthalmosurgery = Oftalmokhirurgiya*. 2003;3:42–46 (In Russ.)]
- Астахов Ю.С., Тульцева С.Н., Титаренко А.И. Роль дисфункции эндотелия в патогенезе сосудистых заболеваний органа зрения. *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2017;15(4):5–13. [Astakhov Yu.S., Tultseva S.N., Titarenko A.I. The role of endothelial dysfunction in the pathogenesis of vascular diseases of the organ of vision. *Regional Hemodynamics and microcirculation = Regionarnoye krovoobrascheniye i mikrotsirkulyatsiya*. 2016;15(4):5–16 (In Russ.)]
- Iida, T., Spaide S.G., Negrao R.F. Central serous chorioretinopathy after epidural corticosteroid injection. *Am J Ophthalmol*. 2001;132:423–425. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/S0002-9394(01)00970-9
- Wang M., Munch I.C., Hasler P.W., et al. Central serous chorioretinopathy. *Acta Ophthalmol*. 2008;86:126–145 (4). DOI:10.1111/j.1600-0420.2007.00889.x

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Иркутский филиал ФГАУ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. акад. С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования — филиал ФГБОУ РМАНПО Министерства здравоохранения Российской Федерации  
Иркутский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации  
Шуко Андрей Геннадьевич  
доктор медицинских наук, профессор, директор ИФ ФГАУ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. акад. С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, заведующий кафедрой офтальмологии  
ул. Лермонтова, 337, Иркутск, 664033, Российская Федерация

Иркутский филиал ФГАУ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. акад. С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
Жукова Светлана Ивановна  
кандидат медицинских наук, заведующая диагностическим отделением  
ул. Лермонтова, 337, Иркутск, 664033, Российская Федерация

Иркутский филиал ФГАУ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. акад. С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования — филиал ФГБОУ РМАНПО Министерства здравоохранения Российской Федерации  
Юрьева Татьяна Николаевна  
доктор медицинских наук, профессор, зам. директора по научной работе ИФ ФГАУ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. акад. С.Н. Федорова», профессор кафедры офтальмологии Иркутской государственной медицинской академии последипломного образования — филиал ФГБОУ РМАНПО  
ул. Лермонтова, 337, Иркутск, 664033, Российская Федерация

Иркутский филиал ФГАУ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. акад. С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации  
Злобина Анна Николаевна  
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог  
ул. Лермонтова, 337, Иркутск, 664033, Российская Федерация

## ABOUT THE AUTHORS

Irkutsk Branch of S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution  
Irkutsk Branch of Russian Medical Academy of Postgraduate Education  
Irkutsk State Medical University  
Shchuko Andrey G.  
MD, PhD, director of Irkutsk Branch of S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution  
Head of Department of ophthalmology of Irkutsk Branch of Russian Medical Academy of Postgraduate Education  
Head of Department of ocular diseases of Irkutsk State Medical University  
Lermontova str., 337, Irkutsk, 664033, Russia

Irkutsk Branch of S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution  
Zhukova Svetlana I.  
PhD, Chief of diagnostic department of Irkutsk Branch of S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution  
Lermontova str., 337, Irkutsk, 664033, Russia

Irkutsk Branch of S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution  
Irkutsk Branch of Russian Medical Academy of Postgraduate Education  
Iureva Tatiana N.  
MD, PhD, deputy-director on scientific work of Irkutsk Branch of S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Professor of Department of ophthalmology of Irkutsk Institute of postgraduate medical education  
Lermontova str., 337, Irkutsk, 664033, Russia

Irkutsk Branch of S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution  
Zlobina Anna N.  
PhD, ophthalmologist  
Lermontova str., 337, Irkutsk, 664033, Russia

А.Г. Шуко, С.И. Жукова, Т.Н. Юрьева, А.Н. Злобина