

Соответствие данных индоцианин-зеленой ангиографии и ОКТ-ангиографии в диагностике неоваскуляризации при хронической центральной серозной хориоретинопатии



Е.К. Педанова



О.Б. Клепинина



Д.А. Буряков

ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С. Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва
Беснудниковский бульвар, 59а, Москва, 127486, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2018;15(2S):254–260

Цель: сравнить информативность и согласованность данных индоцианин-зеленой ангиографии (ИЗАГ) и ОКТ-ангиографии (ОКТ-А) в диагностике неоваскуляризации при хронической центральной серозной хориоретинопатии (ЦСХ). **Пациенты и методы.** В исследование включен двадцать один пациент (21 глаз) в возрасте $51,0 \pm 8,4$ года с диагнозом хроническая ЦСХ и предполагаемая субретинальная неоваскуляризация (СНМ) — признак «двойного слоя» на сканах ОКТ. Для выявления СНМ проводили ИЗАГ и ОКТ-ангиографию. Анализ снимков выполняли двумя экспертами. **Результаты.** Обе методики показали сходные результаты. СНМ обнаружена методом ИЗАГ у 11 пациентов из 21, а методом ОКТ-А у 13 из 21, статистически значимая разница отсутствовала ($p = 0,74$, хи-квадрат). СНМ не была выявлена при проведении ИЗАГ у 10 пациентов из 21, ОКТ-А — у 8 из 21 ($p = 0,69$). Однако при попарном анализе снимков у каждого конкретного пациента согласованность двух методов по обнаружению СНМ присутствовала только у 8 пациентов из 21. Согласованность результатов при отсутствии выявления СНМ была у 6 пациентов, в основном в случаях свежего рецидива ЦСХ. У трети пациентов (7 из 21) данные методик разошлись. На ОКТ-А визуализация СНМ затруднена при блокировании субретинальным депозитом и пигментом. В случае диффузной атрофии пигментного эпителия сосудистая сеть не видна на снимках ИЗАГ, но хорошо визуализируется на ОКТ-А. **Заключение.** Информативность двух методик в диагностике СНМ при хронической ЦСХ является сходной. Для интерпретации данных следует принимать во внимание состояние сетчатки и пигментного эпителия. ОКТ-ангиография более четко показывает контур сосудистой сети, особенно в случае диффузной эпителиопатии. Об активности неоваскуляризации и рецидивировании точек просачивания лучшее представление дает ИЗАГ.

Ключевые слова: хроническая центральная серозная хориоретинопатия, ОКТ-ангиография, ангиография с индоцианином зеленым, признак «двойного слоя»

Для цитирования: Педанова Е.К., Клепинина О.Б., Буряков Д.А. Соответствие данных индоцианин-зеленой ангиографии и ОКТ-ангиографии в диагностике неоваскуляризации при хронической центральной серозной хориоретинопатии. *Офтальмология*. 2018;15(2S):254–260. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2018-2S-254-260>

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

Конфликт интересов отсутствует

Благодарность

Компании «Трейдомед Инвест» и лично Фомину А.В. за предоставление современной диагностической аппаратуры для проведения исследования.



Accordance of Indocyanine Green Angiography and Optical Coherence Tomography Angiography in Visualization of Neovascularization Associated with Chronic Central Serous Chorioretinopathy

E.H. Pedanova, O.B. Kлеpinina, D.A. Buryakov

S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Beskudnikovskiy blvd, 59a, Moscow, 127486, Russia

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2018;15(2S):254–260

Purpose: to compare informativity and accordance of indocyanine green angiography (ICGA) and optical coherence tomography angiography (OCT-A) data in visualization of neovascularization associated with chronic central serous chorioretinopathy. **Patients and Methods.** Twenty one eye of 21 patients (aged 51.0 ± 8.4 years old) with chronic central serous chorioretinopathy (CSR) and assumed choroidal neovascularisation (CNV) with «double layer» sign on optical coherence tomography scans were enrolled in this study. ICGA on Spectralis HRA+OCT, (Heidelberg Engeneering, Germany) and OCT-A on RTVue XR Avanti (Optovue, USA) were performed to evaluate CNV. The assessment of obtained pictures was examined by two experts. **Results.** Both diagnostic methods have shown similar results. CNV has been revealed in 11 of 21 eyes by ICGA imaging while OCT-A confirmed neovascularization in 13 eyes — with no statistical difference between methods ($p = 0.74$, χ^2). CNV has not been diagnosed in 10 cases by ICGA and in 8 cases by OCT-A ($p = 0.69$). However, the consistency of the two methods in CNV evaluation while pairwise comparison of angiography data has been confirmed only in 8 eyes. The absence of CNV has been confirmed in 6 eyes — mostly in patients with CSR recurrence. One third of patients (7 of 21 eyes) have not shown consistence of two methods. The OCT-A visualization of CNV could be poor because of subretinal deposits and pigment-related signal blocking. In cases of diffuse retinal pigment epithelium atrophy the neovascular network cannot be seen on ICGA images while well visualized on OCT-A. **Conclusion.** The informativity of ICGA and OCT-A in visualization of neovascularization associated with chronic central serous chorioretinopathy is similar. For the best data interpretation the condition of neurosensory retina and pigment retinal epithelium should be taken into account. OCT-A is more preferable in cases of diffuse epitheliopathy, while the neovascularization activity and leakage points is better seen on ICGA.

Keywords: chronic central serous chorioretinopathy, OCT-angiography, Indocyanine Green Angiography, double layer sign

For citation: Pedanova E.H., Kлеpinina O.B., Buryakov D.A. Accordance of Indocyanine Green Angiography and Optical Coherence Tomography Angiography in Visualization of Neovascularization Associated with Chronic Central Serous Chorioretinopathy. *Ophthalmology in Russia*. 2018;15(2S):254–260. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2018-2S-254-260>

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

There is no conflict of interests

Acknowledgment

“Tradomed Invest” company and personally A.V. Fomin for providing of modern diagnostic equipment for research.

ВВЕДЕНИЕ

Центральная серозная хориоретинопатия (ЦСХ) имеет сложную природу и не до конца изученный патогенез, в основе которого лежит патология хориокапилляров и пигментного эпителия. По течению ЦСХ выделяют острую и хронические формы, дифференциальная диагностика которых может вызывать определенные трудности [1, 2]. Острая форма при длительном сохранении отслойки нейроэпителия переходит в хроническую, что сопровождается сопутствующей патологией ретинального пигментного эпителия (РПЭ). При этом наблюдается атрофия РПЭ, гиперпигментация или разного вида отслойка пигментного эпителия. Нерегулярная волнистая отслойка пигментного эпителия, образующая так называемый, признак «двойного слоя» на ОКТ, особенно с оптически плотным содержимым, должна вызывать настороженность в отношении наличия новообразованных сосудов под пигментным эпителием [3]. По последним данным при хронической ЦСХ субретинальную неоваскулярную мембрану (СНМ) стали вы-

являть с частотой до 30%, что в первую очередь связано с совершенствованием диагностического оборудования и появлением оптической когерентной томографии с функцией ангиографии (ОКТ-А), позволяющей визуализировать сосудистую сеть без введения красителя [4, 5]. По данным Dansingani и соавт., среди 22 пациентов с признаком «двойного слоя» с помощью ОКТ-А новообразованные сосуды были выявлены у 21 [6]. Выявление неоваскуляризации среди других форм ЦСХ имеет чрезвычайную важность, так как эта патология требует особого терапевтического подхода с использованием анти-VEGF препаратов или фотодинамической терапии.

В настоящее время визуализация сети новообразованных сосудов, особенно расположенных под пигментным эпителием сетчатки, так называемой СНМ I-го типа, возможна при помощи двух методик: индоцианин-зеленой ангиографии (ИЗАГ) и ОКТ-ангиографии. Краситель индоцианин зеленый, введенный внутривенно, под воздействием излучения инфракрасного спек-

E.H. Pedanova, O.B. Kлеpinina, D.A. Buryakov

Contact information: Pedanova Elena H. elenamntk@mail.ru

Accordance of Indocyanine Green Angiography and Optical Coherence Tomography Tngiography...

255

тра проникает глубоко под сетчатку без экранирования пигментным эпителием сетчатки и кровоизлияниями. Краситель имеет большую молекулярную массу и на 98% связывается с молекулами белка в кровеносном русле, что снижает его проницаемость из сосудистой стенки и позволяет лучше визуализировать очертания субретинальной мембраны по сравнению с флюоресцеином [7]. В свою очередь, принцип ОКТ-ангиографии основан на фиксации движения крови по сосудам. Автоматическое сегментирование слоев сетчатки и выделение интересующей зоны хориокапилляров дает возможность визуализировать ток крови по аномальным сосудам сетчатки именно под пигментным эпителием [8, 9].

При всей схожести не до конца решен вопрос о равнозначности индоцианин-зеленой ангиографии и ОКТ-ангиографии и возможности замены одного метода другим при выявлении скрытой СНМ. Соотнесению двух методик, сравнению их информативности и согласованности в отношении диагностики неоваскуляризации при хронической ЦСХ посвящена данная работа.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В исследование включен 21 пациент (21 глаз) с диагнозом «хроническая центральная серозная хориоретинопатия» и предполагаемой субретинальной неоваскуляризацией, находящиеся под наблюдением в отделе лазерной хирургии сетчатки ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза»» в период с октября 2016-го по сентябрь 2017 года. Средний возраст пациентов составил $51,0 \pm 8,4$ года.

Критериями включения являлись сохранение жалоб на ухудшение зрения и пятно перед глазом более 6 месяцев, наличие зон атрофии РПЭ, отслойки нейроэпителия на снимках ОКТ и признака «двойного слоя», который, по некоторым данным, считается патогномичным симптомом наличия СНМ 1-го типа [10]. Для определения критериев включения пациентам проводили спектральную ОКТ с использованием модуля улучшенной глубины изображения (EDI-ОКТ) к оптическому когерентному томографу с помощью прибора Spectralis HRA+OCT (Heidelberg Engineering, Германия) по протоколу Posterior Pole, состоящему из 61 скана и площадью сканирования макулярной зоны $30 \times 25^\circ$ с последующим анализом всех сканов. На срезах ОКТ признак «двойного слоя» визуализировался как две гиперрефлективные линии, одна из которых соответствует неизмененному слою мембраны Бруха, а вторая — волнообразно приподнятому РПЭ, между которыми имелся оптический просвет с содержимым средней оптической плотности.

Критериями исключения были наличие сопутствующей макулярной патологии и непрозрачность оптического сред глаза.

Пациентам, соответствующим критериям включения в исследование, было проведено офтальмологическое обследование, включавшее визометрию, офтальмоскопию

и фотографирование глазного дна. Для выявления СНМ основными диагностическими методами были ангиография с одномоментным введением красителей индоцианина зеленого и флюоресцеина (Spectralis HRA+OCT, Heidelberg Engineering, Германия) и ОКТ-ангиография (RTVue XR Avanti, Optovue, США). При проведении ИЗАГ анализу подвергали снимки ранней фазы (до двух минут от начала введения красителя), средней (до 5 минут) и поздней фазы (до 20–30 минут). Наличие скрытой неоваскуляризации определялось при контурировании аномальной сети тонких сосудов в ранней фазе с последующим накоплением красителя к средней и поздней фазе ангиографии. ОКТ-ангиографию проводили в режиме высокого разрешения (HD), сканированию подвергали центральную область сетчатки размером 3×3 и 6×6 мм. Критерием присутствия СНМ была визуализация движения крови (косвенный признак наличия аномальных сосудов), определяемая в режиме en-face на уровне хориокапилляров.

Поскольку оценка обоих методов в плане диагностики СНМ весьма субъективна, для расшифровки ангиограмм были привлечены два независимых эксперта (ЕКП и ДАБ). В случае несоответствия результатов расшифровки между исследователями проводился повторный совместный анализ снимков с последующим единым компромиссным решением.

Для статистической обработки данных использовали программу Statistica 10.0 (StatSoft). Для расчета согласованности двух методов исследования в плане выявления СНМ 1-го типа (номинальный признак) использовали критерий хи-квадрат. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$. Данные описательной статистики представлены в виде $M \pm m$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Острота зрения обследуемой группы пациентов составила в среднем $0,6 \pm 0,15$. На глазном дне в макулярной зоне визуализировалась отслойка нейроэпителия, в некоторых случаях с преципитатами, а также фокусы гипо- и гиперпигментации, характерные для ЦСХ. Ни в одном из случаев не было отмечено наличия кровоизлияний и отложений твердых экссудатов. У всех пациентов по данным ОКТ присутствовал признак «двойного слоя».

После проведения ангиографии и ОКТ-ангиографии эксперты одинаковым образом проклассифицировали снимки относительно наличия или отсутствия неоваскуляризации у 17 пациентов из 21. В 4 случаях мнения экспертов разошлись, однако после повторного анализа был принят вариант, удовлетворяющий обоим исследователей. Результаты анализа снимков ИЗАГ и ОКТ-ангиографии представлены в табл. 1.

Как видно из представленного материала, субретинальная неоваскуляризация выявлялась с помощью обеих методик с примерно одинаковой частотой. Так,

Таблица 1. Выявляемость субретинальной неоваскуляризации методами ИЗАГ и ОКТ-А (количество глаз)**Table 1.** CNV detection by ICGA and OCT-A (number of eyes)

	ИЗАГ / ICGA	ОКТ-А / OCT-A	Хи-квадрат / Chi-square
Наличие СНМ CNV detected	11 из 21	13 из 21	$p = 0,74$
Отсутствие СНМ CNV not detected	10 из 21	8 из 21	$p = 0,69$

методом индоцианин-зеленой ангиографии СНМ была обнаружена у 11 пациентов из 21, а методом ОКТ-А — у 13 из 21, что при использовании критерия хи-квадрат не отражает статистически значимую разницу ($p = 0,74$). Аналогично этому, при применении обеих методик сходным образом СНМ не была выявлена у половины обследуемых пациентов: ИЗАГ — у 10 пациентов из 21, ОКТ-А — у 8 из 21 ($p = 0,69$).

Однако при детальном попарном анализе снимков было обнаружено, что методики не всегда одинаково информативны при диагностике СНМ у каждого конкретного пациента. Согласованность ИЦАГ и ОКТ-А представлена в табл. 2.

Таблица 2. Согласованность методов в диагностике СНМ**Table 2.** The consistency of methods in CNV detection

	Согласованность методов по наличию СНМ Consistency of methods in CNV detection	Согласованность методов по отсутствию СНМ Consistency of methods in CNV non detection	Расхождение методов Unconsistency of methods
Количество глаз Number of eyes	8 из 21	6 из 21	7 из 21

Только у восьми пациентов из 21 субретинальная мембрана была одинаково хорошо визуализирована как при использовании ИЗАГ, так и ОКТ-ангиографии. На рис. 1 в раннюю фазу ИЗАГ видна сеть, состоящая из тонких сосудов, и последующее усиление ликеджа индоцианина зеленого и флюоресцеина к поздней фазе. На снимке ОКТ-А сеть аномальных сосудов полностью повторяет очертания просачивания на ангиографии, однако граница СНМ при этом визуализируется гораздо более четко. Во всех случаях зоны ликеджа на ангиографии и сеть на ОКТ-А соответствовали локализации «двойного слоя», что видно на сканах оптической когерентной томографии.

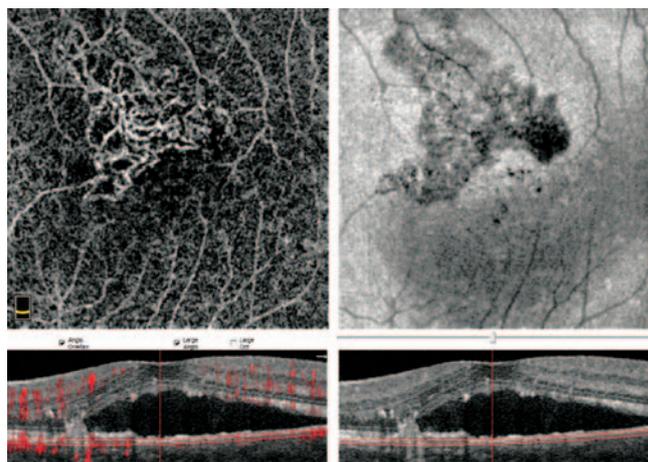
Полная согласованность данных была также продемонстрирована на шести глазах, где СНМ не удалось обнаружить ни одним из методов. В подавляющем большинстве это были случаи рецидива хронической ЦСХ с долгой персистенцией субретинальной жидкости. У данных пациентов нерегулярные отслойки РПЭ соответствовали точкам просачивания, видимым на ангиограммах. Ликедж индоцианина зеленого распространялся типичным для ЦСХ паттерном просачивания по типу «дым из трубы», полностью соответствуя снимкам ФАГ



а



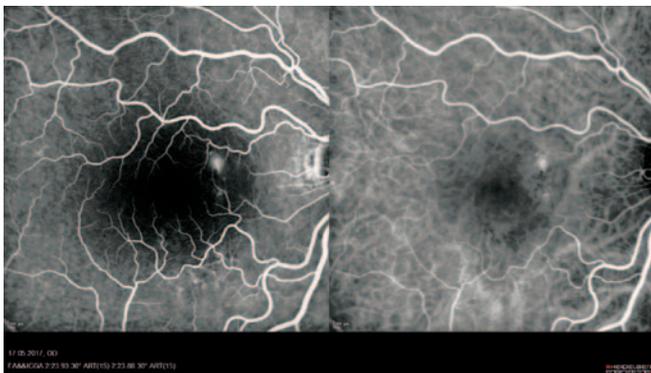
б



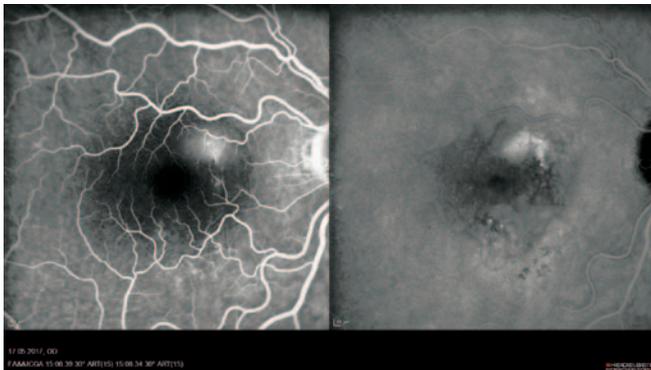
в

Рис. 1. Пример 1. Согласованность данных в выявлении неоваскуляризации: а — ранняя фаза ФАГ (слева) и ИЗАГ (справа) — визуализация тонкой сосудистой сети на ИЗАГ; б — поздняя фаза ФАГ (слева) и ИЗАГ (справа) — ликедж красителей на ФАГ и ИЗАГ; в — ОКТ-ангиография — визуализация петлеобразной аномальной сосудистой сети с четкими границами под пигментным эпителием (сверху), субретинальная жидкость и признак «двойного слоя» на ОКТ-скане (снизу)

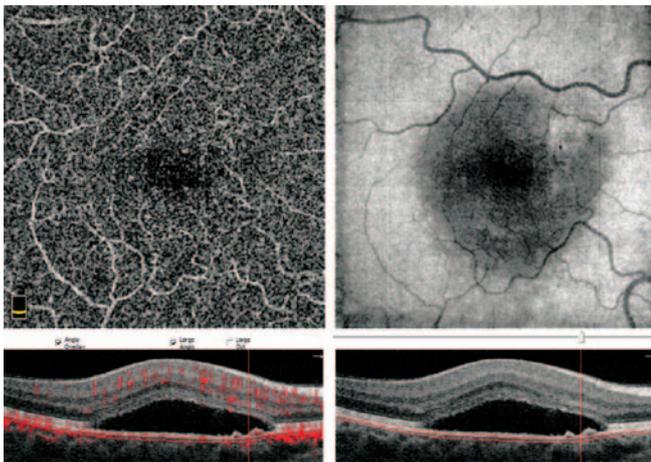
Fig. 1. Case 1. The consistency of neovascularization detection: а — the early phase of FA (left) and ICGA (right) — visualization of fine vascular network on ICGA; б — the late phase of FA (left) and ICGA (right) — leakage of dyes on FA and ICGA; в — OCT-angiography — visualization of abnormal angled vascular network with clear boundaries under the pigment epithelium (top), subretinal fluid and double layer sign on OCT-angiography (below)



а



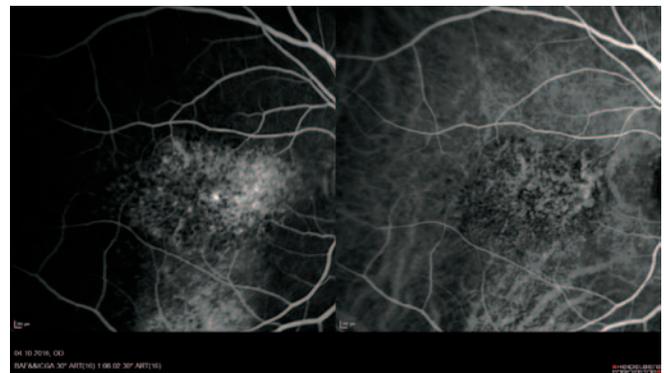
б



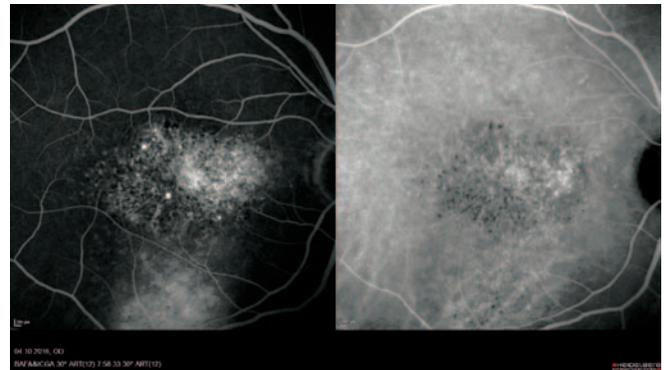
в

Рис. 2. Пример 2. Согласованность данных относительно отсутствия выявления неоваскуляризации: а — ранняя фаза ФАГ (слева) и ИЗАГ (справа) — единичная точка просачивания на ФАГ и ИЗАГ; б — поздняя фаза ФАГ (слева) и ИЗАГ (справа) — линедж красителей по типу «дым из трубы» на ФАГ и ИЗАГ; в — ОКТ-ангиография — нормальная ангиоархитектоника сетчатки и хориоидеи, аномальные сосуды не визуализируются (сверху), субретинальная жидкость и признак «двойного слоя» на ОКТ-скане (снизу)

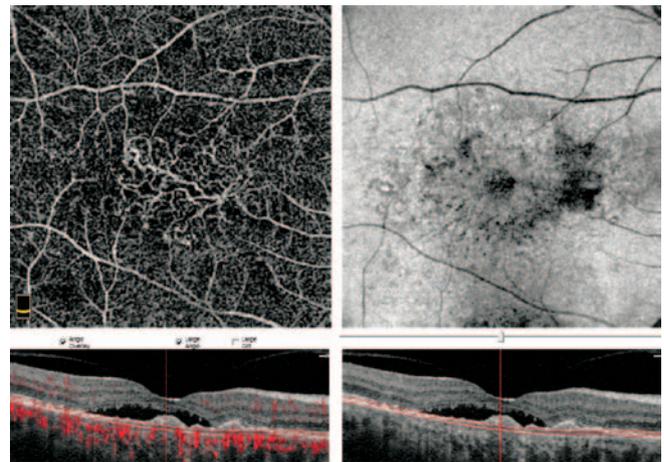
Fig. 2. Case 2. The consistency in the absence of neovascularization detection: а — the early phase of FA (left) and ICGA (right) — a single point leakage on FA and ICGA; б — the late phase of FA (left) and ICGA (right) — smoke-stack dye leakage on FA and ICGA; в — OCT-angiography — the normal angioarchitectonics of the retina and choroid, absence of abnormal vascular network (top), subretinal fluid and double layer sign on OCT-angiography (below)



а



б



в

Рис. 3. Пример 3. Несогласованность данных в выявлении неоваскуляризации: а — ранняя фаза ФАГ (слева) и ИЗАГ (справа) — гиперфлюоресценция по типу «окончатого дефекта» на ФАГ и ИЗАГ, аномальные сосуды не визуализируются; б — поздняя фаза ФАГ (слева) и ИЗАГ (справа) — гиперфлюоресценция по типу «окончатого дефекта» в прежних границах на ФАГ и ИЗАГ; в — ОКТ-ангиография — визуализация аномальной сосудистой сети по типу «веера» с четкими границами под пигментным эпителием (сверху), субретинальная жидкость и признак «двойного слоя» на ОКТ-скане (снизу)

Fig. 3. Case 3. The inconsistency of neovascularization detection: а — the early phase of FA (left) and ICGA (right) — the “window defect” type of hyperfluorescence on FA and ICGA; б — the late phase of FA (left) and ICGA (right) — the “window defect” type of hyperfluorescence in the same boundaries on FA and ICGA; в — OCT-angiography — visualization of abnormal sea fan type vascular network with clear boundaries under the pigment epithelium (top), subretinal fluid and double layer sign on OCT-scan (below)

(рис. 2). Это, в свою очередь, отражает сложность интерпретации изолированных снимков ИЗАГ и подчеркивает важность соотнесения их с данными ФАГ. Применение ОКТ-ангиографии также не позволило выявить сеть аномальных сосудов под пигментным эпителием. В целом архитектура сосудов во всех слоях сетчатки и хориокапиллярах не была нарушена. У данных пациентов большую информативность в диагностике изменений хориоретинального комплекса показала ангиография.

В то же время у трети пациентов (7 из 21) данные ИЗАГ и ОКТ-ангиографии расходились. Субретинальная мембрана, диагностированная при помощи одной методики, не была подтверждена другой. В трех случаях неоваскуляризация, видимая на ИЗАГ, не просматривалась на сканах ОКТ-А из-за экранирования этой области плотными субретинальными депозитами и пигментными скоплениями. В свою очередь, у четырех пациентов с диффузными атрофическими изменениями ретинального пигментного эпителия ангиографических признаков СНМ не было. На снимках отмечалась гиперфлюоресценция по типу «окончатого дефекта», которая не нарастала и не расширялась к поздней фазе (рис. 3). При этом на ОКТ-А прекрасно визуализировались отчетливые контуры аномальной сосудистой сети.

Проведенное исследование продемонстрировало неравнозначность информативности методик индоцианин-зеленой ангиографии и ОКТ-ангиографии в диагностике скрытой неоваскуляризации. С одной стороны, в оценке сосудистого хориоидального русла методики показывают сходные результаты, что наглядно демонстрируют в своей работе Teussink M. и соавт. [11]. В данной работе также в части случаев наблюдалось полное соответствие данных ИЗАГ и ОКТ-А, при этом более четко контуры сосудистой сети отражала именно ОКТ-ангиография. Метод также показал преимущество относительно визуализации СНМ в случае диффузной атрофии ретинального пигментного эпителия, когда на фоне фоновой гиперфлюоресценции

тонкая сосудистая сеть просто не видна. Quaranta E. и соавт. на 12 пациентах с хронической ЦСХ показали превосходство данного метода в выявлении СНМ по сравнению с другими [12]. Чувствительность и специфичность ОКТ-А в диагностике неоваскуляризации могут достигать 100% [4], однако, как показано в данной работе, они могут быть снижены при блокировании оптического сигнала субретинальными депозитами и пигментом. Наибольшую информативность в диагностике разных форм ЦСХ дает именно мульти-модальный подход. Обнаруженные аномальные хориоидальные сосуды в трети случаев могут не представлять собой истинную СНМ, как утверждала Constanzo E. [5]. Необходимо использование методик, демонстрирующих функциональный характер нарушений сосудистой стенки. Именно факт ликеджа красителя через новообразованные сосуды или в точке просачивания показывает активность патологического процесса и помогает провести дифференциальную диагностику различных форм центральной серозной хориоретинопатии [13].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Индоцианин-зеленая ангиография и ОКТ-ангиография показали сходную информативность в выявлении неоваскуляризации при хронической ЦСХ, однако для интерпретации данных следует принимать во внимание сопутствующее состояние сетчатки и пигментного эпителия. ОКТ-ангиография более четко отражает контур сосудистой сети, особенно в случае диффузной эпителиопатии. Об активности неоваскуляризации и рецидивировании точек просачивания лучшее представление дает ИЗАГ.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Педанова Е.К. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала; написание текста, статистическая обработка, подготовка иллюстраций; Клепинина О.Б. — сбор и обработка материала, подготовка иллюстраций; Буряков Д.А. — обработка материала, написание текста, статистическая обработка.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Дог А.В., Качалина Г.Ф., Клепинина О.Б. Центральная серозная хориоретинопатия: современные аспекты диагностики и лечения: руководство для врачей/ А.В. Дог, Г.Ф. Качалина, О.Б. Клепинина. Москва: Офтальмология; 2017:226. [Doga A.V., Kachalina G.F., Klepinina O.B. Central serous chorioretinopathy: modern aspects of diagnosis and treatment: the guide for physicians. Moscow: Ophthalmology; 2017:226. (In Russ.)]
2. Дог А.В., Клепинина О.Б., Педанова Е.К., Мушкова И.А. Дифференциально-диагностические ОКТ-критерии острой и хронической форм центральной серозной хориоретинопатии. *Вестник офтальмологии*. 2017;6:10–16. [Doga A.V., Klepinina O.B., Pedanova E.K., Mushkova I.A. Differential diagnostic OCT-criteria of acute and chronic central serous chorioretinopathy. *Annals of Ophthalmology=Vestnik oftal'mologii* 2017;6:10–16. (In Russ.)] DOI: 10.17116/oftalma2017133610-15
3. Pichi F, Morara M, Veronese C, Ciardella AP. The overlapping spectrum of flat irregular pigment epithelial detachment investigated by optical coherence tomography angiography. *Int Ophthalmol*. 2017; May 11. DOI: 10.1007/s10792-017-0547-x
4. Bonini Filho M.A., de Carlo T.E., Ferrara D, Adhi M., Bauman C.R., Witkin A.J., Reichel E., Duker J.S., Waheed N.K. Association of choroidal neovascularization and central serous chorioretinopathy with optical coherence tomography angiography. *JAMA Ophthalmology*. 2015;133 (8): 899–906. DOI: 10.1001/jamaophthalmol.2015.1320
5. Constanzo E., Cohen S.Y., Miere A., Querques G., Capuano V., Semoun O., El Ameen A., Oubraham H., Souied E.H. Optical Coherence Tomography Angiography in Central Serous Chorioretinopathy. *J Ophthalmol*. 2015; 2015:134783. DOI: 10.1155/2015/134783 Epub 2015 Nov 8.
6. Dansingani K.K., Balaratnasingam C., Klufas M.A., Sarraf D., Freund K.B. Optical Coherence Tomography Angiography of Shallow Irregular Pigment Epithelial Detachments In Pachychoroid Spectrum Disease. *Am J Ophthalmol*. 2015;160(6):1243–54. DOI: 10.1016/j.ajo.2015.08.028
7. Gajdzik-Gajdecka U., Dorecka M., Nita E., Michalska A., Miniewicz-Kurowska J., Romaniuk W. Indocyanine green angiography in chronic central serous chorioretinopathy. *Med Sci Monit*. 2012;18(2):CR51–7. DOI: 10.12659/MSM.882455
8. Jia Y., Tan O., Tokayer J., Potsaid B., Wang Y., Liu J.J., Kraus M.F., Subhash H., Fujimoto J.G., Hornegger J., Huang D. Split-spectrum amplitude-decorrelation angiography with optical coherence tomography. *Opt Express*. 2012;20(4):4710–25. DOI: 10.1364/OE.20.004710
9. Фабрикантов О. Л., Попова Н. В., Гойдин А. П. Диагностические возможности оптической когерентной томографии-ангиографии при хориоидальной неоваскуляризации (обзор клинических случаев). *Медицина*. 2017;5(2): 55–63. [Fabrikantov O.L., Popova N.V., Goydin A.P. Diagnostic capabilities of optical coherence tomography-angiography in choroidal neovascularization (clinical cases review). *Meditsina= Meditsina*. 2017;5(2):55–63. (In Russ.)]

10. de Carlo T.E., Rosenblatt A., Goldstein M., Bauml C.R., Loewenstein A., Duker J.S. Vascularization of Irregular Retinal Pigment Epithelial Detachments in Chronic Central Serous Chorioretinopathy Evaluated With OCT Angiography. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*. 2016;47(2):128–33. DOI: 10.3928/23258160-20160126-05
11. Teussink M.M., Breukink M.B., van Grinsven M.J., Hooyng C.B., Klevering B.J., Boon C.J., de Jong E.K., Theelen T. OCT Angiography Compared to Fluorescein and Indocyanine Green Angiography in Chronic Central Serous Chorioretinopathy. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2015; 56(9):5229–37. DOI: 10.1167/iov.15-17140
12. Quaranta-El Maftouhi M., El Maftouhi A., Eandi C.M. Chronic central serous chorioretinopathy imaged by optical coherence tomographic angiography. *Am J Ophthalmol*. 2015;160(3):581–7. DOI: 10.1016/j.ajo.2015.06.016
13. Bhattacharjee H., Soibam R., Yambem D., Misra D.K. Indocyanine Green Angiography Findings in Central Serous Chorioretinopathy. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS)*. 2016;15(5):11–21. DOI: 10.9790/0853-1505031121

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ФГАУ «МНТК “Микрохирургия глаза” имени академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Педанова Елена Константиновна
кандидат медицинских наук, научный сотрудник
Бескудниковский бульвар, 59а, Москва, 127486, Российская Федерация
ORCID 0000-0001-5191-3385

ФГАУ «МНТК “Микрохирургия глаза” имени академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Клепинина Ольга Борисовна
кандидат медицинских наук, младший научный сотрудник
Бескудниковский бульвар, 59а, Москва, 127486, Российская Федерация
ORCID 0000-0003-4348-3973

ФГАУ «МНТК “Микрохирургия глаза” имени академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Буряков Дмитрий Анатольевич
кандидат медицинских наук, младший научный сотрудник
Бескудниковский бульвар, 59а, Москва, 127486, Российская Федерация
ORCID 0000-0002-4528-1446

ABOUT THE AUTHORS

S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Pedanova Elena K.
PhD, researcher
Beskudnikovskiy blvd, 59a, Moscow, 127486, Russia
ORCID 0000-0001-5191-3385

S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Klepinina Olga B.
PhD, junior researcher
Beskudnikovskiy blvd, 59a, Moscow, 127486, Russia
ORCID 0000-0003-4348-3973

S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Buryakov Dmitriy A.
PhD, junior researcher
Beskudnikovskiy blvd, 59a, Moscow, 127486, Russia
ORCID 0000-0002-4528-1446