

Электроретинография и ОКТ-ангиография сетчатки и зрительного нерва при пигментном ретините

И.В. Зольникова — д. м. н., старший научный сотрудник отдела клинической физиологии зрения им. С.В. Кравкова¹

Д.В. Левина — клинический ординатор¹

Т.Д. Охочимская — к. м. н., врач-офтальмолог отдела патологии сетчатки и зрительного нерва¹

В.А. Фадеева — аспирант отдела патологии сетчатки и зрительного нерва¹

И.В. Егорова — к. м. н., зав. отделением отдела клинической физиологии зрения им. С.В. Кравкова¹

Е.В. Рогатина — к. м. н., врач детского консультативно-поликлинического отделения¹

Е.А. Еремеева — врач взрослого консультативно-поликлинического отделения¹

О.Н. Деменкова — врач-офтальмолог²

С.Ю. Рогова — старшая медицинская сестра отдела клинической физиологии зрения им. С.В. Кравкова¹

¹ ФГБУ «Московский НИИ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, 105062, Москва, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19

² ФГБУ «Детский медицинский центр» Управления делами Президента Российской Федерации, 109012, Москва, пер. Старопанский, д. 3.

Являясь инновационным неинвазивным методом, оптическая когерентная томография (ОКТ) с функцией ангиографии позволяет по-новому оценить сосуды глаза, разделяя хориоидальную и ретинальную сосудистые системы. **Цель работы** — оценка изменений микроциркуляции макулярной и перипапиллярной зоны сетчатки при пигментном ретините (ПР) методом ОКТ-ангиографии в сопоставлении с показателями электрогенеза макулярной области сетчатки и колбочковой системы. **Материал и методы.** Проанализированы результаты исследования микроциркуляции макулярной области и диска зрительного нерва у 14 пациентов с ПР в возрасте от 5 до 76 лет (средний возраст — $26,9 \pm 17,6$ года). ОКТ в режиме ангиографии проводили на оптическом когерентном томографе Optovue RX Avanti (Optovue, США). Оценивали плотность парафовеального микро-сосудистого рисунка, индекс кровотока, площадь кровотока, размеры фовеальной аваскулярной зоны (ФАЗ) в поверхностных и глубоких капиллярных сплетениях и площадь кровотока в перипапиллярных капиллярах (ПК). Всем пациентам проводилась электроретинография на электроретинографе МБН (Россия), включая общую электроретинограмму (ЭРГ), в том числе максимальную ЭРГ (колбочково-палочковый ответ), ритмическую ЭРГ (РЭРГ) на 30 Гц и макулярную ЭРГ (МЭРГ). **Результаты.** Дефицит кровотока в поверхностных и глубоких сосудистых сплетениях, а также в ПК (снижение плотности микрососудистого рисунка, индекса кровотока, площади кровотока) был ассоциирован со снижением амплитуды а- и b-волн МЭРГ и удлинением их латентности. Увеличение ФАЗ в глубоком капиллярном сплетении ($p < 0,0001$) и нормальный размер ФАЗ в поверхностном капиллярном сплетении могут быть обусловлены различиями в их строении. **Заключение.** Дефицит кровотока при ПР, выраженный больше в глубоком капиллярном сплетении, чем в поверхностном капиллярном сплетении в макулярной зоне, ассоциирован со снижением амплитуды а- и b-волн МЭРГ и удлинением их латентности.

Ключевые слова: пигментный ретинит, электроретинограмма, макулярная ЭРГ, ОКТ-ангиография, глубокое капиллярное сплетение, поверхностное капиллярное сплетение, ретинальные перипапиллярные

капилляры, плотность сосудистой сети в парафовеа, сосудистый индекс, площадь кровотока, фовеальная аваскулярная зона.

Для цитирования: Зольникова И.В., Левина Д.В., Охочимская Т.Д. и др. Электроретинография и ОКТ-ангиография сетчатки и зрительного нерва при пигментном ретините. Российский офтальмологический журнал. 2017; 10 (3): 22-28. doi: 10.21516/2072-0076-2017-10-3-22-28

Пигментный ретинит (ПР) представляет собой наследственное дегенеративное заболевание сетчатки с поражением преимущественно палочковых фоторецепторов. Дегенерация колбочковых фоторецепторов, также имеющая место при ПР, приводит к вовлечению макулярной области и снижению остроты зрения. ПР является наиболее распространенным наследственным дегенеративным заболеванием сетчатки, при котором нарушение сумеречного зрения и изменения электроретинограммы выявляются уже на ранних стадиях заболевания [1–5].

Оптическая когерентная томография (ОКТ) с функцией ангиографии — новый неинвазивный метод, позволяющий послойно визуализировать сосуды сетчатки в макулярной зоне (заднем полюсе) и исследовать ее микроциркуляцию за несколько секунд. Многочисленные исследования здоровых лиц показали возможность оценки ретинального кровотока, в частности таких его параметров, как плотность сосудистого рисунка в макулярной зоне и размер аваскулярной зоны [6–10]. Методика ОКТ-ангиографии нашла применение в диагностике, главным образом сосудистых заболеваний сетчатки [11–14]. Несмотря на то, что снижение кровотока является одним из звеньев патогенеза ПР, состояние микроциркуляторного русла макулярной зоны сетчатки и зрительного нерва при этом заболевании не изучено, хотя имеются единичные сообщения на эту тему М. Parodi и соавт. [15, 16].

ЦЕЛЬ работы — оценка изменений микроциркуляции макулярной и перипапиллярной зоны сетчатки при ПР методом ОКТ-ангиографии в сопоставлении с показателями электрогенеза макулярной области сетчатки и колбочковой системы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследование было включено 14 пациентов с ПР в возрасте от 5 до 76 лет (средний возраст — $26,9 \pm 17,6$ года). В группу был включен один ребенок 5 лет и мужчина 76 лет, в остальном в нее вошли пациенты в возрасте от 12 до 45 лет. Помимо стандартного офтальмологического обследования и фоторегистрации глазного дна, проводили электрофизиологические исследования на электроретинографе МБН (Россия): регистрировали общую электроретинограмму (ЭРГ), включая максимальную

ЭРГ (колбочково-палочковый ответ), ритмическую ЭРГ (РЭРГ) на 30 Гц и макулярную ЭРГ (МЭРГ), оценивали амплитуду и латентность а- и b-волн [17]. ОКТ в режиме ангиографии (ОКТ-А) проводили на оптическом когерентном томографе RTVue XR Avanti (Optovue, США). Оценивали плотность парафовеального микрососудистого рисунка (parafoveal vessel density), индекс кровотока (index), площадь кровотока (flow area), размеры фовеальной аваскулярной зоны (foveal avascular zone) в поверхностных (ПКС) и глубоких (ГКС) капиллярных сплетениях. Анализировали также площадь кровотока в области диска зрительного нерва в перипапиллярных капиллярах (ПК). Размер скана составил 3×3 мм. В группу контроля вошли 50 здоровых лиц, сопоставимых по полу и возрасту с основной группой.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Диагноз ставился на основании клинической картины и электрофизиологического обследования. У всех пациентов выявлена пигментация сетчатки в виде «костных телец» и глыбок пигмента, сужение ретинальных сосудов и восковидная бледность диска зрительного нерва. Острота зрения в исследуемой группе с ПР составила $0,58 \pm 0,27$; отмечалось концентрическое сужение границ поля зрения до 5–20 градусов от центра. Критериями исключения являлась катаракта и секторальный ПР. У всех пациентов ПР был спорадическим, наследственный анамнез не был отягощен.

Электрофизиологические исследования выявили снижение амплитуды а- или b-волн максимальной ЭРГ у 10 больных; максимальная ЭРГ отсутствовала у 4 пациентов. Средние значения исследованных показателей представлены в таблице 1.

Как показывают данные таблицы 1, амплитуда b-волны составила в среднем 17 % от нормы. Амплитуда РЭРГ на 30 Гц была снижена у 8 пациентов, составляя в среднем $10,7 \pm 7,6$ мкВ, т. е. около 50 % от нижней границы нормы. Нерегистрирующаяся РЭРГ на 30 Гц была выявлена у 6 больных.

Субнормальная МЭРГ на красный стимул зарегистрирована у 10 пациентов и отсутствовала у 4 пациентов. Средние значения МЭРГ на красный стимул представлены в таблице 1. Регистрировалось снижение амплитуды b-волны МЭРГ на 60 %, латентности а- и b-волн были удлинены.

Таблица 1. Показатели биоэлектрической активности сетчатки ($M \pm \delta$) в норме и у больных ПР
Table 1. Bioelectric activity parameters ($M \pm \delta$) of the retina in normal subjects and in patients with retinitis pigmentosa (RP)

Показатели Parameters	Колбочково-палочковый ответ (общая максимальная ЭРГ) Cone-rod ERG (ganzfeld maximal ERG)			
	a-волна a-wave		b-волна b-wave	
	амплитуда, мкВ amplitude, mcV	латентность, мс implicit time, ms	амплитуда, мкВ amplitude, mcV	латентность, мс implicit time, ms
Норма Norm	72 ± 21	28,0 ± 3,1	356,0 ± 70,4	62,1 ± 4,1
ПР RP	25,1 ± 19,2*	32,9 ± 5,9*	62,4 ± 54,7*	65,4 ± 11,3
Макулярная хроматическая ЭРГ на красный стимул Macular (LOCAL) chromatic ERG to the red flash stimulus				
Норма Norm	3,6 ± 1,1	24,8 ± 2,1	16,7 ± 4,0	54,8 ± 4,1
ПР RP	3,9 ± 3,5*	28,9 ± 4,0*	7,9 ± 4,0*	59,5 ± 7,1*

Примечание. * — достоверно относительно показателей в контрольной группе, $p < 0,05$.

Note. * — difference between parameters in RP and norm is significant, $p < 0,05$.

По данным ОКТ-А плотность парафовеального микрососудистого рисунка в макулярной зоне (parafoveal vessel density) была достоверно снижена в группе с ПР в ПКС ($p < 0,000002$) и ГКС ($p = 0,000008$) (табл. 2).

Индекс кровотока был также достоверно снижен как в ПКС ($p = 0,000007$), так и в ГКС ($p = 0,00006$) (табл. 2). Площадь кровотока достоверно снижалась в обоих капиллярных сплетениях — ПКС ($p = 0,000005$) и ГКС ($p = 0,000001$) (табл. 2).

В нашем исследовании установлено различие между изменениями размера фовеальной аваскулярной зоны (ФАЗ) в ПКС и ГКС. Так, в группе пациентов с ПР достоверное снижение площади аваскулярной зоны выявлено в ГКС ($p < 0,0001$). В ПКС у пациентов с ПР ФАЗ не была изменена в размере по сравнению с нормой ($p = 0,6$).

Площадь кровотока в перипапиллярных капиллярах была снижена в группе пациентов с ПР до

$1,95 \pm 0,47 \text{ мм}^2$ по сравнению с группой контроля ($p = 0,000005$).

ОКТ-А позволяет исследовать два слоя сосудов, расположенных в сетчатке следующим образом: ПКС — на уровне слоя ганглиозных клеток и слоя нервных волокон, ГКС — на уровне внутреннего ядерного и наружного плексиформного слоев, а также радиальное перипапиллярное капиллярное сплетение, или ПК, — на уровне слоя нервных волокон. Возможность послойной сегментации слоев сетчатки при ОКТ-А позволяет визуализировать поверхностные и глубокие капиллярные сплетения (рис. 1, 2). Отдельно анализируются ПК, что позволяет изучать каждое из них в отдельности [10]. M. Savastano и соавт. [18, 19] также показали два различных паттерна организации ПКС и ГКС. S. Bonnin и соавт. [20] подтвердили различное строение этих капиллярных сплетений, обращая особое внимание на структуру ГКС и его связи с ПКС. Сплетения соединены между

Таблица 2. Параметры ОКТ-А макулярной области сетчатки ($M \pm \delta$) в норме и у больных ПР
Table 2. Macular zone parameters ($M \pm \delta$) of OCT-A in normal subjects and in patients with retinitis pigmentosa (RP)

Параметры Parameters	Поверхностный слой Superficial capillary plexus			
	Площадь аваскулярной зоны, мм ² Foveal avascular zone size, mm ²	Плотность парафовеального микрососудистого рисунка, % Density of parafoveal microvascular pattern, %	Индекс Index	Площадь кровотока, мм ² Angioflow, mm ²
Норма Norm	0,035 ± 0,005	66,3 ± 5,4	0,067 ± 0,008	3,10 ± 0,24
ПР RP	0,0380 ± 0,0008	44,6 ± 16,7*	0,041 ± 0,010*	2,141 ± 0,740*
Глубокий слой Deep capillary plexus				
Норма Norm	0,0344 ± 0,0080	66,90 ± 8,44	0,063 ± 0,010	3,90 ± 0,35
ПР RP	0,022 ± 0,007*	41,09 ± 14,90*	0,034 ± 0,010*	1,751 ± 0,750*

Примечание. * — различие относительно показателей в контрольной группе достоверно, $p < 0,00005$.

Note. * — difference between parameters in RP and norm is significant, $p < 0.00005$.

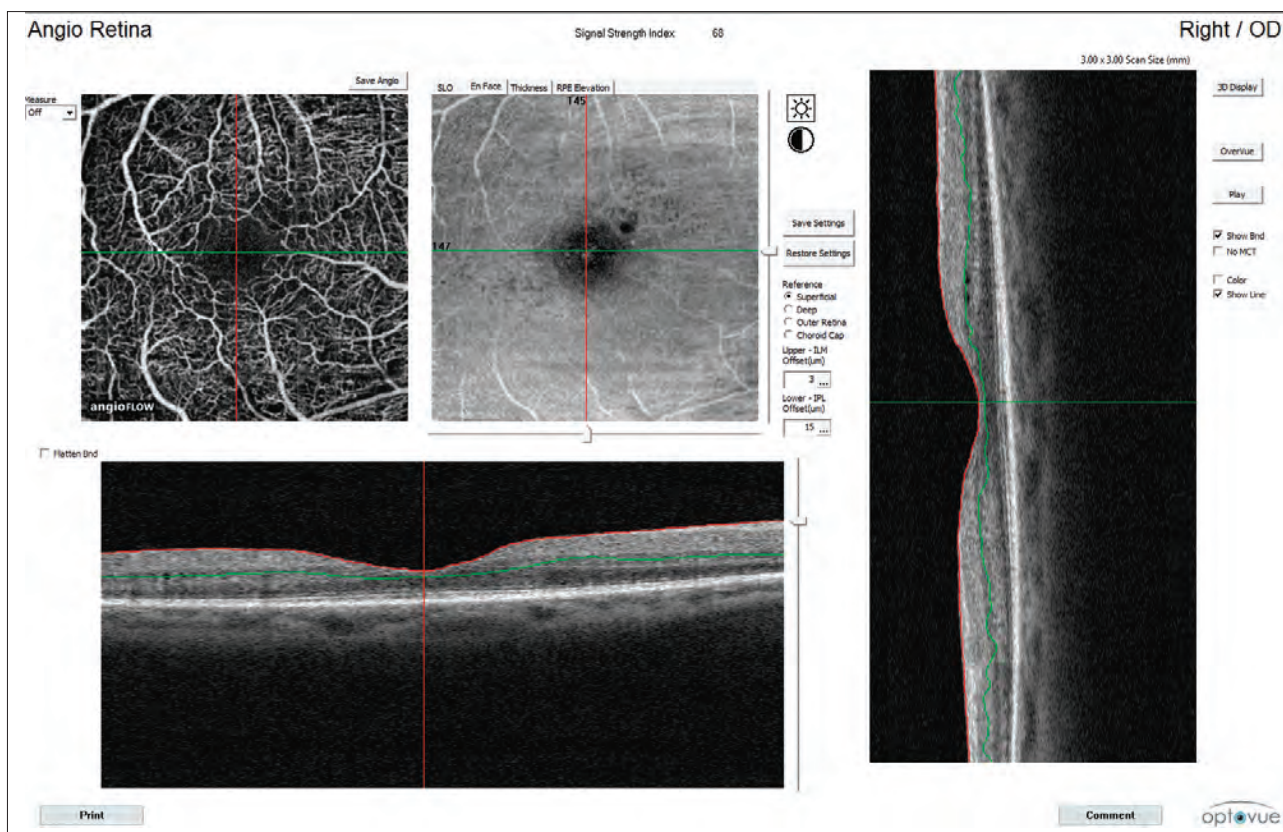


Рис. 1. Сосуды ПКС макулярной области у больного с ПР.
Fig. 1. Vessels of superficial capillary plexus in macula of the patient with RP.

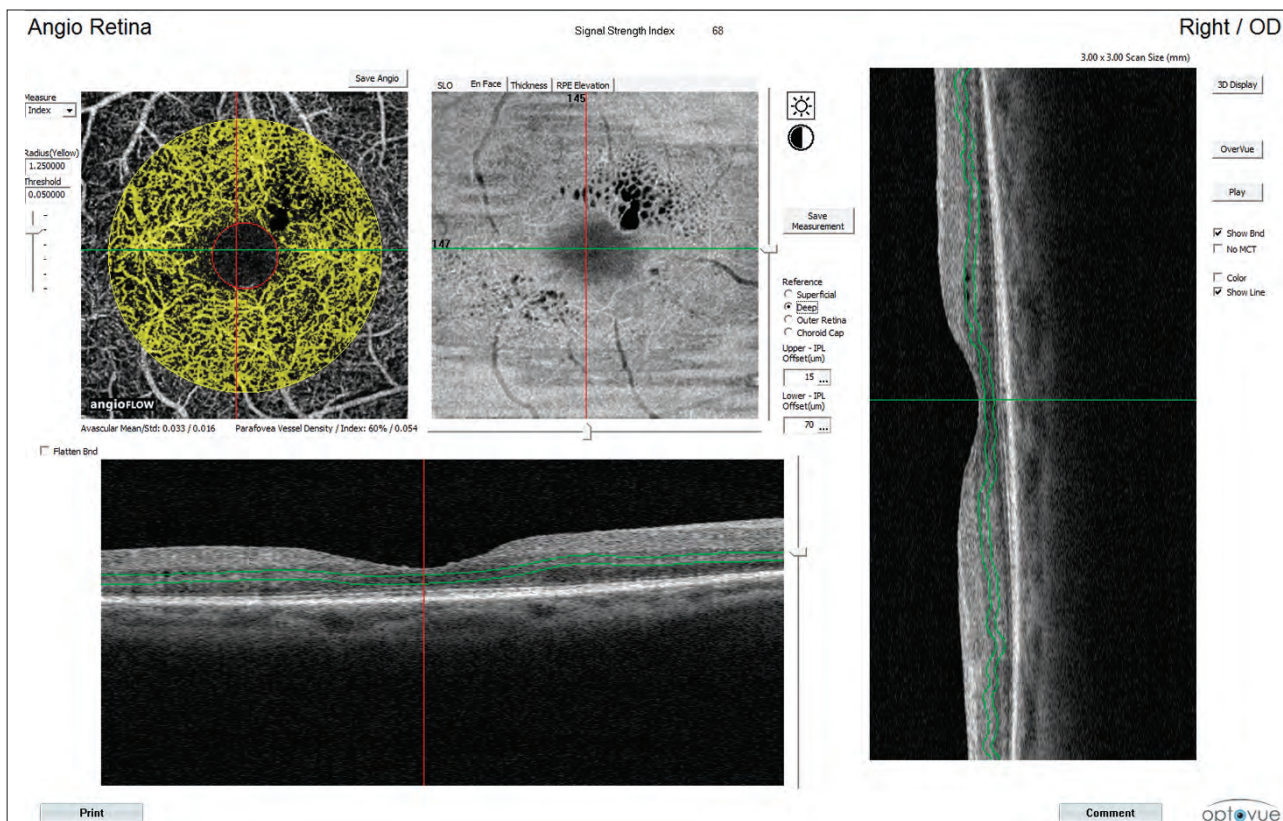


Рис. 2. Сосуды ГКС макулярной области у больного с ПР.
Fig. 2. Vessels of the deep capillary plexus in macula of the patient with RP.

собой капиллярами, которые тоже могут быть визуализированы *in vivo* с помощью ОКТ-А. Как известно, капиллярные сплетения сетчатки расположены во внутренней сетчатке и осуществляют питание исключительно внутренних слоев, тогда как фоторецепторы кровоснабжаются из хориоидеи [9].

В данном исследовании мы установили, что снижение биоэлектрической активности макулярной области (снижение амплитуды а- и b-волн МЭРГ) и удлинение латентности этих волн сопровождалось редукцией кровотока, прежде всего в ГКС, располагающихся в слое биполярных клеток сетчатки. Оно также сопровождалось снижением таких показателей, как площадь кровотока, плотность парафовеального микрососудистого рисунка, индекс кровотока в ГКС. У больных с ПР снижение этих же показателей выявлено и в ПКС, расположенном в слое ганглиозных клеток и слое нервных волокон (рис. 3).

Плотность парафовеального микрососудистого рисунка была достоверно снижена в группе с ПР в ПКС ($p = 0,000008$) и ГКС ($p < 0,000002$), что было также показано в параллельно проводимых работах М. Parodi и соавт. [15]. Достоверное изменение площади ФАЗ в ГКС ($p < 0,0001$) также обнаружено в недавних исследованиях этих авторов, а в ПКС выявлен нормальный размер ФАЗ.

Сосудистые аномалии при разных заболеваниях сетчатки затрагивают различные слои [21]. Качественный анализ, проведенный М. Parodi и соавт. [15] на основании обследования 19 пациентов с болезнью Штаргардта, установил фокальные дефекты в слое хориокапилляров, частично соответствующие пятнам на изображениях, полученных с помощью коротковолновой аутофлюоресценции. Таким образом, изменения микрососудистого русла сетчатки выявляются и при других наследственных дистрофиях сетчатки.

Нами выявлено снижение перфузии в ПКС, что совпадает с данными литературы [20].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ОКТ-А позволяет по-новому оценить сосуды макулярной зоны, разделяя хориоидальную и ретинальную сосудистые системы. При ПР изменения затрагивают все три сосудистых сплетения. Дефицит кровотока выражен в большей степени в ГКС, чем в ПКС, поскольку расширение ФАЗ обнаружено только в ГКС, все остальные показатели ОКТ-А снижены в обоих сплетениях. Установлено также снижение перфузии в ПКС. Дефицит кровотока в ПКС и ГКС ассоциирован со снижением амплитуды а- и b-волн МЭРГ и удлинением их латентности.

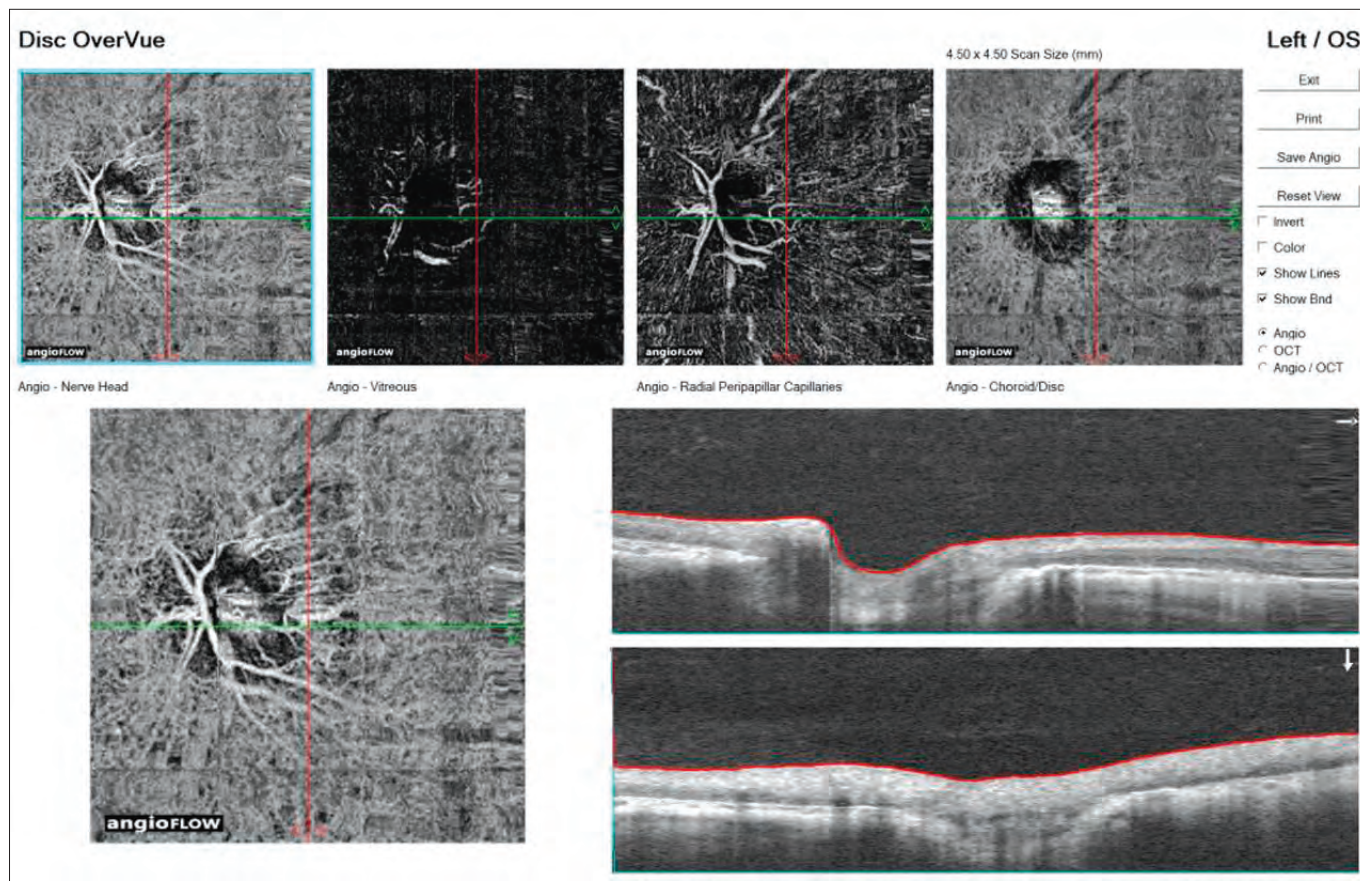


Рис. 3. ПК диска зрительного нерва у больного с ПР.

Fig. 3. Vessels of retinal peripapillary capillaries in patient with RP.

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Литература/References

1. *Шамшинова А.М.* Пигментный ретинит или тапеторетинальная абитрофия. В кн.: Шамшинова А.М., ред. Наследственные и врожденные заболевания сетчатки и зрительного нерва. Москва: Медицина; 2001: 134–51.
Shamshinova A.M. Retinitis pigmentosa, or tapetoretinal abiotrophy. In: Shamshinova A.M., ed. Hereditary and congenital retinal diseases. Moscow: Meditsina; 2001: 134–51 (in Russian).
2. *Шамшинова А.М., Зольникова И.В.* Молекулярные основы наследственных заболеваний сетчатки. Медицинская генетика. 2004; 4: 160–9.
Shamshinova A.M., Zolnikova I.V. Molecular basis of hereditary retinal diseases. Meditsinskaya genetika. 2004; 4: 160–9 (in Russian).
3. *Зольникова И.В.* Мультифокальная и хроматическая макулярная электроретинограмма в диагностике пигментного ретинита. Вестник новых медицинских технологий. 2009; 16 (3): 171–4.
Zolnikova I.V. Multifocal and chromatic macular electroretinogram in retinitis pigmentosa Vestnik novykh meditsinskikh tehnologii. 2009; 16 (3): 171–4 (in Russian).
4. *Зольникова И.В.* Современные электрофизиологические и психофизические методы диагностики при дистрофиях сетчатки (обзор литературы). Офтальмохирургия и терапия. 2004; 2: 30–40.
Zolnikova I.V. Up-to-date electrophysiological and psychophysical diagnostic methods of retinal dystrophies (literature review). Oftal'mokhirurgiya i terapiya. 2004; 2: 30–40 (in Russian).
5. *Киселева Т.Н., Зольникова И.В., Деменкова О.Н. и др.* Особенности гемодинамики глаза и электрогенеза сетчатки при пигментном ретините. Вестник офтальмологии. 2015; 131 (5): 14–9. doi: 10.17116/oftalma2015131514-19
Kiseleva T.N., Zol'nikova I.V., Demenkova O.N., et al. Ocular blood flow and retinal electrogenesis in retinitis pigmentosa. Vestnik oftal'mologii. 2015; 131 (5):14–9. doi: 10.17116/oftalma2015131514-19 (in Russian).
6. *Kim D.Y., Fingler J., Zawadzki R.J.M., et al.* Optical imaging of the chorioretinal vasculature in the living human eye. Proc Natl Acad Sci. 2013; 110:14354–9. doi: 10.1073/pnas.1307315110
7. *Jia J., Bailey S., Hwang T., et al.* Quantitative optical coherence tomography angiography of vascular abnormalities in the living human eye. Proc Natl Acad Sci USA. 2015; 112(18): 2395–402. doi: 10.1073/pnas.1500185112
8. *Samara W., Say E., Khoc., et al.* Correlation of foveal avascular zone with foveal morphology in normal eyes using optical coherence tomography angiography. Retina. 2015; 35 (10): 1–8. doi: 10.1097/IAE.0000000000000847
9. *Spaide R.F., Klancnik J.M., Cooney M.J.* Retinal vascular layers imaged by fluorescein angiography and optical coherence tomography angiography. JAMA Ophthalmol. 2015; 133: 45–50. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2014.3616
10. *Shahlaee A., Samara W.A., Hsu J., et al.* In vivo assessment of macular vascular density in healthy human eyes using optical coherence tomography angiography. Am J Ophthalmol. 2016; 165: 39–46. doi: 10.1016/j.ajo.2016.02.018
11. *Нероев В.В., Охоцимская Т.Д., Фадеева В.А.* ОКТ-ангиография в диагностике диабетической ретинопатии. Точка зрения. Восток — Запад. 2016; 1: 111–3.
Neroev V.V., Okhotsimskaya T.D., Fadeeva V.A. OCT-angiography in the diagnostics of diabetic retinopathy. Tochka zreniya. Vostok — Zapad. 2016; 1: 111–3 (in Russian).
12. *Нероев В.В., Охоцимская Т.Д., Фадеева В.А.* Визуализация аваскулярной зоны при диабетической ретинопатии методом ОКТ-ангиографии. Инфекция, иммунитет, фармакология. 2016; 5: 138–40.
Neroev V.V., Okhotsimskaya T.D., Fadeeva V.A. Visualization of avascular zone in diabetic retinopathy by OCT-angiography. Infekcija, immunitet, farmakologija. 2016; 5: 138–40 (in Russian).
13. *Нероев В.В., Охоцимская Т.Д., Фадеева В.А.* Оценка микросудистых изменений сетчатки при сахарном диабете методом ОКТ-ангиографии. Российский офтальмологический журнал. 2017; 10 (2): 40–5. doi: 10.21516/2072-0076-2017-10-2-40-45
Neroev V.V., Okhotsimskaya T.D., Fadeeva V.A. An account of retinal microvascular changes in diabetes acquired by OCT-angiography. Russian ophthalmological journal. 2017; 10 (2): 40–5. doi: 10.21516/2072-0076-2017-10-2-40-45 (in Russian).
14. *de Carlo T.E., Romano A., Waheed N.K., Duker J.S.* A review of optical coherence tomography angiography (OCTA). International Journal of Retina and Vitreous. 2015; 1:5 doi: 10.1186/s40942-015-0005-8
15. *Parodi M., Cicinelli M., Rabiolo A., et al.* Vessel density analysis in patients with retinitis pigmentosa by means of optical coherence tomography angiography. Br. J. Ophthalmol. Online First: 24 June 2016. doi:10.1136/bjophthalmol-2016-308925
16. *Parodi M., Cicinelli M.V., Rabiolo A., et al.* Vascular abnormalities in patients with Stargardt disease assessed with optical coherence tomography angiography. Br. J. Ophthalmol. 2016 Sep 14. pii: bjophthalmol-2016-308869. doi: 10.1136/bjophthalmol-2016-308869
17. *Шамшинова А.М.* Электроретинография в офтальмологии. Москва: Медицина, МБН; 2009.
Shamshinova A.M. Electroretinography in ophthalmology. Moscow: Meditsina, MBN; 2009 (in Russian).
18. *Savastano M.C., Lumbroso B., Rispoli M., et al.* In vivo characterization of retinal vascularization morphology using Optical Coherence Tomography Angiography. Retina. 2015; 35 (11) : 2196–203. doi: 10.1097/IAE.0000000000000635
19. *Savastano M.C., Rispoli M., Lumbroso B.* Retinal normal vascularization. In: Lumbroso B., Huang D., Chen J.C., et al, eds. Clinical OCT Angiography Atlas. London: Jaypee Brothers Medical Publishers; 2015: 3–5.
20. *Bonnin S., Mané V., Couturier A., et al.* New insight into the macular deep vascular plexus imaged by optical coherence tomography angiography. Retina. 2015; 35 (11): 2347–52. doi: 10.1097/IAE.0000000000000839
21. *Pierro L., Battaglia Parodi M., Rabiolo A., et al.* Optical Coherence Tomography Angiography of miscellaneous retinal disease. Dev. Ophthalmol. 2016; 56: 174–80. doi: 10.1159/000442810

Поступила: 12.12.2016

Electroretinography and OCT angiography of the retina and optic nerve in retinitis pigmentosa

I.V. Zolnikova — Dr. Med. Sci., senior researcher, S.V. Kravkov Department of Clinical Physiology of Vision¹

D.V. Levina — clinical resident¹

T.D. Okhotsimskaya — Cand. Med. Sci., ophthalmologist, Department of Retinal and Optic Nerve Pathology¹

V.A. Fadeeva — Ph. D. student, department of Retinal and Optic Nerve Pathology¹

I.V. Egorova — Cand. Med. Sci., Head of Clinical Unit of S.V. Kravkov Department of Clinical Physiology of Vision¹

E.V. Rogatina — Cand. Med. Sci., ophthalmologist, Children's Consulting and Polyclinic Department¹

E.A. Ereemeeva — ophthalmologist, Adult Consulting and Polyclinic Department¹

O.N. Demenkova — ophthalmologist²

S.Yu. Rogova — head nurse, S.V. Kravkov Department of Clinical Physiology of Vision¹

¹Moscow Helmholtz Research Institute of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia

²Children's medical center, President of Russian Federation Administration of the affairs, 3 Staropansky Lane, Moscow, 109012, Russia
innzolnikova@rambler.ru

*OCT angiography, an innovative noninvasive technique, allows a comprehensive assessment of eye vessels, separately for the choroidal and the retinal vasculature. **Purpose:** to assess microcirculation changes in the macular and peripapillary areas of the retina in retinitis pigmentosa (RP) by OCT angiography in comparison with electrogenesis parameters of the macular area of the retina and the cone system. **Material and methods.** The results of microcirculation studies of the fovea and the optic disk were analyzed for 14 patients with RP aged 5 to 76 (mean age 26.9 ± 17.6 years). OCT angiography was performed with Optovue RX Avanti (Optovue, USA). Parafoveal vessel density, blood flow index, blood flow area, the size of the foveal avascular zone (FAZ) in the superficial and deep capillary plexuses and the flow area in retinal peripapillary capillaries (RPC) were assessed. All patients were tested by electroretinography using the MBN electroretinograph (Russia), including the general electroretinogram (ERG), the maximal ERG, 30 Hz flicker ERG, and the macular ERG (MERG). **Results.** Blood flow deficit in superficial and deep capillary plexuses and in peripapillary capillaries (decreased parafoveal vessel density, vascular index, flow area) was associated with the reduction of a- and b-wave amplitudes of MERG and the increase of the implicit time. The enlargement of FAZ found in the deep capillary plexus (DCP) ($p < 0.0001$) and the normal size of FAZ in superficial capillary plexus (SCP) may be due to the difference in their structures. **Conclusion.** The blood flow deficit, which is more pronounced in DCP than in SCP in the macula of RP patients, is associated with the reduction of a- and b-wave amplitudes of MERG and the increase of the implicit time.*

Keywords: retinitis pigmentosa, electroretinogram, macular ERG, OCT angiography, superficial capillary plexuses, deep capillary plexuses, retinal peripapillary capillaries, parafoveal vessel density, vascular index, flow area, foveal avascular zone.

For citations: Zolnikova I.V., Levina D.V., Okhotsimskaya T.D., et al. Electroretinography and OCT angiography of the retina and optic nerve in retinitis pigmentosa. Russian ophthalmological journal. 2017; 10 (3): 22–28. doi: 10.21516/2072-0076-2017-10-3-22-28 (in Russian)

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

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

Для контактов: Зольникова Инна Владимировна
innzolnikova@rambler.ru