

## Морфофункциональные исследования в ранней диагностике первичной открытоугольной глаукомы



Э.Э. Назарян



И.А. Ронзина



В.М. Шелудченко



Т.В. Смирнова



Д.М. Сафонова



М.В. Хасянова

ФГБНУ Научно-исследовательский институт глазных болезней  
ул. Россолимо, 11а, б, 119021, Москва, Российская Федерация

### РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2018;15(3):280–286

**Цель:** изучение взаимосвязи структурных изменений зрительного нерва и электрофизиологических показателей зрительного анализатора при ранней диагностике первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ). **Пациенты и методы.** В исследовании приняли участие 68 человек. Из них 48 пациентов (56 глаз) — с диагнозом офтальмогипертензия, подозрение на глаукому (возраст пациентов варьировал от 35 до 67 лет, средний возраст — 51 год) и 20 здоровых испытуемых (40 глаз), которые вошли в контрольную группу (возраст от 32 до 63 лет, средний возраст 47 лет). Всем пациентам было проведено стандартное офтальмологическое обследование, мультифокальная электроретинография (мфЭРГ), конфокальная сканирующая лазерная офтальмоскопия (НСЛО), исследование электрофосфенов и КЧСМ. При всех видах анализа показателей мфЭРГ (по кольцам, по квадрантам и 3D) у пациентов с подозрением на глаукому была зарегистрирована нормальная топография и плотность биопотенциала центральной области сетчатки. Показатели электрочувствительности внутренних слоев сетчатки, проводимости аксиального пучка зрительного нерва и КЧСМ также соответствовали нормальным значениям. Анализ результатов проведения НСЛО показал достоверное снижение показателей объема НРП и толщины ретинального слоя нервных волокон по сравнению с контрольной группой, при этом в группе пациентов с подозрением на глаукому в 71 % случаев снижение показателей коррелировало с патологическими отклонениями в статической периметрии, которая была проведена ранее. Проведенные морфометрические исследования подтверждают тот факт, что снижение объема НРП и СНВ начинается на ранней, доклинической стадии глаукомы, а это у пациентов с офтальмогипертензией может дать ценную информацию относительно ранней диагностики ПОУГ.

**Ключевые слова:** первичная открытоугольная глаукома, диагностика, морфометрия сетчатки, КЧСМ, конфокальная сканирующая лазерная офтальмоскопия

**Для цитирования:** Назарян Э.Э., Ронзина И.А., Шелудченко В.М., Смирнова Т.В., Сафонова Д.М., Хасянова М.В. Морфофункциональные исследования в ранней диагностике первичной открытоугольной глаукомы. *Офтальмология*. 2018;15(3):280–286. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2018-3-280-286>

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

**Конфликт интересов отсутствует**



# Morphofunctional Studies in the Early Diagnosis of Primary Open-Angle Glaucoma

E.E. Kazaryan, I.A. Ronzina, V.M. Sheludchenko, T.V. Smirnova, D.M. Safonova, M.V. Khasyanova

Research Institute of Eye Diseases  
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russia

## ABSTRACT

**Ophthalmology in Russia. 2018;15(3):280-286**

**Purpose:** to study the relationship between the optic nerve structural changes and the electrophysiological parameters of visual analyzer in the early diagnosis of primary open-angle glaucoma (POAG). **Patients and methods.** 68 people took part in the study. 48 patients (56 eyes) were diagnosed with ophthalmic hypertension, suspected glaucoma (age ranged from 35 to 67 years, the average age was 51 years) and 20 healthy subjects (40 eyes) who entered the control group (age 32 up to 63 years, the average age is 47 years). All patients underwent standard ophthalmologic examination, multifocal electroretinography (mEPHRG), confocal scanning laser ophthalmoscopy (KSLO), electrophosphores and CFCs. For all types of analysis of mEPHR indices (by rings, quadrants and 3D), normal topography and density of the biopotential of the central region of the retina were recorded in patients with suspected glaucoma. The indices of the electrosensitivity of the inner layers of the retina, the conductivity of the axial fasciculus of the optic nerve, and CFSC also corresponded to normal values. Analysis of CCEA results showed a significant decrease of NRF volume of and the thickness of the retinal layer of nerve fibers compared to the control group, while in the group of patients with suspected glaucoma in 71 % of cases, the decrease of indicators correlated with the abnormalities in the static perimetry that was carried out earlier. Conducted morphometric studies confirm the fact that the decrease in the volume of IUU and SNV begins at the early, preclinical stage of glaucoma, and this in patients with ophthalmic hypertension can provide valuable information on the early diagnosis of POAG.

**Keywords:** primary open-angle glaucoma, diagnostics, retinal morphometry, CFSC, confocal scanning laser ophthalmoscopy

**For citation:** Kazaryan E.E., Ronzina I.A., Sheludchenko V.M., Smirnova T.V., Safonova D.M., Khasyanova M.V. Morphofunctional Studies in the Early Diagnosis of Primary Open-Angle Glaucoma. *Ophthalmology in Russia*. 2018;15(3):280-286. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2018-3-280-286>

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

**There is no conflict of interests**

Проведение электрофизиологических исследований позволяет получать информацию об изменениях биоэлектрической активности специфических нейронных элементов и связанных с ними цепей на уровне ганглиозных слоев сетчатки и их аксонов [1].

Мультифокальная электроретинография (мФЭРГ) — один из методов электрофизиологического исследования, позволяющий провести топографический анализ функционального состояния наружных и средних слоев сетчатки и тем самым помочь как в понимании патогенеза развития глаукомного процесса, так и в ранней диагностике глаукомы [1–6]. В первую очередь это связано с многофакторностью этиопатогенеза ПОУГ, которая отражается в разнообразии как клинических проявлений заболевания, так и в большом разбросе функциональных и структурных показателей [7–8].

Дискуссии о патогенезе глаукомы не утихают до настоящего времени. В то же время, основываясь на данных современных диагностических методов исследований, первичная открытоугольная глаукома (ПОУГ) представляет собой оптическую нейропатию со специфическим изменением диска зрительного нерва (ДЗН) и полей зрения, при этом внутриглазное давление рассматривается лишь как фактор риска развития глаукомы [7].

Сравнительный анализ результатов мФЭРГ, оптической когерентной томографии (ОКТ) и статической периметрии, проведенный разными исследователями, показал наличие корреляции между патологическими отклоне-

ниями, разными стадиями ПОУГ и подозрениями на наличие глаукомы [9–17]. Однако, по мнению В.В. Волкова, диагноз глаукомы должен быть поставлен при наличии специфических нарушений в ДЗН, а именно, при приобретенной продвинутой экскавации, сочетающейся с гнездным истончением аксонов в сетчатке и наличием характерных скотом в центральном поле зрения [18]. Методы визуализации, обеспечивающие количественные измерения параметров ДЗН и слоя нервных волокон сетчатки, несомненно, имеют приоритет при диагностике и оценке прогрессирования глаукомы [19–20].

**Цель исследования:** изучение взаимосвязи структурных изменений зрительного нерва и электрофизиологических показателей зрительного анализатора при ранней диагностике первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ).

## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие 68 человек. Из них 48 пациентов (56 глаз) — с диагнозом офтальмогипертензия, подозрение на глаукому (возраст пациентов варьировал от 35 до 67 лет, средний возраст — 51 год) и 20 здоровых испытуемых (40 глаз), которые вошли в контрольную группу (возраст от 32 до 63 лет, средний возраст 47 лет). Пациенты с сопутствующими общими и офтальмологическими заболеваниями, которые могли бы повлиять на результаты используемых в данной работе методов исследования, были исключены.

Всем пациентам было проведено стандартное офтальмологическое обследование, мультифокальная электроретинография (мфЭРГ), конфокальная сканирующая лазерная офтальмоскопия (КСЛО), исследование электрофосфенов и КЧСМ.

Исследование мфЭРГ проводили с помощью прибора EP-1000Multifocal Tomey (Германия). Стимул, состоящий из 61 сегмента, предъявлялся с частотой 72 Гц (длительность 13,9 мс) в режиме мфЭРГ, максимальное поле стимуляции 30°, время проведения цикла 30–90 с. Для анализа мфЭРГ в автоматическом режиме использовали режим квадрантов (четыре квадранта) и режим колец (пять колец), усредненные значения представлялись в виде кривых разного цвета, соответствующих цвету квадрантов и колец. Использовали параметры записи биосигнала: амплитуда  $\pm 1 \mu V$ , постоянная частота 2,02 кГц (496 мкс), диапазон фильтрации от 1 до 100 Гц. Оценивали топографию и плотность ретинального биопотенциала P1 — в  $nV/deg^2$  (амплитуда P1 в расчете на угловой градус<sup>2</sup> площади сетчатки), усредненная амплитуда ( $\mu V$ ) и латентность (ms) компонентов N1 и P1 FOK (First Order Kernel) мфЭРГ. Зрачок не расширяли. Фигура, которую предъявляли в качестве элемента фиксации, была в форме косо расположенного креста или бегущей строки. Для определения функций внутренних слоев сетчатки и аксиального пучка зрительного нерва исследовали порог электрической чувствительности сетчатки (ПЭЧ) и лабильность зрительного анализатора (ЛЗА) с использованием электроофтальмометра «Lametesk» (Россия). С помощью этого же прибора исследовали критическую частоту слияния мельканий (КЧСМ).

Конфокальную лазерную сканирующую офтальмоскопию (КСЛО) проводили с помощью Гейдельбергского ретинального томографа (Heidelberg Engineering, HRT 3, Германия).

Протокол результатов сканирования с помощью КСЛО включал следующие морфометрические параметры ДЗН: объем и площадь нейроретинального пояса (НРП), линейное соотношение экскавации к ДЗН (Э/Д), толщину ретинального слоя нервных волокон (СНВ), среднюю и максимальную глубину экскавации. Полученные результаты сравнивали с заложенной в приборе нормативной базой исследуемых параметров.

При обработке полученных данных были использованы методы параметрической и непараметрической статистики.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При всех видах анализа показателей мфЭРГ (по кольцам, по квадрантам и 3D) у пациентов с подозрением на глаукому была зарегистрирована нормальная топография и плотность биопотенциала центральной области сетчатки (табл. 1, рис. 1–3).

Показатели электрочувствительности внутренних слоев сетчатки, проводимости аксиального пучка зри-

тельного нерва и КЧСМ также соответствовали нормальным значениям (табл. 2).

**Таблица 1.** Сравнительный анализ по квадрантам плотности биоэлектрической активности сетчатки мфЭРГ (P1,  $nV/deg^2$ , медиана и квантили) в норме и при подозрении на глаукому

**Table 1.** Comparative analysis on the quadrants density of the bioelectrical activity of the microfocalERG retina (P1,  $nV/deg^2$ , median and quartiles) in norm and with suspicion of glaucoma

| Исследуемая группа<br>group                                | Квадранты сетчатки<br>Retina quadrants |                              |                          |                          |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                                                            | в/височный<br>upper-temporal           | н/височный<br>lower-temporal | н/носовой<br>lower-lying | в/носовой<br>upper-lying |
| Норма / Normal<br>(n = 40)                                 | 20 (17–22)                             | 23 (20–25)                   | 26 (23–28)               | 20 (18–22)               |
| Подозрение на глаукому / Suspicion of glaucoma<br>(n = 56) | 21 (18–23)                             | 22 (19–24)                   | 25 (22–27)               | 20 (17–22)               |
| p-level                                                    | > 0,05                                 | > 0,05                       | > 0,05                   | > 0,05                   |

**Таблица 2.** Сравнительный анализ показателей электрофосфенов в норме и при подозрении на глаукому (медиана и квантили)

**Table 2.** Comparative analysis of electrophosphene indices in norm and with suspicion of glaucoma (median and quartile)

| Группы<br>Group                                          | ПЭЧ (мкА)    | ЛЗН (Гц)   | КЧСМ (Гц)<br>(красный цвет) / red |
|----------------------------------------------------------|--------------|------------|-----------------------------------|
| Норма (n = 40)<br>Normal                                 | 52,5 (45–60) | 43 (41–46) | 44 (42–46)                        |
| Подозрение на глаукому (n = 56)<br>Suspicion of glaucoma | 56 (48–60)   | 43 (42–46) | 43 (42–47)                        |
| p-level                                                  | > 0,05       | > 0,05     | > 0,05                            |

Анализ результатов проведения КСЛО показал достоверное снижение показателей объема НРП и толщины ретинального слоя нервных волокон по сравнению с контрольной группой (табл. 3, рис. 4), при этом в группе пациентов с подозрением на глаукому в 71 % случаев снижение показателей коррелировало с патологическими отклонениями в статической периметрии, которая была проведена ранее.

**Таблица 3.** Соотношение показателей КСЛО в норме и при подозрении на глаукому

**Table 3.** Confocal laser scanning ophthalmoscopy — normal and suspicion of glaucoma

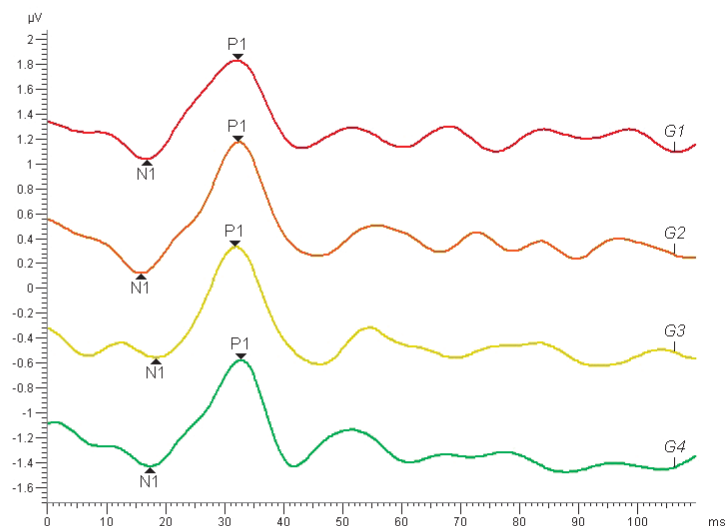
| Группы<br>Group                                          | Отношение Э/Д   | Объем НРП (мм <sup>3</sup> ) | СНВ (мм)     | Средняя глубина Э/Д (мм) | Максим. глубина Э/Д (мм) |
|----------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------|--------------|--------------------------|--------------------------|
| Норма (n = 40)<br>Normal                                 | 0,03–0,4 ± 0,06 | > 0,4 ± 0,08                 | > 0,2 ± 0,08 | ≤ 0,25 ± 0,06            | ≤ 0,55 ± 0,04            |
| Подозрение на глаукому (n = 56)<br>Suspicion of glaucoma | 0,38 ± 0,08     | 0,42 ± 0,06**                | 0,19 ± 0,01* | 0,24 ± 0,04              | 0,51 ± 0,02              |

Примечание: \* —  $p < 0,05$ , \*\* —  $p < 0,005$ .

## 2.Step: Standard 61

### C2: Right Eye

Meas. range:  $\pm 1\text{mV}$   
 Sample freq.: 2.02kHz (496 $\mu\text{s}$ )  
 Meas. filter: 1Hz - 100Hz  
 Impedance: (+) 99K (-) 99K  
 Stimulator: ext. CRT 22°  
 Pattern: Flash  
 Frame seq.: 511x10000  
 Frame freq.: 72Hz (13.9ms)  
 Type/Res.: Combs FOK/61  
 Distortion: 1:4  
 Fixation: Centre  
 Visual field: 27.7°  
 Cycles: 3/4  
 Ext.light: 85Lux  
 Artefacts: 1



| G | P1<br>[nV/deg <sup>2</sup> ] | P1<br>[ms] | Scalar<br>[μV] | Scalar<br>[nV/deg <sup>2</sup> ] | Area<br>[deg <sup>2</sup> ] | N1<br>[ms] | P1<br>[μV] |
|---|------------------------------|------------|----------------|----------------------------------|-----------------------------|------------|------------|
| 1 | 23                           | 32.2       | 0.2            | 5                                | 34                          | 16.9       | 0.8        |
| 2 | 30                           | 32.2       | 0.2            | 6                                | 35                          | 15.9       | 1.1        |
| 3 | 26                           | 31.8       | 0.2            | 6                                | 34                          | 18.4       | 0.9        |
| 4 | 25                           | 32.7       | 0.2            | 6                                | 35                          | 17.4       | 0.9        |

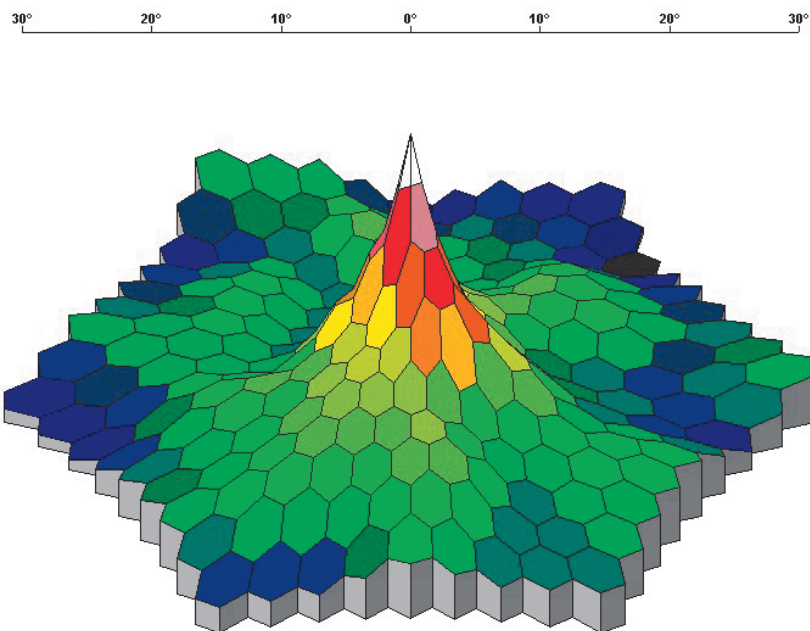
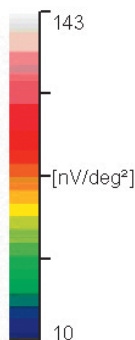
**Рис. 1.** Данные мфЭРГ (анализ по квадрантам) пациента К., диагноз ОД — офтальмогипертензия, подозрение на глаукому

**Fig. 1.** MicrofocalERG data (quadrants) of patient K., OD — ophthalmic hypertension, suspicion of glaucoma

## 2.Step: Standard 61

Meas. range:  $\pm 1\text{mV}$   
 Sample freq.: 2.02kHz (496 $\mu\text{s}$ )  
 Meas. filter: 1Hz - 100Hz  
 Impedance: (+) 99K (-) 99K  
 Stimulator: ext. CRT 22°  
 Pattern: Flash  
 Frame seq.: 511x10000  
 Frame freq.: 72Hz (13.9ms)  
 Type/Res.: Combs FOK/61  
 Distortion: 1:4  
 Fixation: Centre  
 Visual field: 27.7°  
 Cycles: 3/4  
 Ext.light: 85Lux  
 Artefacts: 1

### Analysis: Marker P1 [nV/deg<sup>2</sup>]



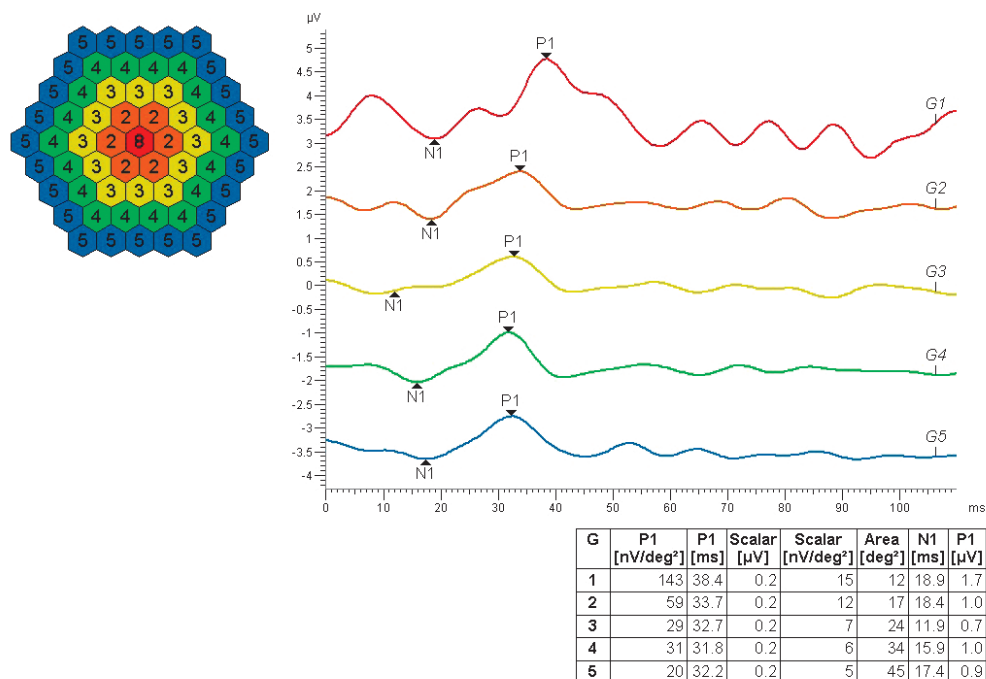
## C2: Right Eye

**Рис. 2.** Данные мфЭРГ пациента К., диагноз ОД — офтальмогипертензия, подозрение на глаукому (графическое 3D-отображение плотности ретинального биопотенциала)

**Fig. 2.** MicrofocalERG data of patient K., OD — ophthalmic hypertension, suspicion of glaucoma (graphical 3D mapping of the retinal biopotential density)

**2.Step: Standard 61****C2: Right Eye**

Meas. range:  $\pm 1\text{mV}$  Frame seq.: 511x10000 Cycles: 3/4  
 Sample freq.: 2.024kHz (496 $\mu\text{s}$ ) Frame freq.: 72Hz (13.9ms) Ext. light: 85Lux  
 Meas. filter: 1Hz - 100Hz Type/Res.: Combs FOK/61 Artefacts: 1  
 Impedance: (+) 99K (-) 99K Distortion: 1.4  
 Stimulator: ext. CRT 22" Fixation: Centre  
 Pattern: Flash Visual field: 27.7°



**Рис. 3** Данные мфЭРГ (анализ по кольцам) пациента Н., диагноз ОД — офтальмогипертензия, подозрение на глаукому

**Fig. 3.** MicrofocalERG data (ring analysis) of patient H., OD — ophthalmic hypertension, suspicion of glaucoma

Проведенные морфометрические исследования подтверждают тот факт, что снижение объема НРП и СНВ начинается на ранней, доклинической стадии глаукомы, а это у пациентов с офтальмогипертензией может дать ценную информацию относительно ранней диагностики ПОУГ. Это подтверждает мнение ряда авторов отечественной и зарубежной литературы [3, 5, 10–11, 14, 16].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, данные, полученные при проведении конфокальной лазерной офтальмоскопии сетчатки, являются наиболее информативными и статистически достоверными при диагностике ПОУГ. Электрофизиологические методы исследования функции зрительного анализатора (электрофосфены, мфЭРГ) у таких пациентов

не дают существенной диагностической информации. Вместе с тем применение мфЭРГ позволяет в ряде случаев исключить патологию наружных слоев сетчатки как причину зрительных нарушений. В сложных диагностических случаях, когда необходимо провести дифференциальный диагноз относительно причины оптической нейропатии, целесообразно иметь целостную картину, что достигается проведением комплексной диагностики.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Казарян Э.Э. — сбор данных, написание статьи;  
 Ронзина И.А. — сбор и обработка данных;  
 Шелудченко В.М. — редактирование;  
 Смирнова Т.В. — оформление иллюстраций, проведение исследований;  
 Сафонова Д.М. — анализ литературных данных;  
 Хасянова М.В. — проведение исследований.

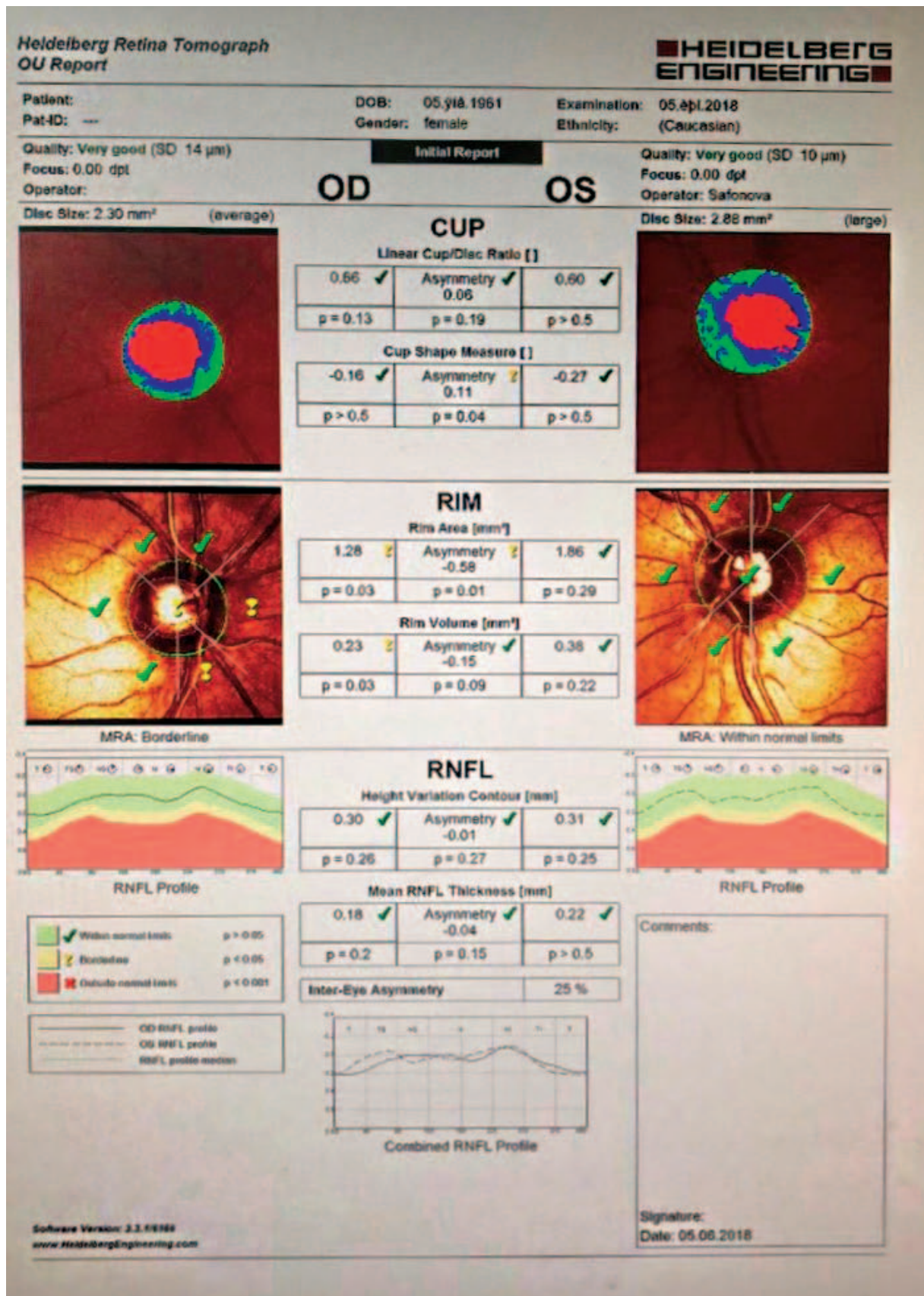


Рис. 4. Результаты КСЛО пациента К. диагноз ОД — офтальмогипертензия, подозрение на глаукому

Fig. 4. Results of Confocal laser scanning ophthalmoscopy patient K. OD — ophthalmic hypertension, suspicion of glaucoma

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Шамшинова А.М., Волков В.В. Функциональные методы исследования в офтальмологии. М., 2004. С. 428. [Shamshinova A.M., Volkov V.V. Functional methods of research in ophthalmology. M., 2004. P. 428 (In Russ.)]
2. Волков В.В. Глаукома при псевдонормальном давлении. Руководство для врачей. М. 2001. С. 352. [Volkov V.V. Glaucoma under pseudonormal pressure. A guide for doctors. M., 2001. P. 352 (In Russ.)]
3. Куроедов А.В., Голубев С.Ю., Шафранов Г.В. Исследование морфометрических критериев диска зрительного нерва в свете возможностей современной лазерной диагностической техники. *Глаукома*. 2005;2:7–18. [Kuroyedov A.V., Golubev S.Yu., Shafranov G.V. Investigation of morphometric criteria of the optic disc in the light of the possibilities of modern laser diagnostic equipment. *Glaucoma = Glaucome*. 2005;2:7–18 (In Russ.)]
4. Казарян А.А. Паттерн-электроретинограмма и глаукома. *Глаукома*. 2005;3:62–65. [Kazaryan A.A. Pattern-electroretinogram and glaucoma. *Glaucoma = Glaucome*. 2005;3:62–65 (In Russ.)]
5. Курышева Н.И. Глаукомная оптическая нейропатия. М.: МЕДпресс-информ, 2006. С. 67–76. [Kuryshcheva N.I. Glaucoma optic neuropathy. M.: MEDpress-inform, 2006. P. 67–76 (In Russ.)]
6. Шамшинова А.М., Волков В.В. Функциональные методы исследования в офтальмологии. М., 1999. 416 с. [Shamshinova A.M., Volkov V.V. Functional methods of research in ophthalmology. M., 1999. 416 p. (In Russ.)]
7. Шамшинова А.М., Казарян А.А., Куроедов А.В. Электроретинограмма при глаукоме. *Глаукома*. 2006;2:3–8. [Shamshinova A.M., Kazaryan A.A., Kuroyedov A.V. Electroretinogram for glaucoma. *Glaucoma = Glaucoma*. 2006;2:3–8 (In Russ.)]
8. Sutter E.E., Tran D. The field topography of ERG components in man. I. The photopic luminance response. *Vis Res*. 1992;32(3):433–446.
9. Bach M.I., Poloschek C.M. Electrophysiology and glaucoma: current status and future challenges. *Cell Tissue Res*. 2013 Aug; 353(2):287–96. DOI: 10.1007/s00441-013-1598-6 Epub 2013 Mar 24.
10. Brandão L.M., Monhart M., Schötzau A., Ledolter A.A., Palmowski-Wolfe A.M. Applying a New Automated Perimetry Pattern Based on the Stimulus Distribution of the Multifocal ERG to Improve Structure-Function Investigation in Glaucoma. *Journal of Ophthalmology*. 2017, Article ID 8780934, 11 pages. DOI: 10.1155/2017/8780934
11. Грачева О. В. Клинические и экспериментальные исследования в офтальмологии. М., 2006. С. 22–24. [Gracheva O.V. Clinical and experimental studies in ophthalmology. M., 2006. P. 22–24 (In Russ.)]
12. Asrani A., Challa P., Herndon L., et al. Correlation among retinal thickness, optic disc, and visual field in glaucoma patients and suspects: a pilot study. *J Glaucoma*. 2003;12(2):119–128.
13. Choi J., Cho H.S., Lee C.H. Scanning laser polarimetry with variable corneal compensation in the area of apparently normal hemifield in eyes with normal-tension glaucoma. *Ophthalmol*. 2006;(113):11954–1960.
14. Казарян А.А. Паттерн-электроретинограмма при глаукоме. *Глаукома*. 2005;2:3–6. [Kazaryan A.A. Pattern-electroretinogram for glaucoma. *Glaucoma*. 2005;2:3–6 (In Russ.)]
15. Ledolter A.A., Palmowski-Wolfe A.M. Wavelet decomposition analysis in the two-flash multifocal ERG in early glaucoma: a comparison to ganglion cell analysis and visual field. *Doc Ophthalmol*. 2017 Aug;135(1):29–42. DOI: 10.1007/s10633-017-9593-y
16. Kaneko M., Machida S., Hoshi Y., Kurosaka D. Alterations of photopic negative response of multifocal electroretinogram in patients with glaucoma. *Curr Eye Res*. 2015 Jan;40(1):77–86. DOI: 10.3109/02713683.2014.915575. Epub 2014 May 15.
17. Wilsey L., Gowrisankaran S., Cull G., Hardin C., Burgoyne C.F., Fortune B. Comparing three different modes of electroretinography in experimental glaucoma: diagnostic performance and correlation to structure. *Doc Ophthalmol*. 2017 Apr;134(2):111–128. DOI: 10.1007/s10633-017-9578-x Epub 2017 Feb 27.
18. Волков В.В. «Золотые стандарты» для постановки диагноза глаукомы. Сб. Федоровские чтения. X Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием. 2012, с.176. [Volkov V.V. "Golden standards" for the diagnosis of glaucoma. Fedorov's readings. X All-Russian scientific-practical conference with international participation. 2012, p.176. (In Russ.)]
19. Куроедов А.В., Голубев С.Ю., Шафранов Г.В. Исследование морфометрических критериев диска зрительного нерва в свете возможностей современной лазерной диагностической техники. *Глаукома*. 2005;4(2):7–18. [Kuroyedov A.V., Golubev S.Yu., Shafranov G.V. Investigation of morphometric criteria of the optic disc in the light of the possibilities of modern laser diagnostic equipment. *Glaucoma*. 2005; 4 (2): 7-18. (In Russ.)]
20. Волков В.В. Глаукома открытоугольная. Медицинское информационное агентство. М., 2008. С. 21. [Volkov V.V. Glaucoma is open-angle. Medical information agency. Moscow. P. 21 (In Russ.)]

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ФГБНУ Научно-исследовательский институт глазных болезней  
Казарян Элина Эдуардовна  
доктор медицинских наук, старший научный сотрудник  
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

ФГБНУ Научно-исследовательский институт глазных болезней  
Ронзина Ирина Адольфовна  
кандидат медицинских наук, научный сотрудник  
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

ФГБНУ Научно-исследовательский институт глазных болезней  
Шелудченко Вячеслав Михайлович  
доктор медицинских наук профессор  
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

ФГБНУ Научно-исследовательский институт глазных болезней  
Смирнова Татьяна Вячеславовна  
кандидат медицинских наук, научный сотрудник  
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

ФГБНУ Научно-исследовательский институт глазных болезней  
Сафонова Дарья Максимовна  
кандидат медицинских наук, научный сотрудник  
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

ФГБНУ Научно-исследовательский институт глазных болезней  
Хасянова Майя Вячеславовна  
кандидат медицинских наук, научный сотрудник  
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

## ABOUT THE AUTHORS

Research Institute of Eye Diseases  
Kazaryan Elina E.  
MD, Senior Research Officer  
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russia

Research Institute of Eye Diseases  
Ronzina Irina A.  
PhD, Research Officer  
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russia

Research Institute of Eye Diseases  
Sheludchenko Vyacheslav M.  
MD, professor  
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russia

Research Institute of Eye Diseases  
Smirnova Tatiana V.  
PhD, Research Officer  
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russia

Research Institute of Eye Diseases  
Safonova Daria M.  
PhD, Research Officer  
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russia

Research Institute of Eye Diseases  
Khasyanova Maiya V.  
PhD, Research Officer  
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russia