Микропериметрия и морфометрические показатели диска зрительного нерва и макулярной области у больных первичной открытоугольной глаукомой

Б.М. Азнабаев^{1,2} А.Ш. Загидуллина¹ А.А. Александров^{2,1}¹ФГБОУ ВО Башкирский государственный медицинский университет Минздрава России
ул. Ленина, 3, Уфа, 450000, Российская Федерация²ЗАО «Оптимедсервис»
ул. 50 лет СССР, 8, Уфа, 450059, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2017;14(4):341–346

Цель: исследование степени функциональных нарушений перипапиллярной области сетчатки у пациентов с начальной стадией первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ) при микропериметрии, анализ корреляционных взаимосвязей параметров микропериметрии и основных морфометрических параметров диска зрительного нерва (ДЗН). **Пациенты и методы.** Проведено обследование 51 пациента (98 глаз) в возрасте от 50 до 72 лет (средний возраст $58,37 \pm 9,41$ лет) с начальной стадией ПОУГ. Контрольную группу составили 50 (99 глаз) соматически здоровых лиц без офтальмопатологии. Кроме стандартного офтальмологического обследования, в комплекс специальных методов исследования были включены: оптическая когерентная томография (ОКТ) заднего сегмента глаза и микропериметрия. Статистическая обработка полученного материала проводилась при помощи программы IBM SPSS Statistics v.21, с применением стандартных методов описательной статистики. **Результаты.** При микропериметрическом исследовании установлено существенное статистически достоверное отличие показателей MI ($29,68 \pm 23,18$) и AvTh ($27,63 \pm 3,38$ Дб) у пациентов с начальной стадией ПОУГ от таковых в группе контроля ($p < 0,01$). Самые высокие корреляции морфометрических показателей и показателей микропериметрии были определены для MI пациентов с ПОУГ с объемом фокальных потерь ГНС ($r = 0,642$, $p < 0,001$). Достоверная положительная средней силы связь была обнаружена между микропериметрическим показателем MI пациентов с ПОУГ и объемом фокальных потерь ГНС ($r = 0,346$, $p < 0,01$), средняя отрицательная связь показателя MI получена со средней толщиной ГНС ($r = -0,378$, $p < 0,01$) и средней толщиной СНВС ($r = -0,355$, $p < 0,01$). У больных ПОУГ была выявлена достоверная средняя положительная связь показателя AvThr с МКОЗ ($r = 0,324$, $p < 0,01$), определена средней силы отрицательная связь показателя AvThr с возрастом ($r = -0,401$, $p < 0,01$). **Заключение.** Применение микропериметрии подтверждает вовлечение макулярной области в патологический процесс при ПОУГ. На ранних стадиях глаукомы нейроретинопатия проявляется как в отношении функциональных данных, полученных с помощью микропериметрии, так и морфометрических показателей ОКТ.

Ключевые слова: первичная открытоугольная глаукома, оптическая когерентная томография, ОКТ, микропериметрия

Для цитирования: Азнабаев Б.М., Загидуллина А.Ш., Александров А.А. Микропериметрия и морфометрические показатели диска зрительного нерва и макулярной области у больных первичной открытоугольной глаукомой. *Офтальмология*. 2017;14(4):341–346. DOI: 10.18008/1816-5095-2017-4-341-346

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

Конфликт интересов отсутствует

Microperimetry and Morphometric Parameters of Optic Nerve Head and Macular Area in Patients with Primary Open Angle Glaucoma

B.M. Aznabaev^{1,2}, A.Sh. Zagidullina¹, A.A. Alexandrov^{2,1}

¹Bashkir Federal State Medical University
Lenin Street, 3, Ufa, 450000, Russia

²"Optimedservis"
50 let SSSR Street, 8, Ufa, 450059, Russia

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2017;14(4):341–346

Purpose: To study by using microperimetry a degree of functional disorders of retinal peripapillary area in patients with initial stage of primary open angle glaucoma (POAG), to analyze correlation relationship of the microperimetry parameters and the main morphometric parameters of the optic nerve head (OND). **Patients and methods.** There were 51 patients (98 eyes) in the study aged from 50 to 72 years (average age $58,37 \pm 9,41$ years) with the initial stage of POAG. The control group consisted of 50 somatically healthy persons (99 eyes) without ophthalmological pathology. In addition to the standard ophthalmologic examination, the special methods included: optical coherence tomography (OCT) of the posterior segment of the eye (Optovue Avanti RTVue XR, USA) and microperimetry (Macular Integrity Assessment (MAIA), USA). Statistical analysis of the received data were processed with the IBM SPSS Statistics v.21 program (standard methods of descriptive statistics). **Results.** Microperimetry has shown a significant statistical difference of MI parameters ($29,68 \pm 23,18$) and AvTh ($27,63 \pm 3,38$ dB) in patients with initial stage of POAG from those in the control group ($p < 0,01$). The highest correlation of morphometric parameters and microperimetry parameters was defined in MI patients with POAG with the focal loss of volume (FLV) of ganglion cells complex (GCC) ($p = 0,642$, $p < 0,001$). A significant positive relationship of moderate strength was found between microperimetry parameter MI in patients with POAG and the FVL GCC ($p = 0,346$, $p < 0,01$), a moderate negative relationship with the index of MI was obtained with an average GCC thickness ($p = -0,378$, $p < 0,01$), and an average RNFL thickness ($p = -0,355$, $p < 0,01$). In patients with POAG a significant moderate positive relationship of AvThr parameter was identified with BCVA ($p = 0,324$, $p < 0,01$), a moderate negative relationship of AvThr parameter with age ($p = -0,401$, $p < 0,01$). **Conclusion.** Application of microperimetry confirms involvement of the macular area in the pathological process in POAG. In the early stages of glaucoma neuroretinopathy is manifested both as regarding microperimetry functional data and OCT morphometric parameters.

Keywords: primary open angle glaucoma, optical coherence tomography, OCT, microperimetry.

For citation: Aznabaev B.M., Zagidullina A.Sh., Alexandrov A.A. Microperimetry and Morphometric Parameters of Optic Nerve Head and Macular Area in Patients with Primary Open Angle Glaucoma. *Ophthalmology in Russia*. 2017;14(4):341–346. DOI: 10.18008/1816-5095-2017-4-341-346

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

There is no conflict of interests

АКТУАЛЬНОСТЬ

Диагностика глаукомной оптической нейропатии основывается на оценке характерных изменений диска зрительного нерва (ДЗН) и соответствующих дефектов полей зрения (ПЗ) [1]. Гибель ганглиозных клеток сетчатки (ГКС) происходит задолго до появления глаукомных изменений полей зрения. Эти структурные нарушения могут опережать первые функциональные изменения на несколько лет [2, 3]. Клинически изменения полей зрения у больных глаукомой выявляются при потере до 40% зрительных волокон [4].

Ряд исследователей указывает на необходимость тщательного исследования центрального участка поля зрения в связи с тем, что соответствующие изменения ведут и к нарушению качества жизни пациентов с глаукомой, в частности, влияют на способности к вождению автомобиля и чтение [5, 6].

Чувствительность современных периметров достаточно высока, их преимуществом является возможность проводить исследование в различных режимах и в динамике. Наряду с этим, наиболее распространенные на се-

годняшний день автоматизированные периметры имеют высокую вариабельность результатов повторного тестирования. Одним из основных факторов в этой ретестовой изменчивости являются ошибки фиксации взгляда пациента [7]. Из-за этого результаты периметрии не всегда могут надежно отражать прогрессирование изменений в поле зрения обследуемого [8].

Важнейшим вопросом офтальмологии остается диагностика ранних проявлений глаукомной оптической нейропатии. Одно из решений данной проблемы состоит в совершенствовании методов оценки функциональных нарушений слоя нервных волокон, возникающих в результате воздействия глаукомного процесса и, возможно, предшествующих появлению органических изменений. Одной из таких ранних диагностических методик является микропериметрия перипапиллярной зоны сетчатки.

Возможности современной микропериметрии (Macular Integrity Assessment — MAIA) позволяют оценить функцию макулы посредством измерения чувствительности поля зрения¹. Преимущество использования MAIA заключается в обеспечении более широкой

¹ CenterVue Web site. <http://www.Centervue.com/product.php?id=639>

системы слежения с четким и детальным ретинальным изображением, а это приводит к повышенной надежности измерений. Более того, прибор снабжен точными системами слежения за движениями глаз, что может быть использовано для выполнения количественного анализа фиксации взгляда пациента с точки зрения стабильности и локализации². Микропериметрия в основном используется для выявления скотом в центральном поле зрения, а также для определения точки фиксации и стабильности фиксации у пациентов с макулярной патологией.

Сообщения о возможности применения микропериметрии в диагностике глаукомы в отечественной [9–12] и зарубежной литературе [13–15] носят единичный характер.

В основном такие исследования касаются результатов сравнения микропериметрических и морфометрических данных макулярной области. Есть мнение о том, что общая толщина сетчатки в области макулы, определяемая с помощью оптической когерентной томографии (ОКТ), не обеспечивает такой же точности в диагностике глаукомы, как параметры ОКТ перипапиллярной области [16,17].

Целью работы явилось исследование функциональных нарушений перипапиллярной области сетчатки у пациентов с начальной стадией первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ) при микропериметрии, анализ корреляционных взаимосвязей параметров микропериметрии и основных морфометрических параметров ДЗН и макулы с оценкой возможности применения микропериметрии в клинической практике для ранней диагностики глаукомы.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Нами был обследован 51 пациент (98 глаз) в возрасте от 50 до 72 лет (средний возраст $58,37 \pm 9,41$ лет) с начальной стадией ПОУГ, из них женщин было 78,4%, мужчин — 21,6%. Контрольную группу составили 50 (99 глаз) соматически здоровых лиц без офтальмопатологии. Исследуемые были сопоставимы по возрасту и полу с группой контроля. Критериями исключения пациентов из проводимого исследования являлись аномалии рефракции (миопия и гиперметропия средней и высокой степени, астигматизм выше 2,0Д), не глаукомная патология зрительного нерва, выраженное помутнение оптических сред, а также наличие хронических аутоиммунных заболеваний, сахарного диабета, системных заболеваний, острых нарушений кровообращения в анамнезе. Всем пациентам, включенным в исследование, хирургические или лазерные вмешательства на глазах ранее не проводили.

Пациентам с ПОУГ и лицам группы контроля были выполнены стандартные офтальмологические исследования: визометрия, тонометрия, рефрактометрия,

офтальмоскопия, биомикроскопия, гониоскопия, стандартная автоматическая периметрия, ультразвуковая эхобиометрия. В комплекс специальных методов исследования были включены: ОКТ заднего сегмента глаза (Optovue Avanti RTVue XR, США) и микропериметрия (Macular Integrity Assessment (MAIA), США). Участие пациентов в исследовании было подтверждено их письменным согласием. Глаукомный анамнез больных составлял в среднем $1,2 \pm 0,7$ года. У всех больных ВГД было компенсировано медикаментозно.

Исследование комплекса ганглиозных клеток сетчатки (ГКС) проводили в режиме GCC, сканирование ДЗН — в режимах 3D Disc и ONH. Все морфометрические параметры были получены на основе автоматизированного анализа по следующим показателям: средняя толщина комплекса ГКС (GCC avg. thickness), объем фокальных потерь (FLV, характеризует количественные изменения объема ГКС) и объем глобальных потерь (GLV, показатель диффузной потери ГКС, отражающий среднюю потерю объема комплекса) ганглиозных клеток. Определяли следующие морфометрические параметры ДЗН: rim area — площадь нейроретинального пояса; disk area — площадь ДЗН, cup/disk area ratio — соотношение размеров экскавации и площади ДЗН; RNFL thickness — средняя толщина слоя нервных волокон сетчатки (CHBC).

Фундус-микропериметрию проводили с помощью периметра Macular Integrity Assessment (MAIATM; США) в режиме Expert test, т.е. полного тестирования, без расширения зрачка и в темной комнате. Анализировали показатели: macular integrity (MI) — процент сниженных порогов и average threshold (AvThr) — средний порог. В исследование включали данные пациентов только со стабильной фиксацией взора при индексах устойчивости фиксации (fixation stability indexes) в пределах 95–100%. При исследовании были использованы следующие настройки: полный пороговый тест 4–2, количество стимулов — 61, размер стимулов — Goldman III (26 дуговых минут), длительность стимулов — 200 мс, фоновая освещенность — 4 асб, периметрическая область сканирования — $20 \times 20^\circ$, цель фиксации — круг в центре диаметром 1° . Каждый глаз за одну процедуру обследовали 2 раза.

Статистическую обработку полученного материала проводили при помощи программы IBM SPSS Statistics v.21. с применением стандартных методов описательной статистики, вычислением критерия достоверности, уровня значимости и корреляционного критерия р Спирмена. Использовали критерий равенства средних для независимых выборок при отсутствии предположения о равенстве дисперсий, что подтверждалось критерием Ливиня при уровне значимости $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Средние значения клинических, периметрических и морфометрических, показателей основной и контрольной групп приведены в таблице 1.

2 NIDEK CO., LTD. Website http://www.nidek-intl.com/product/ophthaloptom/diagnostic/dia_retina/mp-3.html

Таблица 1. Характеристика исследуемых лиц, $M \pm \sigma$ **Table 1.** Characteristics of the persons under study, $M \pm \sigma$

Показатель Parameter	ПОУГ/POAG (n=98)	Контроль/Control (n=99)
Острота зрения с коррекцией Visual acuity with correction	0,89±0,18	0,90±0,15
ВГД, мм рт.ст./IOP, mm Hg	18,38±4,5**	16,71±3,16
Толщина роговицы, мкм/Corneal thickness, μm	545,69±38,48	542,46±37,76
Микропериметрия/MI	29,68±23,18**	7,74±7,53
Микропериметрия/AvThr, Дб	27,63±3,38**	32,05±2,75
OCT/Rim area, mm^2	1,15±0,31**	1,49±0,32
OCT/Disk area, mm^2	2,18±0,46	2,10±0,36
OCT/Cup volume, mm^2	0,22±0,18**	0,13±0,14
OCT/Cup/Disc area ratio	0,38±0,15**	0,28±0,15
OCT/RNFL thickness, мм	93,55±8,9**	101,17±6,9
OCT/GCC avg. thickness, мм	89,89±10,8**	98,5±6,34
OCT/FLV, %	1,72±1,62**	0,36±0,47
OCT/GLV, %	4,93±3,92**	1,59±1,67

Примечание: * — достоверность различий по сравнению с контролем ($p < 0,05$); ** — достоверность различий по сравнению с контролем ($p < 0,01$)

При микропериметрическом исследовании установлены существенные статистически достоверные отличия показателей MI (29,68±23,18) и AvTh (27,63±3,38 Дб) от таковых в группе контроля ($p < 0,01$).

Корреляционные связи средних значений между клиническими, микропериметрическими, а также морфометрическими показателями пациентов с ПОУГ приведены в таблице 2.

Таблица 2. Корреляционные связи показателей у пациентов с ПОУГ, ρ **Table 2.** Correlation relations of parameters in patients with POAG, ρ

Показатель Parameter	Микропериметрия Microperimetry	
	MI	AvThr
Возраст age	0,159	-0,401*
МКОЗ/Maximal corrected visual acuity	-0,179	0,324*
ВГД/IOP, mmHg	0,059	0,014
Толщина роговицы/Corneal thickness, μm	-0,026	0,215
OCT Rim area	0,079	-0,115
OCT Cup volume	0,035	-0,072
OCT/Cup/Disc area ratio	0,135	-0,023
OCT/RNFL thickness	-0,355*	-0,034
OCT/GCC avg. thickness	-0,378*	0,059
OCT FLV	0,346*	-0,187
OCT GLV	0,557**	-0,286*

Примечание: * — достоверность различий по сравнению с контролем ($p < 0,05$); ** — достоверность различий по сравнению с контролем ($p < 0,01$).

Достоверная положительная средней силы связь была обнаружена между микропериметрическим показателем

MI пациентов с ПОУГ и объемом фокальных потерь ГКС ($\rho = 0,346$, $p < 0,01$), объемом глобальных потерь ГКС ($\rho = 0,557$, $p < 0,001$); средняя отрицательная связь показателя MI получена со средней толщиной ГКС ($\rho = -0,378$, $p < 0,01$) и средней толщиной СНВС ($\rho = -0,355$, $p < 0,01$).

У больных ПОУГ была выявлена достоверная средняя положительная связь показателя AvThr с МКОЗ ($\rho = 0,324$, $p < 0,01$), определена средней силы отрицательная связь показателя AvThr с возрастом больных ($\rho = -0,401$, $p < 0,01$), объемом глобальных потерь ГКС ($\rho = -0,286$, $p < 0,05$).

Полученные результаты подтверждают данные других авторов, изучающих проблему структурно-функциональных корреляций при глаукоме.

Так, Sato S. с соавт. с помощью регрессионного анализа изучили соотношение между показателем толщины комплекса ГКС макулярной области (Cirrus HD-OCT) и светочувствительностью макулы (микропериметр MAIATM) в целом и 6-и секторов поля зрения у пациентов с ПОУГ и здоровых лиц. Были выявлены статистически значимые корреляции между толщиной ГКС и светочувствительностью макулы в среднем и в каждом секторе поля зрения ($\rho = 0,365$ – $0,706$, $p < 0,001$). Максимальное значение структурно-функциональных ассоциаций ($\rho = 0,706$) было отмечено в соответствующих нижних секторах, особенно нижневисочных [18].

Kazuyuki Hirooka с соавт. проводили перекрестное исследование с целью изучения соотношений между средними значениями светочувствительности макулы в общем, в верхнем и нижнем секторах при микропериметрии (MAIATM; CenterVue, Италия), при фундуспериметрии MP-3 (Nidek Technologies Srl, Италия), периметрии с использованием Humphry field analyzer (HFA, США) и показателями толщины комплекса ГКС у 73 пациентов с ПОУГ и 19 здоровых лиц [19]. Все три использованных метода периметрии показали статистически значимые показатели корреляции толщины ГКС со средней чувствительностью в макулярной области ($\rho = 0,547$ – $0,687$; $p < 0,001$). При этом не было выявлено никаких существенных различий для структурно-функциональных отношений исследуемых показателей, что позволяет равноценно сравнивать все три указанные методики.

Ряд исследователей нашли, что общая толщина сетчатки в области макулы, определяемая с помощью OCT, не обеспечивает такой же точности в диагностике глаукомы, как параметры перипапиллярного СНВС [18,19].

Было определено, что наиболее информативным является показатель RNFL thickness, отражающий толщину перипапиллярных волокон сетчатки, способный выявить глаукому на ранних этапах, на препериметрической стадии, даже при отсутствии изменений со стороны поля зрения [20–23]. В других работах установлено, что параметры, характеризующие состояние комплекса ганглиозных клеток (КГК), такие как объем фокальной потери, средняя толщина комплекса ГКС, способствуют выявлению глаукомы на более ранней стадии по сравнению

с параметрами СНВС. Толщина КГК отражает состояние макулы и дает возможность диагностировать глаукому в тех случаях, когда больше поражена область макулы. Поэтому противоречивые данные об информативности показателей комплекса ГКС и СНВС при глаукоме скорее взаимодополняют друг друга [21, 24].

В работе В.С. Акопяна [25] установлены высокие корреляционные взаимосвязи периметрического показателя mean deviation (MD) — среднего отклонения и GCC avg. thickness — средней толщины ГКС ($r=0,787$, $p<0,001$), индекса FLV ($r=-0,618$, $p<0,001$), индекса GLV ($r=-0,781$, $p<0,001$), а также индекса pattern standart deviation (PSD) с показателями, характеризующими КГК (GCC average ($r=-0,571$, $p<0,001$), FLV ($r=0,605$, $p<0,001$) и GLV ($r=0,523$, $p<0,001$)).

При начальной стадии ПОУГ развиваются морфометрические изменения макулярной области и ДЗН, позволяющие подтвердить факт вовлечения ретинальных структур в патологический процесс на начальной стадии заболевания, что согласуется с теорией глаукомного эффекта субпорогового потенциала В.В. Страхова и В.В. Алексеева [26].

Вместе с тем, микропериметрия дает возможность выявлять дефекты в центральном поле зрения, однако не позволяет оценить дефекты, располагающиеся на периферии, а, следовательно, не может использоваться для решения задач традиционной компьютерной периметрии в диагностике ПОУГ.

Таким образом, применение микропериметрии и ОКТ в комплексе можно рекомендовать для оценки взаимосвязи между структурными особенностями сетчатки, диска зрительного нерва и функциональным состоянием макулярной области у пациентов с начальными проявлениями первичной открытоугольной глаукомы.

ВЫВОДЫ

1. Применение микропериметрии подтверждает вовлечение макулярной области в патологический процесс при ПОУГ. На ранних стадиях глаукомы нейроретинопатия проявляется как в отношении функциональных данных микропериметрии, так и морфометрических показателей ОКТ.
2. При микропериметрическом обследовании установлено существенное статистически достоверное отличие показателей MI ($29,68\pm 23,18$) и AvTh ($27,63\pm 3,38$ Дб) у пациентов с начальной стадией ПОУГ от таковых в группе контроля ($p<0,01$).
3. Самые высокие корреляции морфометрических показателей и показателей микропериметрии были определены для MI пациентов с ПОУГ и объемом фокальных потерь ГКС ($\rho=0,642$, $p<0,001$).
4. Достоверная положительная средней силы связь была обнаружена между микропериметрическим показателем MI пациентов с ПОУГ и объемом фокальных потерь ГКС ($\rho=0,346$, $p<0,01$), средняя отрицательная связь показателя MI получена со средней толщиной ГКС ($\rho=-0,378$, $p<0,01$) и средней толщиной СНВС ($\rho=-0,355$, $p<0,01$). У больных ПОУГ была выявлена достоверная средняя положительная связь показателя AvTh с МКОЗ ($\rho=0,324$, $p<0,01$), определена средняя отрицательная связь показателя AvTh с возрастом ($\rho=-0,401$, $p<0,01$) и слабой силы — с объемом глобальных потерь ГКС ($\rho=-0,286$, $p<0,05$).

УЧАСТИЕ АВТОРОВ

Азнабаев Б.М. — концепция и дизайн исследования, редакция текста;
Загидуллина А.Ш. — сбор и обработка материала, написание текста, статистическая обработка результатов;
Александров А.А. — сбор материала.

ЛИТЕРАТУРА/ REFERENCES

1. Глаукома. Национальное руководство под ред. Е.А. Егорова. — М.: ГЭОТАР-Медиа 2013; 824с. [Egorov E.A. Glaucoma. National guidelines. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2013. 824 p. (in Russ.)].
2. Airaksinen P.J., Drance S.M., Douglas G.R., et al. Diffuse and localized nerve fiber loss in glaucoma. *Am. J Ophthalmol.* 1984;98:566-571.
3. Sommer A., Katz J., Quigley H.A., et al. Clinically detectable nerve fiber atrophy precedes the onset of glaucomatous field loss. *Arch Ophthalmol.* 1991;109:77-83.
4. Курешева Н.И. Глаукомная оптическая нейропатия. М.: Медпресс, 2006;136 с. [Kuryseva N.I. Glaucomatous optic neuropathy. Moscow, Medpress, 2006; 136. (in Russ.)].
5. Ancil J.L., Anderson D.R. Early foveal involvement and generalized depression of the visual field in glaucoma. *Arch Ophthalmol.* 1984;102:363-370. PMID:6703983.
6. Fujita K., Yasuda N., Oda K., Yuzawa M. Reading performance in patients with central visual field disturbance due to glaucoma. *Nippon Ganka Gakkai Zasshi.* 2006;110:914-918. PMID:17134038.
7. Maddess T. Modeling the relative influence of fixation and sampling errors on retest variability in perimetry. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2014;252:1611-1619. doi: 10.1007/s00417-014-2751-y PMID: 25074042.
8. Anderson R.S. The psychophysics of glaucoma: Improving the structure/function relationship. *Prog Retin Eye Res.* 2006;25:79-97. PMID: 16081311.
9. Павлова А.Ю., Горбунова Н.Ю., Шленская О.В., Зотова Ю.В. Микропериметрия в ранней диагностике глаукомы. Вестник Оренбургского государственного университета. 2011;14(133):285-287. [Pavlova A.Yu., Gorbunova N.Yu., Shlenskaya O.V., Zotova Yu.V. Microperimetry in the early diagnosis of glaucoma. *Microperimetriya v ranney diagnostike glaukomy. Annals of Orenburg State University=Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta.* 2011;14(133):285-287. (in Russ.)].
10. Горбунова Н.Ю., Павлова А.Ю., Шленская О. В., Зотова Ю.В., Скворцов В.В. Возможности микропериметрии в диагностике глаукомы. Практическая медицина. Офтальмология. 2012; 1:186-190. [Gorbunova N.Yu., Pavlova A.Yu., Shlenskaya O. V., Zotova Yu.V., Skvortsov V.V. Features Microperimetry in the diagnosis of glaucoma. *Practical Medicine. Ophthalmology=Prakticheskaya meditsina. Oftal'mologiya.* 2012;1(4):186-190. (in Russ.)].
11. Лисочкина А.Б., Нечипоренко П.А. Микропериметрия — преимущества метода и возможности практического применения. Офтальмологические ведомости. 2009;1(2):18-22. [Lisochkina A.B., Nechiporenko P.A. Microperimetry — advantages of the method and practical application. *Ophthalmology journal=Oftal'mologicheskie vedomosti.* 2009;1(2):18-22. (in Russ.)].
12. Шишкин М.М., Евсютина Н.Н., Ружникова О.В. Микропериметрия — один из возможных методов ранней диагностики глаукомной оптической нейропатии. Офтальмология. 2007;4:13-17. [Shishkin M.M., Evsyutina N.N., Ruzhnikova O.V. Microperimetry — one of the possible methods of early diagnosis of glaucomatous optic neuropathy. *Ophthalmology=Oftal'mologiya.* 2007;4:13-17. (in Russ.)].
13. Kameda T., Tanabe T., Hangai M. et al. Fixation behavior in advanced stage glaucoma assessed by the MicroPerimeter MP-1. *Jpn. J Ophthalmol.* 2009;53(6):580-7. doi:10.1007/s10384-009-0735-y.
14. Lima V.C., Prata T.S., De Moraes C.G. et al. A comparison between microperimetry and standard achromatic perimetry of the central visual field in eyes with glaucomatous paracentral visual-field defects. *Br J Ophthalmol.* 2010;94(1):64-7. doi: 10.1136/bjo.2009.159772.
15. Okada K., Watanabe W., Koike I. Alternative method of evaluating visual field deterioration in very advanced glaucomatous eye by microperimetry. *Jpn J Ophthalmol.* 2003;47(2):178-81.
16. Bagga H., Greenfield D.S., Knight R.W. Macular symmetry testing for glaucoma detection. *Glaucoma.* 2005;14:358-363.
17. Lederer D.E., Schuman J.S., Hertzmark E. Analysis of macular volume in normal and glaucomatous eyes using optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol.* 2003;135:838-843.

18. Sato S., Hirooka K., Baba T., Tenkumo K., Nitta E., Shiraga F. Correlation between the ganglion cell-inner plexiform layer thickness measured with cirrus HD-OCT and macular visual field sensitivity measured with microperimetry. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2013;54(4):3046–51. doi: 10.1167/iov.12-11173.
19. Hirooka K., Misaki K., Nitta E., Ukegawa K., Sato S., Tsujikawa A. Comparison of Macular Integrity Assessment (MAIA™), MP-3, and the Humphrey Field Analyzer in the Evaluation of the Relationship between the Structure and Function of the Macula. *PLoS ONE* 2016;11(3): e0151000. doi:10.1371/journal.pone.0151000.
20. Seong M., Sung K.R., Choi E.H. Macular and peripapillary retinal nerve fiber layer measurements by spectral domain coherence tomography in normal-tension glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2010;3(51):1446–1452. doi:10.1167/iov.09-4258
21. Kim N.R., Lee E.S., Seong G.J. Structure-function relationship and diagnostic value of macular ganglion cell complex measurement using Fourier-domain OCT in glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2010;51:4646–4651. doi:10.1167/iov.09-5053
22. Fang Y., Pan Y.Z., Li M., Qiao R.H., Cai Y. Diagnostic capability of Fourier Domain optical coherence tomography in early primary open angle glaucoma. *Chin Med J.* 2010;15(123):2045–2050.
23. Öztürk F., Yavas G.F., Kusbeci T., Ermis S.S. A comparison among Humphrey field analyzer, Microperimetry, and Heidelberg Retina Tomograph in the evaluation of macula in primary open angle glaucoma. *J Glaucoma.* 2008;17:118–121. doi: 10.1097/IJG.0b013e31814b97fd PMID: 18344757.
24. Mori S., Hangai M., Nakanishi H. Macular inner and total retinal volume measurement by spectral domain optical coherence tomography for glaucoma diagnosis. *Kyoto university.* 2008.
25. Акопян В.С., Семенова Н.С., Филоненко И.В., Цысарь М.А. Оценка комплекса ганглиозных клеток сетчатки при первичной открытоугольной глаукоме. Офтальмология. 2011;1(8):20–26. [Akopyan V.S., Semenova N.S., Filonenko I.V., Tsysar' M.A. Evaluation of complex retinal ganglion cells in primary open angle glaucoma. *Ophthalmology=Oftal'mologiya.* 2011;1(8):20–26. (in Russ.)].
26. Страхов В.В., Алексеев В.В., Ермакова А.В. Информативность биоретинотрических показателей диска зрительного нерва и сетчатки в ранней диагностике первичной глаукомы. Глаукома. 2009;3:3–10. [Strakhov V.V., Alekseev V.V., Ermakova A.V. Informative bioretinotricheskih parameters of the optic nerve and retina in the early diagnosis of primary glaucoma. *J Glaucoma=Glaucoma.* 2009;3:3–10. (in Russ.)].

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России
Азнабаев Булат Маратович
доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой офтальмологии с курсом ИДПО
ул. Ленина, 3, Уфа, 450000, Российская Федерация

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России
Загидуллина Айгуль Шамилевна
кандидат медицинских наук, доцент кафедры офтальмологии с курсом ИДПО
ул. Ленина, 3, Уфа, 450000, Российская Федерация

ЗАО «Оптимедсервис»
Александров Аркадий Андреевич
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог
ул. 50 лет СССР, 8, Уфа, 450059, Российская Федерация

ABOUT THE AUTHORS

Bashkir Federal State Medical University
Aznabaev Bulat M.
MD, professor
Lenin Street, 3, Ufa, 450000, Russia

Bashkir Federal State Medical University
Zagidullina Ajgul' Sh.
Ph.D., associate professor
Lenin Street, 3, Ufa, 450000, Russia

“Optimedservis”
Aleksandrov Arkadij A.
Ph.D. assistant professor
50 let SSSR Street, 8, Ufa, 450059, Russia