

# Биоретинметрические критерии диагностики глаукомы, ассоциированной с миопией

**Жукова С.И.**, к.м.н., заведующая диагностическим отделением<sup>1</sup>;

**Юрьева Т.Н.**, д.м.н., профессор, заместитель директора по научной работе, профессор кафедры офтальмологии<sup>1,2,3</sup>;

**Помкина И.В.**, врач-офтальмолог<sup>1</sup>;

**Грищук А.С.**, врач-офтальмолог<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>ИФ ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, 664033, Российская Федерация, Иркутск, ул. Лермонтова, 337;

<sup>2</sup>Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования — филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, 664079, Российская Федерация, Иркутск, м/р Юбилейный, д. 100;

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России, 664003, Российская Федерация, Иркутск, ул. Красного Восстания, 1.

Авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.  
Конфликт интересов: отсутствует.

**Для цитирования:** Жукова С.И., Юрьева Т.Н., Помкина И.В., Грищук А.С. Биоретинметрические критерии диагностики глаукомы, ассоциированной с миопией. *Национальный журнал глаукома*. 2019; 18(1):3-9.

## Резюме

**ЦЕЛЬ.** Оценить изменения перипапиллярной сетчатки и сосудов артериального перипапиллярного круга Цинна - Галлера при формировании глаукомной оптической нейропатии у больных глаукомой, ассоциированной с миопией.

**МЕТОДЫ.** Обследовано 26 пациентов (26 глаз) с развитой стадией первичной открытоугольной глаукомы на глазах с миопией высокой степени и 30 человек (30 глаз) с неосложненной миопией. В объем стандартного офтальмологического обследования включена оптическая когерентная томография в режиме ангиографии.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Уменьшение площади нейроретинального пояса ( $1,03 \pm 0,36$  и  $1,6 \pm 0,42$ ;  $p=0,05$ ) у пациентов с глаукомой развивается на фоне истончения хориоидеи, преимущественно в нижнем ( $131,36 \pm 41,98$  и  $226,5 \pm 98,13$ ;  $p=0,01$ ) и носовом ( $57,63 \pm 9,81$  и  $216 \pm 122,4$ ;  $p=0,0006$ ) сегментах и сопровождается увеличением площади перипапиллярной атрофии ( $1,94 \pm 0,5$  и  $1,05 \pm 0,15$ ;  $p=0,005$ ), что свидетельствует о несостоятельности трофических

и метаболических процессов. Изменение топографии сосудов артериального круга Цинна - Галлера (снижение плотности мелких ветвей, обнажение крупных сосудов с формированием зон неперфузии) в зоне перипапиллярной атрофии на фоне колебаний офтальмотонуса следует рассматривать как ишемию головки зрительного нерва, возникающую вследствие нарушения перипапиллярного кровотока, имеющего хориоидальный источник кровоснабжения.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Визуализация и оценка дистрофических изменений перипапиллярной сетчатки и топографии сосудов артериального перипапиллярного круга Цинна - Галлера могут служить дифференциально-диагностическими критериями глаукомы, ассоциированной с миопией, и использоваться для мониторинга течения глаукомного процесса.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** открытоугольная глаукома, миопия, оптическая когерентная томография, ОКТ-ангиография, перипапиллярная атрофия, сосуды артериального круга Цинна - Галлера.

## Для контактов:

Светлана Ивановна Жукова, e-mail zhukswetlana@yandex.ru

## ENGLISH

## Bioretinometric criteria for the diagnostics of glaucoma associated with myopia

ZHUKOVA S.I., Ph.D., head of Diagnostic Department<sup>1</sup>;  
 YUREVA YU.N., Med.Sc.D., Professor, Vice Director of Scientific Work,  
 Professor of Ophthalmology Department<sup>1,2,3</sup>;  
 POMKINA I.V., M.D.<sup>1</sup>;  
 GRISHCHUK A.S., M.D.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Irkutsk Branch of S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, 337 Lermontova Str., Irkutsk, Russian Federation, 664033;

<sup>2</sup>Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education, 100 Yubileiny, Irkutsk, Russian Federation, 664049;

<sup>3</sup>Irkutsk State Medical University, 1 Krasnogo Vosstania Str., Irkutsk, Russian Federation, 664003.

Conflicts of Interest and Source of Funding: none declared.

**For citations:** Zhukova S.I., Yurieva Yu.N., Pomkina I.V., Grishchuk A.S. Bioretinometric criteria for the diagnostics of glaucoma associated with myopia. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2019; 18(1):3-9.

### Abstract

**PURPOSE:** To assess changes in the peripapillary retina and vessels of the arterial peripapillary circle of Zinn - Haller during the formation of glaucomatous optic neuropathy in patients with glaucoma associated with myopia.

**METHODS:** We examined 26 patients (26 eyes) with a moderate stage of primary open-angle glaucoma on eyes with high myopia and 30 people (30 eyes) with uncomplicated myopia. Optical coherence tomography in angiography mode was included in the standard ophthalmologic examination.

**RESULTS:** A rim area reduction ( $1.03 \pm 0.36$  and  $1.6 \pm 0.42$ ;  $p=0.05$ ) in patients with glaucoma develops against the background of choroid thinning, mainly in the lower ( $131.36 \pm 41.98$  and  $226.5 \pm 98.13$ ;  $p=0.01$ ) and nasal ( $57.63 \pm 9.81$  and  $216 \pm 122.4$ ;  $p=0.0006$ ) segments and is accompanied by an increase of the peripapillary atrophy area ( $1.94 \pm 0.5$  and  $1.05 \pm 0.15$ ;  $p=0.005$ ), which indicates the inconsistency

of trophic and metabolic processes. Changes in the vascular topography of the Zinn - Haller arterial circle (reduction of the density of small branches, exposure of large vessels with the formation of non-perfusion zones) in the area of peripapillary atrophy due to oscillations of the ophthalmic nerve should be considered as ischemia of the optic nerve head resulting from a disruption of the peripapillary blood flow with a choroidal blood supply.

**CONCLUSION:** Visualization and evaluation of dystrophic changes in the peripapillary retina and vascular topography of the Zinn - Haller arterial peripapillary circle can serve as the differential diagnostic criteria for glaucoma associated with myopia and be used to monitor the course of the glaucoma process.

**KEYWORDS:** open-angle glaucoma, myopia, optical coherence tomography, OCT-angiography, peripapillary atrophy, vessels of the Zinn - Haller arterial circle.

**М**иопия средней и высокой степеней является одним из факторов риска развития первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ) [1]. Глаукома, ассоциированная с миопией, чаще встречается у лиц более молодого возраста, диагностируется в развитых и далеко зашедших стадиях патологического процесса и протекает с драматичным распадом зрительных функций. Это может быть связано со значительными сложностями в дифференциальной диагностике глаукомных и миопических изменений. Так, затруднения в оценке результатов офтальмоскопии

глазного дна, как правило, обусловлены значительными изменениями заднего полюса глаза, возникающими при элонгации глазного яблока [2, 3]. Характерные для глаукомы дефекты в поле зрения нередко сходны с миопическими [4] и не могут являться патогномоничными критериями постановки диагноза ПОУГ. Значения тонометрического давления, зависящие от совокупности таких факторов, как гидродинамика глаза, вязкоэластические свойства фиброзной оболочки, при миопии претерпевают изменения и приводят к искажению показателей внутриглазного давления (ВГД) [5-8].

Под сомнением и ценность биоретинотрической симптоматики глаукомы, поскольку локальные дефекты нейроретинального пояска (НРП) и перипапиллярного слоя нервных волокон сетчатки (СНВС) могут возникать как при формировании глаукомной оптической нейропатии (ГОН), при прогрессировании дегенеративных процессов миопического генеза, так и являться погрешностями при сканировании [9-13].

Таким образом, сохраняется высокий процент гипер- и, что еще опаснее, гиподиагностики открытоугольной глаукомы (ОУГ) у пациентов с близорукостью. В связи с чем актуальным является поиск дополнительных объективных критериев, которые бы позволили с уверенностью диагностировать как начальные изменения, так и признаки прогрессирования глаукомы на глазах с миопией.

Оптическая когерентная томография (ОКТ) как наиболее динамично-развивающийся метод визуализации открывает новые перспективы изучения строения диска зрительного нерва (ДЗН) и сетчатки как в норме, так и при патологии. Введение в алгоритм диагностического обследования пациентов с глаукомой ОКТ в режиме ангиографии (ОКТА) позволило рассматривать изменения сетчатки и ДЗН с позиций морфофункциональных и гемодинамических взаимоотношений. Однако подавляющее число фундаментальных и прикладных исследований посвящено изучению ретинального кровотока [14, 15]. Хориоидальные и интрасклеральные сосуды менее изучены, несмотря на их значимость в кровоснабжении головки зрительного нерва [16].

Как известно, ведущим фактором, усугубляющим течение глаукомы, является повреждающее действие повышенного ВГД на внутриглазную часть зрительного нерва, в первую очередь решетчатую мембрану склеры, где и происходит повреждение аксонов ганглиозных клеток. Основными источниками кровоснабжения решетчатой мембраны являются интрасклеральные сосуды артериального перипапиллярного круга Цинна – Галлера, образованного ветвями медиальной и латеральной задних коротких цилиарных артерий [16], визуализация которых становится возможной как на структурных ОКТ, так и на фронтальных сканах, полученных в режиме ОКТА, в зоне перипапиллярной атрофии (ППА) у пациентов с осевой миопией и/или глаукомой. Поэтому при обследовании больных глаукомой важную роль играют не только методы оценки функциональных и структурных изменений сетчатки и зрительного нерва [17], но и изучение особенностей их кровоснабжения.

Цель настоящего исследования — оценить изменения перипапиллярной сетчатки и сосудов артериального перипапиллярного круга Цинна – Галлера при формировании глаукомной оптической нейропатии у больных глаукомой, ассоциированной с миопией.

## Материалы и методы

Для реализации поставленной цели были сформированы две группы исследования. В 1-ю включены 26 пациентов с миопией высокой степени (26 глаз) с развитой стадией ПОУГ, верифицированной по данным офтальмоскопии, ОКТ и компьютерной периметрии. Группу контроля (2-я группа) составили 30 человек с неосложненной миопией (30 глаз). Основным критерием включения в исследование была длина переднезадней оси (ПЗО) глаза — 25 мм и выше. ВГД у пациентов глаукомой было компенсировано назначением медикаментозной гипотензивной терапии (латанопрол 0,005% 1 раз в день). Группы были сопоставимы по возрасту, длине глазного яблока, размерам ДЗН (табл. 1).

Измерение ВГД проводилось методом динамической двунаправленной аппланации на анализаторе биомеханических свойств глаза Ocular Response Analyzer (ORA, «Reichert Inc.», США). При оценке результатов во внимание принимались показатели ВГД по Гольдману (Pg), роговично-компенсированного давления (Pcc), корнеального гистерезиса (КГ; CH) и фактора резистентности роговицы (ФРР; CFR).

В объем стандартного офтальмологического обследования включена оптическая когерентная томография ДЗН (RTVue XR Avanti, «Optovue»). Оценивались параметры диска (размеры диска и нейроретинального пояска), перипапиллярной сетчатки (толщина СНВС, площадь перипапиллярной атрофии (ППА), детализация зон атрофии), толщина хориоидеи. Площадь ППА определялась как разность показателей площади ДЗН и площади ДЗН с ППА, откорректированных вручную. Топографические параметры диска сопоставляли с гемодинамическими (плотность радиального перипапиллярного сплетения (РПС), состояние кровотока ДЗН и перипапиллярной сетчатки на уровне хориоидеи. Интенсивность кровоснабжения ДЗН и перипапиллярной сетчатки оценивали субъективно. Во внимание принимались: плотность капилляров в зоне ППА, наличие зон неперфузии, топография сосудов Цинна – Галлера). Толщина хориоидеи оценивалась по протоколам CrossLine, выполненным через центр фовеа в горизонтальном и вертикальном меридианах. Измерение проводилось в мануальном режиме от ретинального пигментного эпителия (РПЭ) до склеро-хориоидального сочленения в проекции фовеа и перифовеолярно (в 3 мм от центра фовеа) в четырех сегментах.

Статистический анализ результатов исследования был проведен с помощью пакета современных статистических компьютерных программ Microsoft Office Excel 2007, Statistica 6.0 и MedCalc ver. 18.2.1 (free trial). В работе использовался критерий ранговых сумм Манна – Уитни. Статистически значимыми считались показатели со значением  $p < 0,05$ .

Таблица 1. Клиническая характеристика исследуемых групп  
Table 1. Clinical characteristics of study groups

Показатель Index	Клиническая группа Clinical Group		P	
	глаукома + миопия glaucoma + myopia	миопия myopia		
Кол-во пациентов / Number of patients	26	30	–	
Пол (М/Ж) / Gender (male/female)	8 / 18	14 / 16	–	
Возраст (лет) / Age (years)	51,66±8,6	50,5±6,1	–	
ПЗО (мм) / Axial length (mm)	26,91±0,81	26,24±1,31	–	
Острота зрения / Visual acuity	0,76±0,31	0,85±0,21	–	
Пахиметрия (мкм) / Pachimetry (mkm)	523,07±29,57	553,86±29,57	0,04	
ВГД по Гольдману (мм рт.ст.) / Pg (mmHg)	14,33±1,57	15,42±2,37	–	
ВГД роговично-компенсированное (мм рт.ст.) / Pcc (mmHg)	12,96±3,22	15,8±0,87	–	
Корнеальный гистерезис / CH	8,56±1,11	11,1±1,8	0,01	
Фактор резистентности роговицы / CFR	8,35±1,11	11,6±1,8	0,01	
Среднее отклонение (дБ) / MD (dB)	2,04±4,49	0,36±5,46	–	
СНВС (мкм) / RNFL (mkm)	80,5±16,73	91,75±6,65	–	
РГК (мкм) / GCC (mkm)	75,25±8,58	87,67±3,21	0,03	
Площадь ДЗН (мм <sup>2</sup> ) / Disk area (mm <sup>2</sup> )	1,87±0,45	1,84±0,56	–	
Площадь нейроретинального пояска (мм <sup>2</sup> ) / Rim area (mm <sup>2</sup> )	1,03±0,36	1,6±0,42	0,05	
Площадь ППА (мм <sup>2</sup> ) / PPA area (mm <sup>2</sup> )	1,94±0,5	1,05±0,15	0,005	
Плотность РПС (%) / Vessels density RPC (%)	44,12±5,99	43,56±3,36	–	
центр / center	124,33±37,06	258±69,06	0,00009	
верх / superior	216,63±42,09	278±40,01	–	
Толщина хориоидеи (мкм) Choroid thickness (mkm)	низ / inferior	131,36±41,98	226,5±98,13	0,01
нос / nasal	57,63±9,81	216±122,4	0,0006	
висок / temporal	147,41±59,53	165,2±28,37	–	

## Результаты

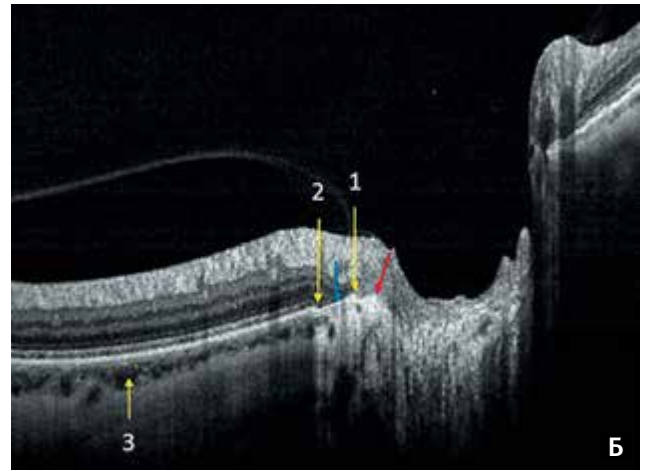
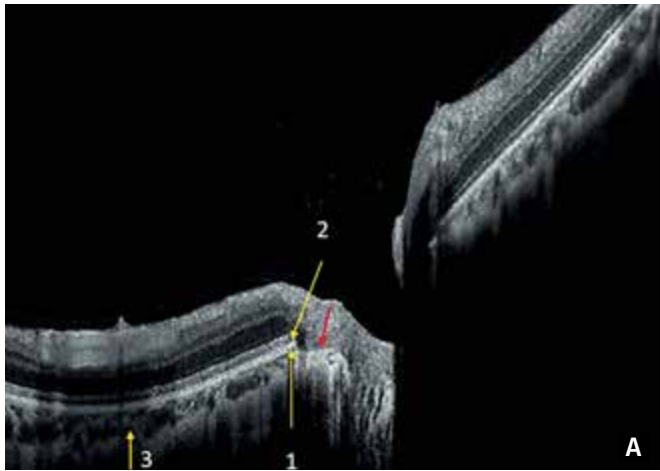
Сравнительный анализ полученных данных показал, что, несмотря на сопоставимые данные тонометрии, у пациентов двух групп имелись существенные отличия в значении показателей, опосредованно влияющих на уровень ВГД. Так, у больных глаукомой в сочетании с миопией выявлены более низкие значения корнеального гистерезиса (КГ) (corneal hysteresis — CH) (8,56±1,11 и 11,1±1,8; p=0,01) и центральной толщины роговицы (523,07±29,57 и 553,86±29,57; p=0,04), что может отражать изменения биомеханических свойств роговичной ткани, указывая на их меньшую способность поглощать энергию воздушного импульса (табл. 1).

Кроме того, у пациентов с сочетанной патологией выявлено уменьшение площади нейроретинального пояска (1,03±0,36 и 1,6±0,42; p=0,05), что закономерно обусловлено трансформацией ДЗН при формировании ГОН. Важным, по нашему

мнению, является и значительное уменьшение у пациентов с глаукомой толщины хориоидеи в проекции фовеа (124,33±37,06 и 258±69,06; p=0,00009), в нижнем (131,36±41,98 и 226,5±98,13; p=0,01) и носовом (57,63±9,81 и 216±122,4; p=0,0006) сегментах, участвующих в кровоснабжении нижнетемпоральной части ДЗН. Это, в свою очередь, сопровождалось увеличением площади ППА (1,94±0,5 и 1,05±0,15; p=0,005), формирующейся в нижнетемпоральном секторе диска.

У пациентов с миопией в зоне ППА выделяли только гамма-зону, в которой визуализировались склера и петля СНВС. При этом границы мембраны Бруха (МБ), РПЭ, фоторецепторов и хориоидеи совпадали (рис. 1А). При глаукоме, сочетанной с миопией, наряду с гамма-зоной отчетливо диагностировалась бета-зона, для которой характерны дегенеративные изменения РПЭ и фоторецепторов на фоне облитерации хориокапилляров (рис. 1А).





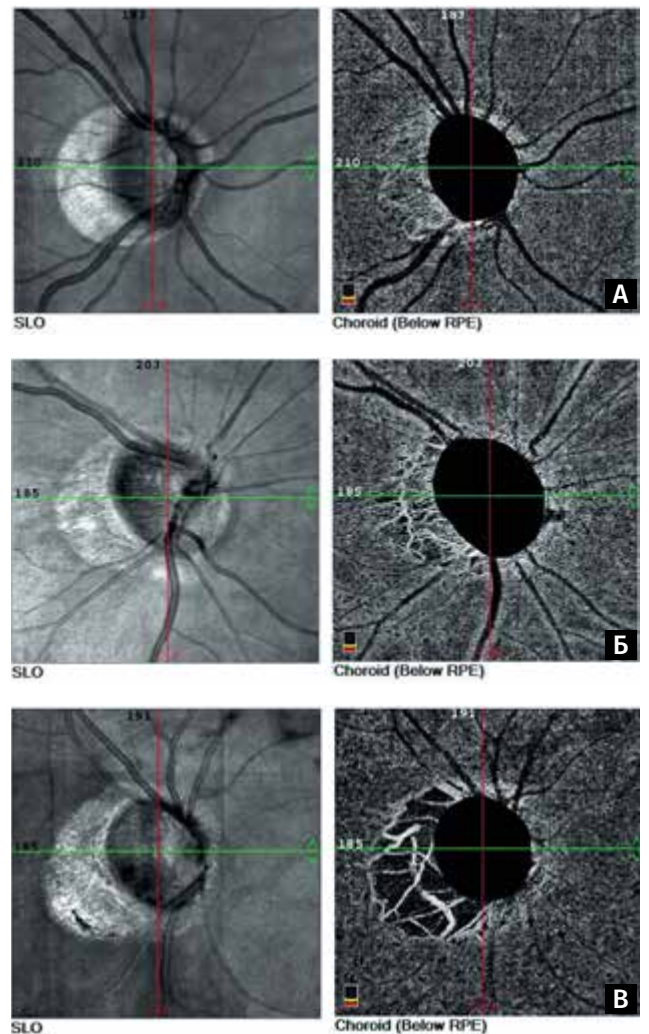
**Рис. 1.** Радиальные сканы ДЗН (1 — МБ, 2 — РПЭ, 3 — хориоида, красная стрелка — гамма-зона, синяя стрелка — бета-зона): А — пациент с миопией; Б — большой глаукомой, ассоциированной с миопией

**Fig. 1.** Radial scans of optic nerve head (1 — Bruch's membrane, 2 — retinal pigment epithelium, 3 — choroid, red arrow — gamma-zone, blue arrow — beta-zone): А — myopia; Б — glaucoma, associated with myopia

Поскольку у пациентов с миопией в зоне ППА отсутствует сосудистая оболочка, а толщина склеры значительно уменьшена, в ходе исследования появилась возможность оценить состояние сосудов Цинна – Галлера. При миопии они хорошо визуализируются, начиная от артериол, отходящих от коротких задних цилиарных артерий, до мелких ветвей, направленных в сторону головки зрительного нерва (рис. 2А). У пациентов же с глаукомой отмечено уменьшение плотности мелких ветвей, идущих по направлению к ДЗН и участвующих в кровоснабжении его преламинарной части и решетчатой мембраны. Между хориокапиллярами и ДЗН выявлены зоны неперфузии. По мере прогрессирования глаукомы происходит нарастание симптоматики вплоть до полной облитерации мелких ветвей (рис. 2Б, В).

**Обсуждение**

С учетом имеющихся данных о том, что хориоида является основным и ведущим коллектором, участвующим в кровоснабжении головки зрительного нерва, в трактовке механизмов формирования глаукомной оптической нейропатии становится вполне обоснованным учитывать ее структурные и функциональные изменения. Несомненно, что причиной формирования глаукомной оптической нейропатии следует считать ишемию ДЗН, возникающую вследствие нарушения перипапиллярного кровотока, имеющего хориоидальный источник кровоснабжения. Уменьшение же толщины хориоидеи у пациентов с глаукомой свидетельствует о несостоятельности трофических и метаболических процессов.



**Рис. 2.** Изображение сканирующего лазерного офтальмоскопа (SLO) и ОКТА на уровне хориокапилляров (Choroid): А — пациент с осевой миопией без глаукомы; Б, В — пациенты с миопией, ассоциированной с различными стадиями глаукомы

**Fig. 2.** Image of scanning laser ophthalmoscope (SLO) and OCT-A on the choriocapillar level: А — axial myopia; Б, В — myopia, associated with various glaucoma stages

Выделение бета- и гамма-зон в ППА определяют течение и развитие как миопических, так и глаукомных изменений ДЗН [18, 19]. Как при миопии, так и при глаукоме формирование ППА происходит при нарушении кровотока в хориоидальных перипапиллярных артериях. Очевидно, что увеличение площади ППА при глаукоме происходит за счет формирования бета-зоны при нарастании хориоидальной недостаточности, обусловленной, возможно, колебаниями офтальмотонуса.

Снижение плотности мелких ветвей и обнажение крупных сосудов артериального круга Цинна - Галлера с формированием зон неперфузии в глазах больных глаукомой, ассоциированной с осевой миопией, может быть результатом уменьшения перфузионного давления и снижения толерантности ДЗН, что согласуется с данными предыдущих исследований [8, 20].

## Литература

- Chen S.J. High myopia as a risk factor in primary open angle glaucoma. *Int J Ophthalmol.* 2012; 5(6):750-753. <http://doi.org/10.3980/j.issn.2222-3959.2012.06.18>
- Jonas J.B., Gusek G.C., Naumann G.O.H. Optic disk morphometry in high myopia. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 1988; 226:587-590. <http://doi.org/10.1111/j.1755-3768.2009.01660.x>
- Dichtl A., Jonas J.B., Naumann G.O. Histomorphometry of the optic disc in highly myopic eyes with absolute secondary angle closure glaucoma. *Br J Ophthalmol.* 1998; 82:286-289. <http://dx.doi.org/10.1136/bjo.82.3.286>
- Corallo G., Capris P., Zingirian M. Perimetric findings in subjects with elevated myopia and glaucoma. *Acta Ophthalmol Scand Suppl.* 1997; 224:30-31.
- Doughty M.J., Zaman M.L. Human corneal thickness and its impact on intraocular pressure measures: a review: a meta-analysis approach. *Surv Ophthalmol.* 2000; 44:367-408. [https://doi.org/10.1016/S0039-6257\(00\)00110-7](https://doi.org/10.1016/S0039-6257(00)00110-7)
- Medeiros F.A., Weinreb R.N. Evaluation of the influence of corneal biomechanical properties on intraocular pressure measurements using the ocular response analyzer. *Glaucoma.* 2006; 15:364-370. <http://doi.org/10.1097/01.iig.0000212268.42606.97>
- Аветисов С.Э., Бубнова И.А., Антонов А.А. Клинико-экспериментальные аспекты изучения биомеханических свойств фиброзной оболочки глаза. *Вестник офтальмологии.* 2013; 5:82-90.
- Волков В.В. Глаукома при псевдонормальном давлении. Москва: Медицина; 2001: 352.
- Gazarek J., Jan J., Kolar R., Odstrcilik J. Bimodal comparison of retinal nerve fibre layer atrophy evaluation. *Proc. Biosignal: Analysis of Biomedical Signals and Images.* 2010; 20:409-413.
- Dichtl A., Jonas J.B., Naumann G.O.H.. Glaucoma in high myopia and parapapillary delta zone. *PLOS ONE.* 2017; 5. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175120>
- Lee J.E., Sung K.R., Park J.M. et al. Optic disc and peripapillary retinal nerve fiber layer characteristics associated with glaucomatous optic disc in young myopia. *Graefes Arch Clin Exper Ophthalmol* 2017; 255(3):591-598. <https://doi.org/10.1007/s00417-016-3542-4>
- Щуко А.Г., Малышев В.В. Оптическая когерентная томография в диагностике глазных болезней. Москва: GEOTAR-Media; 2010: 128.
- Жукова С.И., Юрьева Т.Н., Микова О.И., Самсонов Д.Ю., Григорьева А.В., Пятова Ю.С. ОКТ-ангиография в оценке хориоретинального кровотока при колебании внутриглазного давления у больных первичной открытоугольной глаукомой. *Клиническая Офтальмология.* 2016; 2:98-103. <https://doi.org/10.21689/2311-7729-2016-16-2-98-103>
- Mansouri K., Rao H.L., Hoskens K. et al. Diurnal variations of peripapillary and Macular vessel density in glaucomatous eyes using optical coherence tomography angiography. *J Glaucoma.* 2018; 27(4):336-341. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000914>

## Выводы

Таким образом, визуализация и оценка изменений перипапиллярной сетчатки и сосудов артериального перипапиллярного круга Цинна - Галлера открывают перспективы диагностики глаукомы при сочетанной патологии. Наличие бета-зоны, снижение плотности капилляров, участвующих в кровоснабжении ДЗН, обнажение крупных сосудов артериального круга Цинна - Галлера с формированием зон неперфузии могут стать патогномичными дифференциально-диагностическими критериями глаукомы, ассоциированной с миопией, и использоваться для мониторинга глаукомного процесса.

## References

- Chen S.J. High myopia as a risk factor in primary open angle glaucoma. *Int J Ophthalmol.* 2012; 5(6):750-753. <http://doi.org/10.3980/j.issn.2222-3959.2012.06.18>
- Jonas J.B., Gusek G.C., Naumann G.O.H. Optic disk morphometry in high myopia. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 1988; 226:587-590. <http://doi.org/10.1111/j.1755-3768.2009.01660.x>
- Dichtl A., Jonas J.B., Naumann G.O. Histomorphometry of the optic disc in highly myopic eyes with absolute secondary angle closure glaucoma. *Br J Ophthalmol.* 1998; 82:286-289. <http://dx.doi.org/10.1136/bjo.82.3.286>
- Corallo G., Capris P., Zingirian M. Perimetric findings in subjects with elevated myopia and glaucoma. *Acta Ophthalmol Scand Suppl.* 1997; 224:30-31.
- Doughty M.J., Zaman M.L. Human corneal thickness and its impact on intraocular pressure measures: a review: a meta-analysis approach. *Surv Ophthalmol.* 2000; 44:367-408. [https://doi.org/10.1016/S0039-6257\(00\)00110-7](https://doi.org/10.1016/S0039-6257(00)00110-7)
- Medeiros F.A., Weinreb R.N. Evaluation of the influence of corneal biomechanical properties on intraocular pressure measurements using the ocular response analyzer. *Glaucoma.* 2006; 15:364-370. <http://doi.org/10.1097/01.iig.0000212268.42606.97>
- Avetisov S.E., Bubnova I.A., Antonov A.A. Clinical and experimental aspects of studying the biomechanical properties of the fibrous membrane of the eye. *Vestnik oftalmologii.* 2013; 5:82-90. (In Russ.).
- Volkov V.V. Glaucoma pri psevdonormal'nom davlenii [Normal-tension glaucoma]. Moscow: Meditsina Publ.; 2001: 350. (In Russ.).
- Gazarek J., Jan J., Kolar R., Odstrcilik J. Bimodal comparison of retinal nerve fibre layer atrophy evaluation. *Proc. Biosignal: Analysis of Biomedical Signals and Images.* 2010; 20:409-413.
- Dichtl A., Jonas J.B., Naumann G.O.H.. Glaucoma in high myopia and parapapillary delta zone. *PLOS ONE.* 2017; 5. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175120>
- Lee J.E., Sung K.R., Park J.M. et al. Optic disc and peripapillary retinal nerve fiber layer characteristics associated with glaucomatous optic disc in young myopia. *Graefes Arch Clin Exper Ophthalmol* 2017; 255(3):591-598. <https://doi.org/10.1007/s00417-016-3542-4>
- Schuko A.G., Malyshev V.V. Optical coherent tomography in the diagnosis of eye diseases. Moscow: GEOTAR-Media Publ; 2010; 128. (In Russ.).
- Zhukova S.I., Iureva T.N., Mikova O.I., Samsonov D.Yu., Grigorieva A.V., Pyatova Yu.S. OCT-angiography in the assessment of chorioretinal blood flow in patients with primary open-angle glaucoma with intraocular pressure fluctuations. *Klinicheskaya Oftalmologiya* 2016; 2:98-103. (In Russ.). <https://doi.org/10.21689/2311-7729-2016-16-2-98-103>
- Mansouri K., Rao H.L., Hoskens K. et al. Diurnal variations of peripapillary and Macular vessel density in glaucomatous eyes using optical coherence tomography angiography. *J Glaucoma.* 2018; 27(4):336-341. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000914>

15. Lumbroso B., Huang D., Jia Y. et al. Clinical guide to angio-OCT: non invasive, dyeless OCT angiography. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publ.; 2015: 86.
16. Ishida Tomoka, Jonas Jost B. Ishii, Minami et al. Peripapillary arterial ring of Zinn-Haller in highly myopic eyes as detected by optical coherence tomography angiography. *Retina*. 2017; 37(2):299–304. <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000001165>
17. Шуко А.Г., Юрьева Т.Н. Алгоритмы диагностики и лечения больных первичной глаукомой. Иркутск: Иркутский институт усовершенствования врачей; 2010: 45.
18. Kim T.-W. et al. Optic disc change with incipient myopia of childhood. *Ophthalmology*. 2012; 119(1):21–26. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2011.07.051>
19. Григорьева А.В., Шуко А.Г., Жукова С.И., Самсонов Д.Ю., Юрьева Т.Н., Зайцева Н.В. Дифференциально-диагностические критерии хориоидальной неоваскуляризации при осложненной миопии и экссудативной возрастной макулярной дегенерации. *Современные технологии в офтальмологии*. 2016; 4:69-72.
20. Мозаффари М., Фламмер Й. Кровообращение глаза и глаукомная оптическая нейропатия. СПб.: Эко-Вектор; 2013: 141.
15. Lumbroso B., Huang D., Jia Y. et al. Clinical guide to angio-OCT: non invasive, dyeless OCT angiography. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publ.; 2015: 86.
16. Ishida Tomoka, Jonas Jost B. Ishii, Minami et al. Peripapillary arterial ring of Zinn-Haller in highly myopic eyes as detected by optical coherence tomography angiography. *Retina*. 2017; 37(2):299–304. <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000001165>
17. Shchuko A.G., Iureva T.N. Algoritmy diagnostiki i lecheniya bol'nykh pervichnoy glaukomoy. [Algorithms for the diagnosis and treatment of patients with primary glaucoma]. Irkutsk: Institute of doctors' improvement; 2010: 45. (In Russ.).
18. Kim T.-W. et al. Optic disc change with incipient myopia of childhood. *Ophthalmology*. 2012; 119(1):21–26. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2011.07.051>
19. Grigorieva A.V., Shchuko A.G., Zhukova S.I., Samsonov D.Yu., Iureva T.N., Zaytseva N.V. Differential diagnostic criteria for choroidal neovascularization in complicated myopia and exudative age-related macular degeneration. *Sovremennyye tekhnologii v oftal'mologii* 2016; 4:69-72. (In Russ.).
20. Mozaffari M., Flammer I. Krovoobrashcheniye glaza i glaukomnaya opticheskaya neyropatiya. [Ocular blood circulation and glaucomatous optic neuropathy]. Saint Petersburg: Eco-Vector Publ.; 2013: 141. (In Russ.).

Поступила / Received / 30.10.2018



## СОКТ Copernicus REVO NX

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ В ДИАГНОСТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ СЕТЧАТКИ, ЗРИТЕЛЬНОГО НЕРВА, РОГОВИЦЫ И СКЛЕРЫ  
ОКТ-АНГИОГРАФИЯ. 3D ВИЗУАЛИЗАЦИЯ СОСУДИСТЫХ СПЛЕТЕНИЙ СЕТЧАТКИ И ХОРИОИДЕИ



- Скорость 110 000 А-сканов/сек
- Проведение всех измерений в автоматическом режиме
- Голосовые подсказки в процессе измерения
- Панорамное сканирование сетчатки 12 мм + 12 мм
- Визуализация хориоидеи



Stormoff®

Тел.: (495) 780-0792; (495) 780-7691  
(495) 956-0557

[www.stormoff.com](http://www.stormoff.com)  
[oko@stormoff.com](mailto:oko@stormoff.com)