

Дифференциально-диагностические признаки начальной глаукомы у пациентов с миопией высокой степени

ЗВЕРЕВА О.Г., заведующая глаукомным кабинетом, ассистент кафедры^{1,2};

ЛЯХОВА Е.А., врач-офтальмолог¹;

СЕЛЕЗНЕВ А.В., к.м.н., доцент кафедры оториноларингологии и офтальмологии³;

ГАЗИЗОВА И.Р., д.м.н., заведующая офтальмологическим отделением⁴;

БРЕЖНЕВ А.Ю., д.м.н., заведующий офтальмологическим отделением⁵;

КУРОЕДОВ А.В., д.м.н., профессор кафедры офтальмологии, начальник офтальмологического отделения^{6,7}.

¹ ГАУЗ «РКОБ Минздрава РТ им. проф. Е.В. Адамюка», 420012, Российская Федерация, Казань, ул. Бутлерова, 14;

² «КГМА» — филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, 420012, Российская Федерация, Казань, ул. Бутлерова, 36;

³ ФГБОУ ВО ИвГМА Минздрава России, 153012, Российская Федерация, Иваново, пр. Шереметевский, 8;

⁴ ФГНУ «ИЭМ» РАН, 197376, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Академика Павлова, 12;

⁵ ФГБОУ ВО КГМУ Минздрава России, 305041, Российская Федерация, Курск, ул. К. Маркса, 3;

⁶ ФКУ «ЦВКГ им. П.В. Мандрыка» Минобороны России, 107014, Российская Федерация, Москва, ул. Большая Оленья, 8А;

⁷ ФГАОУ ВО «РНМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, 117997, Российская Федерация, Москва, ул. Островитянова, 1.

Авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.

Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Зверева О.Г., Ляхова Е.А., Селезнев А.В., Газизова И.Р., Брежнев А.Ю., Куроедов А.В. Дифференциально-диагностические признаки начальной глаукомы у пациентов с миопией высокой степени. *Национальный журнал глаукома*. 2020; 19(4):64-72.

Резюме

Клинические и популяционные исследования показали, что миопия средней и высокой степени ассоциирована с повышенным риском первичной открытоугольной глаукомы, глаукомы нормального давления и офтальмогипертензии. Сочетание этих патологий усиливает риск снижения зрения вплоть до слепоты. У пациентов с миопией нередко встречается гипердиагностика или гиподиагностика, если не приняты во внимание специфические различия глаукомных и миопических изменений. Поэтому необходима разработка стандартов диагностики и мониторинга глаукомного процесса у пациентов с осевой миопией, поскольку многообразие данных, а также

несогласованность представлений о типичных признаках глаукомы у пациентов с миопией приводят к затруднению диагностики, позднему выявлению и снижению эффективности курации этой группы пациентов. Данный обзор направлен на анализ имеющихся результатов различных методов диагностики глаукомы у пациентов с осевой близорукостью. Акцентируется внимание на особенностях функциональных и анатомических изменений, встречающихся при осевой миопии и глаукоме.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: глаукома, миопия, тонометрия, оптическая когерентная томография, стандартная автоматическая периметрия.

Для контактов:

Зверева Ольга Германовна, e-mail: olga-zg@mail.ru

ENGLISH

Differential diagnostic signs of glaucoma in patients with high myopia

ZVEREVA O.G., Head of Glaucoma Cabinet, teaching assistant^{1,2};

LYAKHOVA E.A., Ophthalmologist²;

SELEZNEV A.V., Ph.D., Associate Professor, Otorhinolaryngology and Ophthalmology Department³;

GAZIZOVA I.R., Med.Sc.D., Professor, Head of Ophthalmology Department⁴;

BREZHNEV A.YU., Ph.D., Associate Professor of Ophthalmology Department⁵;

KUROYEDOV A.V., Med.Sc.D., Professor, Head of Ophthalmology Department, Head of Ophthalmology Ward^{6,7}.

¹Adamyuk Republican Clinical Ophthalmological Hospital, 14 Butlerova st., Kazan, Russian Federation, 420012;

²Kazan State Medical Academy — branch of Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, 36 Butlerova st., Kazan, Russian Federation, 420012;

³Ivanovo State Medical Academy, 8 Sheremetevsky prosp., Ivanovo, Russian Federation, 153012;

⁴Institute of Experimental Medicine, 12 Akademika Pavlova st., St. Petersburg, Russian Federation, 197376;

⁵Kursk State Medical University, Department of Ophthalmology, 3 K. Marksa st., Kursk, Russian Federation, 305041;

⁶Mandryka Central Military Clinical Hospital, 8A Bolshaya Olenya st., Moscow, Russian Federation, 107014;

⁷Pirogov Russian National Research Medical University (RNRMU), 1 Ostrovityanova st., Moscow, Russian Federation, 1179972.

Conflicts of Interest and Source of Funding: none declared.

For citations: Zvereva O.G., Lyakhova E.A., Seleznev A.V., Gazizova I.R., Brezhnev A.Yu., Kuroyedov A.V. Differential diagnostic signs of glaucoma in patients with high myopia. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2020; 19(4):64-72.

Abstract

Clinical and population-based studies have shown that moderate and high myopia is associated with an increased risk of primary open-angle glaucoma (POAG), normal pressure glaucoma, and ophthalmic hypertension. The combination of these eye pathologies amplifies the risk of decreased vision and can lead to blindness. In eyes with myopia, false overdiagnosis or underdiagnosis are common when specific differences between glaucoma and myopic changes are not taken into account. Therefore, it is necessary to develop standards for the diagnosis and monitoring of the glaucoma process in patients with axial

myopia, especially considering that the diversity of data, as well as the inconsistency of ideas about the typical signs of glaucoma in patients with myopia, make it difficult to diagnose, and can result in late detection and decrease in the effectiveness of observation of this group of patients. This review analyzes the results of various diagnostic methods for glaucoma in patients with axial myopia, and pays special attention to functional and anatomical changes in axial myopia and glaucoma.

KEYWORDS: glaucoma, myopia, tonometry, optical coherence tomography, standard automated perimetry.

Глаукома — это хроническая прогрессирующая оптическая нейропатия, которая объединяет группу заболеваний с характерными морфологическими изменениями головки зрительного нерва (экскавация) и слоя нервных волокон сетчатки (СНВС) при отсутствии другой офтальмопатологии. В настоящее время более 100 миллионов человек по всему миру страдают глаукомой. Глаукома является одной из основных причин необратимых нарушений зрения и слепоты, что позволяет рассматривать ее как глобальную проблему здравоохранения [1].

Миопия — несоразмерный вид рефракции глаза, при котором параллельные лучи света фокусируются перед сетчаткой, а на сетчатке формируется круг

светорассеяния [2]. В настоящее время отмечается рост близорукости во всем мире. К 2050 году близорукость затронет половину населения планеты. Так, например, в странах Восточной и Юго-Восточной Азии, где население имеет средний и высокий уровень дохода, распространенность близорукости заметно возросла за последние полвека [3]. В этих странах более 80–90% молодых людей и почти 40% пожилых людей в возрасте 40 лет и старше имеют близорукость. Подобные тенденции также наблюдаются и в странах Европы и Северной Америки. При неблагоприятном течении миопия становится причиной развития ретинальных осложнений, косоглазия, снижения максимально корригированной

остроты зрения, в тяжелых случаях ведет к инвалидности в трудоспособном возрасте [2]. Также миопия является известным фактором риска глаукомы, кроме того, риск глаукомы увеличивается с возрастом [8-10]. Рост распространенности миопии и глаукомы среди населения, а также сочетание этих двух глазных патологий одновременно у одного и того же пациента могут увеличивать риск снижения зрения вплоть до развития слепоты [11].

Глаукома и рефракция

Взаимосвязь между аномалиями рефракции и глаукомой являлась предметом множества клинических и популяционных исследований. Большинство из них продемонстрировало, что миопия средней и высокой степени ассоциирована с повышенным риском первичной открытоугольной глаукомы, глаукомы нормального давления и офтальмогипертензии [11-13]. Диагностировать глаукому и характерные ей изменения зрительных нервов в миопических глазах бывает довольно трудно, нередко это становится своеобразным вызовом для клинициста.

Рутинная клиническая оценка часто является недостаточной для диагностики глаукомы в сочетании с миопией. Именно поэтому комплексное исследование структурных и функциональных параметров для выявления специфических глаукомных изменений зрительного нерва приобретает огромное значение у лиц с близорукостью. Вместе с тем выполнение этих исследований у пациентов с сочетанной патологией имеет множество подводных камней. Например, миопические глаза могут быть структурно искажены задними стафиломами (которые затрудняют структурную оценку по сравнению с нормативами) или иметь функциональные нарушения на фоне миопической атрофии макулы (где дефекты поля зрения могут быть связаны как с патологией зрительного нерва, так и с макулярной дисфункцией). Таким образом, у пациентов с миопией нередко происходит гипердиагностика глаукомы, если не приняты во внимание специфические различия изменений, развивающихся при этих заболеваниях [11-13].

Данный обзор направлен на анализ имеющихся результатов различных методов диагностики глаукомы у пациентов с осевой близорукостью. Акцентируется внимание на особенностях функциональных и анатомических изменений, встречающихся при осевой миопии и глаукоме.

Тонометрия

У пациентов с близорукостью весьма целесообразным представляется расчет роговично-компенсированного внутриглазного давления (IOPcc, corneal compensated intraocular pressure). IOPcc — это тот офтальмотонус, который имел бы глаз, если бы вязкоэластические свойства роговицы были уже учтены при измерении.

Миопы имеют изменения биомеханических свойств роговицы. Исследование M. Shen et al. в 2007 году показало, что роговичный гистерезис в группе миопов высокой степени был ниже, чем в контрольной группе ($p < 0,01$). Уровни внутриглазного давления (ВГД) по Гольдману (IOPg, Goldmann correlated intraocular pressure) и IOPcc были значительно выше в глазах с миопией высокой степени по сравнению с контролем. В обеих группах были значимые ($p < 0,01$) корреляции между гистерезисом роговицы и центральной толщиной роговицы. При этом роговичный гистерезис значимо не коррелировал с возрастом ни в контрольной группе, ни в группе с миопией высокой степени ($p > 0,05$) [15].

Считается, что биомеханические изменения в корнеосклеральной капсуле при глаукоме и миопии разнонаправлены, однако при развитии сочетанной патологии в большей степени проявляются патологические сдвиги, характерные для глаукомы [14].

В исследованиях M. Detry-Morel (2011) акцентируется внимание на том, что у лиц с осевой миопией роговично-компенсированное ВГД (IOPcc), равное 17 мм рт.ст., является критическим значением и требует начала гипотензивной терапии [16].

Точное измерение ВГД затруднено у пациентов с миопией после рефракционной хирургии. После данных вмешательств, которые изменяют центральную толщину роговицы, кривизну передней части роговицы, биомеханические свойства роговицы, общепринятые виды тонометрии могут быть недостаточно точны. J.S. Repose et al. (2007) продемонстрировали, что использование динамической контурной тонометрии с использованием тонометра Pascal (менее подверженного влиянию изменения кривизны, жесткости, толщины роговицы и ее морфологии) значительно увеличивало достоверности измерения ВГД в глазах после LASIK [17].

Гониоскопия

Считается, что глаза с миопической рефракцией имеют средний или широкий угол передней камеры (УПК) и закрытие угла передней камеры практически не встречается. Однако не следует слепо полагать, что абсолютно все пациенты с данной аномалией рефракции непременно имеют открытый УПК, как было показано в работе M. Hosny et al. [18]. В исследовании K.L. Yong et al., проведенном в 2014 году в Сингапуре среди 427 пациентов с первичным закрытием УПК (143 человека с подозрением на закрытие угла, 75 пациентов с первичным хроническим закрытием угла, 165 пациентов с первичной закрытоугольной глаукомой и 44 пациента с острым первичным закрытием угла), у 22% была миопия. Отмечается, что с увеличением частоты близорукости в восточноазиатских популяциях появляется много пациентов с осевой миопией с мелкой передней камерой и первичным закрытием угла [19].

В работе Г.В. Шкробец (2014) были изучены анатомо-топографические особенности структур переднего сегмента глаза с помощью ультразвуковой биомикроскопии у 89 пациентов с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ) и близорукостью. Были выделены группы с учетом уровня ретенции камерной влаги: 1-я подгруппа — 28 глаз с претрабекулярным уровнем ретенции за счет большей выраженности гребенчатой связки (*ligamentum rectinatum*), переднего прикрепления корня радужки на отдельных участках по периметру УПК, новообразованных сосудов, растающих в трабекулу из большого круга кровообращения радужки; 2-я подгруппа — 42 глаза с трабекулярным уровнем ретенции за счет гиперпигментации трабекулы и шлеммова канала; 3-я подгруппа — 19 глаз с частичной блокадой задней камеры за счет пролапса корня радужки в сочетании с пигментацией трабекулы [20].

Таким образом, гониоскопия должна быть выполнена у любого пациента с подозрением на глаукому, независимо от клинической рефракции.

Периметрия

Периметрия считается одним из основных методов диагностики глаукомы, отражающих функциональное состояние зрительного анализатора. Интерпретация светочувствительности сетчатки значительно осложняется при сочетании глаукомы с осевой миопией, поскольку даже при изолированной миопии высокой степени, особенно при наличии крупных дисков зрительных нервов (ДЗН), светочувствительность сетчатки значительно снижена [21], кроме этого, имеют место дефекты поля зрения [26-29], которые коррелируют со степенью миопии [22, 23] и возрастом [22, 24], что, к сожалению, не отражено в базах данных автоматических периметров.

Дефекты поля зрения при осевой близорукости описываются по своему характеру как мультиформные и разноуровневые [24] и могут зависеть также от способа и степени коррекции аметропии при проведении исследования [23-25] и иногда быть похожими на таковые при глаукоме.

В случае глаукомы без миопии характерна локализация ранних дефектов полей зрения в зоне Бьеррума и назальном секторе в виде «назальной ступеньки». Центральное же поле зрения часто сохранено до поздней стадии. При глаукоме в сочетании с близорукостью чаще выявляются центральные или парацентральные скотомы, вследствие дефектов СНВС в области папилломакулярного пучка.

Y. Kimura et al. (2012) провели исследования состояния слоя нервных волокон в зоне папилломакулярного пучка и соответствующих периметрических изменений в зоне от 0° и 10°. Сравнивали 61 пациента с миопией высокой степени и 55 пациентов с низкой степенью миопии. Периметрические дефекты в зоне от 0° и 10° имели 27 (44,3%)

глаз с миопией высокой степени и 8 (14,5%) глаз с низкой степенью миопии ($p < 0,001$). Это, в свою очередь, позволило сделать вывод о том, что глаза с высокой степенью миопии более восприимчивы к повреждению папилломакулярного пучка [25].

M. Hangai et al. (2014 году) продемонстрировали важность использования программы 10-2 при проведении компьютерной периметрии у пациентов с глаукомой. Это связано с тем, что стандартно используемая программа 24-2 имеет низкую специфичность при обнаружении дефектов центрального или парацентрального поля зрения [26].

При динамическом наблюдении за пациентами с осевой миопией и глаукомой отмечена прямая зависимость между степенью близорукости и скоростью прогрессирования дефектов полей зрения. По данным Y.A. Lee et al. (2008), при наличии глаукомы у пациентов со слабой степенью миопии за 5 лет наблюдения происходит потеря поля зрения на 15,1%, со средней степенью — на 10,5%, с высокой степенью — на 34,4%, а у пациентов с близорукостью выше -9,0 дптр потеря поля зрения за 5 лет составляет 38,9% [27].

Важно помнить, что при миопии рефракционная ошибка и коррекция ее часто влияют на достоверность результата исследования [28-30].

Таким образом, несмотря на общепризнанную ключевую позицию в диагностике глаукомы, периметрия не имеет высокой специфичности в диагностике сочетанной патологии глаукомы с осевой близорукостью в связи с наличием и прогрессированием периметрических дефектов, сопутствующих самой аметропии, которые маскируют глаукомные изменения полей зрения.

Офтальмоскопия

Офтальмоскопически непросто отличить миопические диски зрительного нерва от глаукомных. Во-первых, в глазах с близорукостью высокой степени отсутствует цветовой контраст между розовым нейроретинальным пояском (НРП) и бледной экскавацией диска, так как нейроретинальный пояссок в таких глазах сам по себе бледнее. Во-вторых, пространственный контраст между высотой НРП и дном экскавации уменьшается из-за уплощения экскавации в «перерастянутых» дисках с измененной решетчатой пластинкой. В-третьих, обзор затрудняет часто встречающееся косое (наклонное) вхождение ДЗН. В-четвертых, оценка СНВС в перипапиллярном секторе затрудняется из-за повышенной контрастной яркости подлежащих перипапиллярных тканей [31]. Кроме того, структура заднего полюса глаза при миопии может быть искажена задними стафиломами и миопической атрофией макулы, которые затрудняют морфометрический анализ. При этом могут быть и соответствующие функциональные нарушения, где дефекты поля зрения могут

быть связаны как со зрительным нервом, так и с макулярной дисфункцией. Таким образом, в глазах с миопией высокой степени нередко возможна гипердиагностика, если не приняты во внимание существующие различия между миопическими и глаукоматозными изменениями [32, 33].

При миопии форма и размеры ДЗН значительно варьируют.

Так, у лиц с миопической рефракцией встречаются так называемые «атипичные» ДЗН, среди которых выделяют 6 форм:

- 1) поперечные;
- 2) продольные;
- 3) наклонные;
- 4) большие;
- 5) проминирующие;
- 6) диски с большой экскавацией.

Атипичные диски характеризуются специфичным для каждого вида распределением площади НРП по секторам и особенностями его изменений при развитии глаукомного процесса [33].

Проминирующие и наклонные диски маскируют глаукомные признаки. Например, большие, продольные, поперечные и диски с большой экскавацией — симулируют их. При этом известно, что крупные ДЗН изначально более подвержены глаукомным изменениям [34].

Атипичные диски приводят к возникновению погрешности измерения основных параметров, учитываемых при диагностике глаукомы: увеличение размера и изменение формы НРП, увеличение площади и глубины экскавации ДЗН.

Оптическая когерентная томография (ОКТ)

В статье Y.N. Hwang et al. (2012) с помощью Cirrus HD-ОСТ проводили измерение толщины НРП в выборке из 55 глаз с миопией. Было проанализировано 72 изображения с интервалами 5° для каждого глаза поперечного сечения головки зрительного нерва с изучением факторов, связанных с ошибкой оборудования в обнаружении краев ДЗН и краев экскавации. Ошибки в измерении НРП с помощью Cirrus HD-ОСТ были обнаружены в миопических глазах, особенно в глазах с перипапиллярной атрофией, более высокими степенями миопии, большим переднезадним размером глазного яблока, непрозрачностью стекловидного тела или острым углом наклона экскавации. Эти данные следует учитывать при интерпретации толщины НРП, измеренной с помощью Cirrus HD-ОСТ [35].

K. Kubasik-Kadna et al. (2013) в своей работе провели стандартное офтальмологическое обследование и сканирующую лазерную офтальмоскопию с томографией сетчатки. У пациентов с миопией средней и высокой степеней было отмечено увеличение площади и объема ДЗН, а также площади и объема НРП по сравнению с глазами с эмметропией. У пациентов

с миопией высокой степени без глаукомы наблюдалось увеличение площади и глубины экскавации зрительного нерва [36]. R. Gvozdenovi et al. (2013) показали, что при развитии глаукомного дегенеративного процесса наиболее часто поражающимся у пациентов с миопией высокой степени является носовой сегмент НРП, у пациентов с миопией слабой степени — нижнетемпоральный. Менее повреждающийся у обеих групп пациентов — темпоральный сегмент [37].

Из вышесказанного следует вывод о том, что выделение наиболее точных признаков глаукомных изменений ДЗН у пациентов с осевой миопией остается актуальным вопросом в связи с вариабельностью изменений формы и размеров дисков у этих больных. Как и в случае использования показателя толщины СНВС, оценка основных параметров ДЗН у данной группы пациентов требует накопления дополнительных знаний для прецизионной интерпретации.

Еще один параметр, которому в настоящее время уделяется внимание как одному из чувствительных диагностических тестов при проведении морфометрии ДЗН у пациентов с глаукомой — зона отверстия в мембране Бруха (ВМО, Bruch's membrane opening area). Исследуется кратчайшее расстояние от края линии, соответствующей мембране Бруха, до внутренней пограничной мембраны в проекции ДЗН, измеренное с помощью оптической когерентной томографии (ОКТ) [38].

K. Mizumoto et al. (2014) опубликовали результаты исследования, включающего в общей сложности 57 глаз 33 пациентов. Была проведена статическая периметрия и ОКТ с измерением толщины слоя перипапиллярных нервных волокон сетчатки (RNFL, retinal nerve fiber layer thickness) и минимальной ширины ободка в отверстии мембраны Бруха (ВМО-MRW, Bruch's membrane opening-minimum rim width). У пациентов с осевой миопией и глаукомой толщина ВМО-MRW меньше по сравнению со здоровыми пациентами и, кроме этого, ассоциирована с функциональными глаукомными изменениями. Вопрос об использовании данного показателя в диагностике глаукомного повреждения ДЗН у лиц с близорукостью остается открытым в связи с недостаточным количеством исследований с включением данного показателя и отсутствием протоколов ОКТ-сканирования для атипичных ДЗН [38].

F. Zheng et al. (2018) представили результаты, основанные на наблюдении 212 глаз с миопией высокой степени (80 с глаукомой и 60 здоровых) и 288 глаз без миопии (96 с глаукомой и 88 здоровых). Было продемонстрировано, что в группа с миопией и без миопии в сочетании глаукомой 32,1 и 8,2% соответственно имели в одном и более меридианах неинтерпретируемый параметр ВМО. В здоровых глазах эта пропорция составляла 28,0 и 3,9% соответственно. Таким образом, в выборке с миопией высокой степени в ниже- и верхнетемпоральном

и темпоральном секторах был нечитаемый ВМО, что связано с такими факторами, как: увеличенный размер переднезадней оси глаза, развитая глаукома, молодой возраст и большая выраженность бета-зоны перипапиллярной атрофии [39].

Многими авторами подтверждено, что у пациентов с глаукомой снижена толщина комплекса ганглиозных клеток сетчатки в макулярной области, позволяющая использовать данный показатель для диагностики и мониторинга прогрессирования глаукомы [40, 41].

Исследование кровотока

Основными источниками кровоснабжения решетчатой мембраны, которая, как известно, является основной повреждающейся структурой при воздействии повышенного ВГД, являются интрасклеральные сосуды артериального перипапиллярного круга Цинна - Галлера, образованного ветвями медиальной и латеральной задних коротких цилиарных артерий [42]. Их визуализация становится возможной как на структурных ОКТ, так и на фронтальных сканах, полученных в режиме ОКТ-ангиографии, 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 [43], но и изучение особенностей их кровоснабжения.

Так, С.И. Жукова с соавт. (2019) сравнивали изменения перипапиллярной сетчатки и сосудов артериального перипапиллярного круга Цинна - Галлера у пациентов с миопией высокой степени, ассоциированной с глаукомой, и без таковой. По данным ОКТ, миопы с сочетанной патологией имели достоверное уменьшение площади НРП ($1,03 \pm 0,36$ против $1,6 \pm 0,42$ мм² у пациентов без глаукомы; $p=0,05$), что закономерно обусловлено трансформацией ДЗН при формировании глаукомной оптической нейропатии. Также было отмечено достоверно значимое уменьшение толщины хориоидеи в проекции фовеа у пациентов с глаукомой ($124,33 \pm 37,06$ против $258 \pm 69,06$ мкм; $p=0,0009$), особенно в нижнем ($131,36 \pm 41,98$ и $226,5 \pm 98,13$ мкм; $p=0,01$) и носовом ($57,63 \pm 9,81$ и $216 \pm 122,4$ мкм; $p=0,0006$) сегментах, участвующих в кровоснабжении нижнетемпоральной части ДЗН. Это, в свою очередь, сопровождалось увеличением площади перипапиллярной атрофии, формирующейся в нижнетемпоральном секторе диска. При глаукоме, сочетанной с миопией высокой степени, наряду с гамма-зоной отчетливо диагностировалась бета-зона, для которой характерны дегенеративные изменения ретинального пигментного эпителия и фоторецепторов на фоне облитерации хориокапилляров. По данным ОКТ-ангиографии, при изолированной миопии хорошо

визуализируются сосуды круга Цинна - Галлера, начиная от артериол, отходящих от коротких задних цилиарных артерий, до мелких ветвей, направленных в сторону головки зрительного нерва. У пациентов же с сочетанной патологией отмечено уменьшение плотности мелких ветвей, идущих по направлению к ДЗН и участвующих в кровоснабжении его преламинарной части и решетчатой пластинки склеры. Между хориокапиллярами и ДЗН выявлены зоны неперфузии. По мере прогрессирования глаукомы происходит нарастание симптоматики вплоть до полной облитерации мелких ветвей [44].

Биомеханические параметры

При миопии имеют место морфологические изменения структур глазного яблока, а именно нарушение упругоэластических свойств фиброзной оболочки и гемодинамики, что создает предпосылки для более быстрого развития глаукомной оптико-нейропатии.

Слабое место, с биомеханической точки зрения, в фиброзной оболочке глазного яблока представляет диск зрительного нерва. Решетчатая пластинка склеры (РПС), представляющая собой фиброзную оболочку, обеспечивает структурную и функциональную поддержку аксонам ганглиозных клеток сетчатки на пути их движения из среды с относительно высоким давлением внутри глаза в область пониженного давления в ретробульбарном и субарахноидальном пространстве [45, 46].

В своем обзоре Y.Q. Nicholas et al. (2017) продемонстрировали, что осевое удлинение миопического глаза способствует растяжению и истончению решетчатой пластинки и перипапиллярной части склеры. Потеря биомеханической прочности вокруг решетчатой пластинки вызывает механическое повреждение аксонов ганглионарных клеток сетчатки при прохождении их через отверстия в РПС. Повреждение ганглионарных клеток сетчатки происходит на фоне снижения градиента давления — между давлением спинномозговой жидкости в ретробульбарной части зрительного нерва (его понижением) и ВГД (его повышением) [46].

Важным моментом является и то, что встречающиеся при близорукости деформации ДЗН, такие как наклон и косое вхождение диска, могут еще больше увеличить нагрузку на решетчатую пластинку. Все это приводит к дефектам РПС, которые играют патологическую роль в развитии глаукомы [47, 48].

Y. Savada et al. (2018) в течение 7 месяцев наблюдали 159 близоруких пациентов, имеющих характерные для глаукомы изменения в полях зрения. Авторы проводили серию ОКТ-исследований ДЗН, обращая внимание на наличие дефектов в решетчатой пластинке. Были получены следующие данные: так, 64 (40,3%) пациента имели структурные дефекты в решетчатой пластинке, причем местоположение

дефекта в РПС соответствовало местоположению имеющихся дефектов поля зрения. Однако за 7 лет наблюдения не было установлено прогрессирования изменений полей зрения по данным компьютерной периметрии ($MD -0,06 \pm 0,22$ дБ/год), что обычно свойственно глаукоме. Важным моментом является и то, что у пациентов с исходно более низким уровнем ВГД (16,0 мм рт.ст.) имеющиеся дефекты полей зрения не прогрессировали, в отличие от пациентов с исходно более высоким уровнем ВГД (более 21 мм рт.ст.) и дефектами в решетчатой пластинке [49].

Предполагается, что при миопии дефекты в структуре решетчатой пластинки имеют вне зависимости от уровня ВГД, и это может стать причиной повреждения ганглиозных клеток сетчатки с прогрессированием глаукоматозных изменений при воздействии более высоких значений ВГД [49].

О.В. Братко с соавт. (2015) было показано, что центральная толщина роговицы (ЦТР) и ее соотношение с переднезадней осью глаза при миопической рефракции характеризуются большим разбросом значений ЦТР; статистически значимым увеличением среднего значения ЦТР по сравнению с эметропией ($554,62 \pm 34,38$ и $544,21 \pm 34,25$ мкм); увеличением доли толстых роговиц с 32,67% при эметропии до 45,19% при миопии и уменьшением доли тонких роговиц при миопии по сравнению с эметропией (17,8 и 21,0% соответственно). Корреляция ЦТР и ПЗО глаза при эметропии и миопии имела обратную направленность [50].

Также в ходе этого исследования была выделена основа биомеханических нарушений при глаукоме на фоне миопии — уменьшение толщины пучка склеры и увеличение доли тонких пучков склеры в 2,5 раза по сравнению с глаукомой на фоне эметропии. В обеих группах выявлена прямая корреляция толщины склеры и кератопахиметрической толщины роговицы. Была применена эластотометрия для оценки биомеханических особенностей фиброзной оболочки глазного яблока [50].

Заключение

В заключение стоит отметить, что при проведении оценки глаукомы в сочетании с миопией требуется мультимодальный и индивидуализированный подход. Дифференциальная диагностика глаукомы

Литература

1. Национальное руководство по глаукоме: для практикующих врачей. Под ред. Е.А. Егорова, В.П. Еричева. 4-е изд. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2019. 384 с.
2. Миопия. В кн.: Офтальмология: клинические рекомендации. Под ред. В.В. Нероева. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2019: 228-266.
3. Pan C.W., Dirani M., Cheng C.Y., Wong T.Y., Saw S.M. The age-specific prevalence of myopia in Asia: a meta-analysis. *Optom Vis Sci.* 2015; 92(3):258-266. doi: 10.1097/OPX.0000000000000516
4. Holden B.A., Fricke T.R., Wilson D.A. et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology.* 2016; 123(5):1036-1042. doi: 10.1016/j.ophtha.2016.01.006

у пациентов с осевой близорукостью сложна и требует проведения глубокого и расширенного обследования, а также разработки стандартов диагностики и мониторинга глаукомы для этой категории больных. Среди обязательных мероприятий — индивидуальный расчет роговично-компенсированного давления для выявления основного фактора риска развития данного заболевания — офтальмогипертензии, а также для правильной интерпретации показателей ВГД. При проведении периметрии необходимо учитывать влияние аметропии, способа и степени ее оптической коррекции на характер дефектов полей зрения, а также уровень светочувствительности сетчатки. К сожалению, эти параметры не внесены в базы данных современных периметров. Офтальмоскопическая и морфометрическая оценка ДЗН при глаукоме и осевой миопии трудна и неоднозначна в силу большой вариабельности анатомии ДЗН у данных пациентов. На сегодняшний день незавершенным является поиск параметров ДЗН, которые были бы достоверными и чувствительными при развитии глаукомы в глазах с миопией. Представляется целесообразным использование методов морфометрической диагностики не только структур ДЗН, но также и сетчатки в макулярной и перипапиллярной областях. Исследованию толщины комплекса ганглиозных клеток и внутреннего плексиформного слоя уделяется особое внимание как параметру, минимально зависящему от величины переднезадней оси глаза. Особенно важна с точки зрения диагностики толщина комплекса ГКС в нижнетемпоральном отделе сетчатки, которая в отличие от параметров верхнего, нижнего и носового секторов в наименьшей степени коррелирует со степенью миопии. Стоит отметить, что коррекция нормативной базы оптических когерентных томографов в зависимости от степени миопии и возраста пациентов также является актуальной задачей.

Целесообразна разработка стандартов диагностики и мониторинга глаукомного процесса у пациентов с осевой миопией, поскольку многообразие данных, а также несогласованность представлений о типичных признаках глаукомы у пациентов с миопией приводят к затруднению диагностики, позднему выявлению и снижению эффективности ведения и наблюдения этой группы пациентов.

References

1. National Guidelines for Glaucoma: Manual for the doctors, 4th ed. E.A. Egorov, V.P. Eriчев, eds. Moscow: GEOTAR-Media Publ.; 2019. 384 p. (In Russ.).
2. Myopia. In: *Ophthalmology: clinical practice guidelines.* V.V. Neroev, ed. Moscow: GEOTAR-Media; 2019: 228-266. (In Russ.).
3. Pan C.W., Dirani M., Cheng C.Y., Wong T.Y., Saw S.M. The age-specific prevalence of myopia in Asia: a meta-analysis. *Optom Vis Sci.* 2015; 92(3):258-266. doi: 10.1097/OPX.0000000000000516
4. Holden B.A., Fricke T.R., Wilson D.A. et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology.* 2016; 123(5):1036-1042. doi: 10.1016/j.ophtha.2016.01.006

5. Koh V., Yang A., Saw S.M. et al. Differences in prevalence of refractive errors in young Asian males in Singapore between 1996-1997 and 2009-2010. *Ophthalmic Epidemiol.* 2014; 21(4):247-255. doi: 10.3109/09286586.2014.928824
6. Wong T.Y., Foster P.J., Hee J. et al. Prevalence and risk factors for refractive errors in adult Chinese in Singapore. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2000; 41(9):2486-2494.
7. Marcus M.W., de Vries M.M., Junoy Montolio F.G., Jansonius N.M. Myopia as a risk factor for open-angle glaucoma: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology.* 2011; 118(10):1989-94.e2. doi: 10.1016/j.ophtha.2011.03.012
8. Cedrone C., Mancino R., Ricci F. et al. The 12-year incidence of glaucoma and glaucoma-related visual field loss in Italy: the Ponza eye study. *J Glaucoma.* 2012; 21(1):1-6. doi: 10.1097/JG.0b013e3182027796
9. Czudowska M.A., Ramdas W.D., Wolfs R.C. et al. Incidence of glaucomatous visual field loss: a ten-year follow-up from the Rotterdam Study. *Ophthalmology.* 2010; 117(9):1705-1712. doi: 10.1016/j.ophtha.2010.01.034
10. Aghamolaei H., Nejat F., Jadidi K. Evaluating the effectiveness of education in improving public knowledge and awareness of glaucoma. *J Ophthalmic Vis Res.* 2019; 14(1):121-122. doi: 10.4103/jovr.jovr_55_18
11. Knapp A. Glaucoma in myopic eyes. *Trans Am Ophthalmol Soc.* 1925; 23:61-70.
12. Podos S.M., Becker B., Morton W.R. High myopia and primary open-angle glaucoma. *Am J Ophthalmol.* 1966; 62(6):1038-1043.
13. Abdalla M.I., Hamdi M. Applanation ocular tension in myopia and emmetropia. *Br J Ophthalmol.* 1970; 54(2):122-125. doi:10.1136/bjo.54.2.122
14. Акопян А.И., Еричев В.П., Иомдина Е.Н. Ценность биомеханических параметров глаза в трактовке развития глаукомы, миопии и сочетанной патологии. *Глаукома.* 2008; 1:9-14.
15. Lu F., Xu S., Qu J. et al. Central corneal thickness and corneal hysteresis during corneal swelling induced by contact lens wear with eye closure. *Am J Ophthalmol.* 2007; 143(4):616-622. doi:10.1016/j.ajo.2006.12.031
16. Detry-Morel M. Facteurs de risque : la myopie [Is myopia a risk factor for glaucoma?]. *J Fr Ophtalmol.* 2011; 34(6):392-395. doi: 10.1016/j.jfo.2011.03.009
17. Pepose J.S., Feigenbaum S.K., Qazi M.A. et al. Changes in corneal biomechanics and intraocular pressure following LASIK using static, dynamic, and noncontact tonometry. *Am J Ophthalmol.* 2007; 143(1):39-47. doi: 10.1016/j.ajo.2006.09.036
18. Hosny M., Alio J.L., Caramonte P. et al. Relationship between anterior chamber depth, refractive state, corneal diameter, and axial length. *J Refract Surg.* 2000; 16(3):336-340.
19. Yong K.L., Gong T., Nongpiur M.E. et al. Myopia in asian subjects with primary angle closure: implications for glaucoma trends in East Asia. *Ophthalmology.* 2014; 121(8):1566-1571. doi: 10.1016/j.ophtha.2014.02.006
20. Шкребец Г.В., Овсянников В.Г. Особенности строения иридоцилиарной системы глаза у пациентов с глаукомой в сочетании с близорукостью с позиций современных методов диагностики. *Журнал фундаментальной медицины и биологии.* 2013; 1.
21. Nakamura M., Kato K., Kamata S. et al. Effect of refractive errors on multifocal VEP responses and standard automated perimetry tests in a single population. *Doc Ophthalmol.* 2014; 128(3):179-189. doi: 10.1007/s10633-014-9431-4
22. Koller G., Haas A., Zulauf M. et al. Influence of refractive correction on peripheral visual field in static perimetry. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2001; 239(10):759-762. doi: 10.1007/s004170100366
23. Rudnicka A.R., Edgar D.F. Automated static perimetry in myopes with peripapillary crescents. Part II. *Ophthalmic Physiol Optics.* 1996; 16(5):416-429.
24. Du C., Wu X., Wang J. [The correlation between changes of static central visual fields and posterior polar lesions in high myopia]. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi [Chinese J Ophthalmology].* 1995; 31(4):264-267.
25. Kimura Y., Hangai M., Morooka S. et al. Retinal nerve fiber layer defects in highly myopic eyes with early glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2012; 53(10):6472-6478. doi: 10.1167/iovs.12-10319
26. Hangai M., Ikeda H.O., Akagi T., Yoshimura N. Paracentral scotoma in glaucoma detected by 10-2 but not by 24-2 perimetry. *Jpn J Ophthalmol.* 2014; 58(2):188-196. doi: 10.1007/s10384-013-0298-9
27. Lee Y.A., Shih Y.F., Lin L.L. et al. Association between high myopia and progression of visual field loss in primary open-angle glaucoma. *J Formos Med Assoc.* 2008; 107(12):952-957. doi: 10.1016/S0929-6646(09)60019-X
5. Koh V., Yang A., Saw S.M. et al. Differences in prevalence of refractive errors in young Asian males in Singapore between 1996-1997 and 2009-2010. *Ophthalmic Epidemiol.* 2014; 21(4):247-255. doi: 10.3109/09286586.2014.928824
6. Wong T.Y., Foster P.J., Hee J. et al. Prevalence and risk factors for refractive errors in adult Chinese in Singapore. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2000; 41(9):2486-2494.
7. Marcus M.W., de Vries M.M., Junoy Montolio F.G., Jansonius N.M. Myopia as a risk factor for open-angle glaucoma: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology.* 2011; 118(10):1989-94.e2. doi: 10.1016/j.ophtha.2011.03.012
8. Cedrone C., Mancino R., Ricci F. et al. The 12-year incidence of glaucoma and glaucoma-related visual field loss in Italy: the Ponza eye study. *J Glaucoma.* 2012; 21(1):1-6. doi: 10.1097/JG.0b013e3182027796
9. Czudowska M.A., Ramdas W.D., Wolfs R.C. et al. Incidence of glaucomatous visual field loss: a ten-year follow-up from the Rotterdam Study. *Ophthalmology.* 2010; 117(9):1705-1712. doi: 10.1016/j.ophtha.2010.01.034
10. Aghamolaei H., Nejat F., Jadidi K. Evaluating the effectiveness of education in improving public knowledge and awareness of glaucoma. *J Ophthalmic Vis Res.* 2019; 14(1):121-122. doi: 10.4103/jovr.jovr_55_18
11. Knapp A. Glaucoma in myopic eyes. *Trans Am Ophthalmol Soc.* 1925; 23:61-70.
12. Podos S.M., Becker B., Morton W.R. High myopia and primary open-angle glaucoma. *Am J Ophthalmol.* 1966; 62(6):1038-1043.
13. Abdalla M.I., Hamdi M. Applanation ocular tension in myopia and emmetropia. *Br J Ophthalmol.* 1970; 54(2):122-125. doi:10.1136/bjo.54.2.122
14. Akopyan A.I., Eriчев V.P., Iomdina E.N. Importance of fibrous capsule's biomechanical properties in interpretation of development of the glaucoma, myopia and their combination pathology. *Glaucoma.* 2008; 1:9-14. (In Russ.)
15. Lu F., Xu S., Qu J. et al. Central corneal thickness and corneal hysteresis during corneal swelling induced by contact lens wear with eye closure. *Am J Ophthalmol.* 2007; 143(4):616-622. doi:10.1016/j.ajo.2006.12.031
16. Detry-Morel M. Facteurs de risque : la myopie [Is myopia a risk factor for glaucoma?]. *J Fr Ophtalmol.* 2011; 34(6):392-395. doi: 10.1016/j.jfo.2011.03.009
17. Pepose J.S., Feigenbaum S.K., Qazi M.A. et al. Changes in corneal biomechanics and intraocular pressure following LASIK using static, dynamic, and noncontact tonometry. *Am J Ophthalmol.* 2007; 143(1):39-47. doi: 10.1016/j.ajo.2006.09.036
18. Hosny M., Alio J.L., Caramonte P. et al. Relationship between anterior chamber depth, refractive state, corneal diameter, and axial length. *J Refract Surg.* 2000; 16(3):336-340.
19. Yong K.L., Gong T., Nongpiur M.E. et al. Myopia in asian subjects with primary angle closure: implications for glaucoma trends in East Asia. *Ophthalmology.* 2014; 121(8):1566-1571. doi: 10.1016/j.ophtha.2014.02.006
20. Shkrebet G.V., Ovsyannikov V.G. Structural features of the iridociliary system of the eye in patients with glaucoma in combination of myopia with the position of modern diagnostic methods. *Journal of Fundamental Medicine and Biology.* 2013; 1. (In Russ.)
21. Nakamura M., Kato K., Kamata S. et al. Effect of refractive errors on multifocal VEP responses and standard automated perimetry tests in a single population. *Doc Ophthalmol.* 2014; 128(3):179-189. doi: 10.1007/s10633-014-9431-4
22. Koller G., Haas A., Zulauf M. et al. Influence of refractive correction on peripheral visual field in static perimetry. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2001; 239(10):759-762. doi: 10.1007/s004170100366
23. Rudnicka A.R., Edgar D.F. Automated static perimetry in myopes with peripapillary crescents. Part II. *Ophthalmic Physiol Optics.* 1996; 16(5):416-429.
24. Du C., Wu X., Wang J. [The correlation between changes of static central visual fields and posterior polar lesions in high myopia]. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi [Chinese J Ophthalmology].* 1995; 31(4):264-267.
25. Kimura Y., Hangai M., Morooka S. et al. Retinal nerve fiber layer defects in highly myopic eyes with early glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2012; 53(10):6472-6478. doi: 10.1167/iovs.12-10319
26. Hangai M., Ikeda H.O., Akagi T., Yoshimura N. Paracentral scotoma in glaucoma detected by 10-2 but not by 24-2 perimetry. *Jpn J Ophthalmol.* 2014; 58(2):188-196. doi: 10.1007/s10384-013-0298-9
27. Lee Y.A., Shih Y.F., Lin L.L. et al. Association between high myopia and progression of visual field loss in primary open-angle glaucoma. *J Formos Med Assoc.* 2008; 107(12):952-957. doi: 10.1016/S0929-6646(09)60019-X

28. Aung T., Foster P.J., Seah S.K. et al. Automated static perimetry: the influence of myopia and its method of correction. *Ophthalmology*. 2001; 108 (2):290-295. doi: 10.1016/s0161-6420(00)00497-8
29. Koller G., Haas A., Zulauf M. et al. Influence of refractive correction on peripheral visual field in static perimetry. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2001; 239(10):759-762. doi: 10.1007/s004170100366
30. Niederhauser S., Mojon D.S. In kinetic perimetry high refractive errors also influence the isopter position outside the central 30 degrees. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2002; 219(4):201-205. doi: 10.1159/000067554
31. Yamashita T., Kii Y., Tanaka M. et al. Relationship between supernormal sectors of retinal nerve fibre layer and axial length in normal eyes. *Acta Ophthalmol*. 2014; 92(6):e481-7. doi: 10.1111/aos.12382
32. Zeimer R.C., Ogura Y. The relation between glaucomatous damage and optic nerve head mechanical compliance. *Arch Ophthalmol*. 1989; 107 (8): 1232-4. doi: 10.1001/archoph.1989.01070020298042
33. Еричев В.П., Акопян А.И. Некоторые корреляционные взаимоотношения параметров ретинографического исследования. *Глаукома*. 2006; 2: 24-28.
34. Акопян А.И. Дифференциально-диагностические критерии изменений диска зрительного нерва при глаукоме и миопии. М.; 2008.
35. Hwang Y.H., Kim Y.Y., Jin S. et al. Errors in neuroretinal rim measurement by Cirrus high-definition optical coherence tomography in myopic eyes. *Br J Ophthalmol*. 2012; 96(11):1386-1390. doi: 10.1136/bjophthalmol-2012-301713
36. Kubasik-Kładna K., Karczewicz D. Ocena morfologii tarczy nerwu wzrokowego w oczach krótkowzrocznych w zależności od wielkości wady [Morphology of the optic nerve disc in eyes with myopia in correlation to the refractive error]. *Klin Oczna*. 2013; 115(1):20-24.
37. Gvozdrenović R., Risović D., Marjanović I. et al. Morphometric characteristics of optic disc in patients with myopia and primary open-angle glaucoma. *Vojnosanit Pregl*. 2013; 70(1):51-56. doi: 10.2298/vsp111229024g
38. Mizumoto K., Goshō M., Zako M. Correlation between optic nerve head structural parameters and glaucomatous visual field indices. *Clin Ophthalmol*. 2014; 8:1203-1208. doi: 10.2147/OPHT.S62521
39. Zheng F., Wu Z., Leung C.K.S. Detection of Bruch's membrane opening in healthy individuals and glaucoma patients with and without high myopia. *Ophthalmology*. 2018; 125(10):1537-1546. doi: 10.1016/j.ophtha.2018.04.031
40. Rao H.L., Yadav R.K., Addepalli U.K. et al. Comparing spectral-domain optical coherence tomography and standard automated perimetry to diagnose glaucomatous optic neuropathy. *J Glaucoma*. 2015; 24(5):e69-74. doi: 10.1097/IJG.0000000000000048
41. Renard J.P., Fénolland J.R., El Chehab H. et al. Analyse du complexe cellulaire ganglionnaire maculaire (GCC) en tomographie par cohérence optique (SD-OCT) dans le glaucome [Analysis of macular ganglion cell complex (GCC) with spectral-domain optical coherence tomography (SD-OCT) in glaucoma]. *J Fr Ophthalmol*. 2013; 36(4):299-309. doi: 10.1016/j.jfo.2013.01.005
42. Ishida T., Jonas J.B., Ishii M. 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. doi: 10.1097/IAE.0000000000001165
43. Щуко А.Г., Юрьева Т.Н. Алгоритмы диагностики и лечения больных первичной глаукомой. Иркутск; 2008: 76 с.
44. Жукова С.И., Юрьева Т.Н., Помкина И.В., Гришчук А.С. Биоретинметрические критерии диагностики глаукомы, ассоциированной с миопией. *Национальный журнал глаукома*. 2019; 18(1):3-9.
45. Downs J.C., Roberts M.D., Burgoyne C.F. Mechanical environment of the optic nerve head in glaucoma. *Optom Vis Sci*. 2008; 85(6): 425-435. doi: 10.1097/OPX.0b013e31817841cb
46. Tan N.Y., Koh V., Girard M.J., Cheng C.Y. Imaging of the lamina cribrosa and its role in glaucoma: a review. *Clin Exp Ophthalmol*. 2018; 46 (2):177-188. doi: 10.1111/ceo.13126
47. Yeri A., Courtright A., Reiman R. et al. Total extracellular small RNA profiles from plasma, saliva, and urine of healthy subjects. *Sci Rep*. 2017; 7:44061. doi: 10.1038/srep44061
48. Han J.C., Cho S.H., Sohn D.Y., Kee C. The characteristics of lamina cribrosa defects in myopic eyes with and without open-angle glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2016; 57(2):486-494. doi: 10.1167/iov.15-17722
49. Sawada Y., Araie M., Kasuga H. et al. Focal lamina cribrosa defect in myopic eyes with nonprogressive glaucomatous visual field defect. *Am J Ophthalmol*. 2018; 190:34-49. doi: 10.1016/j.ajo.2018.03.018
50. Шевченко М.В., Шугурова Н.Е., Братко О.В. Клиническая оценка биомеханических особенностей фиброзной оболочки у больных глаукомой в сочетании с миопической рефракцией. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2015; 17:5-3.
28. Aung T., Foster P.J., Seah S.K. et al. Automated static perimetry: the influence of myopia and its method of correction. *Ophthalmology*. 2001; 108 (2):290-295. doi: 10.1016/s0161-6420(00)00497-8
29. Koller G., Haas A., Zulauf M. et al. Influence of refractive correction on peripheral visual field in static perimetry. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2001; 239(10):759-762. doi: 10.1007/s004170100366
30. Niederhauser S., Mojon D.S. In kinetic perimetry high refractive errors also influence the isopter position outside the central 30 degrees. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2002; 219(4):201-205. doi: 10.1159/000067554
31. Yamashita T., Kii Y., Tanaka M. et al. Relationship between supernormal sectors of retinal nerve fibre layer and axial length in normal eyes. *Acta Ophthalmol*. 2014; 92(6):e481-7. doi: 10.1111/aos.12382
32. Zeimer R.C., Ogura Y. The relation between glaucomatous damage and optic nerve head mechanical compliance. *Arch Ophthalmol*. 1989; 107 (8): 1232-4. doi: 10.1001/archoph.1989.01070020298042
33. Eriчев V.P., Akopyan A.I. Correlation relationships of parameters of retinotomographic research. *Glaucoma*. 2006; 2:24-28. (In Russ.).
34. Akopyan A.I. Differential diagnostic criteria for changes in the optic nerve head in glaucoma and myopia. Moscow; 2008. (In Russ.).
35. Hwang Y.H., Kim Y.Y., Jin S. et al. Errors in neuroretinal rim measurement by Cirrus high-definition optical coherence tomography in myopic eyes. *Br J Ophthalmol*. 2012; 96(11):1386-1390. doi: 10.1136/bjophthalmol-2012-301713
36. Kubasik-Kładna K., Karczewicz D. Ocena morfologii tarczy nerwu wzrokowego w oczach krótkowzrocznych w zależności od wielkości wady [Morphology of the optic nerve disc in eyes with myopia in correlation to the refractive error]. *Klin Oczna*. 2013; 115(1):20-24.
37. Gvozdrenović R., Risović D., Marjanović I. et al. Morphometric characteristics of optic disc in patients with myopia and primary open-angle glaucoma. *Vojnosanit Pregl*. 2013; 70(1):51-56. doi: 10.2298/vsp111229024g
38. Mizumoto K., Goshō M., Zako M. Correlation between optic nerve head structural parameters and glaucomatous visual field indices. *Clin Ophthalmol*. 2014; 8:1203-1208. doi: 10.2147/OPHT.S62521
39. Zheng F., Wu Z., Leung C.K.S. Detection of Bruch's membrane opening in healthy individuals and glaucoma patients with and without high myopia. *Ophthalmology*. 2018; 125(10):1537-1546. doi: 10.1016/j.ophtha.2018.04.031
40. Rao H.L., Yadav R.K., Addepalli U.K. et al. Comparing spectral-domain optical coherence tomography and standard automated perimetry to diagnose glaucomatous optic neuropathy. *J Glaucoma*. 2015; 24(5):e69-74. doi: 10.1097/IJG.0000000000000048
41. Renard J.P., Fénolland J.R., El Chehab H. et al. Analyse du complexe cellulaire ganglionnaire maculaire (GCC) en tomographie par cohérence optique (SD-OCT) dans le glaucome [Analysis of macular ganglion cell complex (GCC) with spectral-domain optical coherence tomography (SD-OCT) in glaucoma]. *J Fr Ophthalmol*. 2013; 36(4):299-309. doi: 10.1016/j.jfo.2013.01.005
42. Ishida T., Jonas J.B., Ishii M. 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. doi: 10.1097/IAE.0000000000001165
43. Shchuko A.G., Yur'eva T.N. Algoritmy diagnostiki i lecheniya bol'nyh pervichnoj glaukomoj. [Algorithms for the diagnosis and treatment of patients with primary glaucoma]. Irkutsk; 2008: 76 p. (In Russ.).
44. Zhukova S.I., Yur'eva T.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. (In Russ.).
45. Downs J.C., Roberts M.D., Burgoyne C.F. Mechanical environment of the optic nerve head in glaucoma. *Optom Vis Sci*. 2008; 85(6): 425-435. doi: 10.1097/OPX.0b013e31817841cb
46. Tan N.Y., Koh V., Girard M.J., Cheng C.Y. Imaging of the lamina cribrosa and its role in glaucoma: a review. *Clin Exp Ophthalmol*. 2018; 46 (2):177-188. doi: 10.1111/ceo.13126
47. Yeri A., Courtright A., Reiman R. et al. Total extracellular small RNA profiles from plasma, saliva, and urine of healthy subjects. *Sci Rep*. 2017; 7:44061. doi: 10.1038/srep44061
48. Han J.C., Cho S.H., Sohn D.Y., Kee C. The characteristics of lamina cribrosa defects in myopic eyes with and without open-angle glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2016; 57(2):486-494. doi: 10.1167/iov.15-17722
49. Sawada Y., Araie M., Kasuga H. et al. Focal lamina cribrosa defect in myopic eyes with nonprogressive glaucomatous visual field defect. *Am J Ophthalmol*. 2018; 190:34-49. doi: 10.1016/j.ajo.2018.03.018
50. Shevchenko M.V., Shugurova N.E. Clinical evaluation of biomechanical features of the fibrous membrane in patients with glaucoma in combination with myopic refraction. *Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2015; 17:5-3. (In Russ.).