

УДК 617.7-007.681-07: 617.753.2

# Диагностика глаукомы у пациентов с близорукостью

КАЗАКОВА А.В., врач-офтальмолог<sup>1</sup>, аспирант<sup>2</sup>;  
ЭСКИНА Э.Н., д.м.н., профессор<sup>2</sup>, главный врач<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Клиника лазерной медицины «Сфера», 117628, Российская Федерация, Москва, ул. Старокачаловская, 10;  
<sup>2</sup>ФГУ «Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова Росздрава», 105203, Российская Федерация, Москва, ул. Нижняя Первомайская, 70.

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

## Резюме

Ввиду анатомических особенностей, сопутствующих осевой миопии, диагностика первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ) в глазах с близорукостью затруднена. 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 отдельно при осевой миопии, глаукоме, а также при сочетании миопии и глаукомы. Проанализированы результаты проведения тонометрии, статической автоматической периметрии, коротковолновой периметрии, измерения оптической плотности макулярного пигмента, оптической когерентной томографии с расчетом показателей толщины комплекса ганглиозных клеток, слоя нервных волок, параметров диска зрительного нерва и толщины

хориоидеи. Анализ литературных данных свидетельствует о том, что дифференциальная диагностика глаукомы у пациентов с осевой близорукостью сложна и требует проведения глубокого и расширенного обследования. Целесообразна разработка стандартов диагностики и мониторинга глаукомного процесса у пациентов с осевой миопией, поскольку многообразие данных и различных публикаций, а также несогласованных представлений о типичных признаках глаукомы у пациентов с миопией приводят к затруднению диагностики, позднему выявлению и снижению эффективности мониторинга глаукомного процесса у данной группы больных.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** глаукома, миопия, диагностика, оптическая когерентная томография, периметрия, тонометрия, оптическая плотность макулярного пигмента.

## ENGLISH

# Glaucoma diagnostics in myopic patients

KAZAKOVA A.V., M.D.<sup>1</sup>, Postgraduate<sup>2</sup>;  
ESKINA E.N., Med.Sc.D., Professor<sup>2</sup>, Chief Physician<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Laser surgery clinic «Sphere», 10 Starokachalovskaya St., Moscow, Russian Federation, 117628;  
<sup>2</sup>Pirogov's National Medical Surgical Center, 70 Nizhnyaya Pervomayskaya st., Moscow, Russian Federation, 105203.

Conflicts of Interest and Source of Funding: none declared.

## Для контактов:

Казакова Алёна Вячеславовна, e-mail: alenakazakova@sfe.ru

## Abstract

Due to anatomical specifics associated with axial myopia, primary open-angle glaucoma diagnostics in myopic eyes may present difficulties. This review aims to analyze the results of glaucoma diagnostic methods in patients with axial myopia. We emphasized the specifics of functional and anatomical changes occurring separately in axial myopia, glaucoma, as well as in their combination. The results of tonometry, automated static perimetry, short-wavelength perimetry, measuring macular pigment optical density, optical coherence tomography data – thickness of the ganglion cell complex, retinal nerve fiber layer, the parameters of the optic nerve head and choroidal thickness. Analysis of published data shows that differential

diagnosis of glaucoma in patients with axial myopia should be complex and requires a deep and extended examination of this group of patients. Developing standards for diagnosis and monitoring of glaucoma process in axial myopia would be advantageous, since the variety of data and various publications, as well as inconsistent representations of the typical signs of glaucoma in patients with myopia leads to difficulty of diagnosis, late diagnosis and reducing the effectiveness of monitoring of the glaucomatous process in this group of patients.

**KEYWORDS:** glaucoma, myopia, diagnosis, optical coherence tomography, perimetry, tonometry, macular pigment optical density.

Лаукома во всем мире является ведущей причиной необратимой утраты зрения и слепоты. Распространенность первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ) среди европейского населения в целом составляет 1,1%, увеличиваясь с 0,2% в возрастной группе 55-59 лет до 3,3% среди лиц в возрасте 85-89 лет [1]. В патогенезе ПОУГ, механизм развития которой продолжает изучаться, большое внимание уделяется факторам риска, в том числе, аномалиям рефракции. Степень и возможные механизмы влияния высокой миопии на развитие и прогрессирование глаукомной оптической нейропатии (ГОН) продолжают изучаться до настоящего времени. При этом определенная взаимосвязь развития осевой миопии и глаукомы была выявлена в исследованиях, проведенных практически по всему миру: в Соединенных Штатах Америки [2-4], Нидерландах [5], Швеции [6], Австралии [7], Барбадосе [8], Индии [9], Японии [10], Китае [11], Сингапуре [12] и Корее [13].

Как известно, сопутствующие миопии морфологические изменения структур глазного яблока, а конкретно, нарушение упругоэластических свойств фиброзной оболочки [14] и гемодинамики, создают предпосылки для более быстрого развития ГОН в таких глазах, при этом маскируя явные признаки глаукомы, что приводит к затруднениям в диагностике ПОУГ. Основные клинические проявления, характерные для миопии, глаукомы и комбинации миопии и глаукомы [15], представлены в табл. 1.

При анализе таблицы становятся понятными затруднения, возникающие в диагностике глаукомы, с которым сталкивается офтальмолог при клиническом обследовании пациента с близорукостью. Именно поэтому при подозрении на глаукому у пациентов с осевой миопией необходимо создание диагностического алгоритма, с возможностью подключения всего имеющегося на сегодняшний день диагностического офтальмологического арсенала. Данный обзор направлен на анализ имеющихся разработок в диагностике глаукомы у пациентов с осевой близорукостью.

## Тонометрия. Внутриглазное давление

Внутриглазное давление (ВГД) не является определяющим фактором в диагностике глаукомы, но является основным фактором риска ее развития и прогрессирования [16]. При обращении к исследованиям, проведенным с близорукими пациентами, страдающими глаукомой, примечательными, на наш взгляд, являются довольно низкие цифры ВГД у данной категории лиц [17]. Так, например, в исследованиях В. Chon et al. (2013) у пациентов с глаукомой и миопией разной степени ВГД, измеренное с помощью аппланационного тонометра по Гольдману, составило от 14,3 до 14,7 мм рт.ст. [13]. В исследованиях Y.J. Choi et al. (2013) у пациентов с рефракцией по сферозэквиваленту от -2,3 до -9,0 дптр, как страдающих глаукомой, так и без нее, ВГД составило около 13,0 мм рт.ст. [18]. Данные результаты представлены для лиц монголоидной расы, и, несмотря на то что у данной категории пациентов число случаев глаукомы низкого давления почти в четыре раза превышает число случаев глаукомы с высоким ВГД [19], представленные цифры заставляют задуматься о возможной частоте гиподиагностики глазной гипертензии и сложности интерпретирования результатов тонометрии у пациентов с близорукостью в целом.

Вопросы индивидуального перерасчета ВГД с учетом анатомических особенностей глазного яблока были подняты еще в 1975 г. в работах Ehlers [20], в которых был сделан вывод о том, что данные аппланационной тонометрии совпадают с данными ВГД в канюлированной передней камере при центральной толщине роговицы 520 мкм. Разница в данных показателях составляет 7 мм рт.ст. ВГД на каждые 100 мкм центральной толщины роговицы. До настоящего времени для упрощения работы в клинических условиях было разработано несколько формул и таблиц перерасчета ВГД в зависимости от результатов пахиметрии и кератометрии роговицы [21]. Кроме этого, в офтальмологической практике доступен прибор Анализатор биомеханических свойств глаза (Ocular Response Analyzer (ORA),

Сравнение клинических признаков, характерных для осевой миопии высокой степени, глаукомы и комбинации миопии высокой степени и глаукомы (Ma F. с соавт. [15])

Признак	Осевая миопия	Глаукома (ПОУГ)	Осевая миопия + глаукома
Передняя камера	глубокая	глубокая	глубокая
ВГД	нормальное	нормальное или слегка повышено	нормальное или слегка повышено
Цвет ДЗН	бледный	бледный	бледный
Форма ДЗН	обычный, «косой»	обычный	обычный, «косой»
Экскавация ДЗН	расширена, плоская, глубокая	расширена, плоская, глубокая	расширена, плоская, глубокая
Нейроретинальный поясок	обычный, истончен	обычный, истончен	обычный, истончен
Перипапиллярная атрофия хориоидеи	присутствует	присутствует	присутствует
Толщина слоя нервных волокон	может быть снижена в верхнем, нижнем и носовом секторах	снижена в нижнем или одновременно в верхнем и нижнем секторах	снижена в нижнем или одновременно в верхнем и нижнем секторах
Поле зрения на начальной стадии	не изменено или неспецифические дефекты	не изменено или неспецифические дефекты	не изменено или неспецифические дефекты

«Reichert Inc.», США), который позволяет за одно измерение получить 5 параметров сразу: ВГД по Гольдману (ВГДг), корнеальный гистерезис (КГ), роговично-компенсированное ВГД (ВГДрк), фактор резистентности роговицы (ФРР) и центральную толщину роговицы (ЦТР) [109-111].

Роговично-компенсированное давление — тот офтальмотонус, который имел бы глаз, если бы вязкоэластические свойства роговицы были уже учтены при измерении [22]. Расчет ВГДрк представляется весьма целесообразным при оценке результатов тонометрии у пациентов с близорукостью. Ведь известно, что у пациентов с осевой близорукостью происходит изменение биомеханических свойств роговицы [14, 23]. При миопии высокой степени снижается КГ, а коэффициент ригидности тканей глаза практически не отличается от нормы, также характерна практически полная изотропия роговицы и выраженная отрицательная акустическая анизотропия склеры. Биомеханические параметры роговиц глаз данной группы пациентов варьируют в зависимости от степени миопии, даже между парными глазами у одного пациента в случае анизометропии [24]. Считается, что биомеханические изменения в корнеосклеральной оболочке при глаукоме и миопии разнонаправлены, однако при развитии сочетанной патологии проявляются биомеханические изменения, характерные для глаукомы [25]. В исследованиях M. Detry-Morel (2011) акцентируется внимание на том, что у лиц с осевой близорукостью роговично-компенсированное с учетом биомеханических свойств роговицы ВГД, равное 17 мм рт.ст., является критическим значением. ВГД 17 мм рт.ст. и выше требует начала гипотензивной терапии у пациентов с близорукостью [26].

Таким образом, проведение тонометрии у пациентов с осевой близорукостью должно быть тщательным, а интерпретация результатов — скрупулезной, с обязательной, по нашему мнению, оценкой роговично-компенсированного давления для каждого пациента индивидуально.

### Периметрия. Состояние поля зрения

Периметрия считается основным методом диагностики глаукомы. Существуют четкие критерии периметрической диагностики наличия глаукомы, а также ее стадийности. Классификация стадий первичной глаукомы по данным статической автоматической периметрии следующая [27].

**Начальная стадия.** MD (Mean deviation, среднее отклонение) от 0,00 до -6,00 дБ. Снижение светочувствительности до уровня ниже 5% вероятности менее чем в 18 точках и ниже 1% от нормы — менее чем в 10 точках.

**Развитая стадия.** MD от -6,01 до -12,00 дБ. Снижение светочувствительности до уровня ниже 5% вероятности менее чем в 37 точках (от 19 до 37) и ниже 1% от нормы — менее чем в 20 точках (от 11 до 20). Отсутствие в центральной области (5°) точек с нулевой светочувствительностью (абсолютных скотом). Только в одной половине поля зрения в центральной области (5°) снижение светочувствительности <15 дБ.

**Далеко зашедшая стадия.** MD от -12,01 до -20,00 дБ. Снижение светочувствительности до уровня ниже 5% вероятности более чем в 37 точках (от 38 до 55) и ниже 1% от нормы — более чем в 20 точках (от 21 до 36). Абсолютный дефицит

(0 дБ) в пределах 5° от центра. В обеих половинах поля зрения в центральной области (5°) чувствительность снижена <15 дБ.

**Терминальная MD > -20,01 дБ.** Снижение светочувствительности до уровня ниже 5% вероятности более чем в 55 точках (от 56 до 74) и ниже 1% от нормы — более чем в 36 точках (от 37 до 74). Абсолютный дефицит (0 дБ) в пределах 5° от центра у более 50% точек. В обеих половинах поля зрения в центральной области (5°) чувствительность снижена <15 дБ у более 50% точек.

Однако 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 [28], а кроме этого, имеют место дефекты поля зрения [29-33], которые коррелируют со степенью миопии [29, 33] и возрастом [29, 32], что, к сожалению, не отражено в базах данных периметров. Дефекты поля зрения при осевой близорукости описываются как мультиформные и разноуровневые по своему характеру [32] и могут зависеть также от способа и степени коррекции аметропии для проведения исследования [30, 31, 34] и иногда могут походить на таковые при глаукоме. В исследовании K. Ohno-Matsui et al. (2011) при наблюдении за пациентами с осевой близорукостью (переднезадняя длина глаза более 26,5 мм) было отмечено, что 73,8% пациентов имели прогрессирование в ухудшении данных периметрии более чем на 10% в течение 10 лет при отсутствии глаукомного процесса в глазах [35]. Кроме этого, близорукие пациенты с наличием так называемого косоугольного ДЗН имеют дефекты поля зрения, которые нивелируются после повторения исследования с правильной полной коррекцией аметропии [36]. Данные результаты нужно учитывать при проведении диагностики пациентов с осевой миопией и подозрением на глаукому.

При сочетании осевой близорукости с ПОУГ степень и количество дефектов поля зрения в верхних и нижних его частях коррелируют со степенью миопии и более выражены у пациентов с миопией высокой степени [37]. Кроме этого, при динамическом наблюдении за пациентами с осевой миопией и глаукомой отмечена прямая зависимость между степенью близорукости и скоростью прогрессирования дефектов полей зрения [38]. По данным Y.A. Lee (2008), при наличии глаукомы за 5 лет наблюдения у пациентов со слабой степенью миопии происходит потеря поля зрения на 15,1%, со средней степенью — на 10,5%, с высокой степенью — на 34,4%, а у пациентов со степенью близорукости выше -9,0 дптр потеря поля зрения за 5 лет составляет 38,9% [38].

Таким образом, несмотря на общепризнанную ключевую позицию в диагностике глаукомы периметрия не может являться основным и тем более единственным методом диагностики данного заболевания

у пациентов с осевой близорукостью в связи с наличием и прогрессированием периметрических дефектов, сопутствующих самой аметропии, которые маскируют глаукомные изменения полей зрения.

### Коротковолновая периметрия

Показано, что для того, чтобы зафиксировать даже начальные изменения полей зрения, должно погибнуть не менее 30% ганглиозных клеток [39]. В работе Н.И. Курышевой (2007) акцентировано внимание на том, что наиболее ранними при глаукоме оказываются структурные изменения ДЗН, которые выявляются в среднем на 6 лет раньше, чем функциональные, а 25-40% аксонов сетчатки из них могут быть потеряны без всякого ущерба для полей зрения [40]. В связи с этим, стандартная автоматическая периметрия не может служить высокочувствительным тестом для диагностики ранней глаукомы у пациентов с любой рефракцией.

Известно, что при офтальмогипертензии и развитии глаукомы происходит гибель крупных ганглиозных клеток магноцеллюлярного пути [41]. Коротковолновая периметрия (голубая-на-желтом), направленная на исследование функции данной отдельной субпопуляции клеток сетчатки, во многих исследованиях показала определенную способность выявлять более ранние функциональные глаукомные изменения, нежели стандартная автоматическая периметрия [40, 42, 43]. По данным A. Ferreras et al. (2007), как минимум 20% пациентов с препериметрической глаукомой имеют изменения при проведении коротковолновой периметрии [44]. В то же время в исследовании I. Navvas et al. (2013) при наблюдении за пациентами с офтальмогипертензией, перешедшей впоследствии в глаукому, изменения коротковолновой периметрии были выявлены только у 36,8% пациентов. А у 2,4% лиц с подобными результатами офтальмогипертензия не перешла в глаукому в течение 5 лет срока наблюдения [45]. В то же время исследования van der J. Schoot et al. (2010) демонстрируют эквивалентную эффективность обоих видов периметрии в выявлении глаукомы [46]. Нам не удалось обнаружить исследований коротковолновой периметрии при миопии или при сочетании миопии с глаукомой, однако очевидно, что оно может быть актуальным и информативным, в отличие от стандартной автоматической периметрии, имеющей уже описанные выше погрешности у пациентов с осевой близорукостью.

### Оптическая плотность макулярного пигмента

Макулярные пигменты находятся у человека в наружном плексиформном слое фовеа в волокнах Хенле, а также в мембранах наружных сегментов фоторецепторов. Они функционируют в качестве антиоксидантов, препятствуя окислительному

фотоповреждению клеток ретинального пигментного эпителия и фоторецепторов [47], и эффективных коротковолновых светофильтров. Определение оптической плотности макулярного пигмента (ОПМП) в сетчатке характеризует состояние наружных ее слоев и степень сохранности протекторных веществ сетчатки. Ряд авторов в своих исследованиях показывают, что с увеличением возраста уменьшается ОПМП [48, 49]. Другие авторы при нормальном старении показывают отсутствие корреляции ОПМП с возрастом [50, 51]. Обоснование механизма изменения ОПМП у пациентов с ПОУГ не представлено в литературе, однако E. Igras et al. (2013) в своем исследовании показали статистически значимое снижение ОПМП при глаукоме и возможную роль данных изменений в развитии симптомов светорассеяния и наличия бликов у пациентов, страдающих ПОУГ [52]. При сочетании осевой миопии и глаукомы некоторыми авторами также показано снижение ОПМП [53]. Оценка роли изменения ОПМП и его значимости как диагностического критерия при глаукоме, на наш взгляд, требует дальнейшего изучения.

### Оптическая когерентная томография (ОКТ)

Выше уже был сделан акцент на том, что сопутствующие миопии высокой степени (>6,0 дптр) морфологические изменения структур глазного яблока ведут к определенным затруднениям в диагностике ПОУГ. Детальное описание особенностей морфометрии структур зрительного нерва, сетчатки и хориоидеи представлены ниже в соответствующих разделах.

### Комплекс ганглиозных клеток и внутренний плексиформный слой

Поскольку в макулярной области сосредоточены более чем 50% всех ганглиозных клеток сетчатки, макула является наиболее предпочтительной для проведения исследований по оценке состояния данной популяции клеток, что и позволяют делать современные приборы [18]. В ряде исследований в глазах пациентов как отдельно с миопией, так и с глаукомой показано, что толщина комплекса ганглиозных клеток (КГК) не зависит ни от величины переднезадней оси глаза, ни от степени миопии, ни от центральной толщины роговицы [18, 54, 55]. В похожих исследованиях говорится о том, что данный показатель менее зависим от длины глаза, нежели толщина слоя нервных волокон в перипапиллярной области [56]. В других исследованиях на неглаукомных глазах с миопией все же была выявлена небольшая обратная корреляция между толщиной КГК и возрастом и длиной переднезадней оси глаза [57, 58]. А при измерении толщины КГК у близоруких детей было показано снижение данного показателя на 5-7 мкм в верхнем и нижнем секторах макулярной области [59].

Что касается пациентов с глаукомой, то многими авторами подтверждается факт снижения толщины КГК, в особенности показателя минимальной его толщины, в макулярной области по мере прогрессирования заболевания [60-63], а также эффективность использования данного показателя в диагностике глаукомы. Существуют работы, подтверждающие, что чувствительность исследования комплекса ганглиозных клеток в диагностике глаукомы превышает чувствительность статической автоматической периметрии [64].

У лиц с глаукомой и осевой миопией также показана информативность данного показателя в диагностике глаукомного процесса [54]. При осевой миопии и глаукоме КГК значительно снижен во всех отделах макулярной области, кроме верхне-назального сектора и показателя средней толщины КГК [18]. При дифференциальной диагностике здоровых близоруких глаз от страдающих глаукомой самым высокочувствительным показателем, помимо толщины слоя нервных волокон в перипапиллярной области, является толщина КГК в нижне-темпоральном секторе [18]. Толщина КГК в норме, при осевой близорукости, при глаукоме и при сочетании близорукости и глаукомы по результатам нескольких исследований представлена в табл. 2. В таблице приведены данные, измеренные с помощью прибора Cirrus HD-OCT («Carl Zeiss Meditec Inc.», США). Указание прибора при описании толщины КГК имеет принципиальное значение. Дело в том, что в различных ОКТ приборах реализован различный подход к измерению данного параметра. Прибор RTVue-100 («Optovue Inc.», США) обеспечивает измерение толщины КГК в макулярной области, включая наряду со слоем ганглиозных клеток также слой нервных волокон сетчатки и внутренний плексиформный слой. В приборе же Cirrus HD-OCT («Carl Zeiss Meditec Inc.», США) измеряется общая толщина слоев ганглиозных клеток и внутреннего плексиформного слоя, а слой нервных волокон сетчатки не учитывается.

Таким образом, толщина КГК — высокочувствительный показатель наличия и прогрессирования глаукомного процесса независимо от типа рефракции, поскольку демонстрирует минимальную корреляцию со степенью миопии, длиной переднезадней оси глаза, возрастом. Толщина КГК может быть включена в алгоритм диагностики глаукомы у пациентов с осевой миопией. Уже показано, что при развитии глаукомы у данной категории лиц снижается минимальная толщина КГК, а также толщина данного слоя во всех секторах макулярной зоны, кроме верхне-носового. Однако проведено недостаточно исследований для выявления наиболее специфичных локализаций изменения толщины КГК, а также последовательности этих изменений у близоруких пациентов при развитии глаукомы.

Толщина комплекса ганглиозных клеток и внутреннего плексиформного слоя в норме, при осевой близорукости высокой степени, при глаукоме и при сочетании близорукости высокой степени и глаукомы (Y.J. Choi et al. [18], Э.Н. Эскина с соавт. [53], K. Takayama et al. [61])

Локализация, секторы	Толщина КГК, мкм (ДИ/СО)					
	норма	глаукома I ст.	осевая миопия		глаукома I-II ст. + ВМ	
	[61]	[61]	[18]	[53]	[18]	[53]
Средняя	82,7 (80,2-85,2)	69,1 (67,2-71,0)	72,86 (17,50)	79,6 (3,0)	65,61 (9,89)	67,7 (5,6)
Минимальная	80,9 (77,8-84,0)	61,2 (58,8-63,7)	70,36 (7,42)	75,6 (4,9)	55,88 (14,37)	53,9 (8,5)
Верхненосовой	86,0 (83,1-88,9)	74,0 (71,7-76,3)	77,55 (10,45)	80,4 (3,0)	69,47 (12,56)	72,7 (7,0)
Верхний	84,5 (81,9-86,9)	71,6 (69,4-73,8)	76,45 (7,85)	81,0 (3,2)	67,71 (10,05)	65,3 (8,1)
Верхневисочный	83,1 (80,3-85,8)	68,8 (66,6-71,0)	77,86 (8,34)	80,3 (2,5)	66,71 (11,78)	64,6 (7,8)
Нижневисочный	83,4 (80,4-86,5)	64,1 (61,8-66,4)	76,59 (13,62)	81,3 (2,9)	61,49 (11,18)	63,1 (8,3)
Нижний	81,2 (78,2-84,2)	65,5 (63,6-67,6)	72,82 (7,89)	76,9 (3,9)	61,92 (11,00)	60,3 (8,2)
Нижненосовой	83,8 (80,9-86,6)	70,5 (68,2-72,8)	75,91 (9,39)	77,6 (4,0)	65,96 (14,05)	67,6 (6,8)

**Примечание:** ВМ – миопия высокой степени, ДИ – доверительный интервал, СО – стандартное отклонение. В исследовании всех авторов использовался оптический когерентный томограф Cirrus HD-OCT (Carl Zeiss Meditec).

### Слой нервных волокон

Считается, что исследование слоя нервных волокон (СНВ) в перипапиллярной области является высокочувствительным диагностическим параметром в случаях проведения дифференциальной диагностики глаукомы на ранних стадиях [65]. Однако, в отличие от толщины слоя ганглиозных клеток, данный параметр является анатомически зависимым. Многими авторами была показана обратная корреляция между средней толщиной нервных волокон в перипапиллярной области [55, 66–71], данным показателем в верхнем [66, 67, 70, 72], верхнетемпоральном [55, 68, 69], верхне-назальном [18, 67, 72], нижнем [18, 55, 67, 70, 72], нижне-назальном [18, 55, 67, 69, 72] и нижнетемпоральном [67, 68] сегментах и длиной переднезадней оси глаза или степенью миопии. В более ранних исследованиях такой корреляции обнаружено не было [73,74].

При развитии глаукомы толщина СНВ снижается. Это было показано многими авторами. Преимущественно изменениям в сторону снижения подвергается среднее значение толщины слоя нервных волокон [60, 65, 75–77], а также значение данного показателя в верхнем [60, 76, 77] и нижнем [60, 65, 75–77] секторах перипапиллярной области. Описанные изменения толщины СНВ в некоторых случаях коррелируют с данными периметрии [77].

При осевой миопии и глаукоме СНВ значительно отличается в здоровых и глаукомных глазах во всех отделах перипапиллярной области, кроме носового квадранта (у пациентов с миопией высокой степени) и темпорального квадранта (вне зависимости от степени близорукости) [18]. Показано, что наиболее чувствительными параметрами при диагностике глаукомы у пациентов с близорукостью высокой степени являются толщина СНВ в нижнем секторе перипапиллярной области и толщина КГК в нижнетемпоральном секторе макулярной области [18]. В исследованиях X.E. Wang et al. (2013) было показано, что толщина слоя нервных волокон у пациентов с глаукомой и высокой осевой миопией значительно снижена в верхнем, нижнем и темпоральном отделах при сравнении с группой здоровых пациентов с осевой миопией [78]. В данном исследовании авторы анализировали одновозрастных пациентов с осевой близорукостью высокой степени с рефракцией от -6,0 до -12,0 дптр по сферозэквиваленту. Данные, соответствующие разделению результатов толщины СНВ степени тяжести глаукомного процесса, авторами не представлены. Кроме этого, при интерпретации результатов измерения толщины слоя нервных волокон необходимо помнить о том, что встречающаяся при миопии высокой степени стафилома склеры в перипапиллярной области может ограничивать возможности

Толщина слоя нервных волокон в норме, при осевой близорукости высокой степени, при глаукоме и при сочетании близорукости высокой степени и глаукомы (Y.J. Choi et al. [18], Э.Н. Эскина с соавт. [71], А.В. Казакова с соавт. [76], В. Abadia et al. [77], X.E. Wang et al. [78])

Локализация	Толщина СНВ, мкм (СО)						
	норма	глаукома I ст.		осевая миопия		глаукома I-II ст. + ВМ	
	[77]	[76]	[77]	[18]	[71, 76*, 78°]	[18]	[71, 78*]
<b>Средняя толщина слоя нервных волокон</b>							
Средняя	98,61 (8,50)	70,9 (15,4)	74,43 (15,17)	89,18 (10,97)	89,6 (3,13)	69,82 (10,97)	74,5 (5,1)
Верхний квадрант	121,37 (17,10)	84,9 (25,5)	89,08 (21,50)	109,41 (21,05)	*108,1 (16,3)	81,27 (21,21)	°104,42 (18,57)
Носовой квадрант	75,27 (10,83)	–	64,62 (11,86)	62,82 (9,34)	°66,17 (15,6)	61,41 (12,03)	62,25 (14,86)
Нижний квадрант	132,03 (14,97)	84,0 (28,8)	85,38 (25,32)	107,36 (15,60)	*112,5 (17,9)	74,24 (19,37)	°88,92 (25,88)
Височный квадрант	65,92 (9,14)	–	57,10 (14,94)	75,09 (17,42)	°114,08 (14,39)	62,92 (13,89)	°73,50 (21,11)
<b>Толщина слоя нервных волокон в 12 секторах, соответственно часовой шкале</b>							
12 Верхний	121,56 (28,27)	74,7 (22,8)	89,50 (25,00)	103,77 (25,33)	104,4 (11,8)	75,98 (24,05)	–
1	108,54 (23,43)	–	81,59 (22,19)	110,64 (30,06)	133,4 (6,4)	81,33 (25,61)	–
2	95,64 (18,10)	–	76,75 (18,05)	74,95 (17,37)	85,5 (4,8)	67,63 (17,85)	–
3 Носовой	60,46 (9,94)	–	76,75 (18,05)	56,50 (15,43)	52,7 (2,7)	57,04 (12,62)	–
4	69,49 (12,84)	–	76,75 (18,05)	64,86 (17,71)	72,0 (5,4)	59,98 (10,83)	–
5	108,93 (20,35)	–	74,64 (21,59)	102,18 (35,22)	136,3 (8,9)	71,37 (15,18)	69,4 (7,4)
6 Нижний	144,86 (25,57)	93,5 (37,5)	92,84 (33,07)	109,27 (24,72)	121,9 (9,4)	75,90 (22,28)	81,3 (13,6)
7	142,07 (22,24)	84,1 (33,8)	88,41 (34,40)	110,55 (25,71)	89,2 (7,4)	73,61 (29,50)	89,7 (15,8)
8	68,48 (13,50)	–	56,74 (17,35)	74,68 (22,06)	56,5 (4,9)	61,86 (16,55)	–
9 Височный	51,73 (8,34)	–	49,63 (14,37)	62,36 (13,86)	51,2 (3,5)	56,80 (14,57)	–
10	77,76 (11,94)	–	64,49 (19,13)	87,00 (20,94)	76,5 (6,7)	69,20 (17,91)	67,2 (10,3)
11	133,71 (16,40)	93,0 (32,0)	95,73 (32,02)	113,80 (27,57)	93,4 (8,8)	81,27 (21,21)	–

**Примечание:** СО – стандартное отклонение, ВМ – миопия высокой степени.

измерения данного показателя. Объединенные литературные данные о толщине СНВ в норме, при осевой близорукости, при глаукоме и при сочетании близорукости и глаукомы представлены в табл. 3.

Исходя из всего вышеописанного, становится очевидным невозможность использования показателя толщины СНВ в перипапиллярной области

в качестве основного или единственного при диагностировании глаукомы у пациентов с осевой миопией высокой степени, поскольку данный параметр является анатомически зависимым. Во многих исследованиях у здоровых лиц с близорукостью высокой степени (>6,0 дптр) выявлено снижение толщины СНВ в верхнем, нижнем и частично

в носовом секторах, что не является признаком глаукомных изменений у данных пациентов. При этом разделить пациентов в группы по результатам ПЗО для корректировки и интерпретации получаемых морфометрических данных невозможно, поскольку ни одно исследование по данной тематике, кроме проведенных на территории России, не использует параметр длины переднезадней оси глаза для выделения однородной по анатомическим признакам группы испытуемых, а использует для этой дифференцировки рефракцию (сферэквивалент), что представляется не совсем верным, с нашей точки зрения. К сожалению, нормативная база данных современных томографов также не учитывает вклад анатомических параметров в изменение толщины СНВ при интерпретации получаемых измерений и относит их в разряд патологических. Поэтому оценка результатов ОКТ при проведении дифференциальной диагностики глаукомы у пациентов с миопической рефракцией требует дальнейшего изучения и стандартизации, с обязательным учетом других диагностических критериев, перечень которых до настоящего времени четко не сформулирован.

### Параметры ДЗН

При миопии форма и размеры ДЗН и его анатомических составляющих значительно варьируют. По данным А.И. Акопян (2008) [79], у 44% лиц с миопической рефракцией встречаются так называемые «атипичные» ДЗН, среди которых выделяют 6 форм: поперечные, продольные, наклонные, большие, проминирующие диски и диски с большой экскавацией. Атипичные диски характеризуются специфичным для каждого вида распределением площади нейроретинального пояска (НРП) по секторам и особенностями его изменений при развитии глаукомного процесса. Проминирующие и наклонные диски маскируют глаукомные признаки; большие, продольные, поперечные и диски с большой экскавацией — симулируют их [79]. Кроме этого, крупные ДЗН более подвержены глаукомным изменениям [28]. ДЗН в глазах с близорукостью высокой степени, по мнению некоторых авторов, создают сложности в проведении и интерпретации оптической когерентной томографии, поскольку атипичные диски приводят к возникновению погрешности измерения основных параметров, учитываемых при диагностике глаукомы: увеличение размера и изменение формы НРП [80], увеличение площади и глубины экскавации ДЗН [81].

При развитии глаукомы происходит характерное изменение параметров ДЗН. Этому посвящен ряд исследований. Такие параметры, как площадь НРП, вертикальное отношение экскавации, представляются имеющими довольно большую диагностическую значимость в выявлении глаукомы

[75, 82] и могут обладать эквивалентной чувствительностью с оценкой толщины слоя нервных волокон [75].

Что же касается глаукомы в глазах с близорукостью, то, по данным R. Gvozdenović et al. (2013), при развитии глаукомного дегенеративного процесса наиболее часто поражающимся сегментом нейроретинального пояска у пациентов с миопией высокой степени является носовой, у пациентов с миопией слабой степени — нижнетемпоральный. Менее повреждающийся у обеих групп пациентов — темпоральный сегмент нейроретинального пояска [83]. Еще один параметр, которому в настоящее время уделяется внимание как одному из чувствительных диагностических тестов при проведении морфометрии ДЗН у пациентов с глаукомой — зона открытия мембраны Бруха (в англоязычном варианте — Bruch's membrane opening area) [84, 85]. Это кратчайшее расстояние от края линии, соответствующей ретинальному пигментному эпителию — мембране Бруха, до внутренней пограничной мембраны в проекции ДЗН, измеренное с помощью оптической когерентной томографии (ОКТ) [85]. У пациентов с осевой миопией и глаукомой область открытия мембраны Бруха намного меньше по сравнению со здоровыми пациентами без близорукости, и, кроме этого, ассоциирована с функциональными глаукомными изменениями [86]. Вопрос об использовании данного показателя в диагностике глаукомного повреждения ДЗН у лиц с близорукостью остается открытым по нескольким причинам. Во-первых, в литературе встречается недостаточное число исследований с включением данного показателя. Во-вторых, расчет данного параметра относительно сложен и занимает больше времени по сравнению с измерениями других параметров сетчатки и зрительного нерва, и пока не существует протоколов ОКТ-сканирования ДЗН с автоматическим его определением. А, как известно, на основных аппаратах ОКТ, используемых в нашей стране, отклонение измерительной линейки на скане от вертикального направления ведет к погрешности самого измерения. В вышеописанных исследованиях в качестве приборов, производящих требуемые сканы перипапиллярной области и зоны ДЗН с нужным высоким разрешением, использовались ОКТ SD-OCT (Spectralis, «Heidelberg Engineering GmbH») и ОКТ SD-OCT RS-3000 («Nidek Co., Ltd.»).

Таким образом, 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 СНВ, оценка основных параметров ДЗН у данной группы пациентов требует накопления дополнительных знаний для достоверной интерпретации.

## Хориоидея

В последнее время достаточное количество внимания стало уделяться измерению хориоидеи у пациентов с различными формами глаукомы. Важность исследования хориоидеи при глаукоме объясняется тем, что преламинарная зона зрительного нерва получает кровоснабжение из перипапиллярной хориоидеи [87], следовательно, возможен вклад хориоидеи в прогрессирование ГОН. В данном обзоре мы акцентируем внимание только на изменениях хориоидеи, описанных при ПОУГ.

Еще с 1964 г. были предприняты попытки измерения толщины хориоидеи в посмертно полученных глазах с ПОУГ [88]. Данные проведения световой микроскопии показали истончение хориоидеи у ДЗН в глаукомных глазах на 50 мкм по сравнению с глазами без глаукомы. Эти результаты нашли определенное подтверждение в аналогичных исследованиях [89, 90], где была получена дополнительная информация о снижении в глазах с ПОУГ плотности хориокапилляриса макулярной зоны, помимо перипапиллярной [91]. В клинической практике представляется целесообразным исследование параметров хориоидеи *in vivo*, для получения представления о динамических изменениях хориокапиллярного слоя в конкретных функционирующих глазах отдельных пациентов. Кроме этого, изучение гистологических препаратов в исследованиях на свиных глазах показало, что толщина хориоидеи значительно отличается от таковой при прижизненном измерении с помощью применения ОКТ *in vivo* [92].

В настоящее время для прижизненной оценки хориоидеи у здоровых лиц и пациентов при различной патологии используется спектральная ОКТ с высоким разрешением и возможностью проведения «глубокого» сканирования [93]. Однако следует отметить, что пока измерение хориоидеи производится «вручную» на получаемых сканах.

К факторам, влияющим на толщину хориоидеи, относят: давление в хориоидальных венах и артериях, осмотическое давление в экстраклеточном пространстве и ВГД [93]. Известно, что толщина хориоидеи неодинакова в разное время суток [94]. В исследовании R. Chakraborty et al. (2011) проводили измерение толщины хориоидеи и переднезадней длины глаза в течение суток, при этом самая длинная ось глаза (и самая тонкая хориоидея) наблюдалась в первой половине дня (в 12 ч 26 мин), а самая короткая ось (и самая толстая хориоидея) — в вечернее время (21 ч 06 мин). Средняя разница в толщине хориоидеи в течение дня составляла  $29 \pm 16$  мкм [94]. Следовательно, толщина хориоидеи — важный показатель, однако чрезвычайно вариабельный, трудноизмеримый и для оценки глаукомного процесса нуждающийся в стандартизации измерений.

В здоровой популяции многими авторами показана обратная корреляция между толщиной хориоидеи и переднезадней длиной глаза, а также возрастом [87-99], но не со степенью тяжести глаукомы [86]. В исследовании T. Fujiwara et al. (2009) после проведения регрессионного анализа был сделан вывод об истончении хориоидеи на 12,7 мкм на каждые 10 лет жизни и 8,7 мкм — на каждую диоптрию миопической рефракции [98], а в исследовании M. Ho et al. (2013) толщина хориоидеи снижалась на 11,9 мкм с каждой декадой жизни и на 6,205 мкм — с каждой диоптрией миопии [97]. В исследовании X.Q. Li et al. (2011) субфовеальная толщина хориоидеи снижалась на 58,2 мкм на каждый миллиметр возрастания переднезадней оси глаза [100]. Толщина хориоидеи в центре фовеа в зависимости от возраста у здоровых пациентов с близорукостью высокой степени по данным разных авторов представлена в табл. 4.

Анализируя различные источники, отражающие изменение толщины хориоидеи у лиц с глаукомой, M. Banitt (2013) сделал заключение об отсутствии изменения хориоидеи в макулярной зоне глаукомных глаз, но пришел к выводу о снижении при глаукоме толщины хориоидеи в перипапиллярной области [103]. В то же время исследования J.R. Ehrlich (2011) не подтвердили изменения перипапиллярной толщины хориоидеи у лиц с глаукомой [104]. Однако K. Hirooka (2012) показал снижение толщины хориоидеи в 3 мм назальнее центра фовеа у больных нормотензивной глаукомой по сравнению со здоровыми лицами, что коррелировало со степенью периметрических изменений [105],

Таблица 4

**Толщина хориоидеи в центре фовеа у разных возрастных групп здоровых близоруких лиц (степень миопии больше 6,0 дптр) при выполнении горизонтального скана через центр фовеа (L. El Matri et al. [96], M. Ho et al. [97], T. Fujiwara et al. [98], Y. Ikuno et al. [98], I. Flores-Moreno et al. [101], I. Maruko et al. [102])**

Средний возраст пациентов в исследовании, годы	Субфовеальная толщина хориоидеи, мкм (СО)	Авторы
45,9	166,0 (88,7)	[101]
47,2	100,71 (59,98)	[96]
50,4	118,0 (68,0)	[97]
51,7	100,5 (56,9)	[99]
59,7	93,2 (62,5)	[98]
65,5	52,0 (38,0)	[102]

Примечание: СО — стандартное отклонение.

а также снижение перипапиллярной толщины хориоидеи в нижнеанальном, нижнем и нижнетемпоральном секторах [106]. В работах Н.И. Курьшевой с соавт. (2013) показано снижение средней толщины хориоидеи у пациентов с глаукомой [107]. Авторами обнаружено достоверное снижение толщины хориоидеи в периметрической стадии глаукомы по сравнению с препериметрической стадией и контролем. По данным тех же авторов, толщина хориоидеи в препериметрической стадии была снижена по сравнению с контролем, но различие между препериметрической стадией и больными контрольной группы было недостоверно [107]. Данные результаты наводят на мысль о том, что изменения сосудистой оболочки глаза сопровождаются прогрессированием глаукомного процесса, но не являются первичным звеном патогенеза глаукомы.

Что касается толщины хориоидеи у пациентов с глаукомой и осевой миопией, то S. Usui et al. [108] показано, что средняя толщина хориоидеи в центре фовеа в глазах с близорукостью и нормотензивной глаукомой была почти вдвое ниже по сравнению с группой контроля. В исследованиях Э.Н. Эскиной с соавт. (2014) было обнаружено снижение толщины хориоидеи у пациентов с глаукомой и миопией высокой степени по сравнению с миопией высокой степени без глаукомы [53] примерно в полтора раза.

Таким образом, наглядное сравнение толщины хориоидеи в норме, при миопии и сочетанной патологии с глаукомой представляется сложно воспроизводимым и относительно недостоверным, поскольку группы пациентов, описанные в литературе, не являются одновозрастными. Кроме этого, при оценке толщины хориоидеи возникают определенные сложности, связанные с отсутствием стандартов интерпретации подобных данных, большой вариабельностью нормативных значений, условно выделяемых в данную категорию.

## Выводы

Имеющиеся на сегодня литературные данные свидетельствуют о том, что дифференциальная диагностика глаукомы 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 и коррекции 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 на уровень светочувствительности сетчатки. К сожалению, эти параметры не внесены в базы данных современных периметров. При сомнении в принадлежности полученных периметрических изменений к глаукомным, дополнительную информацию может дать коротковолновая синяя-на-желтом периметрия, которая также должна быть включена в перечень обязательных исследований при диагностике и мониторинге глаукомы при осевой миопии. Не исключено, что для минимизации диагностических ошибок и упрощения алгоритма обследования пациентов с миопией высокой степени целесообразна замена стандартной автоматической периметрии на коротковолновую периметрию. При этом определение диагностической значимости коротковолновой периметрии в диагностике глаукомы у пациентов с близорукостью требует проведения дополнительного изучения.

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, являющихся достоверными и чувствительными при развитии глаукомы в глазах с миопией. Представляется целесообразным использование методов морфометрической диагностики не только ДЗН, но также и сетчатки в макулярной и перипапиллярной областях. Причем исследованию толщины комплекса ганглиозных клеток и внутреннего плексиформного слоя уделяется особое внимание, как минимально зависимому от переднезадней оси глаза, особенно толщине КГК в нижнетемпоральном отделе, в отличие от толщины слоя нервных волокон — значимо коррелирующей с данным параметром и степенью миопии, особенно в верхнем, нижнем и носовом секторах.

Стоит отметить, что коррекция нормативной базы оптических когерентных томографов в зависимости от степени миопии и возраста пациентов также является актуальной задачей. Первичная интерпретация данных толщины слоя нервных волокон у близоруких пациентов затруднена, так как относится к патологически сниженной самой базой данных томографа, даже при отсутствии глаукомного процесса у испытуемых. В силу этого в комплексной диагностике ПОУГ у пациентов с осевой близорукостью следует оценивать все возможные параметры морфометрии сетчатки и зрительного нерва. А при проведении клинических исследований критически важным является подбор максимально идентичных групп, как по возрасту, так и по анатомическим параметрам глаз.

Целесообразность оценки ОПМП и толщины хориоидеи при проведении дифференциальной диагностики глаукомы у пациентов с осевой миопией остается дискуссионной. Прижизненные способы

оценки ОПМП остаются субъективными и значительно зависящими от интеллектуальных способностей пациента. А толщина хориоидеи, измеренная с помощью ОКТ, коррелирует с возрастом, длиной переднезадней оси глаза, наличием у обследуемого пациента сопутствующих заболеваний. В связи с этим роль хориоидеи в развитии глаукомы требует дальнейшего изучения. Снижение ОПМП и уменьшение толщины хориоидеи у пациентов с ПОУГ может свидетельствовать о несостоятельности трофических и метаболических процессов и может быть рассмотрено в качестве прогностического фактора в целях не столько диагностики, сколько мониторинга течения глаукомного процесса.

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

## Литература / References

- Dielemans I., Vingerling J.R., Wolfs R.C., Hofman A., Grobbee D.E., de Jong P.T. The prevalence of primary open angle glaucoma in a population-based study in the Netherlands. The Rotterdam study. *Ophthalmology* 1994; 101(11):1851-1855. doi:10.1016/s0161-6420(94)31090-6.
- Wong T.Y., Klein B.E.K., Klein R., Knudtson M., Lee K.E. Refractive errors, intraocular pressure, and glaucoma in a white population. *Ophthalmology* 1995; 110:211-217. doi:10.1016/s0161-6420(02)01260-5.
- Qiu M., Wang S.Y., Singh K., Lin S.C. Association between myopia and glaucoma in the United States population. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013; 54:830-835. doi:10.1167/iov.12-11158.
- Jiang X., Varma R., Wu S., Torres M., Azen S.P., Francis B.A., Chopra V., Nguyen B.B.; Los Angeles Latino Eye Study Group. Baseline risk factors that predict the development of open-angle glaucoma: the Los Angeles Latino Eye Study. *Ophthalmology* 2012; 119:2245-2253. doi:10.1016/j.ophtha.2012.05.030.
- Czudowska M.A., Ramdas W.D., Wolfs R.C.W., Hofman A., De Jong P.T., Vingerling J.R., Jansonius N.M. Incidence of glaucomatous visual field loss: a ten-year follow-up from the Rotterdam Study. *Ophthalmology* 2010; 117:1705-1712. doi:10.1016/j.ophtha.2010.01.034.
- Grødum K., Heijl A., Bengtsson B. Refractive error and glaucoma. *Acta Ophthalmol Scand* 2001; 79:560-566. doi:10.1034/j.1600-0420.2001.790603.x.
- Mitchell P., Hourihan F., Sandbach J., Wang J.J. The relationship between glaucoma and myopia: the Blue Mountains Eye Study. *Ophthalmology* 1999; 106:2010-2015. doi:10.1001/archophth.117.10.1319.
- Wu S.Y., Nemesure B., Leske M.C. Refractive errors in a Black adult population: the Barbados Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999; 40:2179-2184.
- Ramakrishnan R., Nirmalan P.K., Krishnadas R., Thulasiraj R.D., Tielsch J.M., Katz J., Friedman D.S., Robin A.L. Glaucoma in a rural population of Southern India: the Aravind Comprehensive Eye Survey. *Ophthalmology* 2003; 110:1484-1490. doi:10.1016/j.ophtha.2004.01.002.
- Suzuki Y., Iwase A., Araie M., Yamamoto T., Abe H., Shirato S., Kuwayama Y., Mishima H.K., Shimizu H., Tomita G., Inoue Y., Kitazawa Y.; Tajimi Study Group. Risk factors for open-angle glaucoma in a Japanese population: the Tajimi Study. *Ophthalmology* 2006; 113:1613-1617. doi:10.1016/j.ophtha.2006.03.059.
- Xu L., Wang Y., Wang S., Wang Y., Jonas J.B. High myopia and glaucoma susceptibility: the Beijing Eye Study. *Ophthalmology* 2007; 114:216-220. doi:10.1016/j.ophtha.2006.06.050.
- Perera S.A., Wong T.Y., Tay W-T., Foster P.J., Saw S-M., Aung T. Refractive error, axial dimensions, and primary open-angle glaucoma: the Singapore Malay Eye Study. *Arch Ophthalmol* 2013; 128:900-905. doi:10.1001/archophthol.2010.125.
- Chon B., Qiu M., Lin S.C. Myopia and glaucoma in the South Korean population. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013; 54(10):6570-6577. doi:10.1167/iov.13-12173.
- Эскина Э.Н. Оценка и прогнозирование результатов фоторефракционной кератэктомии. Дис. ... докт. мед. наук. М.; 2002; 321 с. [Eskina E.N. Evaluation and prediction of photorefractive keratotomy results. Dr. Diss. (Med. Sci.). Moscow, 2002; 321 p. (In Russ.)].
- Ma F., Dai J., Sun X. Progress in understanding the association between high myopia and primary open-angle glaucoma. *Clin Exp Ophthalmol* 2014; 42:190-197. doi:10.1111/ceo.12158.
- Medeiros F.A., Weinreb R.N. Medical backgrounders: glaucoma. *Drugs Today (Barc)* 2002; 38(8):563-570. doi:10.1358/dot.2002.38.8.704676.
- Макашова Н.В., Елисеева Э.Г. Взаимосвязь изменений зрительных функций и диска зрительного нерва у больных глаукомой в сочетании с миопией. *Вестник офтальмологии* 2007; 1:9-12. [Makashova N.V., Eliseeva E.G. Correlation of changes in visual functions and optic nerve in patients with glaucoma in combination with myopia. *Vestnik oftalmologii* 2007; 1:9-12 (In Russ.)].
- Choi Y.J., Jeoung J.W., Park K.H., Kim D.M. Glaucoma detection ability of ganglion cell-inner plexiform layer thickness by spectral-domain optical coherence tomography in high myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013; 54(3):2296-2304. doi:10.1167/iov.12-10530.
- Shiose Y., Kitazawa Y., Tsukahara S., Akamatsu T., Mizokami K., Futa R., Katsushima H., Kosaki H. Epidemiology of glaucoma in Japan — a nationwide glaucoma survey. *Jpn J Ophthalmol* 1991; 35(2):133-55.
- Ehlers N., Bramsen T., Sperling S. Applanation tonometry and central corneal thickness. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1975; 53:34-43. doi:10.1111/j.1755-3768.1975.tb01135.x.
- Pillunat L. Effect of corneal thickness, curvature and axial length on Goldmann applanation tonometry. In: Abstract. Glaucoma Society of the International Congress of Ophthalmology. 2003; 24.
- Еричев В.П., Еремина М.В., Якубова Л.В., Арефьева Ю.А. Анализатор биомеханических свойств глаза в оценке вязко-эластических свойств роговицы в здоровых глазах. *Глаукома* 2007; 1(6):11-15. [Erichew V.P., Eremina M.V., Jakubova L.V., Aref'eva Ju.A. Ocular Response Analyzer in evaluation of cornea's viscoelastic properties in normal eyes. *Glaukoma. Zhurnal NII Glaznyh Bolezney RAMN* 2007; 1(6):11-15. (In Russ.)].
- Shen M., Fan F., Xue A., Wang J., Zhou X., Lu F. Biomechanical properties of the cornea in high myopia. *Vision Res* 2008; 48(21):2167-2171. doi:10.1016/j.visres.2008.06.020.
- Xu S., Xu A., Tao A., Wang J., Fan F., Lu F. Corneal biomechanical properties and intraocular pressure in high myopic anisometropia. *Eye Contact Lens* 2010; 36(4):204-209. doi:10.1097/icl.0b013e3181e4a60a.

25. Акопян А.И., Еричев В.П., Иомдина Е.Н. Ценность биомеханических параметров глаза в трактовке развития глаукомы, миопии и сочетанной патологии. *Глаукома* 2008; 1(7): 9-14. [Akorjan A.I., Eriчев V.P., Iomdina E.N. Importance of fibrous capsule's biomechanical properties in interpretation of development of glaucoma, myopia and their combined pathology. *Glaukoma. Zhurnal NII Glaznyh Bolezney RAMN* 2008; 1(7):9-14. (In Russ.)].
26. Detry-Morel M. Is myopia a risk factor for glaucoma? *J Fr Ophthalmol* 2011; 34(6):392-395.
27. Mills R.P., Budenz D.L., Lee P.P., Noecker R.J., Walt J.G., Siegartel L.R., Evans S.J., Doyle J.J. Categorizing the stage of glaucoma from pre-diagnosis to end-stage disease. *Am J Ophthalmol* 2006; 141(1):24-30. doi:10.1016/j.ajo.2005.07.044.
28. Еричев В.П., Акопян А.И. Некоторые корреляционные взаимоотношения параметров ретинотомографического исследования. *Глаукома* 2006; 2(5): 24-28. [Eriчев V.P., Akorjan A.I. Correlation of retinal tomography parameters. *Glaukoma. Zhurnal NII Glaznyh Bolezney RAMN* 2006; 2(5):24-28. (In Russ.)].
29. Nakamura M., Kato K., Kamata S., Ishikawa K., Nagai T. 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.
30. Koller G., Haas A., Zulauf M., Koerner F., Mojon D. 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.
31. 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.
32. 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* 1995; 31(4):264-267.
33. Huang S.J. Early change of visual function in high myopia measured and analyzed by octopus automated perimeter. *Nihon Ganka Gakkai Zasshi* 1993; 97(7):881-887.
34. Aung T., Foster P.J., Seah S.K., Chan S.P., Lim W.K., Wu H.M., Lim A.T., Lee L.L., Chew S.J. 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.
35. Ohno-Matsui K., Shimada N., Yasuzumi K., Hayashi K., Yoshida T., Kojima A., Moriyama M., Tokoro T. Long-term development of significant visual field defects in highly myopic eyes. *Am J Ophthalmol* 2011; 152(2):256-265. doi:10.1016/j.ajo.2011.01.052.
36. Vuori M-L., Mäntyjärvi M. Tilted disc syndrome may mimic false visual field deterioration. *Acta Ophthalmol* 2008; 86:622-625. doi:10.1111/j.1600-0420.2007.01117.x.
37. Chen Y.F., Wang T.H., Lin L.L., Hung P.T. Influence of axial length on visual field defects in primary open-angle glaucoma. *J Formos Med Assoc* 1997; 96(12):968-971.
38. Lee Y.A., Shih Y.F., Lin L.L., Huang J.Y., Wang T.H. 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.
39. Solomon S.G., Lennie P. The machinery of colour vision. *Nat Rev Neurosci* 2007; 8(4):276-286. doi:10.1038/nrn2094.
40. Курышева Н.И. Роль методов визуализации диска зрительного нерва и слоя нервных волокон сетчатки в ранней диагностике глаукомы. *Глаукома* 2007; 1(6):16-21. [Kuryshva N.I. The role of image analysis of optic nerve head and the retinal nerve fiber layer in early glaucoma diagnostics. *Glaukoma. Zhurnal NII Glaznyh Bolezney RAMN* 2007; 1(6): 16-21. (In Russ.)].
41. Weber A.J., Kaufman P.L., Hubbard W.C. Morphology of single ganglion cells in the glaucomatous primate retina. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1998; 39(12):2304-2320.
42. Johnson C.A., Adams A.J., Casson E.J., Brandt J.D. Blue-on-yellow perimetry can predict the development of glaucomatous visual field loss. *Arch Ophthalmol* 1993; 111(5):645-650. doi:10.1001/archophth.1993.01090050079034.
43. Sit A.J., Medeiros F.A., Weinreb R.N. Short-wavelength automated perimetry can predict glaucomatous standard visual field loss by ten years. *Semin Ophthalmol* 2004; 19(3-4):122-124. doi:10.1080/08820530490885938.
44. Ferreras A., Polo V., Larrosa J.M., Pablo L.E., Pajarin A.B., Pueyo V., Honrubia F.M. Can frequency-doubling technology and short-wavelength automated perimetries detect visual field defects before standard automated perimetry in patients with preperimetric glaucoma? *J Glaucoma* 2007; 16(4):372-383. doi:10.1097/ijg.0b013e31803bbb17.
45. Havvas I., Papaconstantinou D., Moschos M.M., Theodossiadis P.G., Andreanos V., Ekatomatis P., Vergados I., Andreanos D. Comparison of SWAP and SAP on the point of glaucoma conversion. *Clin Ophthalmol* 2013; 7:1805-1810. doi:10.2147/oph.s50231.
46. van der Schoot J., Reus N.J., Colen T.P., Lemij H.G. The ability of short-wavelength automated perimetry to predict conversion to glaucoma. *Ophthalmology* 2010; 117(1):30-34. doi:10.1016/j.ophtha.2009.06.046
47. Chucuir A.J., Rotstein N.P., Sangiovanni J.P., During A., Chew E.Y., Politi L.E. Lutein and zeaxanthin protect photoreceptors from apoptosis induced by oxidative stress: relation with docosahexaenoic acid. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2007; 48(11):5168-5177. doi:10.1167/iov.07-0037.
48. Berendschot T.T., van Norren D. On the age dependency of the macular pigment optical density. *Exp Eye Res* 2005; 81(5):602-609. doi:10.1016/j.exer.2005.03.019.
49. Abell R.G., Hewitt A.W., Andric M., Allen P.L., Verma N. The use of heterochromatic flicker photometry to determine macular pigment optical density in a healthy Australian population. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2014; 252(3):417-421. doi:10.1007/s00417-013-2554-6.
50. Demirel S., Bilici S., Batoglu F., Ozmert E. The effect of age and cataract surgery on macular pigment optic density: a cross-sectional, comparative study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2014; 252(2):213-218. doi:10.1007/s00417-013-2424-2.
51. Зыкова А.В., Рзаев В.М., Эскина Э.Н. Исследование оптической плотности макулярного пигмента у разновозрастных пациентов в норме. В сб.: Труды научно-практической конференции с международным участием «Российский общенациональный офтальмологический форум». М., 2013; 2:685-688. [Zykova A.V., Rzaev V.M., Eskina E.N. Issledovanie opticheskoy plotnosti makuljarnogo pigmenta u raznovozrastnyh pacientov v norme [Investigation of macular pigment optical density in healthy patients of different ages]. Proc. of the «Rossijskij obshhenacional'nyj oftal'mologicheskij forum». Moscow, 2013, 2:685-688. (In Russ.)].
52. Igras E., Loughman J., Ratzlaff M., O'Caomh R., O'Brien C. Evidence of lower macular pigment optical density in chronic open angle glaucoma. *Br J Ophthalmol* 2013; 97(8):994-998. doi:10.1136/bjophthalmol-2013-303153.
53. Эскина Э.Н., Зыкова А.В. Ранние критерии риска развития глаукомы у пациентов с близорукостью. *Офтальмология* 2014; 11(2):59-63. [Eskina E.N., Zykova A.V. Early glaucoma risk factors in myopia. *Ophthalmology* 2014; 11(2):59-63. (In Russ.)].
54. Shoji T., Nagaoka Y., Sato H., Chihara E. Impact of high myopia on the performance of SD-OCT parameters to detect glaucoma. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2012; 250(12):1843-1849. doi:10.1007/s00417-012-1994-8.
55. Chang P.Y., Chang S.W. Corneal biomechanics, optic disc morphology, and macular ganglion cell complex in myopia. *J Glaucoma* 2013; 22(5):358-362. doi:10.1097/ijg.0b013e3182447a17.

56. Nakano N., Hangai M., Noma H., Nukada M., Mori S., Morooka S., Takayama K., Kimura Y., Ikeda H.O., Akagi T., Yoshimura N. Macular imaging in highly myopic eyes with and without glaucoma. *Am J Ophthalmol* 2013; 156(3):511-523. doi:10.1016/j.ajo.2013.04.028.
57. Koh V.T., Tham Y.C., Cheung C.Y., Wong W.L., Baskaran M., Saw S.M., Wong T.Y., Aung T. Determinants of ganglion cell-inner plexiform layer thickness measured by high-definition optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2012; 53(9):5853-5859. doi:10.1167/iovs.12-10414.
58. Takeyama A., Kita Y., Kita R., Tomita G. Influence of axial length on ganglion cell complex (GCC) thickness and on GCC thickness to retinal thickness ratios in young adults. *Jpn J Ophthalmol* 2014; 58(1):86-93. doi:10.1007/s10384-013-0292-2.
59. Szumiński M., Bakunowicz-Łazarczyk A. Assessment of retinal ganglion cells thickness in high myopia. *Klin Oczna* 2012; 114(3):180-183.
60. Ganekal S. Ganglion cell complex scan in the early prediction of glaucoma. *Nepal J Ophthalmol* 2012; 4(2):236-241. doi:10.3126/nepjoph.v4i2.6538.
61. Takayama K., Hangai M., Durbin M., Nakano N., Morooka S., Akagi T., Ikeda H.O., Yoshimura N. A novel method to detect local ganglion cell loss in early glaucoma using spectral-domain optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2012; 53(11):6904-6913. doi:10.1167/iovs.12-10210.
62. Kim Y.J., Kang M.H., Cho H.Y., Lim H.W., Seong M. Comparative study of macular ganglion cell complex thickness measured by spectral-domain optical coherence tomography in healthy eyes, eyes with preperimetric glaucoma, and eyes with early glaucoma. *Jpn J Ophthalmol* 2014; 58(3):244-251. doi:10.1007/s10384-014-0315-7.
63. Renard J.P., Fénoiland J.R., El Chehab H., Francoz M., Marill A.M., Messaoudi R., Delbarre M., Maréchal M., Michel S., Giraud J.M. 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.
64. Rao H.L., Yadav R.K., Addepalli U.K., Begum V.U., Senthil S., Choudhari N.S., Garudadri C.S. Comparing spectral-domain optical coherence tomography and standard automated perimetry to diagnose glaucomatous optic neuropathy. *J Glaucoma* 2014 [published ahead of print]. doi:10.1097/ijg.0000000000000048.
65. Pomorska M., Krzyżanowska-Berkowska P., Misiuk-Hojto M., Zajęc-Pytrus H., Grzybowski A. Application of optical coherence tomography in glaucoma suspect eyes. *Clin Exp Optom* 2012; 95(1):78-88. doi:10.1111/j.1444-0938.2011.00654.x.
66. Hwang Y.H., Kim Y.Y. Correlation between optic nerve head parameters and retinal nerve fiber layer thickness measured by spectral-domain optical coherence tomography in myopic eyes. *Clin Exp Ophthalmol* 2012; 40(7):713-720. doi:10.1111/j.1442-9071.2012.02793.x.
67. Эфендиева М.Э. Сравнительная оценка толщины слоя нервных волокон сетчатки у пациентов с миопией разной степени. *Вестник офтальмологии* 2014; 4:18-21. [Efendieva M.E. Comparative evaluation of the retinal nerve fiber layer thickness in patients with various degrees of myopia. *Vestnik Oftal'mologii* 2014; 4:18-21. (In Russ.)].
68. Leung C.K., Yu M., Weinreb R.N., Mak H.K., Lai G., Ye C., Lam D.S. Retinal nerve fiber layer imaging with spectral-domain optical coherence tomography: interpreting the RNFL maps in healthy myopic eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2012; 53(11):7194-7200. doi:10.1167/iovs.12-9726.
69. Oner V., Aykut V., Tas M., Alakus M.F., Iscan Y. Effect of refractive status on peripapillary retinal nerve fibre layer thickness: a study by RTVue spectral domain optical coherence tomography. *Br J Ophthalmol* 2013; 97(1):75-79. doi:10.1136/bjophthalmol-2012-301865.
70. Mohammad Salih P.A. Evaluation of peripapillary retinal nerve fiber layer thickness in myopic eyes by spectral-domain optical coherence tomography. *J Glaucoma* 2012; 21(1):41-44. doi:10.1097/ijg.0b013e3181fc8053.
71. Эскина Э.Н., Зыкова А.В. Морфометрический анализ параметров сетчатки и зрительного нерва у пациентов с осевой миопией. *Российская детская офтальмология* 2014; 1:21-24. [Eskina E. N., Zyкова A.V. Morphometric analysis of the parameters of retina and optic nerve in patients with axial myopia. *Rossijskaja detskaja oftal'mologija* 2014; 1:21-24. (In Russ.)].
72. Kang S.H., Hong S.W., Im S.K., Lee S.H., Ahn M.D. Effect of myopia on the thickness of the retinal nerve fiber layer measured by Cirrus HD optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2010; 51:4075-4080. doi:10.1167/iovs.09-4737.
73. Hoh S.T., Lim M.C., Seah S.K., Lim A.T., Chew S.J., Foster P.J., Aung T. Peripapillary retinal nerve fiber layer thickness variations with myopia. *Ophthalmology* 2006; 113(5):773-777. doi:10.1016/j.ophtha.2006.01.058.
74. Hirasawa H., Tomidokoro A., Araie M., Konno S., Saito H., Iwase A., Shirakashi M., Abe H., Ohkubo S., Sugiyama K., Ootani T., Kishi S., Matsushita K., Maeda N., Hangai M., Yoshimura N. Peripapillary retinal nerve fiber layer thickness determined by spectral-domain optical coherence tomography in ophthalmologically normal eyes. *Arch Ophthalmol* 2010; 128:1420-1426. doi:10.1001/archophthalmol.2010.244.
75. Mwanza J.C., Oakley J.D., Budenz D.L., Anderson D.R., Cirrus Optical Coherence Tomography Normative Database Study Group. Ability of cirrus HD-OCT optic nerve head parameters to discriminate normal from glaucomatous eyes. *Ophthalmology* 2011; 118(2):241-248. doi:10.1016/j.ophtha.2010.06.036.
76. Казакова А.В., Эскина Э.Н. Морфометрические признаки глаукомы у пациентов с осевой близорукостью. В сб.: Труды научно-практической конференции с международным участием «Российский общенациональный офтальмологический форум». М.; 2014; 1:317-321. [Kazakova A.V., Eskina E.N. Morphometric signs of glaucoma in patients with axial myopia. Proc. of the «Rossijskij obshhenacional'nyj oftal'mologicheskij forum». Moscow, 2014, 1:317-321. (In Russ.)].
77. Abadia B., Ferreras A., Calvo P., Ara M., Ferrandez B., Otin S., Frezzotti P., Pablo L.E., Figus M. Relationship between spectral-domain optical coherence tomography and standard automated perimetry in healthy and glaucoma patients. *Biomed Res Int* 2014; 514948: 7 p. doi:10.1155/2014/514948.
78. Wang X.E., Wang X.Y., Gu Y.S., Huang Z. Retinal nerve fiber layer in primary open-angle glaucoma with high myopia determined by optical coherence tomography and scanning laser polarimetry. *Chin Med J (Engl)* 2013; 126(8):1425-1429.
79. Акопян А.И. Дифференциально-диагностические критерии изменений диска зрительного нерва при глаукоме и миопии. Дис. ... канд. мед. наук. М.; 2008:153 с. [Akopyan A.I. Differential diagnostic criteria for changes of the optic nerve in glaucoma and myopia. Kand. Diss. (Med. Sci.). Moscow, 2008: 153 p. (In Russ.)].
80. Hwang Y.H., Kim Y.Y., Jin S., Na J.H., Kim H.K., Sohn Y.H. 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.
81. Kubasik-Kładna K., Karczewicz D. Morphology of the optic nerve disc in eyes with myopia in correlation to the refractive error. *Klin Oczna* 2013; 115(1):20-24.
82. Moghimi S., Hosseini H., Riddle J., Lee G.Y., Bitrian E., Giacconi J., Caprioli J., Nouri-Mahdavi K. Measurement of optic disc size and rim area with spectral-domain OCT and scanning laser ophthalmoscopy. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2012; 53(8):4519-4530. doi:10.1167/iovs.11-8362.

83. Gvozdrenović R., Risočić D., Marjanović I., Vuković D., Stanković B. 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.
84. Chauhan B.C., O'Leary N., Almobarak F.A., Reis A.S., Yang H., Sharpe G.P., Hutchison D.M., Nicoleta M.T., Burgoyne C.F. Enhanced detection of open-angle glaucoma with an anatomically accurate optical coherence tomography-derived neuroretinal rim parameter. *Ophthalmology* 2013; 120(3):535-543. doi:10.1016/j.ophtha.2012.09.055.
85. 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.
86. Lee S., Han S.X., Young M., Beg M.F., Sarunic M.V., Mackenzie P.J. Optic nerve head and peripapillary morphometrics in myopic glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2014; 55(7):4378-4393. doi:10.1167/iovs.14-14227.
87. Hayreh S.S. Blood flow in the optic nerve head and factors that may influence it. *Prog Retin Eye Res* 2001; 20(5):595-624. doi:10.1016/s1350-9462(01)00005-2.
88. Francois J., Neetens A. Vascularity of the eye and the optic nerve in glaucoma. *Arch Ophthalmol* 1964; 71:219-225. doi:10.1001/archophth.1964.00970010235017.
89. Kubota T., Jonas J.B., Naumann G.O. Decreased choroidal thickness in eyes with secondary angle closure glaucoma: an aetiological factor for deep retinal changes in glaucoma? *Br J Ophthalmol* 1993; 77:430-432. doi:10.1136/bjo.77.7.430.
90. Yin Z.Q., Vaegan, Millar T.J., Beaumont P., Sarks S. Widespread choroidal insufficiency in primary open-angle glaucoma. *J Glaucoma* 1997; 6:23-32. doi:10.1097/00061198-199702000-00006.
91. Spraul C.W., Lang G.E., Lang G.K., Grossniklaus H.E. Morphometric changes of the choriocapillaris and the choroidal vasculature in eyes with advanced glaucomatous changes. *Vision Res* 2002; 42(7):923-932. doi:10.1016/s0042-6989(02)00022-6.
92. Gloesmann M., Hermann B., Schubert C., Sattmann H., Ahnelt P.K., Drexler W. Histologic correlation of pig retina radial stratification with ultrahigh-resolution optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003; 44(4):1696-1703. doi:10.1167/iovs.02-0654.
93. Курьшева Н.И., Арджевнишвили Т.Д., Фомин А.В. Хориоидея при глаукоме. *Глаукома* 2014; 1:60-67. [Kuryshva N.I., Ardzhvishvily T.D., Fomin A.V. The choroid and glaucoma. *Glaukoma. Zhurnal NII Glaznyh Bolezney RAMN* 2014; 1:60-67. (In Russ)].
94. Chakraborty R., Read S.A., Collins M.J. Diurnal variations in axial length, choroidal thickness, intraocular pressure, and ocular biometrics. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011; 52(8):5121-5129. doi:10.1167/iovs.11-7364.
95. Chen W., Wang Z., Zhou X., Li B., Zhang H. Choroidal and photoreceptor layer thickness in myopic population. *Eur J Ophthalmol* 2012; 22(4):590-597. doi:10.5301/ejo.5000092.
96. El Matri L., Bouladi M., Chebil A., Kort F., Bouraoui R., Lagueche L., Mghaieth F. Choroidal thickness measurement in highly myopic eyes using SD-OCT. *Ophthalmic Surg Lasers Imag* 2012; 43 (6 Suppl): S38-43. doi:10.3928/15428877-20121001-02.
97. Ho M., Liu D.T., Chan V.C., Lam D.S. Choroidal thickness measurement in myopic eyes by enhanced depth optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2013; 120(9):1909-1914. doi:10.1016/j.ophtha.2013.02.005.
98. Fujiwara T., Imamura Y., Margolis R., Slakter J.S., Spaide R.F. Enhanced depth imaging optical coherence tomography of the choroid in highly myopic eyes. *Am J Ophthalmol* 2009; 148(3):445-450. doi:10.1016/j.ajo.2009.04.029.
99. Ikuno Y., Tano Y. Retinal and choroidal biometry in highly myopic eyes with spectral-domain optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2009; 50:3876-3880. doi:10.1167/iovs.08-3325.
100. Li X.Q., Larsen M., Munch I.C. Subfoveal choroidal thickness in relation to sex and axial length in 93 Danish university students. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011; 52(11):8438-8441. doi:10.1167/iovs.11-8108.
101. Flores-Moreno I., Ruiz-Medrano J., Duker J.S., Ruiz-Moreno J.M. The relationship between retinal and choroidal thickness and visual acuity in highly myopic eyes. *Br J Ophthalmol* 2013; 97(8):1010-1013. doi:10.1136/bjophthalmol-2012-302836.
102. Maruko I., Iida T., Sugano Y., Oyama H., Akiba M., Sekiryu T. Morphologic analysis in pathologic myopia using high-penetration optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2012; 53(7):3834-3838. doi:10.1167/iovs.12-9811.
103. Banitt M. The choroid in glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol* 2013; 24(2):125-129. doi:10.1097/icu.0b013e32835d9245.
104. Ehrlich J.R., Peterson J., Parlitsis G., Kay K.Y., Kiss S., Radcliffe N.M. Peripapillary choroidal thickness in glaucoma measured with optical coherence tomography. *Exp Eye Res* 2011; 92(3):189-194. doi:10.1016/j.exer.2011.01.002.
105. Hirooka K., Fujiwara A., Shiragami C., Baba T., Shiraga F. Relationship between progression of visual field damage and choroidal thickness in eyes with normal-tension glaucoma. *Clin Exper Ophthalmol* 2012; 40(6):576-582. doi:10.1111/j.1442-9071.2012.02762.x.
106. Hirooka K., Tenkumo K., Fujiwara A., Baba T., Sato S., Shiraga F. Evaluation of peripapillary choroidal thickness in patients with normal-tension glaucoma. *BMC Ophthalmol* 2012; 12:29. doi:10.1186/1471-2415-12-29.
107. Курьшева Н.И., Киселева Т.Н., Арджевнишвили Т.Д., Фомин А.В., Рыжков П.К., Ходак Н.А., Орозбаева Г.М. Хориоидея при глаукоме: результаты исследования методом оптической когерентной томографии. *Глаукома* 2013; 3(2):73-82. [Kuryshva N.I., Kiseleva T.N., Ardzhvishvily T.D., Fomin A.V., Ryzhkov P.K., Hodak N.A., Orozbaeva G.M. Choroid in glaucoma: results of a study by optical coherence tomography. *Glaukoma. Zhurnal NII Glaznyh Bolezney RAMN* 2013; 3(2):73-82. (In Russ.)].
108. Usui S., Ikuno Y., Miki A., Matsushita K., Yasuno Y., Nishida K. Evaluation of the choroidal thickness using high-penetration optical coherence tomography with long wavelength in highly myopic normal-tension glaucoma. *Am J Ophthalmol* 2012; 153(1):10-16. doi:10.1016/j.ajo.2011.05.037.
109. Аветисов С.Э., Бубнова И.А., Антонов А.А. Исследование биомеханических свойств роговицы у пациентов с нормотензивной и первичной открытоугольной глаукомой. *Вестник офтальмологии* 2008; 124(5):14-16. [Avetisov S.E., Bubnova I.A., Antonov A.A. Investigation of the biomechanical properties of the cornea in patients with normotensive and primary open-angle glaucoma. *Vestn Ophthalmol* 2008; 124(5):14-16. (In Russ.)].
110. Аветисов С.Э., Бубнова И.А., Антонов А.А. Биомеханические свойства роговицы: клиническое значение, методы исследования, возможности систематизации подходов к изучению. *Вестник офтальмологии* 2010; 126(6):3-7. [Avetisov S.E., Bubnova I.A., Antonov A.A. Corneal biomechanics: clinical importance, evaluation, possibilities of systemization of examination approaches. *Vestn Ophthalmol* 2010; 126(6):3-7. (In Russ.)].
111. Avetisov S.E., Novikov I.A., Bubnova I.A. et al. Determination of corneal elasticity coefficient using the ORA database. *Journal of Refractive Surgery* 2010; 26(7):520-524. doi:10.3928/1081597x-20091030-01

Поступила 20.02.2015