

DOI: <https://doi.org/10.25276/0235-4160-2018-2-58-62>
УДК 617.7-073.75

Оптическая когерентная томография у пациентов с аномалиями рефракции. Сообщение 3: Толщина слоя ганглиозных клеток сетчатки

А.А. Шпак, М.В. Коробкова

ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Москва

РЕФЕРАТ

Цель. Изучение влияния длины оси глаза на толщину слоя ганглиозных клеток сетчатки с внутренним плексиформным слоем (СГКВП) и разработка способов ее оценки у пациентов с близорукостью в возрасте старше 40 лет.

Материал и методы. Обследовано 53 пациента (53 глаза) в возрасте старше 40 лет с миопией средней и высокой степени, а также 80 здоровых испытуемых (80 глаз) аналогичного пола и возраста с эмметропией (контрольная группа). ОКТ выполняли на приборе Cirrus HD-OCT (Carl Zeiss Meditec).

Результаты. Для оценки влияния эффекта оптического увеличения на среднюю толщину СГКВП авторами и программистом А.А. Евсюковым была создана компьютерная программа. Средняя толщина СГКВП в контрольной группе была $79,0 \pm 5,3$ (68-90) μm . В группе пациентов с близорукостью она была ниже в среднем на $5,1 \mu\text{m}$ ($73,9 \pm 5,2$; от 64 до 86 μm , $P < 0,000$). Коррекция по программе менее

чем на $\frac{1}{3}$ уменьшала это различие – до $3,5 \mu\text{m}$ ($75,5 \pm 5,3$; от 65 до 88 μm ; отличие от контроля и от исходных данных: $P < 0,000$). Теоретические расчеты показали значительное увеличение площади поверхности миопического глаза. Разработана таблица и нормативы, позволяющие правильно оценивать толщину СГКВП с учетом длины оси глаза.

Заключение. Истончение СГКВП у пациентов с миопией средней и высокой степени лишь частично связано с эффектом оптического увеличения, а в большей степени объясняется растяжением заднего отрезка глазного яблока. Предложена оригинальная методика оценки толщины СГКВП при близорукости, адаптированная к прибору Cirrus HD-OCT.

Ключевые слова: оптическая когерентная томография, миопия, слой ганглиозных клеток сетчатки, внутренний плексиформный слой, оптическое увеличение, растяжение заднего отрезка глазного яблока. ■

Авторы не имеют финансовых или имущественных интересов в упомянутых материале и методах.

Офтальмохирургия. – 2018. – № 2. – С. 58–62.

ABSTRACT

Optical coherence tomography in patients with refractive errors. Part 3: The thickness of the ganglion cell-inner plexiform layer

A.A. Shpak, M.V. Korobkova

The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Moscow

Purpose. Investigation of the influence of the axial length of the eye on the thickness of the ganglion cell-inner plexiform layer (GCIPL) and the development of methods for its evaluation in patients with myopia in the age of over 40 years.

Material and methods. The study involved 53 patients (53 eyes) over the age of 40 years, with medium- and high-degree myopia, as well as 80 healthy subjects (80 eyes) of the same sex and age with emmetropia (control group). OCT was performed on a Cirrus HD-OCT device (Carl Zeiss Meditec).

Results. To assess the influence of the optical magnification effect on the average thickness of the GCIPL, the authors and the programmer A.A. Evsukov created a computer program. The average thickness of the GCIPL in the control group was 79.0 ± 5.3 (68-90) μm . In the group of patients with myopia, the GCIPL thickness was lower by an average of $5.1 \mu\text{m}$ (73.9 ± 5.2 , 64 to 86 μm , $P < 0.000$). Correction by the computer program reduced this difference by less than $\frac{1}{3}$, to $3.5 \mu\text{m}$ (75.5 ± 5.3 , 65

to 88 μm , difference from the controls and from the initial data: $P < 0.000$). Theoretical calculations showed a significant increase in the surface area of the myopic eye. A table and normative database have been developed for correctly estimating the thickness of the GCIPL based on the axial length of the eye.

Conclusion. Thinning of GCIPL in patients with medium- and high-degree myopia is only partially associated with the effect of optical magnification, and is more due to the stretching of the posterior segment of the eyeball. An original technique for assessing the thickness of the GCIPL in patients with myopia, adapted to the Cirrus HD-OCT device, is proposed.

Key words: optical coherence tomography, myopia, ganglion cell layer, inner plexiform layer, optical magnification, stretching of the posterior segment of the eyeball. ■

No author has a financial or proprietary interest in any material or method mentioned.

Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. – 2018. – No. 2. – P. 58–62.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Наряду с определением параметров перипапиллярного слоя нервных волокон сетчатки (пСНВС) и диска зрительного нерва (ДЗН) важную роль в ранней диагностике и оценке прогрессирования глаукомы играет количественная оценка слоя ганглиозных клеток в макулярной области [1, 8, 16, 25]. В приборах для оптической когерентной томографии (ОКТ) ряда производителей (Spectralis, Heidelberg Engineering; 3D OCT-2000, Topcon; OCT-HS100, Canon и др.) возможно непосредственное измерение толщины слоя ганглиозных клеток сетчатки. Однако более информативно его измерение в комплексе с внутренним плексиформным слоем – СГКВП (Cirrus HD-OCT, Carl Zeiss Meditec) – или также со слоем нервных волокон сетчатки – так называемый «комплекс ганглиозных клеток» (RTVue XR 100 Avanti, Optovue Inc.; RS-3000, Nidek; Spectralis; OCT-HS100).

Так же, как и при оценке других параметров, трудности в трактовке результатов измерения толщины слоя ганглиозных клеток сетчатки отмечаются у пациентов с аномалиями рефракции, в частности у лиц с близорукостью, особенно высокой степени. Как было отмечено в предыдущих сообщениях, параметры оптической системы глаза, особенно длина его оси, влияют на количественные показатели ОКТ, создавая в миопическом глазу эффект оптического увеличения [5, 6, 10, 12, 14, 17, 18, 20, 24], который в большинстве приборов для ОКТ не учитывается.

Теоретически оптическое увеличение может отражаться и на результатах измерений слоя ганглиозных клеток сетчатки в длинных или коротких глазах. Во многих работах у пациентов с близорукостью, особенно высокой степени, отмечено снижение толщины СГКВП или комплекса ганглиозных клеток [2, 3, 12, 13, 15, 19, 21-24], коррелирующее с длиной оси глаза [12, 13, 15, 21-24]. Ряд авторов подобные изменения объясняли именно эффектом оптического увеличения [12, 24], не учитывая роль изменений размеров глазного яблока при аномалиях

рефракции. В рассматриваемых работах не было предложено и доступных способов оценки (коррекции) результатов измерений в длинных или коротких глазах в сравнении с нормативными базами данных.

ЦЕЛЬ

Изучить влияние длины оси глаза на толщину СГКВП и разработать способы ее оценки у пациентов с близорукостью в возрасте старше 40 лет.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Были обследованы 133 испытуемых в возрасте старше 40 лет (133 глаза), разделенных на 2 группы в соответствии с наличием миопии. В основную группу вошли 53 пациента с близорукостью средней и высокой степени, в контрольную группу – 80 испытуемых аналогичного пола и возраста с рефракцией, близкой к эметропии.

У всех испытуемых оценивали только один глаз, при близорукости – с большей длиной оси либо избранный случайным методом. Критериями включения были: у пациентов с миопией – длина оси глаза более 25 мм, миопия (по сферозэквиваленту) от -4,0 дптр, астигматизм менее 3 дптр, острота зрения с коррекцией не ниже 0,5 (у пациентов, оперированных в дальнейшем по поводу катаракты, учитывалась острота зрения после вмешательства); в контрольной группе – эметропия либо миопия или гиперметропия (по сферозэквиваленту) и астигматизм не выше 1,25 дптр, длина оси глаза от 22,5 до 24,5 мм, острота зрения с коррекцией не ниже 0,8. Из исследования исключали больных с неустойчивой фиксацией, серьезными сопутствующими глазными и соматическими заболеваниями.

Спектральную ОКТ выполняли по общепринятой методике без расширения зрачка на приборе Cirrus HD-OCT (программное обеспечение 10.0.0.14618). Сканирование макулярной области осуществляли не менее двух раз по протоколу «Macular Cube 512x128» с последующим анализом «Ganglion Cell Analysis». За

окончательные принимали данные сканирования с наибольшей силой сигнала и отсутствием или минимальным влиянием артефактов движений глаза. Исключали сканы с силой сигнала менее 6 (из возможных 10). Все исследования выполнял один оператор. Длину оси глаза измеряли в основной группе методом эхобиометрии на приборе AL-3000 (Tomey), у здоровых испытуемых – методом оптической биометрии на приборах IOLmaster 500 (Carl Zeiss Meditec) или LENSTAR LS 900 (Haag-Streit). Следует учитывать, что аппланационная ультразвуковая биометрия занижает результаты измерений длины оси глаза на 0,1-0,2 мм [4, 11, 26], по собственным данным в среднем на 0,14 мм (соответствующая поправка учитывалась при отборе пациентов).

Статистическую обработку осуществляли на персональном компьютере с использованием программ Excel и R. Количественные показатели сравнивали с использованием t-критерия Стьюдента, качественные – с помощью точного критерия Фишера. Взаимосвязь между показателями оценивали методом регрессионного анализа. Все данные приведены в формате $M \pm \sigma$. Статистически значимым считали уровень $P < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Демографические данные и параметры оптической системы глаза испытуемых представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, сравниваемые группы не различались по возрасту, полу и радиусу кривизны роговицы. Ожидаемо высоко достоверными были отличия по рефракции и длине оси глаза.

Первым этапом работы было изучение влияния эффекта оптического увеличения (изменения площади зоны сканирования при удлинении оси глаза) на среднюю толщину СГКВП. С этой целью авторами и программистом А.А. Евсюковым была создана специальная компьютерная

Для корреспонденции:

Коробкова Мария Валерьевна, аспирант
E-mail: korobkova1@inbox.ru

Таблица 1
Демографические данные и параметры оптической системы глаза испытуемых в сравниваемых группах, М±σ (Min; Max)

Table 1

Demographic data and parameters of the eye optical system of subjects in the compared groups, M±SD (Min; Max)

Показатель Parameter	Группа Group	Основная Main group	Контрольная Control group
Число испытуемых Number of subjects		53	80
Возраст, лет Age, years		60,6±11,1 (41; 87)	62,9±7,6 (41; 80)
Пол, ж/м Gender, f/m		34 / 19	45 / 35
Радиус кривизны роговицы, мм Corneal radius of curvature, mm		7,83±0,22 (7,31; 8,34)	7,77±0,28 (7,13; 8,29)
Рефракция (сферозэквивалент), дптр Refraction (spherical equivalent), D		-8,2±3,3 (-4,0; -22,6)	-0,0±0,6 (-1,3; 1,1)
Длина передне-задней оси глаза, мм Axial length, mm		26,54±0,87 (25,26; 29,88)	23,52±0,50 (22,57; 24,5)

Отличия групп достоверны только для рефракции и длины оси глаза (P<0,000).
 Differences between groups are significant only for the refraction and the axial length of the eye (P<0.000).

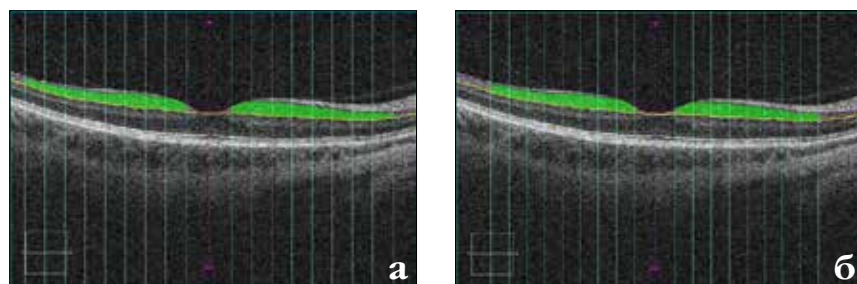


Рис. Пример работы компьютерной программы. Пациент, 56 лет, с длиной оси глаза 27,74 мм: а) измерение прибора ОКТ, горизонтальный скан, средняя толщина СГКВП – 77,18 мкм; б) данные после программной коррекции эффекта оптического увеличения: уменьшение области измерения на 12,5%, средняя толщина СГКВП – 79,56 мкм

Fig. An example of a computer program operation. The male patient is 56 years old, with an axial length of 27.74 mm: a) measurement by the OCT device, horizontal scan, the average thickness of the GCIPL is 77.18 μm; b) data after software correction of the effect of optical magnification: reduction of the measurement area by 12.5%, average thickness of the GCIPL – 79.56 μm

программа. Для коррекции эффекта оптического увеличения в программе используется формула Littmann-Bennett [10, 18], а также собственная ее модификация, которая позволяет проводить сравнение с условным эметропическим глазом длиной 23,5 мм [5, 6]. Толщина СГКВП пересчитывается после изменения размера анализируемой области в соот-

ветствии с длиной оси глаза на горизонтальном и вертикальном сканах (рис.); средняя величина двух полученных значений берется в качестве конечного результата.

Средняя толщина СГКВП в контрольной группе была 79,0±5,3 (68-90) мкм. В группе пациентов с близорукостью она была ниже в среднем на 5,1 мкм (73,9±5,2; от 64 до 86 мкм,

P<0,000). Коррекция по программе менее чем на 1/3 уменьшала это различие – до 3,5 мкм (толщина СГКВП после коррекции 75,5±5,3; от 65 до 88 мкм; отличие от контроля и от исходных данных: P<0,000). Это служило косвенным указанием на истинное истончение СГКВП у пациентов с близорукостью средней и высокой степени, причиной которого могло быть увеличение размеров глазного яблока.

Для оценки роли растяжения заднего отрезка глаза в качестве возможной причины истончения СГКВП при близорукости было выполнено теоретическое сравнение площадей поверхности миопического и эметропического глаз, рассчитанных по формуле эллипсоида вращения (все необходимые для расчетов размеры глаз с длиной оси 26,2 и 23,8 мм получены методом магнитно-резонансной томографии [9]). Согласно расчетам, площадь поверхности указанного миопического глаза на 12% больше площади глаза, близкого к эметропии, что более чем в 2 раза превышает различие в толщине СГКВП, не объясняемое эффектом оптического увеличения.

С использованием метода линейной регрессии была выработана методика оценки средней толщины СГКВП у лиц старше 40 лет с близорукостью средней и высокой степени. Для того чтобы получить эквивалентную величину толщины СГКВП в глазу с эметропией (длина оси 23,5 мм), значение, полученное на приборе, следует увеличить примерно на 4-5 мкм при длине оси глаза 25-26 мм и на 5,5-6 мкм при длине оси глаза 27-28 мм. Более точные величины необходимой поправки приведены в табл. 2.

Как было отмечено в предыдущих сообщениях [5, 6], отсутствует возможность сравнения откорректированных (эквивалентных для эметропии) значений с «закрытой» нормативной базой прибора. Поэтому данные здоровых испытуемых, составивших контрольную группу, были взяты в качестве собственной нормативной базы. Были рассчитаны границы выраженного (встречающегося в норме не более чем в 1% случаев и отмечаемого красным цветом) и умеренного (наблюдающего

ся в норме у 4% здоровых лиц и маркируемого желтым цветом) снижения толщины СГКВП, которые составили соответственно <68 и ≤69 μm .

При сравнении с нормативной базой прибора Cirrus HD-OCT 16 из 53 пациентов с близорукостью (30,2%) демонстрировали те или иные изменения СГКВП, в том числе выраженные (красного цвета) в 9 (17%) и умеренные (желтой окраски) – в 7 случаях (13,2%). Формально обнаружение подобных, особенно выраженных изменений служило основанием для обследования на глаукому. Однако никаких признаков глаукомы или значимых функциональных нарушений у этих пациентов не было. После коррекции согласно табл. 2 толщина СГКВП лишь в двух случаях (3,8%) демонстрировала умеренное (желтой окраски) снижение, даже превосходя контрольную группу, в которой изменения наблюдались в 5 случаях (6,3%), в том числе умеренные – у трех (3,8%) и выраженные (красного цвета) – у двух человек (2,5%).

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные данные подтверждают результаты большого числа исследований, продемонстрировавших истончение СГКВП или комплекса ганглиозных клеток у пациентов с миопией [2, 3, 12, 13, 15, 19, 21-24], и позволяют предположительно определить роль различных факторов в происхождении этого феномена.

Собственные результаты не согласуются с мнением ряда авторов [12, 24] о преобладающей роли эффекта оптического увеличения как причины истончения слоя ганглиозных клеток сетчатки у пациентов с близорукостью. Исследования, выполненные с использованием разработанной компьютерной программы, с очевидностью показали, что эффект оптического увеличения объясняет истончение СГКВП менее чем на $\frac{1}{3}$ его величины. По-видимому, в качестве основной наиболее вероятной причины истончения СГКВП следует рассматривать растяжение оболочек заднего отрезка миопического глаза. Согласно выполненным нами расчетам величина та-

Таблица 2

Расчетная величина поправки для определения эквивалентного значения толщины слоя ганглиозных клеток сетчатки с внутренним плексиформным (СГКВП) в эметропическом глазу

Table 2

Estimated correction value for determining the equivalent thickness of the ganglion cell-inner plexiform layer (GCIPL) in the emmetropic eye

Длина оси глаза, мм Axial length, mm	Поправка*, μm Correction value, μm
25,5	4,5
26	4,8
26,5	5,0
27	5,3
27,5	5,6
28	5,9
28,5	6,1
29	6,4
29,5	6,7
30	7,0

* Прибавляется к измеренному значению средней толщины СГКВП.
* It is added to the measured value of the average GCIPL thickness.

кого растяжения даже превосходит степень истончения СГКВП. Это несоответствие, по всей видимости, обусловлено неравномерным распределением ганглиозных клеток сетчатки в заднем полюсе глаза со значительным преобладанием их в фовеальной области.

Согласно полученным результатам использование не миопических нормативных баз для оценки СГКВП у пациентов с близорукостью может быть причиной диагностических ошибок в виде гипердиагностики глаукомы почти у трети испытуемых старше 40 лет. О такой опасности предупреждают и Mwanza et al. [19], показавшие, что доля абнормальных сканов СГКВП у пациентов с неосложненной миопией составляет около 37%, что должно учитываться при оценке толщины СГКВП.

Как было отмечено в предыдущих сообщениях [5-7], наилучшим способом оценки количественных параметров ОКТ, измеренных в глазах с близорукостью, является сравнение со специализированными миопическими базами данных, примером которых может служить база «длинных глаз», которой оснащены приборы серии RS (Nidek). Вплоть

до внедрения подобных баз в других приборах, для них необходимы собственные поправки и критерии оценки СГКВП. Критерии, предложенные в настоящей работе, предназначены для прибора Cirrus HD-OCT и не могут напрямую быть использованы на приборах других производителей. На каждом приборе необходимо набирать и свою группу пациентов с близорукостью, и собственную нормативную базу, используя разработанные принципы оценки, которые достаточно универсальны. Необходимо также учитывать, что нормативная база в настоящей работе включает только россиян – представителей европеоидной расы, а для других рас и этносов должны создаваться дополнительные или диверсифицированные нормативные базы [7].

Сформированная в работе собственная нормативная база пациентов с эметропией охватывает здоровых лиц в возрасте 41-80 лет, что не позволяет использовать ее у лиц более молодого возраста. Однако для диагностики глаукомы наиболее важна именно возрастная группа старше 40 лет. Кроме того, эта нормативная база имеет пока сравни-

тельно небольшой объем, что не позволяет детально учитывать связанное с возрастом истончение СГКВП [15, 24]. В перспективе предполагается существенное расширение нормативной базы за счет испытуемых разных возрастных групп, включая лиц моложе 40 лет, что существенно повысит информативность оценки.

Наконец, отдельный интерес представляет оценка СГКВП у пациентов с гиперметропией средней и высокой степени. Решение этой задачи явится одним из направлений наших дальнейших исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, истончение СГКВП у пациентов с миопией средней и высокой степени лишь частично связано с эффектом оптического увеличения, а в большей степени объясняется растяжением заднего отрезка глазного яблока. Предложена оригинальная методика оценки толщины СГКВП при близорукости, адаптированная к прибору Cirrus HD-OCT.

ЛИТЕРАТУРА

- Акопян В.С., Семенова Н.С., Филоненко И.В., Цысарь М.А. Оценка комплекса ганглиозных клеток сетчатки при первичной открытоугольной глаукоме // Офтальмология. – 2011. – Т. 8, № 1. – С. 20-26.
- Белогурова А.В. Дифференциально-диагностические критерии и мониторинг глаукомного процесса при осевой миопии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2016. – 22 с.
- Казакова А.В., Эскина Э.Н. Диагностика глаукомы у пациентов с близорукостью // Национальный журнал глаукома. – 2015. – Т. 14, № 3. – С. 87-100.
- Пилягина А.А. Возможности различных методов биометрии в оценке аксиальной длины глаза // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – № 12 (187). – С. 181-184.
- Шпак А.А., Коробкова М.В. Оптическая когерентная томография у пациентов с аномалиями рефракции. Сообщение 1: Толщина перипапиллярного слоя нервных волокон сетчатки // Офтальмохирургия. – 2017. – № 4. – С. 67-72.
- Шпак А.А., Коробкова М.В. Оптическая когерентная томография у пациентов с аномалиями рефракции. Сообщение 2: Параметры диска зрительного нерва // Офтальмохирургия. – 2018. – № 1. – С. 60-65.
- Шпак А.А., Коробкова М.В., Баласанян В.О. Нормативные базы данных приборов для оптической когерентной томографии (обзор литературы) // Офтальмохирургия. – 2017. – № 4. – С. 87-91.
- Шпак А.А., Севостьянова М.К., Огородникова С.Н. Оценка макулярного слоя ганглиозных клеток методом спектральной оптической когерентной томографии в диагностике начальной глаукомы // Вестн. офтальмол. – 2013. – № 6. – С. 16-18.
- Atchison D.A., Jones C.E., Schmid K.L. et al. Eye shape in emmetropia and myopia // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. – 2004. – Vol. 45, № 10. – P. 3380-3386.
- Bennett A.G., Rudnicka A.R., Edgar D.F. Improvements on Littmann's method of determining the size of retinal features by fundus photography // Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. – 1994. – Vol. 232, № 6. – P. 361-367.
- Findl O., Kriechbaum K., Sacu S. et al. Influence of operator experience on the performance of ultrasound biometry compared to optical biometry before cataract surgery // J. Cataract Refract. Surg. – 2003. – Vol. 29, № 10. – P. 1950-1955.
- Higashide T., Ohkubo S., Hangai M. et al. Influence of clinical factors and magnification correction on normal thickness profiles of macular retinal layers using optical coherence tomography // PLoS One. – 2016. – Vol. 11, № 1. – e0147782.
- Hirasawa K., Shoji N. Association between ganglion cell complex and axial length // Jpn. J. Ophthalmol. – 2013. – Vol. 57, № 5. – P. 429-434.
- Kang S.H., Hong S.W., Im S.K. et al. Effect of myopia on the thickness of the retinal nerve fiber layer measured by Cirrus HD optical coherence tomography // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. – 2010. – Vol. 51, № 8. – P. 4075-4083.
- Koh V.T., Tham Y.C., Cheung C.Y. et al. Determinants of ganglion cell-inner plexiform layer thickness measured by high-definition optical coherence tomography // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. – 2012. – Vol. 53, № 9. – P. 5853-5859.
- Lee W.J., Kim Y.K., Park K.H., Jeoung J.W. Trend-based analysis of ganglion cell-inner plexiform layer thickness changes on optical coherence tomography in glaucoma progression // Ophthalmology. – 2017. – Vol. 124, № 9. – P. 1383-1391.
- Leung C.K., Cheng A.C., Chong K.K. et al. Optic disc measurements in myopia with optical coherence tomography and confocal scanning laser ophthalmoscopy // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. – 2007. – Vol. 48, № 7. – P. 3178-3183.
- Littmann H. Zur Bestimmung der wahren Grosse eines Objektes auf dem Hintergrund des lebenden Auges // Klin. Monatsbl. Augenheilkd. – 1982. – Bd. 180, № 4. – S. 286-289.
- Mwanza J.C., Sayyad F.E., Aref A.A., Budenz D.L. Rates of abnormal retinal nerve fiber layer and ganglion cell layer OCT scans in healthy myopic eyes: Cirrus versus RTVue // Ophthalmic Surg. Lasers Imaging. – 2012. – Vol. 43, № 6. – P. 67-74.
- Savini G., Barboni P., Parisi V., Carbonelli M. The influence of axial length on retinal nerve fibre layer thickness and optic-disc size measurements by spectral-domain OCT // Br. J. Ophthalmol. – 2012. – Vol. 96, № 1. – P. 57-61.
- Seo S., Lee C.E., Jeong J.H. et al. Ganglion cell-inner plexiform layer and retinal nerve fiber layer thickness according to myopia and optic disc area: a quantitative and three-dimensional analysis // BMC Ophthalmol. – 2017. – Vol. 17. – 22.
- Sezgin Akcay B.I., Gunay B.O., Kardes E. et al. Evaluation of the ganglion cell complex and retinal nerve fiber layer in low, moderate, and high myopia: a study by RTVue spectral domain optical coherence tomography // Semin. Ophthalmol. – 2017. – Vol. 32, № 6. – P. 682-688.
- 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. – Vol. 58, № 1. – P. 86-93.
- Ueda K., Kanamori A., Akashi A. et al. Effects of axial length and age on circumpapillary retinal nerve fiber layer and inner macular parameters measured by 3 types of SD-OCT instruments // J. Glaucoma. – 2016. – Vol. 25, № 4. – P. 383-389.
- Yang Z., Tatham A.J., Weinreb R.N. et al. Diagnostic ability of macular ganglion cell inner plexiform layer measurements in glaucoma using swept source and spectral domain optical coherence tomography // PLoS One. – 2015. – Vol. 10, № 5. – e0125957.
- Yanoff M., Duker J.S. Ophthalmology. 4th ed. – Philadelphia, PA: Saunders Elsevier, 2014. – P. 337.

Поступила 10.01.2018

НОВОЕ
В
ОФТАЛЬМОЛОГИИ

Электронная версия www.eyepress.ru

РЕФЕРАТИВНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ

ООО «Издательство «Офтальмология»