



<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2021-14-3-46-53>

Сравнение некоторых хориоретинальных параметров глаз с врожденной и приобретенной миопией и изучение их взаимосвязи с анатомо-оптическими показателями

Е.П. Тарутта, Р.Р. Хубиева✉, Г.А. Маркосян

ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

Цель — сравнительная оценка толщины центральной области сетчатки и хориоидеи, слоя нервных волокон макулярной и перипапиллярной области, плотности поверхностного и глубокого сплетения сетчатки и хориоидеи в глазах с врожденной и приобретенной миопией, а также изучение взаимосвязи этих параметров с рефракцией и аксиальной длиной глаза. **Материал и методы.** Обследованы 33 пациента в возрасте 6–16 лет (в среднем $12,07 \pm 3,09$ года), разделенные на 3 группы: 1-я — с врожденной миопией (23 глаза), 2-я — с приобретенной миопией (9 глаз), 3-я — с эметропией — контрольная группа (20 глаз). Хориоретинальные и гемодинамические параметры определяли с помощью спектрального оптического когерентного томографа RS-3000 Advance 2 (Nidek, Япония). Для корреляционного анализа использовали линейный коэффициент корреляции Пирсона (r). **Результаты.** Выявлены структурные изменения сенсорной и сосудистой оболочек глаза в группах с миопией по сравнению с группой контроля. Межгрупповое сравнение показало наличие более грубых структурных нарушений при врожденной миопии. Гемодинамические показатели продемонстрировали наличие нарушений в глубоких слоях сетчатки, а также слое хориокапилляров. Сравнительный анализ показал, что морфологические изменения заднего полюса имеют большую корреляционную связь с анатомическими параметрами, чем с оптическими. **Заключение.** Оптическая когерентная томография — информативный инструмент для дифференциальной диагностики, мониторинга и прогнозирования изменений заднего полюса глаза при миопии.

Ключевые слова: врожденная миопия; приобретенная миопия; оптическая когерентная томография; сетчатка, хориоидея; слой нервных волокон

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Тарутта Е.П., Хубиева Р.Р., Маркосян Г.А. Сравнение некоторых хориоретинальных параметров глаз с врожденной и приобретенной миопией и изучение их взаимосвязи с анатомо-оптическими показателями. Российский офтальмологический журнал. 2021; 14 (3): 46-53. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2021-14-3-46-53>

Certain chorioretinal parameters of the eye in congenital and acquired myopia and their relationship with anatomical and optical parameters

Elena P. Tarutta, Regina R. Khubieva✉, Gayane A. Markosyan

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia
reginahubieva@mail.ru

Purpose: to assess the thickness of the central region of the retina and choroid, the layer of nerve fibers in the macular and peripapillary regions, the density of the superficial and deep plexus of the retina and the choroid in congenital and acquired myopia and see how they are related with the refraction and axial length of the eye. **Material and methods.** 33 patients aged 6 to 16 (averagely, 12.07 ± 3.09 years) were divided into 3 groups: 1) with congenital myopia (23 eyes), 2) with acquired myopia (9 eyes), and 3) the control group with emmetropia (20 eyes). Chorioretinal and hemodynamic parameters were determined using an RS-3000 Advance 2 spectral optical coherence tomograph (Nidek, Japan). Correlation analysis was performed using Pearson's linear correlation coefficient (r). **Results.** Structural changes in the sensory and vascular membranes of the eye were revealed in both myopic groups as compared to the control group. Of the two clinical groups, more severe structural disorders were found in congenital myopia. Hemodynamic parameters revealed abnormalities in the deep retinal layers, as well as in the choriocapillary layer. The comparative analysis showed that morphological changes in the posterior pole have a stronger correlation with anatomical parameters as compared to optical ones. **Conclusion.** Optical coherence tomography is an informative method of differential diagnosis, monitoring, and prognostication of changes in the posterior pole in myopia.

Keywords: congenital myopia; acquired myopia; optical coherence tomography; retina; choroid; layer of nerve fibers

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

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

For citation: Tarutta E.P., Khubieva R.R., Markosyan G.A. Certain chorioretinal parameters of the eye in congenital and acquired myopia and their relationship with anatomical and optical parameters. Russian ophthalmological journal. 2021; 14 (3): 46-53 (In Russian). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2021-14-3-46-53>

Близорукость — наиболее частый дефект зрения, который встречается у каждого 3–4-го взрослого жителя России. У школьников младших классов частота близорукости составляет 6–8 %, у учеников старших классов увеличивается уже до 25–30 %. В офтальмопедиатрии близорукость занимает особенное место, так как наибольший темп ее прогрессирования приходится именно на детский возраст. До 22 % общего числа инвалидов по зрению составляют лица молодого возраста с осложненной миопией высокой степени [1]. Среди взрослых инвалидов по зрению вследствие миопии 56 % имеют врожденную близорукость, остальные — приобретенную, в том числе в школьные годы. Медико-социальная значимость проблемы усугубляется тем, что осложненная миопия поражает людей в самом работоспособном возрасте, а врожденная миопия — уже в первые годы жизни [2]. Результаты многочисленных комплексных эпидемиологических и клинико-генетических исследований показали, что близорукость является мультифакторальным заболеванием, а клиническое течение отличается значительным полиморфизмом. Особенную роль в течении данной патологии отводят удлинению аксиальной длины глаза, которое наступает вследствие нарушения метаболических, структурных и биомеханических свойств склеры, а также изменений регионарной гемодинамики [3]. До настоящего времени проведено достаточное количество работ, продемонстрировавших, что как врожденная, так и приобретенная миопия высокой степени могут сочетать в себе рефрак-

ционные, анатомические, функциональные нарушения, органические изменения зрительного нерва и оболочек глаза, а также разнообразную сопутствующую патологию. Так как основным анатомическим субстратом миопической рефракции является увеличенный размер переднезадней оси (ПЗО) глаза, то большая часть как морфологических, так и функциональных нарушений связаны с необратимыми изменениями внутренних оболочек (таких как «миопическая макулопатия», периферические дистрофии) и с нарушением гемодинамики [4]. Несмотря на то, что офтальмоскопия является неотъемлемой частью общего офтальмологического обследования пациентов с миопией, выявить доклинические изменения глазного дна с ее помощью не представляется возможным. Стоит отметить также, что офтальмоскопически видимые изменения являются уже необратимыми. С внедрением такого высокочувствительного метода, как оптическая когерентная томография (ОКТ), стала возможной прижизненная объективная оценка ретинальных и хориоидальных структур заднего полюса, параметров макулярной области и диска зрительного нерва с точностью до 5 мкм, а также исследование гемодинамики на различных уровнях [5–7]. Современные томографы бесконтактным путем отслеживают движения глаза в реальном времени благодаря функции EyeTracking, что дает возможность обследовать пациентов первых лет жизни и получать достоверные результаты. Все это открывает перед врачом-офтальмологом возможности выявления и мониторинга ранних изменений глазного дна,

дифференциальной диагностики, динамического наблюдения изменений структур заднего полюса глаза у пациентов с миопией и, что особенно важно, изучения роли патогенеза осложненной миопии.

ЦЕЛЬЮ нашей работы явилась оценка толщины центральной области сетчатки и хориоидеи, слоя нервных волокон макулярной и перипапиллярной области, плотности поверхностного и глубокого сплетения сетчатки и хориоидеи в глазах с врожденной и приобретенной миопией, а также изучение взаимосвязи этих параметров с рефракцией и аксиальной длиной глаза.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Нами обследовано 33 пациента в возрасте 6–16 лет (в среднем $12,07 \pm 3,09$ года). Пациенты были разделены на 3 группы: 1-я — с врожденной миопией (23 глаза): МКОЗ $0,41 \pm 0,27$ и рефракцией (R) = $-11,25 \pm 3,1$ дптр, ПЗО = $27,3 \pm 1,1$ мм; 2-я — с приобретенной миопией (9 глаз): МКОЗ $0,90 \pm 0,13$; R = $-7,8 \pm 1,4$ дптр, ПЗО = $26,6 \pm 0,6$ мм; 3-я — контрольная группа (20 глаз): МКОЗ $1,2 \pm 0,03$; R = $-0,17 \pm 1,70$ дптр, ПЗО = $24,04 \pm 0,6$ мм. Помимо стандартного офтальмологического обследования, всем пациентам определяли толщину сетчатки и хориоидеи, сегментацию с последующей калькуляцией макулярной и перипапиллярной толщины комплекса слоя нервных волокон и ганглиозных клеток при помощи спектрального оптического когерентного томографа RS-3000 Advance 2 (Nidek, Japan) в программе Macula Radial с получением карты диаметром 6 мм в соответствии с Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS). Толщину хориоидеи определяли как расстояние между наружной границей ретинального пигментного эпителия (РПЭ) и гиперрефлективной линией снаружи от слоя крупных сосудов хориоидеи, что является границей между хориоидеей и склерой. Анализируемая область была разделена на три концентрические окружности диаметром 1, 3 и 6 мм: центральная зона фовеа (central foveal zone), внутренняя зона макулы (inner macula zone) и внешняя зона макулы (outer macula zone) соответственно. Далее зоны делились на 9 участков с указанием среднего значения толщины в каждом: inner-superior (SI), inner-nasal (NI), inner-inferior (II), inner-temporal (TI), outer-superior (SO), outer-nasal (NO), outer-inferior (IO), outer-temporal (TO) и central foveal (F) zone. Оценка плотности поверхностного и глубокого сосудистого сплетения сетчатки, хориоидеи и отдельно слоя хориокапилляров проводилась с использованием программы Macula MAP в режиме angio, анализируемая область составила 3×3 мм.

Статистическая обработка включала определение среднего значения и стандартного отклонения ($M \pm SD$). Корреляционный анализ проводился при помощи линейного коэффициента корреляции Пирсона (r). Уровень достоверности различий определяли по стандартному t -критерию Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Толщина сетчатки в фовеа при приобретенной миопии была достоверно выше, чем при врожденной ($274,3 \pm 23,8$ и $262,1 \pm 32,9$ мкм соответственно, $p < 0,05$), а также несколько выше, чем в контрольной группе ($267,2 \pm 26,3$ мкм, различие не достоверно, $p > 0,05$). При врожденной миопии толщина фовеальной области сетчатки достоверно не отличалась от контрольной группы, $p > 0,05$ (табл. 1).

Сравнительный анализ толщины сосудистой оболочки в субфовеальной области, а также во всех кольцах и сегментах

показал, что при врожденной миопии данные параметры были достоверно ниже ($p < 0,001$), чем при приобретенной миопии и в группе контроля (табл. 1). Достоверной разницы между этими параметрами группы приобретенной миопии и группы контроля не выявлено.

Сравнительный анализ толщины комплекса слоя нервных волокон и ганглиозных клеток в центральной области показал следующее: толщина данного комплекса во всех кольцах и сегментах глаз с врожденной миопией была достоверно ниже ($p < 0,005$), чем в глазах с приобретенной миопией и в группе контроля (табл. 1). Достоверных различий в толщине комплекса нервных волокон и ганглиозных клеток в центральной области между приобретенной миопией и группой контроля не было обнаружено, даже выявлена тенденция к увеличению этих параметров при приобретенной миопии, что скорее всего является случайным и связано с относительно небольшой выборкой пациентов.

Сравнительный анализ толщины перипапиллярного слоя нервных волокон показал, что при врожденной миопии данный параметр достоверно ниже ($p < 0,005$), чем в группе контроля (табл. 1). Достоверное снижение этого параметра при врожденной миопии выявлено также по сравнению с приобретенной миопией в верхнем и темпоральном сегментах ($p < 0,05$), в нижнем и назальном сегментах такой тенденции не обнаружено ($p > 0,05$). Толщина перипапиллярного слоя нервных волокон при приобретенной миопии была достоверно ниже ($p < 0,05$), чем в контрольной группе (табл. 1).

Результаты ОКТ-ангио показали следующее: достоверных различий по всем кольцам и сегментам в плотности поверхностного сосудистого сплетения сетчатки во всех трех группах не выявлено ($p > 0,05$) (табл. 2). Плотность глубокого сплетения сетчатки была достоверно выше ($p < 0,05$) в контрольной группе, чем в группах с врожденной и приобретенной миопией (табл. 2). При сравнении двух групп с миопией различного генеза достоверных различий в этих параметрах не обнаружено.

Плотность слоя хориокапилляров в фовеальной области достоверно выше в группе контроля, чем в группах с приобретенной и врожденной миопией ($50,2 \pm 9,5$, $38,7 \pm 5,9$, $37,8 \pm 21,6$ % соответственно, $p < 0,05$). При сравнении двух групп с миопией различного генеза достоверных различий в этих параметрах не обнаружено. В остальных кольцах и сегментах плотность слоя хориокапилляров при врожденной миопии достоверно ниже ($p < 0,05$), чем в группе контроля (табл. 2), а также несколько ниже, чем при приобретенной миопии, но эти различия не достоверны (табл. 2). При приобретенной миопии также обнаружено недостоверное снижение ($p > 0,05$) плотности хориокапилляров по сравнению с контрольной группой (табл. 2).

Сравнительный анализ плотности сосудов хориоидеи в фовеальной области показал, что при врожденной и приобретенной миопии данный параметр достоверно ниже ($p < 0,05$), чем в группе контроля ($37,5 \pm 15,4$, $49,7 \pm 7,2$, 58 ± 7 % соответственно, $p > 0,05$). Достоверных различий по остальным кольцам и сегментам при межгрупповом сравнении не выявлено.

Корреляционный анализ анатомо-оптических и структурных параметров глаз пациентов с миопией различного генеза показал следующее. При врожденной миопии выявлена умеренная корреляционная связь параметров рефракции и субфовеальной толщины сосудистой оболочки ($r = -0,4$), при приобретенной миопии данная связь была слабее ($r = -0,3$). Анализ связи аксиальной длины глаза и субфовеальной толщины хориоидеи показал умеренную обратную корреляцию при приобретенной миопии ($r = -0,5$),

Таблица 1. Толщина сетчатки, хориоидеи, комплекса слоя нервных волокон и ганглиозных клеток, слоя нервных волокон в перипапиллярной области в глазах с врожденной миопией, приобретенной миопией и группе контроля
Table 1. Thickness of the retina, choroid, complex of the nerve fibers layer and ganglion cells, the layer of nerve fibers in the peripapillary region in eyes with congenital myopia, acquired myopia and the control group

Показатели Parameters	Центр Center			Верхневнутренний SI			Верхненаружный SO			Височновнутренний TI			Височнонаружный TO		
	ПМ AM	ВМ SM	ГК CG	ПМ AM	ВМ SM	ГК CG	ПМ AM	ВМ SM	ГК CG	ПМ AM	ВМ SM	ГК CG	ПМ AM	ВМ SM	ГК CG
Толщина сетчатки, мкм Retinal thickness, µm	274,3 ± 23,8*	262,1 ± 32,9	267,2 ± 26,3*	323,8 ± 12,6**	304,1 ± 28,6**	325,4 ± 25,3*	291 ± 15*	256,0 ± 45,9*	293,7 ± 17,7	321,8 ± 8,9**	293,3 ± 23,3**	318,4 ± 23,9	277,4 ± 11,8**	251,9 ± 29,5**	283,0 ± 18,6
Толщина хориоидеи, мкм Choroidal thickness, µm	245,7 ± 49,1***	167,2 ± 49,9***	253,7 ± 70,1	258,6 ± 46,5***	165,7 ± 62,7***	256,2 ± 65,7	257,2 ± 43,7***	162,7 ± 55,3***	242,6 ± 56,7*	254,0 ± 51,7***	179,6 ± 47,8***	250,4 ± 74,8	244,5 ± 40,8***	175,3 ± 43,2***	230,1 ± 56,3
Толщина комплекса СНВ + ГК, мкм Complex thickness RNFL + GCL, µm	—	—	—	119,2 ± 5,4**	106,8 ± 9,3**	112,3 ± 12,7	95,6 ± 7,7**	78,8 ± 13,6	96,2 ± 11,1	107,8 ± 5,7**	96,4 ± 10,1**	101,7 ± 10,3	86,0 ± 9,2**	74,2 ± 12,0**	84,5 ± 8,2
Толщина СНВ перипапиллярная, мкм RNFLperipapillary, µm	—	—	—	109,7 ± 13,1*	96,0 ± 15,7*	136,4 ± 36,3***	—	—	—	74,7 ± 13,9*	63,4 ± 20,4**	79,1 ± 15,8	—	—	—
	Нижневнутренний II			Нижненаружный IO			Назально-внутренний NI			Назально-наружный NO					
	ПМ	ВМ	ГК	ПМ	ВМ	ГК	ПМ	ВМ	ГК	ПМ	ВМ	ГК	ПМ	ВМ	ГК
Толщина сетчатки, мкм Retinal thickness, µm	328 ± 13,5**	300,7 ± 26,4**	317,8 ± 25,3*	281,8 ± 15,8***	247,2 ± 28,7***	283,0 ± 23,5	330,7 ± 22,4**	306,5 ± 24,7**	329,5 ± 22,1	290,8 ± 64,4*	281,4 ± 26,4*	311,5 ± 17,2**	290,8 ± 64,4*	281,4 ± 26,4*	311,5 ± 17,2**
Толщина хориоидеи, мкм Choroidal thickness, µm	253,5 ± 50,4***	152,90 ± 41***	250,1 ± 68,4	217 ± 40,1***	138,5 ± 35,5***	228,9 ± 58,4	217,6 ± 43***	128,1 ± 47,3***	214,9 ± 72,5	166,3 ± 34,3***	80,6 ± 32,5***	159,0 ± 60,9*	166,3 ± 34,3***	80,6 ± 32,5***	159,0 ± 60,9*
Толщина комплекса СНВ + ГК, мкм Complex thickness of RNFL + GCL, µm	117,8 ± 6,6**	102,5 ± 12**	109 ± 13,6	95,7 ± 9,6**	77,9 ± 15,1**	98 ± 14,4	115,2 ± 11,1**	105,5 ± 12,5**	112,5 ± 9,2	116,1 ± 6,4**	97,6 ± 17,6**	109,2 ± 9,2	116,1 ± 6,4**	97,6 ± 17,6**	109,2 ± 9,2
Толщина СНВ перипапиллярная, мкм Thickness of RNFL peripapillary, µm	89,8 ± 14	97,3 ± 19,4*	134,6 ± 29,4***	—	—	—	57,9 ± 9	59,2 ± 21,3	77,4 ± 25,9*	—	—	—	—	—	—

Примечание. Здесь и в таблице 2: Внутренние располагаются в зоне от 1 до 3 мм, наружные — в зоне от 3 до 6 мм. ВМ — врожденная миопия, ПМ — приобретенная миопия, ГК — группа контроля, СНВ + ГК — слой нервных волокон + ганглиозных клеток. * — $p < 0,05$, ** — $p < 0,005$, *** — $p < 0,001$.
Note. Here and in the table 2: SI — inner-superior, SO — outer-superior, TI — inner-temporal, TO — outer-temporal, IO — inner-inferior, IO — outer-inferior, NI — inner-nasal, NO — outer-nasal. Inner are located in the area of 1–3 mm, outer — in the area of 3–6 mm. SM — congenital myopia, AM — acquired myopia, CG — control group, RNFL + GC — retinal neural fiber layer + ganglion cells layer. * — $p < 0,05$, ** — $p < 0,005$, *** — $p < 0,001$.

Таблица 2. Плотность поверхностного и глубокого сосудистого сплетения сетчатки, слоя хориокапилляров и хориоидеи в глазах с врожденной миопией, приобретенной миопией и в группе контроля
Table 2. Density of the superficial and deep vascular plexus of the retina, the layer of the choriocapillaries and the choroid in eyes with congenital myopia, acquired myopia and the control group

Показатели Parameters	Верхневнутренний SI						Верхненаружный SO						Височновнутренний TI						Височнонаружный TO					
	ПМ AM		ВМ CM		ГК CG		ПМ AM		ВМ CM		ГК CG		ПМ AM		ВМ CM		ГК CG		ПМ AM		ВМ CM		ГК CG	
	38,4 ± 6,9		38,0 ± 11,6		37,9 ± 9,6		44,6 ± 9,2		48,7 ± 9,9		49,9 ± 5,7		36,2 ± 7,0		32,7 ± 11,0		36,5 ± 10,4		35,0 ± 9,8*		43,6 ± 7,3		48,4 ± 9,3*	
Поверхностное сплетение, % Superficial plexus, %	23,9 ± 13,1*		27,2 ± 17,5		33,8 ± 11,4*		25,1 ± 10,2***		34,8 ± 19,7*		45,5 ± 8,1*		27,7 ± 15,1		26,0 ± 18,1		32,7 ± 9,9		24,3 ± 7,8**		36,2 ± 16,9**		47,9 ± 9,9**	
Глубокое сплетение, % Deep plexus, %	45,7 ± 7,4		43,8 ± 12,7*		51,3 ± 4,7*		47,3 ± 4,4		45,3 ± 9,8*		50,7 ± 5,8*		50,8 ± 4,4		45,0 ± 13,2*		52,3 ± 6,1*		49,0 ± 5,1		48,5 ± 10,0*		55,2 ± 5,8*	
Хориокапилляры, % Choriocapillaries, %	44,5 ± 7,3		49,5 ± 10,6		51,6 ± 8,0		48,8 ± 6,8		48,7 ± 11,0		50,2 ± 5,3		51,7 ± 3,8		48,4 ± 10,2		54,0 ± 5,1		53,2 ± 5,4		51,5 ± 7,2*		56,9 ± 3,6*	
Хориоидея, % Choroid, %	Нижневнутренний II						Нижненаружный IO						Назальновоутренний NI						Назальнонаружный NO					
	ПМ AM		ВМ CM		ГК CG		ПМ AM		ВМ CM		ГК CG		ПМ AM		ВМ CM		ГК CG		ПМ AM		ВМ CM		ГК CG	
Поверхностное сплетение, % Superficial plexus, %	40,4 ± 7,5		35,7 ± 9,1		36,0 ± 8,8		45,0 ± 8,4		44,3 ± 9,1*		51,3 ± 5,3*		33,8 ± 7,2		35,3 ± 11,1		38,2 ± 8,6		50,1 ± 3,7*		41,9 ± 8,9*		49,1 ± 5,4	
Глубокое сплетение, % Deep plexus, %	24,6 ± 11,3		23,8 ± 17,3*		34,0 ± 8,7*		21,8 ± 9,5*		31,2 ± 19,5*		43,1 ± 8,0**		28,3 ± 11,5		24,9 ± 15,2*		32,9 ± 7,9*		27,7 ± 11,0*		34,6 ± 16,6*		48,4 ± 8,4**	
Хориокапилляры, % Choriocapillaries, %	48,0 ± 5,6		42,1 ± 12,5*		49,1 ± 9,7		47,6 ± 6,0		42,4 ± 13,1*		48,2 ± 7,2		46,6 ± 6,3		41,8 ± 10,9**		50,6 ± 7,3**		48,5 ± 5,1		45,2 ± 8,7**		52,5 ± 6,0**	
Хориоидея, % Choroid, %	45,8 ± 9,2		46,9 ± 11,5		49,9 ± 6,6		46,8 ± 6,2		47,7 ± 7,3		47,5 ± 6,2		46,1 ± 5,6		44,7 ± 10,9*		53,0 ± 6,4*		49,1 ± 8,8		49,2 ± 7,9*		55,7 ± 5,2*	

при врожденной миопии данная связь была слабее ($r = -0,4$). Проведен также корреляционный анализ связи между субфовеальной толщиной сетчатки и длиной ПЗО глаза. При врожденной миопии выявлена слабая обратная корреляционная связь данных параметров ($r = -0,3$), при приобретенной миопии связь также оказалась слабой. Сравнительный анализ корреляции толщины сетчатки в фовеа с рефракцией показал, что при врожденной миопии связь данных параметров отсутствует ($r = -0,1$), а при приобретенной миопии корреляционная связь ($r = -0,3$) слабая. Проанализированы также взаимосвязи длины ПЗО и рефракции с толщиной комплекса нервных волокон и ганглиозных клеток центральной области в 3° и 6° . При врожденной и приобретенной миопии показано отсутствие связи данных параметров ($r = -0,15$, $r = -0,2$). Такой связи не выявлено и при сравнительном анализе рефракции и толщины данного комплекса в 6° ($r = -0,2$, $r = -0,1$). Анализ связи комплекса нервных волокон и ганглиозных клеток в 3° с ПЗО показал, что при врожденной миопии существует умеренная обратная связь этих параметров ($r = -0,6$), при приобретенной миопии связь существенно слабее ($r = -0,2$). При анализе этих же параметров в кольце 6° выявлена умеренная корреляционная связь при миопии различного генеза, более выраженная при врожденной близорукости ($r = -0,4$, $r = -0,3$).

ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе нашей работы выявлено увеличение толщины фовеальной области сетчатки при миопии различного генеза, более выраженное в группе с приобретенной миопией, и не выявлено взаимосвязей между данным параметром и анатомо-оптическими показателями глаз. Результаты нашего исследования согласуются с работой, проведенной ранее С.Э. Аветисовым и соавт. [8], в которой показан слишком широкий диапазон колебаний этого параметра при миопии высокой степени и также отсутствие четкой зависимости толщины сетчатки в фовеальной зоне от размеров ПЗО. Авторы считают, что эти результаты не позволяют рассматривать данный показатель в качестве критерия степени изменений сетчатки при миопии. Стоит отметить, что нами обнаружено достоверное снижение толщины сетчатки по всем кольцам и сегментам в центральной области при врожденной близорукости. Это согласуется с результатами зарубежных [9] и отечественных [10] авторов, которые выявили изменения толщины и профиля сетчатки в макулярной области при врожденной миопии с амблиопией. Е.П. Таруттой и соавт. [10] в 2012 г. также было обнаружено изменение отношения толщины периферии макулярной области к ее центральной толщине, что сопоставимо с результатами данной работы. По нашему мнению, это может быть связано с нарушением постнатальной дифференцировки макулы. Что касается толщины комплекса слоя нервных волокон и ганглиозных клеток в центральной области, то здесь данные литературы достаточно противоречивы [8, 11, 12]. Нами показано достоверное снижение этих параметров во всех кольцах и сегментах при врожденной миопии, но отсутствие таких изменений при приобретенной миопии. Возможно, такие результаты связаны с тем, что структуры заднего полюса при врожденной миопии подвержены более грубым морфологическим изменениям вследствие перерастяжения оболочек еще в раннем возрасте. Дополнительно нами было показано изменение толщины слоя нервных волокон в перипапиллярной области по сравнению с группой контроля у пациентов как с врожденной миопией, так и с приобретенной, что может указывать на наличие морфо-

логических изменений сетчатки и зрительного нерва. Эти результаты согласуются с данными, полученными ранее В.В. Страховым и соавт. [13]. Авторами этой работы было предложено использовать данный параметр как критерий ОКТ-диагностики миопического растяжения сетчатки заднего полюса глазного яблока.

Наряду с большими возможностями исследования сетчатки с помощью ОКТ, этот метод исследования применяется и для визуализации хориоидеи. В ходе нашей работы было выявлено, что при миопии различного генеза происходит достоверное снижение параметров субфовеальной толщины хориоидеи по сравнению с группой контроля, однако таких изменений сосудистой оболочки по всем сегментам при приобретенной близорукости не было обнаружено. Стоит отметить, что выявленные корреляционные связи между параметрами субфовеальной толщины хориоидеи и анатомо-оптическими показателями глаз с близорукостью дают основание предположить, что изменение толщины оболочек глаза зависит от перерастяжения заднего полюса, а именно определяющим является показатель ПЗО, что также неоднократно подтверждалось в работах других авторов [8, 14].

Исследование гемодинамики продемонстрировало достоверное снижение плотности глубокого сосудистого сплетения сетчатки, а также изменения в хориокапиллярах при всех видах близорукости, плотность поверхностного сплетения сетчатки оставалась без изменений. Наши результаты согласуются с выводами других исследователей [8, 15, 16]. Можно предположить, что при миопии высокой степени такая большая частота выявления дистрофических изменений задних оболочек обусловлена нарушением кровотока именно в глубоких сплетениях сетчатки и непосредственно в хориокапиллярах из-за механического перерастяжения оболочек заднего полюса, и обнаружение таких изменений на доклиническом этапе, их мониторинг будут способствовать выработке рациональной тактики лечения и профилактике осложнений при близорукости любого генеза.

ВЫВОДЫ

1. Толщина сетчатки в фовеальной области при приобретенной миопии достоверно выше, чем при врожденной и в контрольной группе. При врожденной миопии такой тенденции не выявлено. Толщина сетчатки во всех кольцах и сегментах при врожденной миопии достоверно ниже, чем при приобретенной миопии и в контрольной группе. При приобретенной миопии такой тенденции не выявлено.
2. Толщина сосудистой оболочки в субфовеальной области, а также во всех кольцах и сегментах при врожденной миопии достоверно ниже, чем при приобретенной и в группе контроля. Достоверной разницы между этими параметрами при приобретенной миопии и в контрольной группе не обнаружено.
3. Толщина комплекса нервных волокон и ганглиозных клеток в центральной области при врожденной миопии достоверно ниже во всех кольцах и сегментах по сравнению с приобретенной миопией и группой контроля. Достоверных различий в данном комплексе между приобретенной миопией и группой контроля не обнаружено.
4. Толщина перипапиллярного слоя нервных волокон при миопии различного генеза достоверно ниже, чем в группе контроля. Толщина данного комплекса при врожденной миопии достоверно отличалась от соответствующего показателя при приобретенной миопии только в верхнем и темпоральном сегментах.
5. Достоверных различий по всем кольцам и сегментам в плотности поверхностного сосудистого сплетения сетчатки

во всех трех группах не выявлено. Плотность глубокого сосудистого сплетения сетчатки по всем кольцам и сегментам достоверно ниже при врожденной и приобретенной миопии, чем в контрольной группе, при сравнении двух групп миопии достоверных различий в этих параметрах не обнаружено.

6. Плотность слоя хориокапилляров во всех сегментах при миопии различного генеза ниже, чем в группе контроля. Общая плотность сосудов хориоидеи в фовеальной области при врожденной и приобретенной миопии достоверно ниже, чем в контрольной группе. Достоверных различий по остальным кольцам и сегментам при межгрупповом сравнении не выявлено.

7. Корреляционный анализ параметров связи ПЗО и субфовеальной толщины хориоидеи выявил умеренную обратную корреляцию этих параметров в группах с врожденной и приобретенной миопией ($r = -0,5$, $r = -0,4$ соответственно).

8. При врожденной миопии выявлена слабая обратная корреляционная связь между субфовеальной толщиной сетчатки и ПЗО ($r = -0,3$). Взаимосвязь между толщиной сетчатки в фовеа и рефракцией при врожденной миопии не выявлена ($r = -0,1$), при приобретенной миопии показана слабая обратная корреляционная связь данных параметров ($r = -0,3$).

9. При врожденной и приобретенной миопии связь рефракции с толщиной комплекса нервных волокон и ганглиозных клеток центральной области в 3° и 6° отсутствует. При врожденной миопии выявлена умеренная обратная связь данного комплекса с длиной ПЗО в 3° ($r = -0,6$), при приобретенной миопии связь была слабее ($r = -0,2$). При анализе этих же параметров в кольце 6° выявлена умеренная корреляционная связь при миопии различного генеза ($r = -0,4$, $r = -0,3$).

Литература/References

1. *Слушко Е.Л.* Миопия. Нарушение рефракции — это болезнь. Астраханский вестник экологического образования. 2014; 2 (28): 160–5. [*Slushko E.L.* Myopia. Refraction's violation is a disease. Astrakhanskiy Vestnik Ecologicheskogo obrazovaniya. 2014; 2 (28): 160–5 (In Russian)].
2. *Либман Е.С., Шахова Е.В.* Слепота и инвалидность вследствие патологии органа зрения в России. Вестник офтальмологии. 2006; 1: 35–7. [*Libman E.S., Shakhova E.V.* Blindness and disability due to eye pathology in Russia. Vestnik oftalmologii. 2006; 1: 35–7 (In Russian)].
3. *Мамиконян В.Р., Шмелева-Демир О.А., Харлап С.И. и др.* Изменения гемодинамики глаза при миопии различной степени. Вестник офтальмологии. 2013; 129 (6): 24–7. [*Mamikonyan V.R., Shmeleva-Demir O.A., Kharlap S.I., et al.* Changes in the hemodynamics of the eye with myopia of varying degrees. Vestnik oftalmologii. 2013; 129 (6): 24–7 (In Russian)].
4. *Saw S.M., Gazzard G., Shin-Yen E.C., Chua W.H.* Myopia and associated pathological complications. Ophthalmic Physiol. Opt. 2005; (25): 381–91. <https://doi.org/10.1111/j.1475-1313.2005.00298.x>
5. *Мосин И.М., Балаян И.Г., Неудихина Е.А.* Результаты исследования диска зрительного нерва, толщины нейроэпителия и слоя нервных волокон сетчатки у здоровых детей с различной рефракцией с помощью оптической когерентной томографии. Клиническая офтальмология. 2009; (2): 45–9. [*Mosin I.M., Balayan I.G., Neudakhina E.A.* Results of the study of the optic nerve head, the thickness of the neuroepithelium and the layer of retinal nerve fibers in healthy children with different refraction using optical coherence tomography. Klinicheskaya oftalmologiya. 2009; (2): 45–9 (In Russian)].
6. *Hess D.B., Asrani S.G., Bhide M.G., et al.* Macular and retinal nerve fiber layer analysis of normal and glaucomatous eyes in children using optical coherence tomography. Amer. J. Ophthalmol. 2005; 3 (139): 509–17. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2004.10.047>
7. *Liew S.H.M., Gilbert C.E., Spector T.D., et al.* The role of heredity in determining central retinal thickness. Brit. J. Ophthalmol. 2007; 91 (9): 1143–7. <https://doi.org/10.1136/bjo.2007.114215>
8. *Аветисов С.Э., Будзинская М.В., Жабина О.А. и др.* Анализ изменений центральной зоны глазного дна при миопии по данным флюоресцентной ангиографии и оптической когерентной томографии. Вестник офтальмологии. 2015; 4: 38–48. [*Avetisov S.E., Budzinskaya M.V., Zhabina O.A., et al.* Analysis of changes in the central ocular zone in myopia according to fluorescent angiography and optical coherent tomography. Vestnik oftalmologii. 2015; 4: 38–48 (in Russian)]. <https://doi.org/10.17116/oftalma2015131438-48>
9. *Pang Y., Goodfellow G.W., Allison S.E., Block S., Frantz K.A.* A prospective study of macular thickness in amblyopic children with unilateral high myopia. Invest. Ophthalmol. Vis Sci. 2011; 52 (5): 2444–9. <https://doi.org/10.1167/iov.10-5550>
10. *Тарутта Е.П., Маркосян Г.А., Рябина М.В., Зольникова И.В., Кружкова Г.В.* Морфометрические и функциональные особенности макулярной области у пациентов с высокой врожденной миопией. Вестник офтальмологии. 2012; 1: 3–8. [*Tarutta E.P., Markosyan G.A., Ryabina M.V., Zolnikova I.V., Kruzhkova G.V.* Morphometric and functional features of the macular region in patients with high congenital myopia. Vestnik oftalmologii. 2012; 1: 3–8 (In Russian)].
11. *Hoh S.T., Lim M.C., Seah S.K., et al.* Peripapillary retinal nerve fiber layer thickness variations with myopia. Ophthalmology. 2006; 113 (5): 773–7. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2006.01.058>
12. *Vernon S.A., Rotchford A.P., Negi A., Ryatt S., Tattersal C.* Peripapillary retinal nerve fiber layer thickness in highly myopic Caucasians as measured by Stratus optical coherence tomography. Br. J. Ophthalmol. 2008; 92 (8): 1076–80. <https://doi.org/10.1136/bjo.2007.127571>
13. *Страхов В.В., Махова М.В., Климова О.Н.* Новые возможности мониторинга пациентов с миопией. Российский офтальмологический журнал. 2018; (3): 30–5. [*Strakhov V.V., Makhova M.V., Klimova O.N.* New opportunities of monitoring patients with myopia. Russian ophthalmological journal. 2018; (3): 30–5 (In Russian)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2018-11-3-30-35>
14. *Gupta P., Saw S., Cheung C. Y., et al.* Choroidal thickness and high myopia: a case-control study of young Chinese men in Singapore. Acta Ophthalmologica. 2015; 93: e 585-92. <https://doi.org/10.1111/aos.12631>
15. *Макашова Н.В., Елусеева Э.Г.* Взаимосвязь изменений зрительных функций и диска зрительного нерва у больных глаукомой в сочетании с миопией. Вестник офтальмологии. 2007; 123 (1): 9–12. [*Makashova N.V., Eliseeva E.G.* The relationship of changes in visual functions and the optic nerve head in patients with glaucoma in combination with myopia. Vestnik oftalmologii. 2007; 123 (1): 9–12 (in Russian)].
16. *Wang N.K., Lai C.C., Chou C.L., et al.* Choroidal thickness and biometric markers for the screening of lacquer cracks in patients with high myopia. PLOS One. 2013; (8): 53660. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0053660>

Вклад авторов в работу: Е.П. Тарутта — разработка концепции и дизайна исследования, финальная подготовка статьи к публикации; Р.Р. Хубиева — сбор, статистическая обработка данных и их интерпретация, написание текста статьи; Г.А. Маркосян — разработка концепции и дизайна исследования, написание текста статьи.

Author's contribution: E.P. Tarutta — concept and design of the study, final preparation of the article for publication; R.R. Khubieva — data collection, processing and interpretation, writing of the article; G.A. Markosyan — concept and design of the study, writing of the article.

Поступила: 13.10.2020. Переработана: 23.11.2020. Принята к печати: 23.11.2020

Originally received: 13.10.2020. Final revision: 23.11.2020. Accepted: 23.11.2020

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрязская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

Елена Петровна Тарутта — д-р мед. наук, профессор, начальник отдела патологии рефракции бинокулярного зрения и офтальмоэргоники

Регина Расуловна Хубиева — аспирантка отдела патологии рефракции бинокулярного зрения и офтальмоэргоники

Гаянэ Айказовна Маркосян — д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник отдела патологии рефракции бинокулярного зрения и офтальмоэргоники

Для корреспонденции: Регина Расуловна Хубиева,
reginahubieva@mail.ru

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia

Elena P. Tarutta — Dr. of Med. Sci., professor, head of the department of refraction pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics

Regina R. Khubieva — PhD student, department of refraction pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics

Gayane A. Markosyan — Dr. of Med. Sci., leading researcher of the department of refraction pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics

Contact information: Regina R. Khubieva,
reginahubieva@mail.ru