

Особенности оптической когерентной томографии области диска зрительного нерва у пациентов с миопией высокой степени

Е.С. Макаревич^{1,2}Г.А. Федяшев^{1,2}М.П. Ручкин^{1,2}

¹ ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
пр-т Островского, 2, Владивосток, 690002, Российская Федерация

² ООО «Приморский центр микрохирургии глаза»
ул. Борисенко, 100е, Владивосток, 690088, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(4):901–907

Цель: определить различия структурных показателей диска зрительного нерва (ДЗН) и перипапиллярной области у пациентов с осевой миопией высокой степени в сравнении с пациентами без аномалий рефракции. **Пациенты и методы.** В первую группу вошли пациенты, имеющие эквивалент рефракционной ошибки $> -6,00$ дптр и длину глаза $\geq 26,00$ мм (74 глаза). Вторую группу составили пациенты с рефракцией $-0,50$ — $+1,25$ дптр и длиной глаза 22,50–24,20 мм (32 глаза). Проводили измерение аксиальной длины глаза (IOLMaster 700, Zeiss, Германия), оптическую когерентную томографию (ОКТ) области ДЗН (SOLIX, Optovue, США) с использованием программного модуля AngioAnalytics. Для статистического анализа результатов применяли непараметрический критерий Манна — Уитни, коэффициент ранговой корреляции по Спирмену. **Результаты.** В первой группе значения отношения Э/Д по вертинали (VCDR) были меньше (0,38 (0,14–0,51), $p < 0,05$), отмечалось снижение средней толщины слоя нервных волокон сетчатки (RNFL) (86,00 (80,00–94,00), $p < 0,01$), а также толщины RNFL, измеряемой по отдельным секторам ($p < 0,01$), при сравнении с показателями второй группы. Толщина RNFL в височном квадранте, в нижнем секторе височного квадранта (TI), наоборот, была больше (71,00 (58,05–87,25), $p < 0,01$). Все значения относительной плотности капилляров (RPC VD) значимо не различались между группами ($p > 0,05$). Наибольшая RPC VD отмечена в верхнем секторе височного квадранта (TS) (56,65 (51,72–59,47)). Плотность всех сосудов (VD) была достоверно ниже у пациентов с миопией высокой степени, кроме зон, соответствующих височному квадранту, и зоны ДЗН (ID) ($p > 0,05$). **Заключение.** Между группами были выявлены достоверные различия VCDR, толщины RNFL и VD по всем исследуемым зонам, кроме височного квадранта. Снижение толщины RNFL в височном квадранте, TI, а также снижение толщины RPC VD в зоне ID и височном квадранте, TS, могут являться наиболее показательными параметрами для диагностики патологии зрительного нерва у пациентов с миопией высокой степени, не связанной с увеличением длины глазного яблока.

Ключевые слова: миопия высокой степени, глаукома, оптическая когерентная томография, радиальные перипапиллярные капилляры

Для цитирования: Макаревич Е.С., Федяшев Г.А., Ручкин М.П. Особенности оптической когерентной томографии области диска зрительного нерва у пациентов с миопией высокой степени. *Офтальмология*. 2025;22(4):901–907. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-4-901-907>

Прозрачность финансовой деятельности: работа выполнена в рамках научной темы рег. № НИОНТР 123100300082-8.
Конфликт интересов отсутствует.



E.S. Makarevich, G.A. Fedyashev, M.P. Ruchkin

Contact information: Makarevich Ekaterina S. dr.makarevich@mail.ru

Features of Optical Coherence Tomography of the Optic Nerve Head in Patients with High Myopia

Features of Optical Coherence Tomography of the Optic Nerve Head in Patients with High Myopia

E.S. Makarevich^{1,2}, G.A. Fedyashev^{1,2}, M.P. Ruchkin^{1,2}

¹ Pacific State Medical University
Ostryakova ave., 2, Vladivostok, 690002, Russian Federation

² Primorskii center of eye microsurgery
Borisenko str., 100e, Vladivostok, 690088, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(4):901–907

Purpose: to evaluate the differences in the structural parameters of the optic nerve head (ONH) and peripapillary region in patients with high myopia in comparison with patients without refractive errors. **Patients and methods.** The first group included patients with an equivalent refractive error ≥ -6.00 diopters and an eye length ≥ 26.00 mm (74 eyes). The second group consisted of patients with a refraction of -0.5 diopters — $+1.25$ diopters and an eye length of 22.50–24.20 mm (32 eyes). Axial length measurements were carried out using an IOLMaster 700 (Zeiss, Germany). Optical coherence tomography (OCT) of the ONH was performed with SOLIX (Optovue, USA) using the AngloAnalytics software. For statistical analysis of the results, the nonparametric Mann-Whitney's test and Spearman's rank correlation coefficient were used. **Results.** In the first group, the cup-to-disc vertical ratio (VCDR) values were lower (0.38 [0.14–0.51], $p < 0.05$), and there was a decrease in the average thickness of the retinal nerve fiber layer (RNFL) (86.00 [80.00–94.00], $p < 0.01$), as well as RNFL thickness measured in individual sectors ($p < 0.01$), compared with the second group. The thickness of the RNFL in the temporal quadrant, in the inferior sector of the temporal quadrant (TI), on the contrary, was greater (71.00 [58.05–87.25], $p < 0.01$). All radial peripapillary capillary vessel density (RPC VD) values were not significantly different between groups ($p > 0.05$). The highest RPC VD is in the upper sector of the temporal quadrant (TS) (56.65 [51.72–59.47]). The density of all vessels (VD) was significantly lower in patients with high myopia, except for the zones corresponding to the temporal quadrant and the inside disc zone (ID) ($p > 0.05$). **Conclusion.** Significant differences were revealed between the groups in VCDR, RNFL thickness and VD in all areas, except the temporal quadrant. A decrease in the thickness of the RNFL in the temporal quadrant, TI, as well as a decrease in the thickness of the RPC VD in the ID zone and the temporal quadrant, TS, can be the most indicative parameters for diagnosing optic nerve pathology in patients with high myopia, not associated with axial elongation of the eyeball.

Keywords: high myopia, glaucoma, optical coherence tomography, radial peripapillary capillaries

For citation: Makarevich E.S., Fedyashev G.A., Ruchkin M.P. Features of Optical Coherence Tomography of the Optic Nerve Head in Patients with High Myopia. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(4):901–907. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-4-901-907>

Financial Disclosure: the work was carried out within the framework of the scientific topic reg. № НИОКР 123100300082-8.

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Интерес к близорукости и ее осложнениям растет. Для врачей-офтальмологов это заболевание с каждым годом становится все более актуальной проблемой. Кроме рефракционных нарушений, развитие и прогрессирование миопии сопровождается структурными изменениями глазного яблока вследствие его аксиального удлинения.

В зарубежной литературе можно встретить отдельные классификации, используемые для описания состояния центральной зоны сетчатки при миопии [1, 2], которые четко описывают морфологические изменения в макулярной области, но сопутствующие нарушения в диске зрительного нерва (ДЗН) в них не учитываются. Популяционные исследования показали высокую распространенность поражения зрительного нерва среди пациентов с миопией высокой степени, что свидетельствует о большой вероятности потери зрения из-за оптической нейропатии [3, 4]. Лучшее понимание порогов «нормы» при близорукости является важным, поскольку данная патология ассоциирована с развитием другого социально значимого заболевания — глаукомы [5].

Диагностика глаукомы основана на структурных изменениях ДЗН, слоя нервных волокон сетчатки (RNFL, retinal nerve fiber layer) и соответствующих дефектах поля зрения. Оптическая когерентная томография (ОКТ) является рутинным обследованием, которое предоставляет ключевую информацию об изменениях глазного дна у пациентов с различной офтальмологической патологией. ОКТ позволяет с высокой точностью диагностировать не только заболевания сетчатки, но и изменения области зрительного нерва, а ОКТ-ангиография (ОКТ-А) дает возможность неинвазивно оценивать микрососудистые изменения в сетчатке и хориоидальном слое.

Цель: определить различия структурных показателей ДЗН и перипапиллярной области у пациентов с осевой миопией высокой степени в сравнении с пациентами без аномалий рефракции. Реализация заявленной цели предполагает решение следующих задач: проанализировать с помощью методов ОКТ и ОКТ-А параметры диска зрительного нерва и толщину перипапиллярного слоя нервных волокон сетчатки; определить плотность сосудов у пациентов с миопией высокой степени и сравнить

Е.С. Макаревич, Г.А. Федяшев, М.П. Ручкин

Контактная информация: Макаревич Екатерина Сергеевна dr.makarevich@mail.ru

Особенности оптической когерентной томографии области диска зрительного нерва у пациентов...

их с аналогичными параметрами у здоровых лиц, сопоставимых по полу и возрасту.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Авторами проведен анализ и оценка количественных параметров области диска зрительного нерва и его кровоснабжения, полученных при помощи методов ОКТ и ОКТ-А.

Пациенты были разделены на две группы, сопоставимые по полу и возрасту. В первую группу вошли пациенты, имеющие эквивалент рефракционной ошибки и осевую длину глазного яблока, характерные для миопии высокой степени ($\geq -6,00$ дптр и $\geq 26,00$ мм соответственно) — 45 пациентов (74 глаза). Вторую группу (группу контроля) составили практически здоровые пациенты с рефракцией, приближенной к эмметропии (в диапазоне от $-0,50$ до $+1,25$ дптр) и длиной переднезадней оси в диапазоне от 22,50 до 24,20 мм — 17 пациентов (32 глаза). Критериями невключения являлись: возраст младше 18 и старше 74 лет; сопутствующая глаукома и иные приобретенные заболевания зрительного нерва; недостаточно прозрачные оптические среды глаза; отсутствие устойчивой фиксации; ранее перенесенные витреоретинальные хирургические вмешательства, антиглаукомные операции; наличие изменений макулярной области по типу макулярного отека, связанных с системными заболеваниями или другой офтальмопатологией.

Измерение ПЗО проводилось с помощью биометра IOLMaster 700 (Zeiss, Германия), исследование рефракции — авторефрактометра TONOREF (Nidek, Япония), ОКТ и ОКТ-А — SOLIX (Optovue, США) с применением программного модуля AngioAnalytics. Для исследования зоны ДЗН и перипапиллярной области в работе были использованы протоколы Disc Cube и AngioVue Disc.

По протоколу Disc Cube изучали параметры ДЗН, такие как площадь ДЗН (Disc area, mm^2), площадь нейроретинального пояска (Rim area, mm^2), площадь экскавации (cup area, mm^2), усредненное соотношение экскавации и ДЗН (CDR, Cup-to-disc area ratio), отношение Э/Д по вертикали (VCDR, cup-to-disc vertical ratio) и горизонтали (HCDR, cup-to-disc horizontal ratio), а также средняя толщина RNFL в перипапиллярной зоне и отдельно по 4 квадрантам и 8 секторам.

При выполнении сканирования AngioVue Disc ($6,0 \times 6,0$ мм), помимо вышеуказанных параметров, мы смогли оценить плотность сосудов в пределах

ДЗН — в зоне, ограниченной кругом с диаметром 2,5 мм, а также перипапиллярной области, которая определяется в виде кольца, ограниченного кругами с диаметрами 2,5 и 4,5 мм. Анализ плотности сосудов (VD, vessel density, %) отображает процент площади, занимаемой обнаруженной ОКТ-А сосудистой сетью радиальных перипапиллярных капилляров (RPC, radial peripapillary capillary network), проходящих между внутренней пограничной мембраной (ILM, internal limiting membrane) и слоем нервных волокон (NFL, nerve fiber layer). Измерение относительной плотности капилляров (RPC VD, %) проводилось в зоне ДЗН (ID — Inside Disc, %), в указанной перипапиллярной зоне отдельно по 8 секторам (рис. 1), и среднее значение — по перипапиллярной зоне (Peripapillary, %), а также среднее значение по обеим этим зонам (Whole Image, %). Измерение плотности для всех сосудов (т. е. без исключения крупных сосудов) выполнено при помощи регионарного деления зоны ДЗН и перипапиллярной области на основе сетки, состоящей из 9 квадратов (рис. 2). Для анализа отбирались только сканы с индексом уровня сигнала (SSI) выше 45 и качеством (SQ) 6 и выше. Для корректной работы ангио-режима, повышения точности сканирования и устранения кинетических артефактов в томографе применяли алгоритм «Dual Trac: двухуровневая коррекция микродвижений».

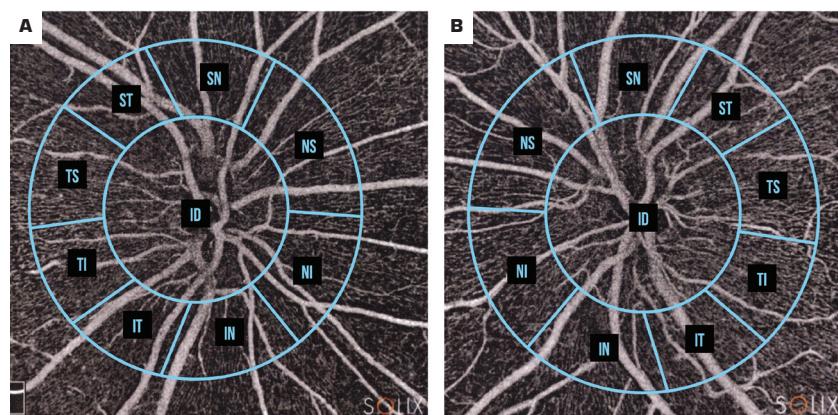


Рис. 1. ОКТ-А (SOLIX, Optovue, США) диска зрительного нерва и перипапиллярной области. Область, состоящая из восьми секторов в соответствии с регионарным делением по Garway-Heath, наложена на зону ДЗН и перипапиллярную область: А — правый глаз; В — левый глаз. Внутренний круг диаметром 2,5 мм и внешний круг диаметром 4,5 мм. NS (nasal superior) — верхний сектор носового квадранта; NI (nasal inferior) — нижний сектор носового квадранта; IN (inferior nasal) — носовой сектор нижнего квадранта; IT (inferior temporal) — височный сектор нижнего квадранта; TI (temporal inferior) — нижний сектор височного квадранта; TS (temporal superior) — верхний сектор височного квадранта; ST (superior temporal) — височный сектор верхнего квадранта; SN (superior nasal) — носовой сектор верхнего квадранта; ID — inside disc

Fig. 1. OCT-A (SOLIX, Optovue, USA) of the optic nerve head and peripapillary region. An area consisting of eight sectors in accordance with the regional division by Garway-Heath, imposed on the optic disc and the peripapillary region: A — right eye; B — left eye. The inner circle has a diameter of 2.5 mm and the outer circle has a diameter of 4.5 mm. NS — nasal superior; NI — nasal inferior; IN — inferior nasal; IT — inferior temporal; TI — temporal inferior; TS — temporal superior; ST — superior temporal; SN — superior nasal; ID — inside disc

E.S. Makarevich, G.A. Fedyashev, M.P. Ruchkin

Contact information: Makarevich Ekaterina S. dr.makarevich@mail.ru

Features of Optical Coherence Tomography of the Optic Nerve Head in Patients with High Myopia

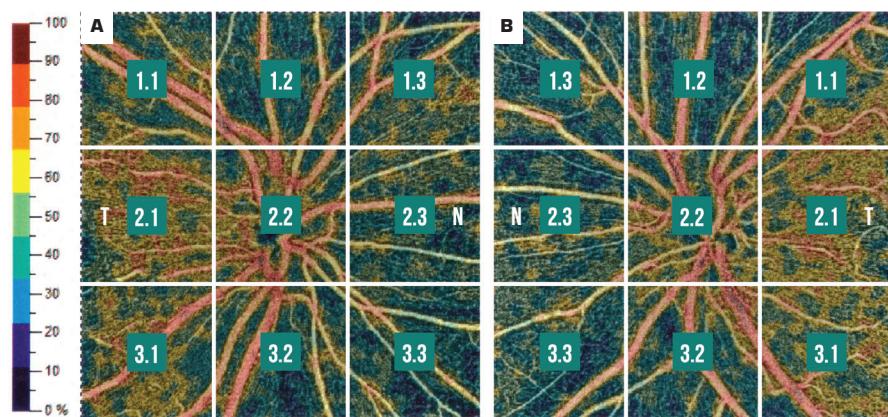


Рис. 2. ОКТ-А (SOLIX, Optovue, США) диска зрительного нерва и перипапиллярной сетчатки. Карта плотности сосудов, состоящая из девяти квадрантов (протокол решетки), с цветовой кодировкой в соответствии с относительной плотностью капилляров: А — правый глаз; В — левый глаз. Т — височный; Н — носовой. Первый знак перед точкой указывает на номер строки, второй после точки — номер столбца

Fig. 2. OCT-A (SOLIX, Optovue, USA) of the optic nerve head and peripapillary region. Nine-quadrant vascular density map (grid-based), color-coded according to relative capillary density: A right eye; B — left eye. T — temporal; N — nasal. The first number, before the dot, indicates the row number, the second one, after the dot — the column number

Таблица 1. Общие характеристики исследуемых групп

Table 1. General characteristics of the study groups

Исследуемые параметры Parameters	Группа 1 / Group 1			Группа 2 / Group 2			<i>p</i>
	Ме	Q ₂₅	Q ₇₅	Ме	Q ₂₅	Q ₇₅	
Длина ПЗО, мм Length of the anterior-posterior axis, mm	26,84*	26,19	28,47	23,39*	23,14	23,93	0,001
Рефракция, дптр Refraction, D	-7,25*	-11,12	-5,25	0,00*	0,00	0,75	0,001
Возраст, годы Age, years	45,50*	32,50	53,25	38,00*	30,25	44,50	0,04

Примечание: * достоверность различий: *p* < 0,05.

Note: * significance of differences: *p* < 0.05.

Таблица 2. Результаты анализа параметров ДЗН — протокол Disc Cube

Исследуемые параметры Parameters	Группа 1 / Group 1			Группа 2 / Group 2			<i>p</i>
	Ме	Q ₂₅	Q ₇₅	Ме	Q ₂₅	Q ₇₅	
Disc area, mm ²	1,86	1,63	2,16	1,81	1,66	2,14	0,95
Rim area, mm ²	1,53	1,15	1,91	1,43	1,24	1,67	0,51
Cup area, mm ²	0,27	0,25	0,67	0,41	0,22	0,75	0,08
CDR	0,14	0,15	0,31	0,20	0,13	0,39	0,05
VCDR	0,34*	0,67	0,49	0,45*	0,35	0,57	0,01
HCDR	0,38*	0,70	0,58	0,52*	0,33	0,63	0,04

Примечание: * достоверность различий: *p* < 0,05.

Note: * significance of differences: *p* < 0.05.

Границу ДЗН определяли как границу отверстия мембранны Бруха (BMO, Bruch's membrane opening). Ошибки автоматической сегментации ДЗН при их наличии исправляли в ручном режиме.

Статистическая обработка полученных результатов была проведена на персональном компьютере в операционной системе macOS Sonoma v.14.5 с использованием

пакета прикладных программ IBM SPSS Statistics v.26. Статистический анализ полученных результатов исследования строился с учетом вида распределения, применялся непараметрический критерий Манна — Уитни, коэффициент ранговой корреляции по Спирмену. Результаты исследования представлены в виде Ме (Q_{25} — Q_{75}), где Ме — медиана, интерквартильный размах (Q_{25} — Q_{75}) — значения 25-го и 75-го процентилей.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В таблице 1 представлены исходные характеристики для каждой группы.

Морфометрические параметры ДЗН, такие как Disc area, CDR, Rim area, полученные при выполнении

ОКТ с использованием протокола Disc Cube, были сопоставимы между группами. Достоверное различие было выявлено в отношении параметров VCDR и HCDR, числовые значения которых были ниже в группе пациентов без близорукости (табл. 2).

Результаты измерения толщины RNFL отличались между группами. В первой группе имело место снижение средней толщины RNFL, а также толщины RNFL, измеряемой по 4 квадрантам и 8 секторам. Наибольшая толщина RNFL в обеих группах выявлена в нижнем квадранте и височном секторе нижнего квадранта (IT), наименьшая — в височном квадранте и нижнем секторе височного квадранта (TI) у пациентов без миопии и в носовом квадранте и нижнем секторе носового квадранта (NI) у пациентов с миопией. Наибольшая разница между группами определялась в нижнем квадранте, а также в IT, носовом секторе верхнего квадранта (SN) и височном секторе верхнего квадранта (ST). При этом толщина RNFL, измеряемая в височном квадранте и в TI, наоборот, была больше в группе пациентов с миопией. Несмотря на это, толщина RNFL в верхнем секторе височного квадранта (TS) была достоверно сопоставима как для пациентов с миопией высокой степени, так и для пациентов без миопии. Параметр, характеризующий разницу толщины RNFL верхней и нижней гемисферы, оставался одинаковым в обеих группах (табл. 3).

После одномоментного последовательного сканирования с применением протокола AngioVue Disc обращает на себя внимание незначительная разница в числовых значениях одних и тех же исследуемых параметров (табл. 4, 5).

Все показатели PRC VD в зоне ДЗН и перипапиллярной области у пациентов с миопией высокой степени

Таблица 3. Результаты анализа RNFL — протокол Disc Cube**Table 3.** Results of RNFL analysis — Disc Cube

Исследуемые параметры Parameters	Группа 1 / Group 1			Группа 2 / Group 2			P
	Me	Q ₂₅	Q ₇₅	Me	Q ₂₅	Q ₇₅	
Average RNFL, μm	86,00*	80,00	94,00	96,00*	91,00	99,00	0,001
Intra Eye (S-I), μm	-0,50	-6,75	6,25	-0,50	-6,75	3,75	0,410
RNFL Temporal, μm	73,00*	60,00	85,00	62,00*	58,00	70,75	0,001
RNFL Temporal Inferior, μm	70,50*	59,00	86,00	58,00*	51,25	68,50	0,001
RNFL Inferior, μm	103,00*	90,00	118,00	125,00*	116,00	136,00	0,001
RNFL Inferior Temporal, μm	121,00*	104,00	144,25	138,00*	128,25	146,00	0,001
RNFL Nasal, μm	68,50*	59,50	84,00	77,50*	73,00	83,00	0,001
RNFL Nasal Inferior, μm	58,50*	49,00	73,00	68,00*	61,25	76,00	0,001
RNFL Superior Nasal, μm	84,50*	70,00	99,00	105,50*	94,25	115,25	0,001
RNFL Superior Temporal, μm	109,50*	89,50	127,25	123,00*	116,00	134,75	0,001

Примечание: * достоверность различий: $p < 0,01$.Note: * significance of differences: $p < 0,01$.

статистически значимо не отличались от показателей у пациентов контрольной группы, кроме измеряемых в носовом квадранте, нижнем секторе носового квадранта (NI). Значения RPC VD в указанных зонах достоверно различались между группами, были выше среди пациентов без миопии. Наибольшая RPC VD в обеих группах определялась в височном квадранте, верхнем секторе височного квадранта (TS), наименьшая — в носовом квадранте, носовом секторе верхнего квадранта (SN).

Анализ плотности всех сосудов (включая крупные сосуды) зоны ДЗН и перипапиллярной области, показал достоверное различие между изучаемыми группами, кроме зон с условными обозначениями 2.1 и 3.1, соответствующих височному квадранту (в промежутке между секторами TS и IT), и был ниже среди пациентов с миопией высокой степени. Показатели, характеризующие среднюю плотность сосудов в обеих зонах (Whole Image), а также отдельно в перипапиллярной области (Peripapillary), были достоверно выше среди пациентов с эмметропией, в то время как в зоне ДЗН достоверной разницы между исследуемыми когортами выявлено не было (табл. 6).

В заключение работы проведен поиск и анализ взаимосвязи структурных изменений и изменений VD зоны ДЗН и перипапиллярной области. В нашем исследовании была выявлена положительная корреляция слабой и средней силы между толщиной RNFL и указанными значениями RPC VD в отдельных секторах перипапиллярной области среди пациентов с миопией высокой степени, К Спирмана (r) составил от 0,23 до 0,64 ($p < 0,05$), кроме показателей нижнего сектора носового квадранта (NI), в котором значимой корреляции выявлено не было. Определена положительная корреляция средней силы между общей VD перипапиллярной области и CHBC в отдельных секторах: носовом секторе нижнего квадранта (IN) ($r = 0,53$, $p < 0,05$), носовом секторе верхнего квадранта (SN) ($r = 0,56$, $p < 0,05$), височном секторе нижнего квадранта (IT) ($r = 0,5$, $p < 0,05$).

Таблица 4. Результаты анализа параметров ДЗН — протокол AngloVue Disc**Table 4.** Results of analysis of ONH parameters — AngloVue Disc

Исследуемые параметры Parameters	Группа 1 / Group 1			Группа 2 / Group 2			P
	Me	Q ₂₅	Q ₇₅	Me	Q ₂₅	Q ₇₅	
Disc area, mm ²	1,86	1,64	2,17	1,81	1,66	2,14	0,92
Rim area, mm ²	1,48	1,15	1,85	1,47	1,21	1,69	0,62
Cup area, mm ²	0,27	0,06	0,65	0,42	0,22	0,78	0,05
CDR	0,17	0,03	0,31	0,20	0,13	0,39	0,05
VCDR	0,38*	0,14	0,51	0,46*	0,38	0,57	0,03
HCDR	0,45	0,16	0,63	0,49	0,33	0,71	0,17

Примечание: * достоверность различий: $p < 0,05$.Note: * significance of differences: $p < 0,05$.**Таблица 5.** Результаты анализа RNFL — протокол AngloVue Disc**Table 5.** Results of RNFL analysis — AngloVue Disc

Исследуемые параметры Parameters	Группа 1 / Group 1			Группа 2 / Group 2			P
	Me	Q ₂₅	Q ₇₅	Me	Q ₂₅	Q ₇₅	
Average RNFL, μm	86,00*	76,75	93,00	96,00*	91,25	99,75	0,001
Intra Eye (S-I), μm	-1,00	-5,25	6,00	-0,50	-8,50	3,50	0,640
RNFL Temporal, μm	73,50*	60,50	85,00	62,00*	57,50	70,75	0,001
RNFL Temporal Inferior, μm	71,00*	58,05	87,25	58,00*	51,00	70,75	0,001
RNFL Inferior, μm	103,00*	87,75	118,25	125,00*	117,25	140,00	0,001
RNFL Inferior Temporal, μm	119,00*	98,75	141,25	142,00*	128,25	149,00	0,001
RNFL Nasal, μm	69,00*	56,75	69,00	77,00*	71,00	83,75	0,001
RNFL Nasal Inferior, μm	58,00*	49,00	72,25	68,00*	59,25	72,00	0,010
RNFL Superior Nasal, μm	85,00*	68,00	96,25	106,00*	95,25	115,00	0,001
RNFL Superior Temporal, μm	112,00*	83,75	131,00	124,00*	116,25	139,50	0,010

Примечание: * достоверность различий: $p < 0,01$.Note: * significance of differences: $p < 0,01$.**Таблица 6.** Результаты анализа капиллярного русла и всех сосудов области ДЗН — протокол AngloVue Disc**Table 6.** Results of RPC analysis and all vessels of the OND area — AngloVue Disc

Исследуемые параметры Parameters	Группа 1 / Group 1			Группа 2 / Group 2			P
	Me	Q ₂₅	Q ₇₅	Me	Q ₂₅	Q ₇₅	
RPC Vessel density — Capillaries							
Whole Image, %	46,85*	44,17	48,70	49,05*	46,52	50,45	0,001
Inside Disc, %	54,90	49,90	57,42	55,95	49,80	57,75	0,650
Peripapillary, %	48,75	45,75	51,00	49,50	47,80	51,70	0,070
Superior Nasal, %	44,05	39,10	47,40	44,00	42,25	46,50	0,420
Temporal, %	56,00	52,00	59,00	56,00	54,00	57,75	0,690
Temporal Superior, %	56,65	51,72	59,47	56,55	54,55	59,17	0,790
Temporal Inferior, %	54,30	50,72	57,70	54,50	52,82	56,87	0,680
Nasal, %	45,50	42,00	48,00	47,00	44,00	50,00	0,040
Nasal Superior, %	45,75	42,10	49,67	45,95	43,80	49,65	0,190
Nasal Inferior, %	44,35*	40,35	47,52	47,20*	44,57	50,00	0,001
All Vessels Density							
Whole Image, %	53,40*	51,07	54,72	56,30*	54,02	56,90	0,001
Inside Disc, %	64,50	61,07	66,62	66,00	61,15	67,85	0,210
Peripapillary, %	55,20*	52,30	56,95	56,95*	55,70	58,45	0,001
GBAVD — 2.1, %	57,30	54,87	59,40	57,80	56,52	59,00	0,490
GBAVD — 3.1, %	58,55	56,30	61,22	58,60	57,42	60,15	0,660

Примечание: * достоверность различий: $p < 0,05$.Note: * significance of differences: $p < 0,05$.

ОБСУЖДЕНИЕ

Диагностика заболеваний зрительного нерва у пациентов с миопией высокой степени с помощью визуализации области диска зрительного нерва методом ОКТ является сложной задачей, поскольку трудно отличить структурные дефекты, связанные с глаукомой, от дефектов, связанных с близорукостью, маскирующих глаукомные изменения, либо, наоборот, симулирующих их. К факторам, влияющим на ложноположительную диагностику глаукомы у пациентов с близорукостью, относят косое вхождение (тилт) и ротацию ДЗН, повышенную бледность нейроретинального пояска и уплощение экскавации ДЗН [6]. Кроме того, большинство коммерческих устройств ОКТ не имеют базы данных пациентов с миопией высокой степени, что приводит к ложным результатам. Е. Bak и соавт. сообщают, что в 62,8 % случаев у пациентов с длиной переднезадней осью глаза (>26,00 мм) был выявлен по крайней мере один ложноположительный результат в «красной» зоне на карте толщины RNFL, основанный на сравнении с базой данных пациентов без близорукости [6].

Мы считаем, что выявленное несоответствие числовых значений одних и тех же исследуемых параметров, полученных при использовании протоколов Disc Cube и AngioVue Disc, может быть объяснено применением встроенного в оптический томограф алгоритма «Dual Trac», обеспечивающего двухуровневую коррекцию микродвижений при помощи трекинга и пост-обработку изображений с использованием MCT (Motion Correction Technology) при выполнении ОКТ-А. Несмотря на это, результаты двух измерений были сопоставимы в обеих группах.

Значения VCDR были выше среди пациентов без близорукости. В норме HCDR больше, чем VCDR. Это объясняется овальной формой экскавации, вытянутой по горизонтали, при овальной форме самого ДЗН, вытянутого по вертикали, что обуславливает толщину нейроретинального пояска в каждом квадранте в соответствии с правилом ISNT, отклонение от которого является одним из диагностических признаков глаукомы [7]. Таким образом, можно предположить, что увеличение числовых значений VCDR у пациентов с миопией может служить индикатором патологических изменений по глаукомному типу, что также подтверждается результатами зарубежных исследований. Markeviciute и соавт. сообщают, что значения HCDR и VCDR были выше среди пациентов с сочетанием миопии и открытоугольной глаукомы в сравнении с пациентами с миопией высокой степени без глаукомы [8].

Данные, полученные нами при анализе RNFL, коррелируют с предыдущими исследованиями, встретившимися нам в периодической литературе. Так, в статьях Y.X. Wang и соавт., N.Y.Q. Tan и соавт. показано, что увеличение толщины RNFL в височном квадранте, в ТI, и истончение в носовом квадранте, в NI, выявленное

в группе пациентов с миопией, объясняется смещением сетчатки и ВМО кзади и книзу в темпоральном направлении, а также тенденцией к сближению ST и IT волокн RNFL в височном квадранте по мере увеличения аксиальной длины глазного яблока [7, 9]. В исследовании F.M. Wagner и соавт. уточняется, что значительное истончение RNFL в ST и IT, нарушая правило ISNT, симулирует глаукомные изменения ДЗН [10]. S. Seo и соавт. сообщают, что наиболее точными для диагностики глаукомы у пациентов с миопией высокой степени являются ТI сектор и нижний квадрант [11].

Исследование L. Liu и соавт. показывает, что по мере увеличения длины переднезадней оси глаза при разных стадиях миопии истончение RPC VD происходит во всех исследуемых зонах, за исключением ID и височного квадранта [12]. В нашем исследовании, напротив, RPC VD в каждом отдельном секторе перипапиллярной области и зоны ID не имело статистически значимых различий в сравнении со здоровыми участниками, кроме измеряемых в носовом квадранте, NI. Значимой корреляции между RPC VD и толщиной RNFL в NI выявлено не было. Однако при анализе всех сосудов (включая крупные сосуды) нами было выявлено снижение VD за исключением зон, соответствующих височному квадранту, и ID среди пациентов с близорукостью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценка структурных показателей ДЗН и перипапиллярной области у пациентов с осевой миопией высокой степени в сравнении с пациентами без аномалий рефракции показала наличие достоверных различий таких параметров, как отношение Э/Д по вертикали (VCDR), толщина слоя нервных волокн сетчатки (RNFL) и плотность сосудов (VD) в большинстве квадрантов перипапиллярной области, за исключением височного, между исследуемыми когортами.

Снижение толщины RNFL в височном квадранте, нижнем секторе височного квадранта (TI), а также снижение толщины RPC VD в зоне диска зрительного нерва (ID) и височном квадранте, верхнем секторе височного квадранта (TS) могут указывать на наличие патологических нарушений, не связанных с увеличением длины глазного яблока. Учитывая данные предыдущих исследований, можно высказать предположение о диагностической ценности заявленных параметров в диагностике такого заболевания, как глаукома, у пациентов с миопией высокой степени. Данное предположение требует дальнейшего, более углубленного изучения с проведением сравнительного анализа с данными пациентов с сочетанием миопии высокой степени и глаукомы.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Макаревич Е.С. — существенный вклад в замысел и дизайн исследования, сбор данных, анализ и интерпретация данных, написание текста;
 Федяшев Г.А. — существенный вклад в замысел и дизайн исследования, окончательное одобрение варианта статьи для опубликования;
 Ручкин М.П. — существенный вклад в замысел и дизайн исследования, научное редактирование.

Е.С. Макаревич, Г.А. Федяшев, М.П. Ручкин

Контактная информация: Макаревич Екатерина Сергеевна dr.makarevich@mail.ru

Особенности оптической когерентной томографии области диска зрительного нерва у пациентов...

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Ohno-Matsui K, Kawasaki R, Jonas JB, Cheung CM, Saw SM, Verhoeven VJ, Klaver CC, Moriyama M, Shinohara K, Kawasaki Y, Yamazaki M, Meuer S, Ishibashi T, Yasuda M, Yamashita H, Sugano A, Wang JJ, Mitchell P, Wong TY. META-analysis for Pathologic Myopia (META-PM) Study Group. International photographic classification and grading system for myopic maculopathy. Am J Ophthalmol. 2015 May;159(5):877–883.e7. doi: 10.1016/j.ajo.2015.01.022. Epub 2015 Jan 26.
2. Ruiz-Medrano J, Montero JA, Flores-Moreno I, Arias L, Garcia-Layana A, Ruiz-Moreno JM. Myopic maculopathy: Current status and proposal for a new classification and grading system (ATN). Prog Retin Eye Res. 2019;69:80–115. doi: 10.1016/j.preteyeres.2018.10.005.
3. Hu G, Chen Q, Xu X, Lv H, Du Y, Wang L, Yin Y, Fan Y, Zou H, He J, Zhu J, Xu X. Morphological Characteristics of the Optic Nerve Head and Choroidal Thickness in High Myopia. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2020 Apr 9;61(4):46. doi: 10.1167/iovs.61.4.46.
4. Xie S, Kamoi K, Igarashi-Yokoi T, Uramoto K, Takahashi H, Nakao N, Ohno-Matsui K. Structural Abnormalities in the Papillary and Peripapillary Areas and Corresponding Visual Field Defects in Eyes With Pathologic Myopia. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2022 Apr 1;63(4):13. doi: 10.1167/iovs.63.4.13.
5. Kudsieh B, Fernández-Vigo JI, Flores-Moreno I, Ruiz-Medrano J, García-Zamora M, Samaan M, Ruiz-Moreno JM. Update on the utility of optical coherence tomography in the analysis of the optic nerve head in highly myopic eyes with and without glaucoma. J Clin Med. 29;12(7):2592. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10095192/> (Accessed: 10.09.2024). doi: 10.3390/jcm12072592.
6. Bak E, Lee KM, Kim M, Oh S, Kim SH. Angular Location of Retinal Nerve Fiber Layer Defect: Association With Myopia and Open-Angle Glaucoma. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2020 Sep 1;61(11):13. doi: 10.1167/iovs.61.11.13.
7. Wang YX, Panda-Jonas S, Jonas JB. Optic nerve head anatomy in myopia and glaucoma, including parapapillary zones alpha, beta, gamma and delta: Histology and clinical features. Prog Retin Eye Res. 2021 Jul;83:100933. doi: 10.1016/j.preteyeres.2020.100933.
8. Markeviciute A, Januleviciene I, Antman G, Siesky B, Harris A. Differences in structural parameters in patients with open-angle glaucoma, high myopia and both diseases concurrently. A pilot study. PLoS One. 23;18(6):e0286019. URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0286019> (Accessed: 19.09.2024). doi: 10.1371/journal.pone.0286019.
9. Tan NYQ, Sng CCA, Jonas JB, Wong TY, Jansonius NM, Ang M. Glaucoma in myopia: diagnostic dilemmas. Br J Ophthalmol. 2019 Oct;103(10):1347–1355. doi: 10.1136/bjophthalmol-2018-313530.
10. Wagner FM, Hoffmann EM, Nickels S, Fiess A, Müntzel T, Wild PS, Beutel ME, Schmidtmann I, Lackner KJ, Pfeiffer N, Schuster AK. Peripapillary Retinal Nerve Fiber Layer Profile in Relation to Refractive Error and Axial Length: Results From the Gutenberg Health Study. Transl Vis Sci Technol. 2020 Aug 21;9(9):35. doi: 10.1167/tvst.9.9.35.
11. Seo S, Lee CE, Jeong JH, Park KH, Kim DM, Jeoung JW. 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;17(1):22. URL: <https://bmcophthalmol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12886-017-0419-1> (Accessed: 04.10.2024). doi: 10.1186/s12886-017-0419-1.
12. Liu L, Deng ML, Li M, Xu D, Feng L, Zou J, Wang F. Assessment interocular symmetry of peripapillary vessel density in young myopes with optical coherence tomographic angiography. Int Ophthalmol. 2023 Oct;43(10):3453–3460. doi: 10.1007/s10792-023-02737-8.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Макаревич Екатерина Сергеевна
аспирант
<https://orcid.org/0000-0002-0516-0068>

Федяшев Глеб Арнольдович
доктор медицинских наук, заведующий кафедрой офтальмологии и оториноларингологии
<https://orcid.org/0000-0003-2440-6059>

Ручкин Михаил Петрович
кандидат медицинских наук, ассистент кафедры офтальмологии и оториноларингологии
<https://orcid.org/0000-0002-8966-3120>

ABOUT THE AUTHORS

Makarevich Ekaterina S.
postgraduate
<https://orcid.org/0000-0002-0516-0068>

Fedyashev Gleb A.
MD, head of the Ophthalmology and Otorhinolaryngology Department
<https://orcid.org/0000-0003-2440-6059>

Ruchkin Micheal P.
PhD, assistant of the Ophthalmology and Otorhinolaryngology Department
<https://orcid.org/0000-0002-8966-3120>