

Изменения микроциркуляции диска зрительного нерва у пациентов с глаукомой нормального давления и при гипертензивной форме первичной открытоугольной глаукомы

А.Ш. Загидуллина¹А.И. Арсланова^{1,2}В.У. Галимова¹А.А. Александров²

¹ ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Ленина, 3, Уфа, 450008, Российская Федерация

² ГБУЗ Республики Башкортостан «Городская клиническая больница № 8»
ул. 40 лет Октября, 1, Уфа, 450112, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(2):354–359

Глаукома нормального (низкого) давления (ГНД) — одна из труднодиагностируемых клинических форм первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ). Одним из важных звеньев патогенеза данной патологии является нарушение кровоснабжения зрительного нерва и сетчатки. **Целью** работы явилось изучение с помощью оптической когерентной томографии с ангиографией (ОКТА) показателей сосудистой плотности диска зрительного нерва (ДЗН) у пациентов с впервые выявленной ГНД и гипертензивной формой ПОУГ. **Пациенты и методы.** Представлены данные 65 больных (65 глаз) с впервые выявленной ГНД, 88 пациентов (88 глаз) с гипертензивной формой ПОУГ и 50 соматически здоровых человек без глаукомы (50 глаз) в возрасте от 45 до 65 лет диспансерно-амбулаторного отделения микрохирургии глаза ГБУЗ РБ ГНБ № 8 г. Уфы. Всем исследуемым проведено офтальмологическое обследование, включающее ОКТА диска зрительного нерва с измерением сосудистой плотности с помощью протокола Angio Disc 4,5×4,5 мм на аппарате Optovue XR Avanti с функцией AngioVue (Optovue, США). По результатам исследования у пациентов с начальной стадией ГНД выявлено снижение показателей сосудистой плотности ДЗН в сравнении со здоровыми лицами. В развитой стадии ГНД плотность микроциркуляции перипапиллярной области была снижена во всех исследуемых секторах ДЗН и коррелировала с толщиной СНВС в верхнем секторе ($r = 0,404$, $p < 0,05$). У пациентов с ПОУГ по сравнению с ГНД наблюдались более выраженные изменения микроциркуляции ДЗН как в начальной, так и в развитой стадии заболевания. Плотность микроциркуляции перипапиллярной области коррелировала с толщиной сетчатки в верхнем секторе на ранней стадии ($r = 0,324$, $p < 0,05$), в нижнем секторе — на I и II стадиях заболевания ($r = 0,322$, $p < 0,05$ и $r = 0,316$, $p < 0,05$ соответственно). **Заключение.** Применение ОКТА ДЗН позволяет выявить микроциркуляторные изменения как у пациентов с гипертензивной формой первичной открытоугольной глаукомы, так и с глаукомой нормального давления.

Ключевые слова: глаукома нормального (низкого) давления, оптическая когерентная томография с ангиографией, плотность микроциркуляции, первичная открытоугольная глаукома

Для цитирования: Загидуллина А.Ш., Арсланова А.И., Галимова В.У., Александров А.А. Изменения микроциркуляции диска зрительного нерва у пациентов с глаукомой нормального давления и при гипертензивной форме первичной открытоугольной глаукомы. *Офтальмология*. 2025;22(2):354–359. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-354-359>

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

Конфликт интересов отсутствует.



The Microcirculatory Changes of the Optic Nerve Disc in Patients with Normal Tension Glaucoma in Comparison High Tension Glaucoma

A.Sh. Zagidullina¹, A.I. Arslanova^{1,2}, V.U. Galimova¹, A.A. Aleksandrov²

¹ Bashkir State Medical University
Lenina str., 3, Ufa, 450008, Russian Federation

² City Clinical Hospital No. 8
40 let Oktyabrya str., Ufa, 450112, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):354–359

Normal tension glaucoma (NTG) is one of the difficult-to-diagnose clinical forms of primary open-angle glaucoma (POAG). One of the important links in the pathogenesis of this pathology is a violation of the blood supply to the optic nerve and retina. **Purpose.** Comparative study using optical coherence tomography with angiography (OCTA), indicators of vessel density of the optic nerve head (ONH) in patients with newly diagnosed NTG and hypertensive form of POAG. The material was based on the data of 65 patients (65 eyes) with newly diagnosed NTG, 88 patients (88 eyes) with a hypertensive form of POAG and 50 healthy people without glaucoma (50 eyes) aged 45 to 65 years at the Eye Microsurgery Department in Hospital 8 (Ufa). All subjects underwent an ophthalmological examination, including OCTA of the optic nerve head with measurement of vessel density using the Angio Disc 4.5×4.5 mm protocol on the Optovue XR Avanti device with the AngioVue function (Optovue, USA). According to the results of the study, in patients with the initial stage of NTG, a decrease in the vessel density of the ONH was revealed in comparison with healthy individuals. In the advanced stage NTG the vessel density of the peripapillary region was reduced in all sectors of the ONH and correlated with the thickness of the RNFL in the upper sector ($r = 0.404$, $p < 0.05$). In patients with POAG, compared with NTG, more pronounced changes in the microcirculation of the ONH were observed in both stages of the disease. The vessel density of the peripapillary region correlated with the thickness of the retina in the upper sector at the early stage ($r = 0.324$, $p < 0.05$), in the lower sector — in stages I and II of the disease ($r = 0.322$, $p < 0.05$ and $r = 0.316$, $p < 0.05$, respectively). **Conclusion.** The OCTA of the ONH makes possible to detect microcirculatory changes at an early stage of the disease in patients with the hypertensive form of primary open-angle glaucoma and in patients with normal tension glaucoma.

Keywords: normal tension glaucoma, optical coherence tomography angiography, vessel density, primary open-angle glaucoma

For citation: Zagidullina A.Sh., Arslanova A.I., Galimova V.U., Aleksandrov A.A. The Microcirculatory Changes of the Optic Nerve Disc in Patients with Normal Tension Glaucoma in Comparison High Tension Glaucoma. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(2): 354–359. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-354-359>

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

АКТУАЛЬНОСТЬ

В последние годы активно изучают изменения микроциркуляции диска зрительного нерва (ДЗН) у пациентов с глаукомой нормального давления (ГНД). Кровоснабжение ДЗН осуществляется на 4 уровнях: в поверхностном слое нервных волокон, преламинарном, ламинарном и ретроламинарном. Поверхностный слой нервных волокон кровоснабжается ретинальными артериолами [1]. Преламинарный отдел получает питание от перипапиллярной хориоидеи [2], ламинарный уровень — от центростремительных веточек задних коротких цилиарных артерий (ЗКЦА) или через круг Цинна — Галлера [3], ретроламинарный — из центропетальной системы перипапиллярной хориоидеи и круга Цинна — Галлера (или ЗКЦА) и центрофугальной сосудистой системы интраокулярной части центральной артерии сетчатки [4].

На сегодняшний день метод «Spectral-Domain оптическая когерентная томография» (SD-ОКТ) позволяет визуализировать кровеносные сосуды перипапиллярной области ДЗН на уровне слоя нервных волокон сетчатки

(СНВС), представленные радиальным перипапиллярным сплетением (Radial Peripapillary Capillaries, RPC) [5]. Во многих исследованиях зарубежных и отечественных авторов выявлено снижение показателей сосудистой плотности (Vessel Density, VD, %) на уровне RPC как у пациентов с ГНД, так и при гипертензивной форме первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ). В исследованиях N.K. Sripsema и соавт., M. Arish и соавт. показатели сосудистой плотности ДЗН были значительно ниже у пациентов с ПОУГ в сравнении с ГНД, несмотря на отсутствие различий средней толщины СНВС, параметров статической автоматической периметрии (САП) и толщины роговицы в центральной области (ЦТР) [6]. Н. Ху и соавт. продемонстрировали, что у пациентов с ГНД уровень VD был значительно ниже, чем в глазах с ПОУГ [7]. В работах K.D. Vojiljan и соавт. достоверных различий в кровоснабжении ДЗН у пациентов с ГНД и ПОУГ не выявлено [8].

Цель исследования — изучить с помощью ОКА показатели сосудистой плотности ДЗН у пациентов с впервые выявленной ГНД и гипертензивной формой ПОУГ.

A.Sh. Zagidullina, A.I. Arslanova, V.U. Galimova, A.A. Aleksandrov

Contact information: Arslanova Aygul I. aygul90@mail.ru

The Microcirculatory Changes of the Optic Nerve Disc in Patients with Normal Tension Glaucoma...

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В диспансерно-амбулаторном отделении микрохирургии глаза ГБУЗ РБ ГKB № 8 г. Уфы обследованы 65 больных (65 глаз) с впервые выявленной глаукомой низкого давления в возрасте от 45 до 65 лет (первая группа). Вторую группу обследуемых составили 88 пациентов (88 глаз) с гипертензивной формой ПОУГ (далее ПОУГ). В контрольную группу вошли 50 соматически здоровых человек без глаукомы (50 глаз). Все обследуемые были сопоставимы по полу и возрасту.

Диагноз глаукомы устанавливали при наличии глаукомной оптической нейрооптикопатии по данным оптической когерентной томографии (ОКТ) и характерных изменений полей зрения с открытым углом передней камеры. Уровень ВГД по методу Маклакова для пациентов с ГНД не превышал $P_i \leq 25$ мм рт. ст., с ПОУГ — был более $P_i > 25$ мм рт. ст.

В группу не включения вошли пациенты с сопутствующей соматической патологией (сахарный диабет, хронические аутоиммунные или онкологические заболевания, острые нарушения мозгового кровообращения, черепно-мозговые травмы в анамнезе), с аномалиями рефракции средней и высокой степени, с ранее перенесенными воспалительными заболеваниями глаза, а также с предшествующими хирургическими вмешательствами на органе зрения.

Всем лицам было проведено стандартное офтальмологическое обследование (визометрия, офтальмотонометрия по Маклакову, компьютерная периметрия (Томеу AP-1000, Германия), гониоскопия, офтальмоскопия, ОКТ-пахиметрия). Дополнительное обследование включало проведение ОКТ ДЗН, а также ОКТА диска зрительного нерва с измерением сосудистой плотности с помощью протокола Angio Disc 4,5×4,5 мм на аппарате Optovue XR Avanti с функцией AngioVue (Optovue, США).

Статистическую обработку полученных данных проводили при помощи программы IBM SPSS Statistics v.23. Для оценки нормальности распределения выборки использовали тест Шапиро — Уилка. Применили стандартные методы описательной статистики с вычислением критерия Манна — Уитни для независимых выборок с ненормальным распределением. Для изучения корреляции показателей был использован коэффициент Спирмена.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Начальная стадия заболевания была выявлена у 35 пациентов (35 глаз) с впервые выявленной ГНД и у 43 (43 глаза) — с ПОУГ. Развитую стадию диагностировали у 30 лиц (30 глаз) с ГНД и у 45 (45 глаз) — с гипертензивной формой ПОУГ.

Показатели статической автоматической периметрии у больных с начальной и развитой стадиями ГНД и ПОУГ достоверно не различались и были достоверно ниже в сравнении с контрольной группой (табл. 1).

По данным ОКТ ДЗН отмечались достоверно более низкие показатели слоя нервных волокон сетчатки (CHVC) перипапиллярно в обеих исследуемых группах в сравнении с контрольной. В начальной стадии заболевания статистически значимые различия между группами ГНД и ПОУГ выявлены в нижнем секторе ДЗН, в развитой стадии — во всех исследуемых секторах (табл. 2).

Показатели сосудистой плотности ДЗН у лиц с начальной стадией ГНД и ПОУГ представлены в таблице 3.

Было выявлено, что у пациентов с ГНД в сравнении со здоровыми лицами показатель VD был достоверно ниже во всех исследуемых секторах, кроме верхне-височного. Достоверные различия при сравнении с гипертензивной формой ПОУГ зарегистрированы в верхней гемисфере и верхне-носовом секторе ДЗН.

Таблица 1. Средние показатели САП у пациентов с ГНД и ПОУГ, $M \pm \sigma$

Table 1. Average SAP indicators in patients with NTG and POAG, $M \pm \sigma$

Показатель САП, дБ / SAP indicators, db	ГНД, I стадия / NTG I stage (n = 35)	ПОУГ, I стадия / POAG I stage (n = 43)	ГНД, II стадия / NTG II stage (n = 30)	ПОУГ, II стадия / POAG II stage (n = 45)	Контроль / Control (n = 50)
Mean Deviation (MD)	-3,92* $\pm$ 0,87	-2,46* $\pm$ 0,55	-9,45* $\pm$ 1,44	-8,30* $\pm$ 1,86	-0,85 $\pm$ 0,40
Pattern Deviation (PD)	5,33* $\pm$ 1,01	5,36* $\pm$ 0,99	12,03* $\pm$ 2,60	12,60* $\pm$ 2,89	1,36 $\pm$ 0,90

Примечание: * достоверность различий показателей при сравнении с контрольной группой $p < 0,05$.

Note: * the differences with the indicator of the control group are significant at the level of $p < 0.05$.

Таблица 2. Показатели ОКТ ДЗН у пациентов с ГНД и ПОУГ, $M \pm \sigma$

Table 2. OCT indicators in patients with NTG and POAG, $M \pm \sigma$

Показатель / Indicator	ГНД, I стадия / NTG I stage (n = 35)	ПОУГ, I стадия / POAG I stage (n = 43)	ГНД, II стадия / NTG II stage (n = 30)	ПОУГ, II стадия / POAG II stage (n = 45)	Контроль / Control (n = 50)
RNFL average, μ	91,63* $\pm$ 3,32	90,91* $\pm$ 5,49	81,10** $\pm$ 1,30	64,89* $\pm$ 1,40	103,13 $\pm$ 5,60
RNFL superior, μ	91,68 $\pm$ 3,76	93,65* $\pm$ 4,71	82,76** $\pm$ 1,50	67,77* $\pm$ 1,60	104,88 $\pm$ 5,50
RNFL inferior, μ	93,23** $\pm$ 3,88	88,56* $\pm$ 4,92	78,59** $\pm$ 1,30	62,25* $\pm$ 1,90	102,01 $\pm$ 5,70

Примечание: * достоверность различий показателей при сравнении с контрольной группой $p < 0,05$; # достоверность различий показателей между группами ГНД и ПОУГ $p < 0,05$.

Note: * the differences with the indicator of the control group are significant at the level of $p < 0.05$; # the differences with the indicator of the group with POAG are significant at the level of $p < 0.05$.

Таблица 3. Показатели сосудистой плотности ДЗН на уровне RPC у пациентов с I стадией ГНД и ПОУГ, $M \pm \sigma$ (%)**Table 3.** Vessel density of ONH in patients with I stage NTG and POAG, $M \pm \sigma$ (%)

Сектор исследования / Reseach sector	ГНД, I стадия / NTG I stage (n = 35)	ПОУГ, I стадия / POAG I stage (n = 43)	Контроль / Control (n = 50)
Whole image	45,70* $\pm$ 1,10	49,03* $\pm$ 1,70	55,90 $\pm$ 1,89
Inside disc	50,40* $\pm$ 1,03	52,35 $\pm$ 1,10	54,50 $\pm$ 1,99
Peripapillary	45,60* $\pm$ 2,01	48,30* $\pm$ 1,45	52,30 $\pm$ 1,97
Superior Hemi	46,50** $\pm$ 2,20	51,30* $\pm$ 1,53	58,10 $\pm$ 1,63
Inferior Hemi	47,40* $\pm$ 2,30	49,40 $\pm$ 1,87	52,50 $\pm$ 1,58
Nasal Superior	42,34** $\pm$ 1,90	46,60* $\pm$ 1,90	51,40 $\pm$ 1,95
Nasal Inferior	42,00* $\pm$ 1,97	41,20* $\pm$ 2,30	48,80 $\pm$ 1,98
Tempo Inferior	50,73* $\pm$ 1,89	54,50 $\pm$ 2,20	55,20 $\pm$ 1,57
Tempo Superior	51,98 $\pm$ 1,99	55,90 $\pm$ 2,50	55,90 $\pm$ 2,02

Примечание: * достоверность различий показателей при сравнении с контрольной группой $p < 0,05$; # достоверность различий показателей между группами ГНД и ПОУГ $p < 0,05$.

Note: * the differences with the indicator of the control group are significant at the level of $p < 0,05$; # the differences with the indicator of the group with POAG are significant at the level of $p < 0,05$.

При исследовании показателя VD в развитой стадии глаукомной оптической нейрооптикопатии обнаружены более низкие значения у больных с гипертензивной формой ПОУГ (табл. 4). При этом достоверные различия в сравнении с ГНД наблюдались во всех исследуемых секторах.

У пациентов с начальной и развитой стадией ГНД корреляционных связей между показателями сосудистой плотности ДЗН с параметрами САП выявлено не было.

У больных в начальной стадии ГНД достоверных корреляций между показателями VD ДЗН и толщиной СНВС определено не было. В глазах с развитой стадией

Таблица 4. Показатели сосудистой плотности ДЗН на уровне RPC у пациентов со II стадией ГНД и ПОУГ, $M \pm \sigma$ (%)**Table 4.** Vessel density of ONH in patients with II stage NTG and POAG, $M \pm \sigma$ (%)

Сектор исследования / Reseach sector	ГНД, II стадия / NTG II stage (n = 30)	ПОУГ, II стадия / POAG II stage (n = 45)	Контроль / Control (n = 50)
Whole image	43,50** $\pm$ 1,50	33,20* $\pm$ 1,03	55,90 $\pm$ 1,89
Inside disc	48,90** $\pm$ 2,30	43,70* $\pm$ 1,98	54,50 $\pm$ 1,99
Peripapillary	44,80** $\pm$ 2,60	35,80* $\pm$ 1,60	52,30 $\pm$ 1,97
Superior Hemi	44,00** $\pm$ 1,08	37,20* $\pm$ 0,87	58,10 $\pm$ 1,63
Inferior Hemi	45,70** $\pm$ 2,00	34,60* $\pm$ 1,20	52,50 $\pm$ 1,58
Nasal Superior	40,90** $\pm$ 4,60	34,20* $\pm$ 5,60	51,40 $\pm$ 1,95
Nasal Inferior	42,20** $\pm$ 5,23	33,10* $\pm$ 5,50	48,80 $\pm$ 1,98
Tempo Inferior	48,40** $\pm$ 1,02	36,60* $\pm$ 5,00	55,20 $\pm$ 1,57
Tempo Superior	49,40** $\pm$ 3,60	41,80* $\pm$ 4,60	55,90 $\pm$ 2,02

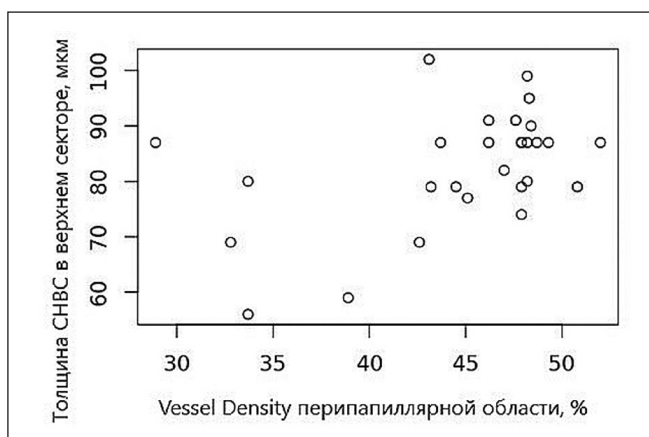
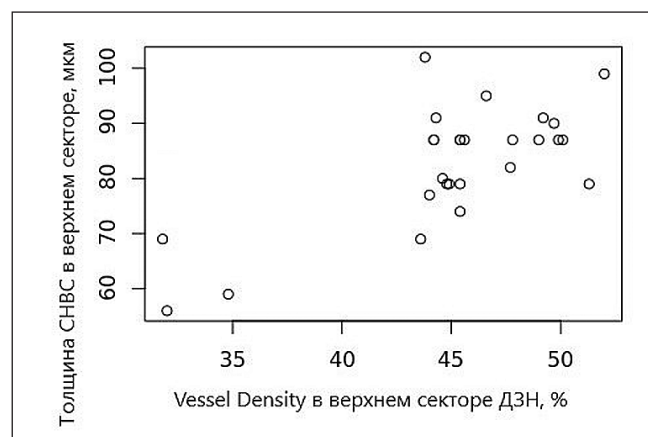
Примечание: * достоверность различий показателей при сравнении с контрольной группой $p < 0,05$; # достоверность различий показателей между группами ГНД и ПОУГ $p < 0,05$.

Note: * the differences with the indicator of the control group are significant at the level of $p < 0,05$; # the differences with the indicator of the group with POAG are significant at the level of $p < 0,05$.

ГНД была зарегистрирована прямая корреляционная связь слабой силы между показателем VD перипапиллярной области и толщиной СНВС в верхнем секторе ДЗН ($r = 0,404$, $p < 0,05$) (рис. 1).

У пациентов со II стадией ГНД обнаружена прямая корреляционная связь слабой силы показателей сосудистой плотности с толщиной СНВС в верхнем секторе ДЗН ($r = 0,467$, $p < 0,05$) (рис. 2).

У пациентов с начальной стадией ПОУГ зарегистрирована положительная связь слабой силы между показателем VD перипапиллярной области с толщиной СНВС в верхнем и нижнем секторах ДЗН ($r = 0,324$, $p < 0,05$ и $r = 0,322$, $p < 0,05$) (рис. 3А, Б).

**Рис. 1.** Линейные зависимости показателей VD перипапиллярной области с толщиной СНВС в верхнем секторе ДЗН у пациентов со II стадией ГНД**Fig. 1.** Linear dependence of VD indicators in the peripapillary region with the thickness of the RNFL in the upper sector of the ONH in patients with II stage NTG**Рис. 2.** Линейные зависимости показателей VD верхнего сектора ДЗН с толщиной СНВС у пациентов со II стадией ГНД**Fig. 2.** Linear dependences of VD in the upper sector ONH with the thickness of the RNFL in patients with II stage NTG

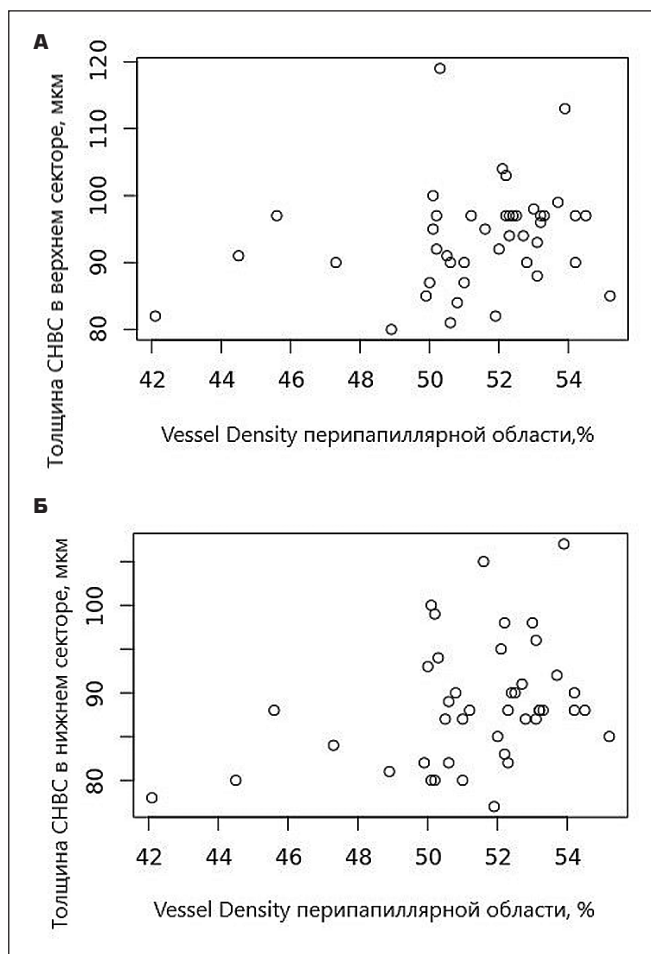


Рис. 3. Линейные зависимости показателей VD перипапиллярной области ДЗН и толщиной СНВС у пациентов с I стадией ПОУГ: А — в верхнем секторе; Б — в нижнем секторе

Fig 3. Linear dependences of VD in the peripapillary region ONH and the thickness of the RNFL in patients with I stage POAG: A — in the upper sector; Б — in the lower sector

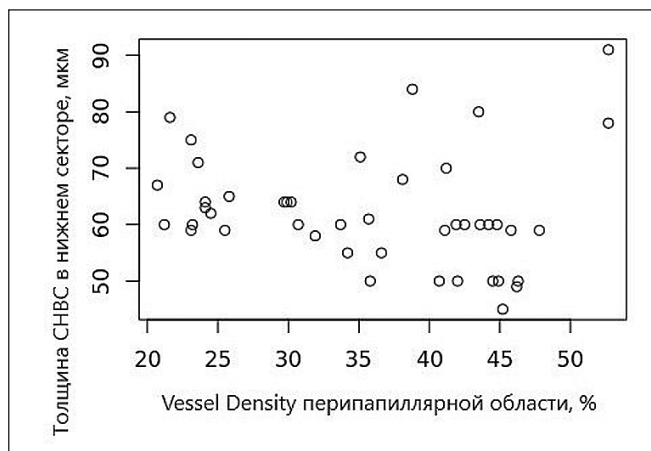


Рис. 4. Линейные зависимости показателей VD перипапиллярной области и толщиной СНВС в нижнем секторе ДЗН

Fig. 4. Linear dependence of VD in the peripapillary region and the RNFL thickness the lower sector of ONH

У пациентов со II стадией ПОУГ выявлена положительная корреляционная связь слабой силы между показателем сосудистой плотности перипапиллярной области и толщиной СНВС в нижнем секторе ДЗН ($r = 0,316$, $p < 0,05$) (рис. 4).

Полученные нами результаты согласуются с исследованиями отечественных и зарубежных авторов. В работах N.K. Scipsema и соавт. у пациентов с ГНД показатели сосудистой плотности ДЗН были ниже, чем в глазах без глаукомы, но превышали таковые при гипертензивной форме ПОУГ [6].

Рядом авторов была изучена ценность ОКТА ДЗН в диагностике глаукомных изменений кровотока по сравнению с соответствующими структурными параметрами. В исследованиях A. Yarmohammadi и соавт. изменения показателей сосудистой плотности ДЗН были диагностически значимы наряду с толщиной СНВС [9]. В работах H.C. Chen и соавт., напротив, толщина СНВС и КГКС макулярной области сетчатки имели более высокую диагностическую ценность по сравнению с показателями сосудистой плотности перипапиллярной области [10].

E.J. Lee и соавт. у больных с глаукомой установили сильную корреляционную связь между снижением VD ДЗН и дефектами СНВС при фотофиксации глазного дна [11]. C. Lommatzsch и соавт. обнаружили сильную корреляционную связь между VD и СНВС, комплексом ГКС и площадью нейроретинального пояса у лиц с ПОУГ [12]. P.I.C. Manalastas и соавт. продемонстрировали, что изменения плотности сосудов ДЗН имели более сильные корреляционные связи с толщиной СНВС и КГКС, чем с плотностью сосудов макулы [13].

У пациентов с глаукомой зарубежными авторами проведены исследования взаимосвязей изменений показателей сосудистой плотности и полей зрения. В исследованиях G. Holló и соавт. показатели сосудистой плотности в верхне-височном и нижне-височном секторах ДЗН коррелировали с функциональными изменениями полей зрения по данным компьютерной периметрии [14]. K. Sakaguchi и соавт. выявили, что VD имеет более сильную корреляцию с показателями статической периметрии во всех исследуемых секторах, чем толщина СНВС [15]. По данным A. Yarmohammadi и соавт., корреляционная связь между показателем компьютерной периметрии MD и сосудистой плотностью ДЗН была более выражена по сравнению с толщиной СНВС и площадью нейроретинального пояса [16].

Таким образом, полученные результаты демонстрируют изменения параметров микроциркуляции по данным ОКТА ДЗН при ГНД.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У пациентов с ГНД в начальной стадии выявлено снижение показателей сосудистой плотности ДЗН в сравнении со здоровыми лицами во всех исследуемых секторах, кроме верхне-височного. В развитой стадии ГНД плотность микроциркуляции перипапиллярной

области была снижена во всех исследуемых секторах ДЗН и коррелировала с толщиной СНВС в верхнем секторе ($r = 0,404$, $p < 0,05$).

У пациентов с ПОУГ в сравнении с ГНД наблюдались более выраженные изменения микроциркуляции ДЗН в начальной и развитой стадиях заболевания. Плотность микроциркуляции перипапиллярной области коррелировала с толщиной сетчатки в верхнем секторе на ранней стадии ($r = 0,324$, $p < 0,05$), в нижнем секторе — на I и II стадиях заболевания ($r = 0,322$, $p < 0,05$ и $r = 0,316$, $p < 0,05$ соответственно).

Таким образом, применение оптической когерентной томографии с ангиографией ДЗН помогает выявлять нарушения микроциркуляции на различных стадиях глаукомного процесса, позволяя улучшить диагностику и начать своевременное лечение данной патологии.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Загидуллина А.Ш. — концепция и дизайн исследования, анализ данных, написание и редактирование текста;

Арсланова А.И. — сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста, подготовка иллюстраций;

Галимова В.У. — редактирование текста, окончательное утверждение рукописи; Александров А.А. — анализ данных, редактирование текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Jensen PK, Bek T. Eye Microcirculation. In: Clinically Applied Microcirculation Research. Routledge; 2019:191–200.
- Tripathi S, Ariga M, Srinivasan MM. Ocular blood flow in glaucoma. TNOA J Ophthalmol Sci Res. 2020;58(3):180. doi: 10.4103/tjosr.tjosr_81_20.
- Bayraktar S, Ipek A, Takmaz T, Yildiz Tasci Y, Gezer MC. Ocular blood flow and choroidal thickness in ocular hypertension. Int Ophthalmol. 2022;1:1–2. doi: 10.1007/s10792-021-02123-2.
- Tiwari US, Singh M, Aishwarya A, Gupta A, Chhabra K. Comparison of flow velocity in ophthalmic artery between glaucomatous and normal subjects. Roman J Ophthalmol. 2019;63(4):346. doi: 10.22336/rjo.2019.54
- Aghsaei Fard M, Ritch R. Optical coherence tomography angiography in glaucoma. Ann Transl Med. 2020 Sep;8(18):1204. doi: 10.21037/atm-20-2828.
- Scripsema NK, Garcia PM, Baviera RD, Chui TYP, Krawitz BD, Mo S, Agemy SA, Xu L, Lin YB, Panarelli JF, Sidoti PA, Tsai JC, Rosen RB; Optical Coherence Tomography Angiography Analysis of Perfused Peripapillary Capillaries in Primary Open-Angle Glaucoma and Normal-Tension Glaucoma. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2016;57(9):OCT611–OCT620. doi: 10.1167/iovs.15-18945.
- Xu H, Zhai R, Zong Y. Comparison of retinal microvascular changes in eyes with high-tension glaucoma or normal-tension glaucoma: a quantitative optical coherence tomography angiographic study. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 2018;256:z179–1186. doi: 10.1007/s00417-018-3930-z.
- Bojikian KD, Chen CL, Wen JC. Optic disc perfusion in primary open angle and normal tension glaucoma eyes using optical coherence tomography-based micro-angiography. PLoS One. 2016;11:e0154691.
- Yarmohammadi A, Zangwill LM, Diniz-Filho A, Suh MH, Manalastas PI, Fatehee N, Yousefi S, Belghith A, Saunders LJ, Medeiros FA, Huang D, Weinreb RN. Optical Coherence Tomography Angiography Vessel Density in Healthy, Glaucoma Suspect, and Glaucoma Eyes. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2016 Jul 1;57(9):OCT451–459. doi: 10.1167/iovs.15-18944.
- Chen HS, Liu CH, Wu WC, Tseng HJ, Lee YS. Optical Coherence Tomography Angiography of the Superficial Microvasculature in the Macular and Peripapillary Areas in Glaucomatous and Healthy Eyes. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2017 Jul 1;58(9):3637–3645. doi: 10.1167/iovs.17-21846.
- Lee EJ, Kim TW, Kim JA, Kim JA. Parapapillary deep-layer microvasculature drop-out in primary open-angle glaucoma eyes with a parapapillary gamma-zone. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2017;58:5673e5680.
- Wu J, Moghimi S, Nishida T. Association of macular OCT and OCTA parameters with visual acuity in glaucoma. British Journal of Ophthalmology Published Online First: 09 September 2022. doi: 10.1136/bjo-2022-321460.
- Manalastas P.I.C., Zangwill LM, Daga FB, Christopher MA, Saunders LJ, Shoji T, Akagi T, Penteado RC, Yarmohammadi A, Suh MH, Medeiros FA, Weinreb RN. The Association Between Macula and ONH Optical Coherence Tomography Angiography (OCT-A) Vessel Densities in Glaucoma, Glaucoma Suspect, and Healthy Eyes. J Glaucoma. 2018 Mar;27(3):227–232. doi: 10.1097/IJG.0000000000000862.
- Holló G. Relationship between optical coherence tomography sector peripapillary angioflow-density and Octopus visual field cluster mean defect values. PLoS One. 2017 Feb 2;12(2):e0171541. doi: 10.1371/journal.pone.0171541.
- Sakaguchi K, Higashide T, Udagawa S, Ohkubo S, Sugiyama K. Comparison of Sectoral Structure-Function Relationships in Glaucoma: Vessel Density Versus Thickness in the Peripapillary Retinal Nerve Fiber Layer. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2017 Oct 1;58(12):5251–5262. doi: 10.1167/iovs.17-21955.
- Yarmohammadi A, Zangwill LM, Diniz-Filho A, Min Hee Suh, Yousefi S, Saunders LJ, Belghith A, Manalastas PIC, Medeiros FA, Weinreb RN, Relationship between Optical Coherence Tomography Angiography Vessel Density and Severity of Visual Field Loss in Glaucoma, Ophthalmology, 2016;123(12):2498–2508, doi: 10.1016/j.ophtha.2016.08.041.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Загидуллина Айгуль Шамильевна
доктор медицинских наук, доцент кафедры офтальмологии
<https://orcid.org/0000-0002-8495-0163>

Галимова Венера Узбековна
доктор медицинских наук, профессор кафедры офтальмологии
<https://orcid.org/0000-0002-1610-108X>

Арсланова Айгуль Ирековна
аспирант кафедры офтальмологии; врач-офтальмолог
<https://orcid.org/0009-0008-6442-0676>

Александров Аркадий Андреевич
кандидат медицинских наук, заведующий диспансерно-амбулаторным отделением
<https://orcid.org/0000-0001-7559-3339>

ABOUT THE AUTHORS

Zagidullina Aygul Sh.
MD, Associate Professor, Professor of the Ophthalmology Department
<https://orcid.org/0000-0002-8495-0163>

Galimova Venera U.
MD, Professor of the Ophthalmology Department
<https://orcid.org/0000-0002-1610-108X>

Arslanova Aygul I.
postgraduate
<https://orcid.org/0009-0008-6442-0676>

Aleksandrov Arkady A.
PhD, head of Microsurgery Department
<https://orcid.org/0000-0001-7559-3339>