



<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2021-14-3-54-64>

Динамика функциональных, структурных и гемодинамических параметров диска зрительного нерва у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой и сахарным диабетом при долгосрочном наблюдении

А.Ж. Фурсова^{1, 2} ✉, О.Г. Гусаревич¹, Ю.А. Гамза^{1, 2}, А.С. Дербенева^{1, 2}, М.А. Васильева²

¹ ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Красный проспект, д. 52, Новосибирск, 630091, Россия

² ГБУЗ НСО «Новосибирская государственная областная клиническая больница», ул. Немировича-Данченко, д. 130, Новосибирск, 630087, Россия

Цель работы — изучить динамику функциональных, структурных и гемодинамических параметров зрительного нерва при долгосрочном наблюдении пациентов с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ) на фоне сахарного диабета (СД). **Материал и методы.** В исследование включены 258 пациентов (258 глаз), которые разделены на 5 групп: 1-я группа — 58 пациентов с ПОУГ I стадии и СД; 2-я — 50 пациентов с ПОУГ I стадии; 3-я — 50 пациентов с ПОУГ III стадии и СД; 4-я — 50 пациентов с ПОУГ III стадии; 5-я — 50 пациентов с СД. Кроме полного офтальмологического обследования, пациентам проведена спектральная оптическая когерентная томография (ОКТ) и ОКТ-ангиография диска зрительного нерва (ДЗН) и макулы. Срок наблюдения составил 24 мес. **Результаты.** Наибольшее снижение максимально скорректированной остроты зрения отмечено у пациентов с СД + ПОУГ: за 1-й год наблюдения: I стадия — 10,29%, III стадия — 7,32%, в контрольных группах с изолированной ПОУГ I и III стадиями — 1,15 и 2,04 % соответственно, у пациентов с СД — 1,39%; за 2-й год — 14,71 и 14,63% при коморбидном течении заболевания и 1,15 и 4,08 % при отсутствии СД соответственно. Индекс MD в группе СД + ПОУГ I стадии через 12 мес достоверно снизился по сравнению с пациентами с ПОУГ I стадии на 5,05%, через 24 мес — на 12,12, 0,34 и 1,69% соответственно ($p \leq 0,05$). В группах пациентов с коморбидным течением отмечены более низкие, чем в контрольных группах, показатели средней толщины слоя нервных волокон сетчатки: $78,81 \pm 11,39$ мкм при I стадии ПОУГ и $63,08 \pm 10,32$ мкм при III стадии. Аналогичная динамика отмечена для толщины и площади нейроретинального пояса, а также показателей экскавации ДЗН (объем и соотношение с/d). Не обнаружено значимой разницы в плотности перфузии ДЗН при ПОУГ I и III стадий на фоне СД с соответствующими контрольными группами при первом визите, но выявлена достоверно более низкая плотность сосудов у пациентов с начальной стадией ПОУГ и СД, чем у пациентов с изолированной глаукомой ($0,39 \pm 0,04$ / мм и $0,42 \pm 0,03$ / мм). По мере прогрессирования заболевания отмечено дальнейшее достоверное снижение средних показателей перфузии ДЗН и плотности сосудов (3-я группа: $39,17 \pm 3,43$ % и $0,33 \pm 0,03$ / мм). **Заключение.** Изучение динамики визо-функциональных, структурных и гемодинамических параметров зрительного нерва показало более быстрый темп прогрессирования глаукомной оптической нейропатии на фоне СД.

Ключевые слова: первичная открытоугольная глаукома; сахарный диабет; ОКТ-ангиография; плотность сосудов; плотность перфузии; диск зрительного нерва

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Фурсова А.Ж., Гусаревич О.Г., Гамза Ю.А., Дербенева А.С., Васильева М.А. Динамика функциональных, структурных и гемодинамических параметров диска зрительного нерва у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой и сахарным диабетом при долгосрочном наблюдении. Российский офтальмологический журнал. 2021; 14 (3): 54-64. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2021-14-3-54-64>

The changes of functional, structural and hemodynamic parameters of the optic disc in patients with primary open-angle glaucoma and diabetes mellitus in long-term follow-up

Anzhella Zh. Fursova^{1, 2} ✉, Olga G. Gusarevich¹, Yuliya A. Gamza^{1, 2}, Anna S. Derbeneva^{1, 2}, Maria A. Vasilyeva²

¹ Novosibirsk State Medical University, 52, Krasny Prospect, Novosibirsk, 630091, Russia

² Novosibirsk State Regional Hospital, 130, Nemirovich-Danchenko St., Novosibirsk, 630087, Russia

Purpose: to study the long-term changes of functional, structural, and hemodynamic parameters of the optic nerve in primary open-angle glaucoma (POAG) accompanied by diabetes mellitus (DM). **Material and methods.** The study involved 258 patients (258 eyes), which were divided into five groups: 1st group — 58 patients with stage I POAG and DM; 2nd group — 50 patients (50 eyes) with stage I POAG; 3rd — 50 patients with stage III POAG and DM; 4th — 50 patients with stage III POAG; 5th — 50 patients with DM. In addition to a complete ophthalmological examination, the patients underwent spectral optical coherence tomography (OCT), OCT angiography of the optic nerve head and macula. The observation period was 24 months. **Results.** The worst decrease in maximally corrected visual acuity was noted in patients with DM + POAG (groups 1 and 3): in 1 year of observation — stage I — 10.29%, stage III — 7.32%, in control groups with isolated POAG stages I and III, 1.15 and 2.04%, respectively, in patients with DM, 1.39%; in 2nd year — 14.71 and 14.63% with a comorbid course of the disease and 1.15 and 4.08% in the absence of DM, respectively. The MD index in the group DM + POAG stage I after 12 months was significantly lower compared to patients with stage I POAG (by 5.05%), after 24 months by 12.12, 0.34 and 1.69%, respectively ($p \leq 0.05$). The groups of comorbid patients showed lower average thickness levels of the retinal nerve fibers layer than in the control groups: $78.81 \pm 11.39 \mu\text{m}$ at stage I and $63.08 \pm 10.32 \mu\text{m}$ at stage III. A similar pattern was noted for the thickness of the neuroretinal rim and its areas as well indicators of the optic disc excavation (volume and c/d ratio). No significant difference was noted in the density of the optic nerve disc perfusion in stages I and III POAG with DM against the respective control groups during the first visit, but we noted a significantly lower vascular density in patients with the initial stage of POAG and DM ($0.39 \pm 0.04 / \text{mm}$) than in patients with isolated glaucoma ($0.42 \pm 0.03 / \text{mm}$). As the disease progressed, there was a further significant decrease in the average indicators of optic nerve disc perfusion and vascular density (group 3: $39.17 \pm 3.43\%$ and $0.33 \pm 0.03 / \text{mm}$). **Conclusion.** The study of the changes of visual, functional, structural and hemodynamic parameters of the optic nerve showed a faster rate of progression of glaucomatous optic neuropathy if accompanied with DM.

Keywords: primary open-angle glaucoma; diabetes mellitus; OCT angiography; vessel density; perfusion density; optic nerve disc

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: Fursova A.Zh., Gusarevich O.G., Gamza Y.A., Derbeneva A.S., Vasilyeva M.A. The changes of functional, structural and hemodynamic parameters of the optic disc in patients with primary open-angle glaucoma and diabetes mellitus in long-term follow-up. Russian ophthalmological journal. 2021; 14 (3): 54-64 (In Russian). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2021-14-3-54-64>

Первичная открытоугольная глаукома (ПОУГ) — хроническая прогрессирующая оптиконейропатия, сопровождающаяся структурными и функциональными изменениями сетчатки и зрительного нерва, являющаяся лидирующей причиной необратимой слепоты и слабовидения.

Использование спектральной оптической компьютерной томографии (ОКТ) позволило обеспечить не только надежную визуализацию, но и количественную оценку клинически значимых изменений диска зрительного нерва (ДЗН) и стало золотым стандартом для оценки степени и скорости его повреждения при глаукоме [1]. При этом в некоторых исследованиях показана возможность ранней диагностики структурных изменений зрительного нерва и сетчатки в ходе прогрессии глаукомы при отсутствии определяемых при традиционной статической автоматической периметрии (САП) функциональных изменений [2–4]. Р. Ле и соавт. [5] доказали, что значимые изменения поля зрения у большинства пациентов обнаруживаются только при наличии выраженной потери ганглиозных клеток и атрофии слоя нервных волокон сетчатки.

Имеющиеся данные о влиянии сахарного диабета (СД) на клиническое течение ПОУГ, скорость, выраженность ее прогрессии представлены разрозненными, с участием небольшого количества пациентов, исследованиями, отсутствуют четкие критерии верификации диагностических параметров и результатов исследований. Использование современных технологий визуализации и структурного анализа дает возможность провести объективизацию и количественную оценку выраженности структурных повреждений и выработать алгоритмы оценки их динамики при ПОУГ. Расширение возможностей мультимодальной визуализации микроваскулярных и гемодинамических изменений ДЗН с повторяемыми и воспроизводимыми измерениями позволяет дополнить существующие структурные параметры и получить новые критерии оценки прогрессии глаукомного процесса. Комплексный анализ функциональных, структурных и гемодинамических характеристик и показателей ДЗН необходим для формирования целостного понимания особенностей течения заболевания, разработки алгоритмов мониторинга и своевременного выбора метода лечения в каждом конкретном случае.

ЦЕЛЬ исследования — изучение функциональных, структурных и гемодинамических изменений сетчатки и зрительного нерва у пациентов с СД и ПОУГ.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследование включено 258 пациентов (258 глаз), разделенных на 5 групп: 1-я группа — 58 пациентов (58 глаз) с ПОУГ I стадии и СД; 2-я группа — 50 пациентов (50 глаз) с ПОУГ I стадии; 3-я — 50 пациентов (50 глаз) с ПОУГ III стадии и СД; 4-я — 50 пациентов (50 глаз) с ПОУГ III стадии; 5-я — 50 пациентов (50 глаз) с СД.

Период наблюдения составил 24 мес. Пациенты наблюдались с частотой один раз в 3 мес, но для обобщенного анализа проанализированы основные значимые результаты, полученные при первичном обследовании (1-й визит) и с интервалом в 12 и 24 мес (2-й и 3-й визиты). Клинико-демографические характеристики пациентов представлены в таблице 1.

Критериями исключения являлись: максимально скорректированная острота зрения (МКОЗ) менее 0,3, сферический эквивалент рефракции более $\pm 6,0$ дптр, ВГД на момент первой явки более 21 мм рт. ст., наличие иных (кроме ПОУГ) глазных заболеваний, выраженные помутнения хрусталика. Проявления диабетической ретинопатии (ДР) соответствовали непролиферативной стадии, пациенты с препролиферативной и пролиферативной ДР были исключены. За время наблюдения прогрессирования ДР ни у одного пациента не наблюдалось.

Пациенты 1, 3 и 5-й групп состояли на диспансерном учете у эндокринолога с диагнозом СД II типа, получали гипогликемическое лечение как пероральными препаратами, так и инсулином (в монотерапии или в комбинации). Уровень Hb_{A1c} оценивался по данным амбулаторных карт.

Полное офтальмологическое обследование пациентов включало визометрию, тонометрию по Маклакову, биомикроскопию, офтальмоскопию, гониоскопию, определение центральной толщины роговицы, стандартную автоматизированную периметрию по программе порогового теста 24-2 SITA — Standard (Humphrey Visual Field Analyzer; Carl Zeiss Meditec, Inc., Dublin, CA, USA).

ОКТ в режиме ангиографии (ОКТА) проводили на аппарате Cirrus 5000 Angioplex (Carl Zeiss Meditec, Дублин,

Калифорния) с использованием протоколов сканирования: Optic disk cube 200×200 , ONH Angiography $4,5 \times 4,5$ mm.

Оценивали следующие показатели: среднюю толщину слоя нервных волокон сетчатки (Retinal Nerve Fiber Layer, RNFL) в области ДЗН, а также толщину RNFL по секторам, ширину нейроретинального пояса, площадь нейроретинального пояса (Rim area, RA), соотношение с/d, площадь экскавации, плотность перфузии (perfusion density, PD) и плотность сосудов (vessel density, VD) в перипапиллярной области (peripapillary PP), как общую, так и по секторам. Все показатели рассчитывались автоматически.

Оценка параметров радиального перипапиллярного сосудистого сплетения (РПС) в области ДЗН проводили с использованием протокола сканирования ONH Angiography $4,5 \times 4,5$ mm от внутренней пограничной мембраны на глубину 100 мкм до задней границы слоя RNFL.

Для анализа отбирались только снимки ОКТ и ОКТА с оптимальным качеством изображения (мощность сигнала $> 6/10$), исключались сканы с артефактами, связанными с движением глаз и ошибками сегментации.

Статистический анализ. Для обработки полученных данных использованы пакеты программ Office Std. 2007 (Excel 2007) и Statistica 6.0. Оценка значимости различия между группами проводилась непараметрическими методами при помощи U-критерия Манна — Уитни. Проверка статистических гипотез проводилась при критическом уровне значимости $p = 0,05$, т. е. различие считалось статистически значимым, если $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При анализе исходных функциональных показателей (табл. 2) наиболее низкая МКОЗ отмечена у пациентов с СД и ПОУГ (при I стадии заболевания — $0,68 \pm 0,23$ и $0,87 \pm 0,13$ при отсутствии СД, при III стадии — $0,41 \pm 0,13$ и $0,49 \pm 0,14$ соответственно). Наибольшее значение Hb_{A1c} отмечено в группе СД + ПОУГ III стадии ($8,41 \pm 1,07\%$). Статистически значимое повышение уровня ВГД зарегистрировано при сочетанном течении заболеваний с максимальным значением при далеко зашедшей глаукоме на фоне СД (при III стадии $20,08 \pm 1,29$ мм рт. ст., при I — $19,59 \pm 1,46$ мм рт. ст.), при этом в группе СД отмечено самое низкое значение ВГД ($18,62 \pm 1,09$ мм рт. ст.). Индекс среднего отклонения све-

Таблица 1. Клинико-демографические характеристики пациентов (3-й визит)

Table 1. Clinical and demographic data of patients (3rd visit)

Признак/Parameter	Группа 1 Group 1 n = 58	Группа 2 Group 2 n = 50	p-level	Группа 3 Group 3 n = 50	Группа 4 Group 4 n = 50	p-level	Группа 5 Group 5 n = 50	p-level
Мужчины Male	20	27		25	22		17	
Женщины Female	48	23		25	28		33	
Возраст, лет Age, years	$67,4 \pm 6,4$	$62,9 \pm 8,4$	0,06	$63,3 \pm 7,3$	$69,4 \pm 7,4$	0,05	$61,1 \pm 6,3$	0,05
Длительность заболевания СД ¹ , лет Diabetes duration ¹ , years	$10,3 \pm 4,8$			$10,8 \pm 5,1$			$8,1 \pm 2,9$	0,05
Hb_{A1c} , %	$8,2 \pm 1,9$			$8,6 \pm 1,0$			$7,8 \pm 1,4$	0,03
Длительность заболевания глаукомой, лет Glaucoma duration, years	$5,1 \pm 2,3$	$4,1 \pm 1,6$	0,05	$6,1 \pm 2,1$	$5,8 \pm 1,3$	0,02		
Центральная толщина роговицы, мкм Central corneal thickness, μ m	$548,6 \pm 31,3$	$552,1 \pm 29,2$	0,05	$550,0 \pm 29,9$	$550,0 \pm 29,9$	0,04	$549,7 \pm 29,4$	0,05

Примечание. n — количество глаз, ¹ — длительность заболевания диабетом — период с момента установления диагноза эндокринологом, Hb_{A1c} — гликированный гемоглобин.

Note. n — number of eyes, ¹ — diabetes duration was stated from the date of diagnosis made by endocrinologist, Hb_{A1c} — glycosylated hemoglobin.

точувствительности сетчатки (MD) в группе ПОУГ I стадии при наличии СД ($-3,96 \pm 1,36$) также значимо отличался от контрольной группы ($-2,95 \pm 1,18$ Дб). Наличие СД не оказало влияния на показатели светочувствительности сетчатки у пациентов с III стадией глаукомы, что, вероятно, связано с выраженными визо-функциональными и структурными нарушениями ($-19,69 \pm 4,48$ и $-18,72 \pm 2,32$ Дб соответственно). У пациентов с изолированным СД MD находился в пределах нормальных значений ($-1,23 \pm 0,07$ Дб). Значение индекса поля зрения (VFI) у коморбидных пациентов достоверно отличалось от контрольных групп, но при далеко зашедшей ПОУГ разница была менее значимой, чем при начальной стадии (при I стадии — $92,74 \pm 8,38$ и $98,22 \pm 1,36\%$, при III стадии — $66,40 \pm 8,58$ и $67,14 \pm 8,08\%$ соответственно).

При оценке гемодинамики ДЗН I и III стадий на фоне СД не обнаружено значимой разницы плотности перфузии с соответствующими контрольными группами ПОУГ и СД на первом визите, но выявлено достоверное снижение плотности сосудов у пациентов с ПОУГ начальной стадии при наличии СД ($0,398 \pm 0,040$ / мм) по сравнению с пациентами с изолированной глаукомой ($0,42 \pm 0,03$ / мм). По мере прогрессирования заболевания отмечено дальнейшее достоверное снижение средних показателей перфузии ДЗН и плотности сосудов: в 3-й группе эти показатели составили $39,17 \pm 3,43$ и $0,33 \pm 0,03$ / мм. В таблицах 3–5 представлена динамика изменения структурных и гемодинамических показателей ДЗН в группах исследования за период наблюдения.

Динамика структурных изменений ДЗН у пациентов с ПОУГ и СД отмечена во все сроки наблюдения. Скорость снижения RNFL в 1-й группе составила $2,23$ мкм/год ($-2,73\%$) в первый и $2,76$ мкм/год ($-3,38\%$) во второй год. У пациентов с ПОУГ III стадии на фоне СД за 24 мес потеря составила $0,72$ мкм/год ($-1,11\%$), но через 24 мес возросла вдвое: до $1,78$ мкм/год ($-2,74\%$). В контрольных группах изменения RNFL были статистически незначимыми.

Анализ топографической выраженности структурных изменений по секторам по итогам 2 лет наблюдения потери RNFL выявил, что более всего они были выражены в верхнем (S-Superior) и нижнем секторах (I-Inferior) во всех группах за исключением ПОУГ III стадии, где максимальное уменьшение толщины отмечено в назальном (N-Nasal) и височном (T-Temporal) секторах, что противоречит общепризнанному правилу ISNT и, вероятно, связано с выраженными структурными изменениями на данной стадии глаукомы.

Отрицательная динамика толщины и площади RA отмечена во всех группах, но у пациентов с изолированной ПОУГ через 24 мес динамика была менее выраженной по сравнению с группой пациентов с СД, где отмечено значимое снижение на $1,76\%$, что свидетельствует о нейродегенеративной природе диабета и развитии структурных изменений ДЗН независимо от наличия глаукомного процесса.

Анализ гемодинамических показателей обнаружил максимальное снижение перфузии ДЗН в группе ПОУГ I стадии на фоне СД: $-0,83$ и $-1,18\%$ за первый и второй год. В остальных группах изменение показателя было выражено слабее. При коморбидном течении заболевания снижение плотности перфузии отмечено в основном в верхнем, височном и нижнем сегментах, в контрольных группах оно было статистически незначимым.

Показательным является снижение плотности сосудов ДЗН (VD) у пациентов с СД (1-я группа: $-1,51$ и $-2,76\%$ за каждый год, 3-я группа: $-1,2$ и $-2,4\%$, 5-я группа: $-0,76$ и $-1,83\%$ соответственно). При этом в нижнем сегменте за 2 года снижение плотности сосудов в 1-й и 3-й группах было

Таблица 2. Функциональные данные пациентов в динамике за 2 года (M ± SD)
Table 2. Changes of functional parameter of patients over 2 years (M ± SD)

Показатель Parameter	Группа 1 Group 1 n = 58			Группа 2 Group 2 n = 50			Группа 3 Group 3 n = 50			Группа 4 Group 4 n = 50			Группа 5 Group 5 n = 50			p-level
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Визит Visit																
MКОЗ	0,68 ± 0,23	0,61 ± 0,20	0,58 ± 0,19	0,87 ± 0,13	0,86 ± 0,12	0,86 ± 0,12	0,41 ± 0,13	0,38 ± 0,08	0,35 ± 0,08	0,49 ± 0,14	0,48 ± 0,13	0,47 ± 0,14	0,72 ± 0,16	0,71 ± 0,16	0,69 ± 0,18	0,002
BCVA	7,98 ± 1,76	8,10 ± 1,73	8,2 ± 1,8	8,41 ± 1,07	8,45 ± 1,05	8,58 ± 1,00	8,41 ± 1,07	8,45 ± 1,05	8,58 ± 1,00	8,41 ± 1,07	8,45 ± 1,05	8,58 ± 1,00	7,44 ± 1,01	7,81 ± 1,36	7,79 ± 1,35	0,04
Hb _{A1c} , %	19,59 ± 1,46	20,47 ± 1,24	20,93 ± 1,44	18,34 ± 1,06	18,46 ± 0,97	18,56 ± 0,88	20,08 ± 1,29	20,86 ± 1,01	21,8 ± 1,3	19,68 ± 1,48	20,46 ± 1,37	20,70 ± 1,23	18,62 ± 1,09	19,13 ± 1,03	19,19 ± 0,94	0,005
ВГД, мм рт. ст. IOP, mm Hg	-3,96 ± 1,36	-4,16 ± 1,63	-4,44 ± 1,82	-2,95 ± 1,18	-2,96 ± 1,16	-3,00 ± 0,14	-19,69 ± 4,48	-19,87 ± 4,36	-20,95 ± 3,93	-18,72 ± 2,32	-18,02 ± 5,67	-18,80 ± 2,37	-1,23 ± 0,07	-1,21 ± 0,49	-1,22 ± 0,51	0,005
MD, Дб MD, db	2,74 ± 1,19	2,89 ± 2,09	2,93 ± 2,08	2,50 ± 1,19	2,50 ± 1,19	2,51 ± 0,18	8,68 ± 1,24	8,78 ± 1,15	9,11 ± 1,17	8,64 ± 1,98	8,65 ± 1,98	8,69 ± 2,01	2,26 ± 1,00	2,27 ± 0,81	2,27 ± 0,89	0,05
PSD, Дб PSD, db	92,74 ± 8,38	92,05 ± 8,78	91,76 ± 8,99	98,22 ± 1,36	98,14 ± 1,29	98,01 ± 1,21	66,4 ± 8,6	63,94 ± 8,39	63,52 ± 7,74	67,14 ± 8,08	66,96 ± 7,97	66,78 ± 7,95	94,08 ± 5,81	93,54 ± 5,98	93,49 ± 6,01	0,05
VFI, %																0,05

Примечание. MD — среднее снижение светочувствительности сетчатки, PSD — стандартное отклонение паттерна, VFI — индекс поля зрения.
Note. MD — deviation of the retinal light sensitivity, PSD — pattern-deviation, VFI — visual field index.

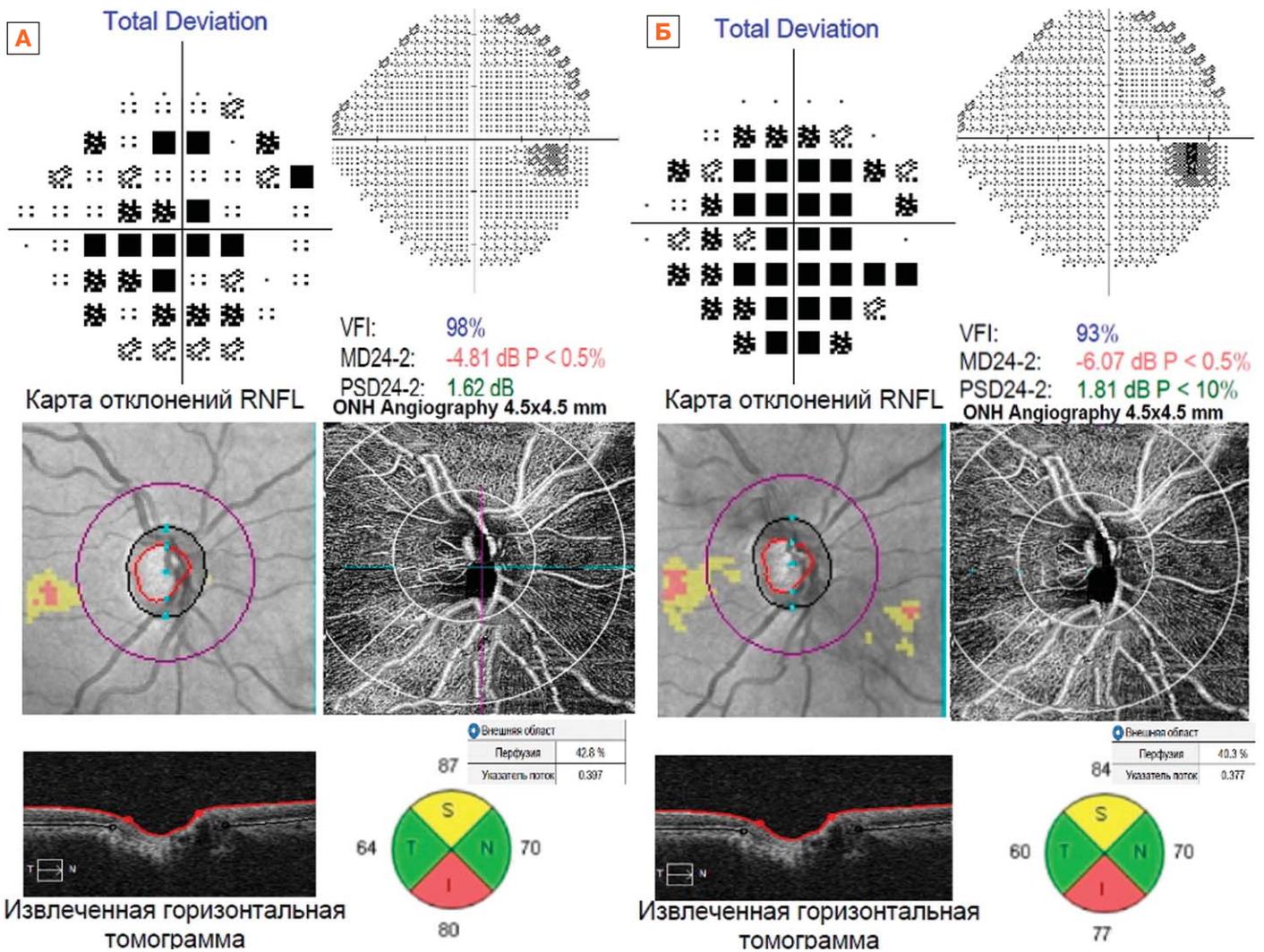


Рис. 1. Пациентка М., 71 год, правый глаз. А — результаты ОКТ при включении в исследование, Б — результаты через 2 года
Fig. 1. Patient M., 71 years, right eye. А — OCT results at inclusion in the follow-up, Б — results in 2 years

ношения c/d , уменьшение показателей RA у коморбидных пациентов, что согласуется с данными S. Jeong и соавт. [12], установивших достоверное отличие экскавации у пациентов с ПОУГ ($c/d = 0,72 \pm 0,07$) и СД ($c/d = 0,61 \pm 0,10$), а также AUC (area under ROC curve, площадь под ROC-кривой) среднего отношения экскавации к диску (CDR), вертикальной CDR и объема экскавации ($p < 0,001$) в группе коморбидных пациентов в случае слабого гликемического контроля. В литературе нам не удалось найти данные об изменениях RA и экскавации при ПОУГ и СД при долгосрочном наблюдении, однако R. Filek и соавт. [13] показали увеличение объема экскавации у пациентов с диабетическим макулярным отеком (ДМО) на фоне анти-VEGF терапии через 6 мес ($0,094 \pm 0,100 \text{ мм}^3$, $p = 0,02$), 12 мес ($0,096 \pm 0,100 \text{ мм}^3$, $p = 0,007$) и 24 мес ($0,095 \pm 0,100 \text{ мм}^3$, $p = 0,03$) по сравнению с исходным уровнем ($0,089 \pm 0,100 \text{ мм}^3$), что позволяет предположить дополнительное повреждающее влияние антиангиогенной терапии на морфологические изменения в ДЗН в дополнение к вызванным ГОН.

По итогам 5 лет наблюдения пациентов с ПОУГ и компенсированным СД II типа (без развития ДР) Н. Ноу и соавт. [14] отметили в 2 раза меньшую среднюю скорость потери RNFL в группе ПОУГ + СД по сравнению с группой изолированного течения ПОУГ ($-0,40 \text{ мкм/год}$ против

$-0,83 \text{ мкм/год}$ соответственно, $p = 0,01$). Хотя в группе ПОУГ + СД была обнаружена более низкая скорость снижения среднего отклонения VF по сравнению с группой контроля, разница не была статистически значимой [14]. Мы получили противоположные данные о скорости потери средней толщины RNFL у пациентов с ПОУГ на фоне СД: зарегистрировано достоверное превышение показателей контрольных групп ($-2,76$ и $-1,78 \text{ мкм/год}$ против $-0,62$, $-0,2$ и $-0,21 \text{ мкм/год}$ соответственно). Наибольшее снижение толщины выявлено в верхнем и нижнем секторах, что свидетельствует в пользу дополнительного влияния коморбидной патологии на течение глаукомной прогрессии. При изучении динамики RNFL у пациентов с ДМО, получающих анти-VEGF терапию, за 24 мес наблюдения отмечено двукратное уменьшение показателя в группе пациентов без глаукомы (13 против 7,8%), преимущественно в височном и назальном секторах (13,5 и 12,9%), тогда как при сочетанном течении заболеваний снижение показателя было характерным для верхнего (9,2%), нижнего (7,3%) и назального сегментов (7,9%) [15].

S. Gardiner и соавт. [16] установили корреляцию показателей — площади RA и RNFL, которые со временем линейно регрессировали у пациентов с ПОУГ ($p = 0,025$ и $p < 0,001$). Подобные исследования у пациентов с коморбид-

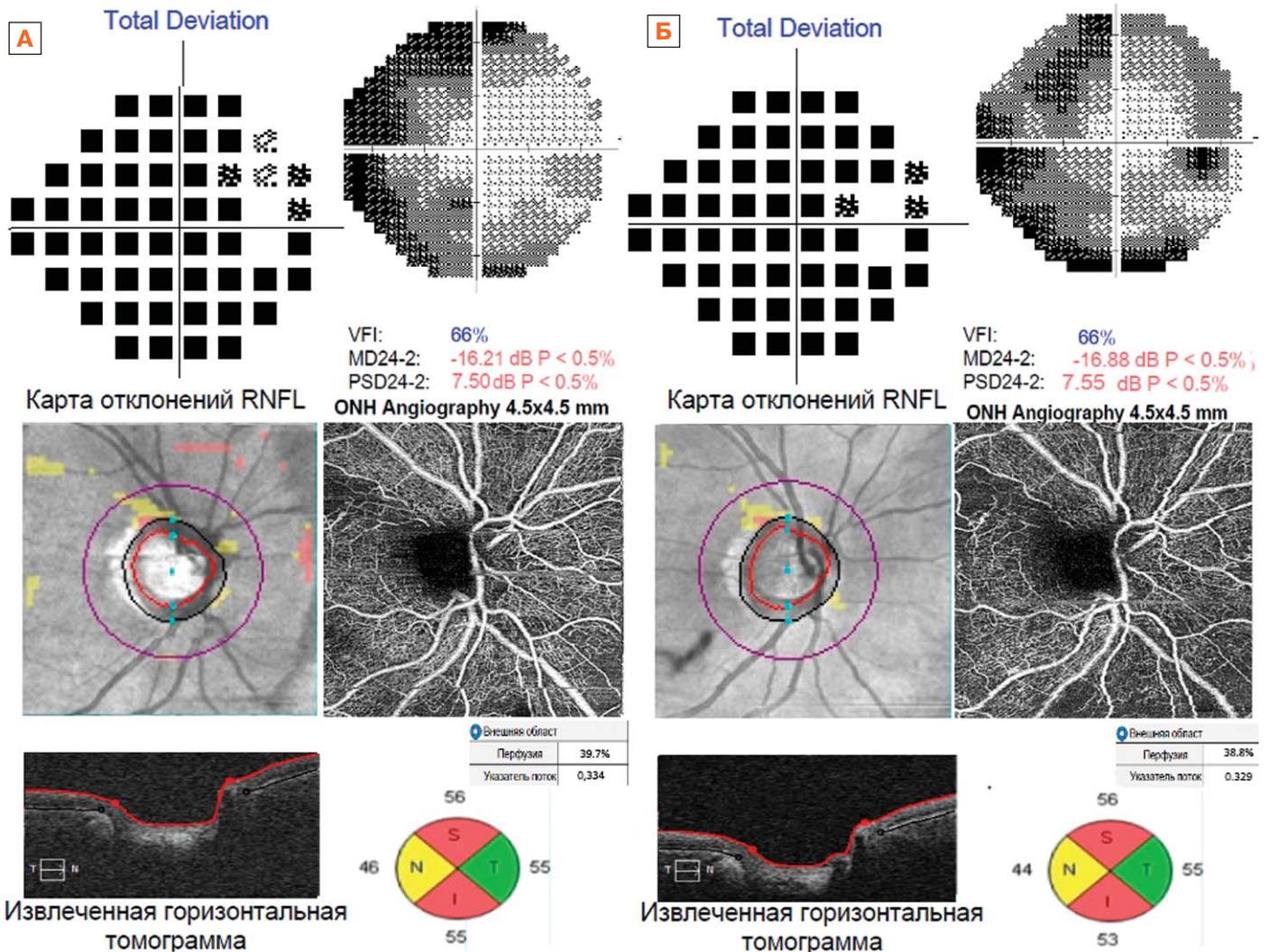


Рис. 2. Пациент П., 69 лет, правый глаз. А — результаты ОКТ при включении в исследование, Б — результаты через 2 года
Fig. 2. Patient P., 69 years old, right eye. A — OCT results at inclusion in the follow-up, Б — results in 2 years

ным течением пока не проводились, хотя они представляют значительный интерес.

В исследовании E. Sohn и соавт. [17] установлена значительная прогрессирующая потеря RNFL (0,25 мкм/г) у пациентов с СД без ДР в период 4-летнего наблюдения независимо от уровня гликированного гемоглобина. В нашем исследовании потеря средней толщины RNFL в группах с коморбидным заболеванием составила в среднем 2,76 мкм/год при I стадии глаукомы и 1,78 мкм в год при III стадии, а в группе СД — 0,21 мкм/год при увеличении уровня Hb_{A1c} на 2,76, 2,02 и 4,7% соответственно. Подтверждением потери RNFL при отсутствии ретинопатии и прогрессирующего снижения этого показателя по мере увеличения тяжести ДР является работа D. Ng и соавт. [18], в которой показано уменьшение толщины RNFL (95%-ный доверительный интервал, -0,93 мкм [-0,09; -1,85]).

Изучение гемодинамики ДЗН и ее изменений по мере течения ГОН представляется важным для объективной оценки скорости и выраженности прогрессии заболевания. Мы получили достоверное снижение плотности сосудов и плотности перфузии в группе пациентов с ПОУГ на фоне СД: так, по итогам 24 мес в 1-й группе отмечено снижение wVD на 2,76%, в 3-й группе — на 2,4%. По данным S. Moghimi и соавт. [19], снижение перипапиллярного wVD на 1%

соответствует увеличению скорости истончения RNFL на 0,06 мм/год ($p = 0,031$), однако корреляционная связь между изменением плотности сосудов и скоростью потери RNFL была слабой ($r = 0,033$).

Известно, что снижение ВГД способствует улучшению кровотока в сетчатке и зрительном нерве. Так, P. Zéboulon и соавт. показали, что через месяц после оперативного лечения по поводу глаукомы среднее снижение ВГД составило $0,2 \pm 4,8\%$ (диапазон от 15,2 до 77,1%), а среднее увеличение плотности сосудов для перипапиллярной области — $0,065 \pm 0,88\%$ ($p = 0,788$) [20]. Оценка изменений гемодинамики на фоне коррекции медикаментозной терапии не проводилась в рамках данного исследования и может быть предметом дальнейшего изучения, поскольку представляет значимый практический и научный интерес. Ранее нами было показано снижение перфузии ДЗН на 3,3% в ответ на повышение ВГД: при I стадии ПОУГ — на 8,29 мм рт. ст. (45,9%) и при II стадии — на 8,42 мм рт. ст. (49%) через 5 мин после введения афлиберцепта. Снижение ВГД сопровождалось возвращением показателей перфузии к исходным значениям, плотность сосудов ДЗН после инъекции не претерпела статистически значимых изменений [21]. Наши результаты подтвердили наблюдения J. Wen и соавт. [22], обнаруживших снижение показателей перфузии ($-0,04 \pm 0,07$; $p = 0,03$),

Таблица 4. Структурные и гемодинамические показатели ДЗН в динамике за 2 года (M ± SD)
Table 4. Structural and hemodynamic parameters of optic disc over 2 years (M ± SD)

Показатель Parameter	Группа 1 Group 1			Группа 2 Group 2			Группа 3 Group 3			Группа 4 Group 4			Группа 5 Group 5			p-level
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Визит Visit	81,57 ± 11,40	79,34 ± 11,36	78,81 ± 11,39	106,00 ± 22,65	105,64 ± 22,29	105,38 ± 22,30	64,86 ± 10,15	64,14 ± 10,25	63,08 ± 10,32	78,00 ± 11,28	77,92 ± 11,16	77,8 ± 10,98	96,5 ± 26,96	96,3 ± 23,43	96,29 ± 23,43	0,001
Средняя толщина RNFL, мкм Average RNFL thickness, μm	290,7 ± 161,3	288,7 ± 156,0	282,2 ± 148,2	418,3 ± 149,4	418,0 ± 149,4	417,6 ± 149,5	89,8 ± 25,3	88,56 ± 23,31	88,00 ± 24,04	175,30 ± 52,77	175,0 ± 52,7	174,70 ± 52,67	306,9 ± 157,9	306,6 ± 163,7	306,7 ± 163,7	0,05
RNFL височный, мкм RNFL temporal, μm	65,45 ± 12,64	64,39 ± 12,27	63,95 ± 12,03	72,12 ± 11,52	71,90 ± 11,43	71,46 ± 11,39	58,18 ± 11,22	57,80 ± 7,14	56,40 ± 6,99	71,78 ± 16,69	71,56 ± 16,53	71,28 ± 16,53	67,6 ± 10,29	66,52 ± 10,03	66,41 ± 10,04	0,002
RNFL нижний, мкм RNFL inferior, μm	92,89 ± 16,68	91,17 ± 16,58	90,67 ± 16,41	103,04 ± 16,62	102,66 ± 17,29	102,36 ± 17,30	59,78 ± 10,70	59,32 ± 9,76	58,20 ± 9,62	74,24 ± 12,37	74,00 ± 12,25	73,78 ± 12,25	93,22 ± 14,25	92,41 ± 15,35	92,39 ± 15,39	0,04
RNFL верхний, мкм RNFL superior, μm	64,91 ± 11,75	63,70 ± 11,84	63,10 ± 11,78	71,18 ± 11,40	70,98 ± 11,55	70,62 ± 11,56	55,38 ± 13,50	55,04 ± 12,15	53,78 ± 12,14	74,08 ± 13,66	73,98 ± 13,63	73,76 ± 13,56	65,88 ± 10,38	65,83 ± 10,32	65,81 ± 10,29	0,01
RNFL назальный, мкм RNFL nasal, μm	93,22 ± 13,36	93,12 ± 13,31	92,64 ± 12,85	106,54 ± 22,24	106,26 ± 22,16	106,14 ± 22,27	53,66 ± 12,31	53,14 ± 10,73	52,00 ± 10,49	52,62 ± 7,11	52,38 ± 7,04	52,12 ± 7,0	100,01 ± 18,25	99,98 ± 18,24	99,84 ± 18,19	0,02
RA volume, мм ³ RA volume, mm ³	1,09 ± 0,20	1,04 ± 0,22	1,04 ± 0,22	1,29 ± 0,20	1,28 ± 0,21	1,28 ± 0,2	0,84 ± 0,21	0,83 ± 0,22	0,82 ± 0,2	0,97 ± 0,22	0,96 ± 0,20	0,97 ± 0,21	1,09 ± 0,19	1,07 ± 0,2	1,07 ± 0,2	0,02
Соотношение c/d c/d ratio	0,57 ± 0,21	0,6 ± 0,2	0,62 ± 0,20	0,46 ± 0,21	0,46 ± 0,20	0,46 ± 0,22	0,82 ± 0,19	0,82 ± 0,21	0,83 ± 0,2	0,72 ± 0,19	0,72 ± 0,21	0,71 ± 0,2	0,45 ± 0,21	0,45 ± 0,21	0,45 ± 0,21	0,05
Объем экскавации, мм ³ Excavation volume, mm ³	0,40 ± 0,24	0,41 ± 0,24	0,42 ± 0,24	0,32 ± 0,21	0,32 ± 0,2	0,32 ± 0,21	0,72 ± 0,21	0,73 ± 0,23	0,74 ± 0,24	0,68 ± 0,22	0,68 ± 0,2	0,69 ± 0,21	0,31 ± 0,18	0,31 ± 0,17	0,31 ± 0,18	0,04
PP wiPD, %	43,16 ± 2,84	42,80 ± 3,15	42,65 ± 3,19	43,80 ± 3,12	43,9 ± 3,1	43,85 ± 3,09	39,17 ± 3,43	39,12 ± 3,39	38,82 ± 3,39	40,76 ± 3,67	40,74 ± 3,67	40,72 ± 3,68	43,1 ± 2,67	42,89 ± 2,95	42,79 ± 2,95	0,001
PD височный, % Temporal PD, %	44,45 ± 3,09	44,03 ± 4,10	43,87 ± 4,07	45,60 ± 3,37	45,57 ± 3,38	45,53 ± 3,39	40,19 ± 3,76	40,10 ± 3,66	39,66 ± 3,36	44,23 ± 4,57	44,22 ± 4,57	44,20 ± 4,57	44,7 ± 3,55	44,29 ± 3,68	44,26 ± 3,68	0,01
PD верхний, % Superior PD, %	41,15 ± 3,85	40,68 ± 4,05	40,59 ± 4,03	43,24 ± 4,11	43,18 ± 4,11	43,12 ± 4,10	35,64 ± 3,61	35,59 ± 3,61	35,13 ± 3,56	36,96 ± 4,08	36,95 ± 4,08	36,92 ± 4,09	41,15 ± 3,87	40,99 ± 4,13	40,87 ± 4,1	0,05
PD носовой, % Nasal PD, %	44,31 ± 3,33	44,01 ± 3,41	43,86 ± 3,38	45,34 ± 3,10	45,27 ± 3,11	45,2 ± 3,1	41,06 ± 3,35	40,90 ± 3,63	40,77 ± 3,40	41,43 ± 3,37	41,41 ± 3,38	41,37 ± 3,38	44,23 ± 3,42	44,02 ± 3,42	43,95 ± 3,5	0,002
PD нижний, % Inferior PD, %	42,43 ± 3,37	42,05 ± 3,78	41,93 ± 3,79	43,95 ± 3,12	43,90 ± 3,11	43,85 ± 3,09	37,51 ± 3,22	37,43 ± 3,18	37,04 ± 2,85	39,21 ± 6,36	39,19 ± 6,35	39,15 ± 6,36	42,18 ± 3,35	42,08 ± 3,69	41,82 ± 3,69	0,005
wiVD, мм wiVD, mm	0,398 ± 0,040	0,392 ± 0,040	0,387 ± 0,040	0,42 ± 0,03	0,42 ± 0,03	0,419 ± 0,030	0,334 ± 0,030	0,33 ± 0,03	0,326 ± 0,030	0,357 ± 0,030	0,357 ± 0,030	0,356 ± 0,030	0,393 ± 0,04	0,39 ± 0,04	0,389 ± 0,04	0,01
VD височный, мм Temporal VD, mm	0,396 ± 0,060	0,394 ± 0,060	0,389 ± 0,050	0,421 ± 0,040	0,42 ± 0,04	0,419 ± 0,040	0,323 ± 0,030	0,32 ± 0,03	0,315 ± 0,040	0,367 ± 0,040	0,367 ± 0,040	0,366 ± 0,040	0,392 ± 0,06	0,390 ± 0,06	0,389 ± 0,06	0,04
VD верхний, мм Superior VD, mm	0,393 ± 0,050	0,391 ± 0,050	0,386 ± 0,050	0,40 ± 0,06	0,399 ± 0,060	0,399 ± 0,060	0,331 ± 0,030	0,329 ± 0,030	0,324 ± 0,030	0,351 ± 0,030	0,351 ± 0,030	0,35 ± 0,03	0,389 ± 0,05	0,387 ± 0,05	0,386 ± 0,05	0,002
VD назальный, мм Nasal VD, mm	0,404 ± 0,040	0,401 ± 0,040	0,395 ± 0,040	0,42 ± 0,04	0,419 ± 0,040	0,418 ± 0,040	0,331 ± 0,040	0,326 ± 0,030	0,32 ± 0,04	0,352 ± 0,030	0,352 ± 0,030	0,351 ± 0,030	0,402 ± 0,04	0,399 ± 0,04	0,398 ± 0,04	0,05
VD нижний, мм Inferior VD, mm	0,395 ± 0,040	0,391 ± 0,040	0,387 ± 0,040	0,419 ± 0,030	0,418 ± 0,030	0,418 ± 0,030	0,321 ± 0,030	0,32 ± 0,03	0,314 ± 0,030	0,355 ± 0,040	0,355 ± 0,040	0,354 ± 0,040	0,392 ± 0,04	0,389 ± 0,04	0,388 ± 0,04	0,04

Примечание. Различия показателей внутри каждой группы через 1 и 2 года, а также различия между группами статистически значимы, $p < 0,05$.
Note. Differences in indicators within each group after 1 and 2 years, as well as differences between groups are statistically significant, $p < 0,05$.

Таблица 5. Изменение структурных и гемодинамических показателей ДЗН за 2 года (M ± SD)
Table 5. Changes of structural and hemodynamic indicators of optic disc over 2 years (M ± SD)

Показатель Parameter	Группа 1 Group 1 n = 58		Группа 2 Group 2 n = 50		Группа 3 Group 3 n = 50		Группа 4 Group 4 n = 50		Группа 5 Group 5 n = 50					
	через 1 год after 1 year	через 2 года after 2 year	через 1 год after 1 year	через 2 года after 2 year	через 1 год after 1 year	через 2 года after 2 year	через 1 год after 1 year	через 2 года after 2 year	через 1 год after 1 year	через 2 года after 2 year				
Период наблюдения Terms of follow-up	-2,23	-2,73%	-0,36	-0,34%	-0,72	-1,11%	-1,78	-2,74%	-0,08	-0,10%	-0,2	-0,26%	-0,21	-0,22%
Средняя толщина RNFL, мкм Average RNFL thickness, µm	-1,06	-1,62%	-0,22	-0,31%	-0,38	-0,65%	-1,78	-3,06%	-0,22	-0,31%	-0,5	-0,70%	-1,08	-1,60%
RNFL височный, мкм RNFL temporal, µm	-1,72	-1,85%	-0,38	-0,37%	-0,46	-0,77%	-1,58	-2,64%	-0,24	-0,32%	-0,46	-0,62%	-0,81	-0,87%
RNFL нижний, мкм RNFL inferior, µm	-1,21	-1,86%	-0,2	-0,28%	-0,34	-0,61%	-1,6	-2,89%	-0,1	-0,13%	-0,32	-0,43%	-0,05	-0,08%
RNFL верхний, мкм RNFL superior, µm	-0,1	-0,11%	-0,28	-0,26%	-0,52	-0,97%	-1,66	-3,09%	-0,24	-0,46%	-0,5	-0,95%	-0,03	-0,03%
RNFL назальный, мкм RNFL nasal, µm	-2	-0,69%	-0,3	-0,07%	-1,24	-1,38%	-1,8	-2,00%	-0,3	-0,17%	-0,6	-0,34%	-0,3	-0,10%
RA, мкм RA, µm	-0,05	-4,59%	-0,01	-0,78%	-0,01	-1,19%	-0,02	-2,38%	-0,01	-1,03%	0	0,00%	-0,02	-1,83%
RA volume, мм ³ RA volume, mm ³	0,03	5,26%	0	0,00%	0	0,00%	0,01	1,22%	0	0,00%	-0,01	-1,39%	0	0,00%
Соотношение c/d c/d ratio	0,01	2,50%	0	0,00%	0,01	1,39%	0,02	2,78%	0	0,00%	0,01	1,47%	0	0,00%
Объем экскавации, мм ³ Excavation volume, mm ³	-0,36	-0,83%	0,1	0,23%	-0,05	-0,13%	-0,35	-0,89%	-0,02	-0,05%	-0,04	-0,10%	-0,21	-0,49%
PP wiPD, % PD височный, % Temporal PD, %	-0,42	-0,94%	-0,03	-0,07%	-0,09	-0,22%	-0,53	-1,32%	-0,01	-0,02%	-0,03	-0,07%	-0,41	-0,92%
PD верхний, % Superior PD, %	-0,47	-1,14%	-0,06	-0,14%	-0,05	-0,14%	-0,51	-1,43%	-0,01	-0,03%	-0,04	-0,11%	-0,16	-0,39%
PD носовой, % Nasal PD, %	-0,3	-0,68%	-0,07	-0,15%	-0,16	-0,39%	-0,29	-0,71%	-0,02	-0,05%	-0,06	-0,14%	-0,21	-0,47%
PD нижний, % Inferior PD, %	-0,38	-0,90%	-0,05	-0,11%	-0,08	-0,21%	-0,47	-1,25%	-0,02	-0,05%	-0,06	-0,15%	-0,1	-0,24%
PP wiVD/мм / mm VD височный, мм Temporal VD, mm	-0,006	-1,51%	0	0,00%	-0,004	-1,20%	-0,008	-2,40%	0	0,00%	-0,001	-0,28%	-0,003	-0,76%
VD височный, мм Superior VD, mm	-0,002	-0,51%	-0,001	-0,24%	-0,003	-0,93%	-0,008	-2,48%	0	0,00%	-0,001	-0,27%	-0,002	-0,51%
VD верхний, мм Superior VD, mm	-0,002	-0,51%	-0,001	-0,25%	-0,002	-0,60%	-0,007	-2,11%	0	0,00%	-0,001	-0,28%	-0,002	-0,51%
VD назальный, мм Nasal VD, mm	-0,003	-0,74%	-0,001	-0,24%	-0,005	-1,51%	-0,011	-3,32%	0	0,00%	-0,001	-0,28%	-0,003	-0,75%
VD нижний, мм Inferior VD, mm	-0,004	-1,01%	-0,001	-0,24%	-0,001	-0,31%	-0,007	-2,18%	0	0,00%	-0,001	-0,28%	-0,003	-0,77%

Примечание. Различия показателей внутри каждой группы через 1 и 2 года, а также различия между группами статистически значимы, $p < 0,05$.
Note. Differences in indicators within each group after 1 and 2 years, as well as differences between groups are statistically significant, $p < 0,05$.

плотности сосудов ($-0,05 \pm 0,08$; $p = 0,02$) через 30 мин при соответствующем увеличении среднего значения ВГД — $40,3 \pm 13,0$ мм рт. ст. через $6,5 \pm 1,8$ мин после инъекции у большинства пациентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение динамики визо-функциональных, структурных и гемодинамических параметров зрительного нерва у пациентов с ГОН на фоне СД представляет значительный клинический интерес. Ежегодный рост заболеваемости и распространенности сочетанного течения, их значимость в структуре инвалидности и слепоты в связи с выраженным изменением функциональных и структурных показателей сетчатки и зрительного нерва, высокой скоростью прогрессии ГОН определяют необходимость ранней своевременной мультимодальной диагностики и мониторинга с целью коррекции терапевтического лечения и возможного раннего хирургического вмешательства. В связи с отсутствием установленных нормативов ОКТА перфузии макулы и ДЗН, плотности сосудов вопрос создания соответствующей базы данных и методологии интерпретации степени отклонения параметров от средних нормальных значений является актуальным и требует дальнейшего изучения.

Литература/References

1. *Abe R., Gracitelli C., Medeiros F.* The Use of Spectral-Domain Optical Coherence Tomography to Detect Glaucoma Progression. *The Open Ophthalmol. J.* 2015; 9 (Suppl. 1): 78–88. doi: 10.2174/1874364101509010078
2. *Piltz-Seymour J.R.* Laser Doppler flowmetry of the optic nerve head in glaucoma. *Surv. Ophthalmol.* 1999; 43 (Suppl. 1): 191–8. doi: 10.1016/s0039-6257(99)00053-3
3. *Deokule S., Vizzeri G., Boehm A., et al.* Association of visual field severity and parapapillary retinal blood flow in open-angle glaucoma. *J. Glaucoma.* 2010; 19 (5): 293–8. doi: 10.1097/IJG.0b013e3181b6e5b9
4. *Toshev A.P., Schuster A.K., Hassan S.N., et al.* Optical Coherence Tomography Angiography of optic disc in eyes with primary open-angle glaucoma and normal-tension glaucoma. *J. Glaucoma.* 2019; 28 (3 Mar.): 243–51. doi: 10.1097/IJG.0000000000001184
5. *Le P.V., Tan O., Chopra V., et al.* Regional correlation among ganglion cell complex, nerve fiber layer, and visual field loss in glaucoma. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2013; 54 (6): 4287–95. doi: 10.1167/iops.12-11388
6. *Фурсова А.Ж., Гамза Ю.А., Тарасов М.С., Васильева М.А., Дербенева А.С.* Сравнительное исследование структурных и микроциркуляторных параметров у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой и сахарным диабетом. *Российский офтальмологический журнал.* 2020; 13 (3): 42–50. [*Fursova A.Zh., Gamza Y.A., Tarasov M.S., Vasil'eva M.A., Derbeneva A.S.* A comparative study of structural and microcirculatory parameters in patients with primary open-angle glaucoma and diabetes mellitus. *Russian ophthalmological journal.* 2020; 13 (3): 42–50 (in Russian)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2020-13-3-42-50>
7. *Komori S., Ishida K., Yamamoto T.* Results of long-term monitoring of normal-tension glaucoma patients receiving medical therapy: results of an 18-year follow-up. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 2014; 252 (12): 1963–70. <https://doi.org/10.1007/s00417-014-2767-3>
8. *Yoshikawa K., Santo K., Hizaki H., Hashimoto M.* Long-term progression of visual field defects and related factors in medically treated normal tension glaucoma. *Clin. Ophthalmol.* 2018; 12: 247–53. doi: 10.2147/OPTH.S146455
9. *Агафонова Т.Ю., Собянин Н.А., Гаврилова Т.В.* Прогрессирование первичной открытоугольной глаукомы при сахарном диабете 2-го типа: проблема коморбидности. *РМЖ. Клиническая офтальмология.* 2017; 1: 22–5. [*Agafonova T.Yu., Sobyenin N.A., Gavrilova T.V.* Progression of primary open-angle glaucoma in type 2 diabetes: comorbidity issue. *RMJ. Clinical ophthalmology.* 2017; 1: 22–5 (in Russian)]. <https://doi.org/10.21689/2311-7729-2017-17-1-22-25>
10. *Apreutesei N., Chiselita D., Motas O.* Glaucoma evolution in patients with diabetes. *Rev. Med. Chir. Soc. Med. Nat. Iasi.* 2014; 118 (3): 667–74.
11. *Pantalon A., Feraru C., Chiselita D.* Short term evaluation of perimetric progression in patients with open angle glaucoma and diabetes. *Rev. Med. Chir. Soc. Med. Nat. Iasi.* 2016; 120 (1 Jan. — Mar.): 83–9.
12. *Jeong S., Park S., Chin H., Kim S., Kim N.* Spectral-Domain Optical Coherence Tomography features in open-angle glaucoma with diabetes mellitus and inadequate glycemic control. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2016; 57 (7): 3024–31. doi: 10.1167/iops.16-19457R1
13. *Filek R., Hooper P., Sheidow T., et al.* Two-year analysis of changes in the optic nerve and retina following anti-VEGF treatments in diabetic macular edema patients. *Clin. Ophthalmol.* 2019; 13 (Jul. 1): 1087–96. <https://doi.org/10.2147/OPTH.S199758>
14. *Hou H., Shoji T., Zangwill L.M., Moghimi S.* Progression of primary open-angle glaucoma in diabetic and nondiabetic patients. *Am. J. Ophthalmol.* 2018; 189: 1–9. doi: 10.1016/j.ajo.2018.02.002
15. *Фурсова А.Ж., Гамза Ю.А., Дербенева А.С., Васильева М.А.* Антиангиогенная терапия диабетического макулярного отека у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой. *Вестник офтальмологии.* 2020; 136 (6): 183–92. [*Fursova A.Zh., Gamza Y.A., Derbeneva A.S., Vasil'eva M.A.* Anti-VEGF therapy of diabetic macular edema in patients with primary open-angle glaucoma. *Vestnik oftalmologii.* 2020; 136 (6): 185–94 (In Russian)]. doi: 10.17116/oftalma2020136062185
16. *Gardiner S., Boey P., Yang H., et al.* Structural measurements for monitoring change in glaucoma: comparing retinal nerve fiber layer thickness with minimum rim width and area. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2015; 56 (11 Oct.): 6886–91. doi: 10.1167/iops.15-16701
17. *Sohn E., van Dijk H., Jiao C.* Retinal neurodegeneration may precede microvascular changes characteristic of diabetic retinopathy in diabetes mellitus. *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A.* 2016; 113 (19): E2655–64. doi: 10.1073/pnas.1522014113
18. *Ng D., Chiang P., Tan G., et al.* Retinal ganglion cell neuronal damage in diabetes and diabetic retinopathy. *Clin. Exp. Ophthalmol.* 2016; 44 (4): 243–50. doi: 10.1111/ceo.12724
19. *Moghimi S., Zangwill L., Pentead R., et al.* Macular and optic nerve head vessel density and progressive retinal nerve fiber layer loss in glaucoma. *Ophthalmology.* 2018; 125 (11): 1720–28. doi: 10.1016/j.ophtha.2018.05.006
20. *Zébulon P., Lévêque P., Brasnu E., et al.* A. Effect of surgical intraocular pressure lowering on peripapillary and macular vessel density in glaucoma patients: an Optical Coherence Tomography Angiography study. *J. Glaucoma.* 2017; 26 (5): 466–72. doi: 10.1097/IJG.0000000000000652
21. *Фурсова А.Ж., Гамза Ю.А., Васильева М.А., Дербенева А.С.* Влияние антиангиогенной терапии на гемодинамику зрительного нерва и макулярной области сетчатки у пациентов с диабетическим макулярным отеком и глаукомой. *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова* 2021; 16 (1): 93–8. [*Fursova A.Zh., Gamza Y.A., Vasil'eva M.A., Derbeneva A.S.* Impact of antiangiogenic therapy on the hemodynamics of the optic disk nerve and macula in patients with diabetic macular edema and glaucoma. *Bulletin of Pirogov National medical surgical center.* 2021; 16 (1): 93–8 (in Russian)]. doi: 10.25881/BPNMSc.2021.33.54.016
22. *Wen J., Chen C., Rezaei K., et al.* Optic nerve head perfusion before and after intravitreal anti-vascular growth factor injections using Optical Coherence Tomography-based Microangiography. *J. Glaucoma.* 2019; 28 (3): 188–93. doi: 10.1097/IJG.0000000000001142

Вклад авторов в работу: А.Ж. Фурсова — концепция и дизайн исследования, статистическая обработка данных, написание текста, редактирование; Ю.А. Гамза, А.С. Дербенева — статистическая обработка данных, написание текста, редактирование; О.Г. Гусаревич, М.А. Васильева — редактирование.

Authors' contribution: A.Zh. Fursova — design of the study, data processing, writing and editing the article; J.A. Gamza, A.S. Derbeneva — clinical examinations, data processing writing and editing the article; O.G. Gusarevich, M.A. Vasil'eva — editing the article.

Поступила: 10.06.2021. Переработана: 15.06.2021. Принята к печати: 25.06.2021

Originally received: 10.06.2021. Final revision: 15.06.2021. Accepted: 25.06.2021

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

¹ ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Красный проспект, д. 5, Новосибирск, 630091, Россия

² ГБУЗ НСО «Государственная Новосибирская областная клиническая больница», ул. Немировича-Данченко, д. 130, Новосибирск, 630087, Россия

Анжелла Жановна Фурсова — д-р мед. наук, заведующая кафедрой офтальмологии¹, заведующая офтальмологическим отделением²

Ольга Геннадьевна Гусаревич — д-р мед. наук, профессор кафедры офтальмологии¹

Юлия Александровна Гамза — ассистент кафедры офтальмологии¹, врач-офтальмолог²

Анна Сергеевна Дербенева — ассистент кафедры офтальмологии¹, врач-офтальмолог²

Мария Андреевна Васильева — врач-офтальмолог²

Для контактов: Анжелла Жановна Фурсова,
anzhellafursova@yandex.ru

¹ Novosibirsk State Medical University, 52, Krasny Prospekt, Novosibirsk, 630091, Russia

² Novosibirsk State Region Hospital, 130, Nemirovich-Danchenko str, Novosibirsk, 630087, Russia

Anzhella Zh. Fursova — Dr. of Med. Sci., head of chair of ophthalmology¹, head of ophthalmology department²

Olga G. Gusarevich — Dr. of Med. Sci., professor of chair of ophthalmology¹

Julia A. Gamza — assistant professor of chair of ophthalmology¹, ophthalmologist²

Anna S. Derbeneva — assistant professor of chair of ophthalmology¹, ophthalmologist²

Maria A. Vasil'eva — ophthalmologist²

Contact information: Anzhella Zh. Fursova,
anzhellafursova@yandex.ru