

DOI: <https://doi.org/10.57231/j.ao.2023.2.2.013>

УДК:616.42: 616.70007.681-03

РОЛЬ ОПТИЧЕСКОЙ КОГЕРЕНТНОЙ ТОМОГРАФИИ АНГИОГРАФИИ В РАННЕЙ ДИАГНОСТИКЕ ПЕРВИЧНОЙ ОТКРЫТОУГОЛЬНОЙ ГЛАУКОМЫ

Туйчибаева Д.М.¹, Дусмухамедова А.М.²

¹ Доктор медицинских наук, доцент кафедры Офтальмологии, Ташкентский государственный стоматологический институт, dilya.tuychibaeva@gmail.com, +998(90)930-07-80, <https://orcid.org/0000-0002-9462-2622>

² Базовый докторант кафедры Офтальмологии, Ташкентский государственный стоматологический институт, dr.adolat1666@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4990-4548>

Аннотация. Актуальность. ПОУГ в настоящее время принято рассматривать как цепь взаимодействия этиологических и патогенетических факторов, среди которых ведущая роль отводится генетической предрасположенности, изменениям общего характера, ишемии, первичным местным функциональным и дистрофическим изменениям, нарушениям гидростатики и гидродинамики глаза, повышению внутриглазного давления, сосудистым расстройствам, дистрофии и дегенерации тканей. **Цель исследования.** Изучить микроциркуляцию диска зрительного нерва и перипапиллярный зон сетчатки у пациентов с разными стадиями ПОУГ с использованием ОКТА-А. **Материал и методы.** В исследование было включено 92 пациентов с ПОУГ, в возрасте от 65 до 80 лет, из них, мужчин-40, женщин-22. Исследование проведено у 98 пациентов (135 глазах) ПОУГ, из них 43 глаз – с начальной глаукомой, 47 – с развитой и 45- далекозашедшей стадией. Группу контроля составили 30 здоровых обследуемых (30 глаз) аналогичного возраста, не имевших офтальмопатологии. **Результаты исследования** продемонстрировали снижение гемоперфузии плотности сосудов и кровотока в ДЗН и перипапиллярной зоне сетчатки уже на ранних стадиях развития ПОУГ. **Заключение.** Полученные результаты показывают высокую чувствительность, специфичность и точность ОКТА в оценке гемодинамических показателей орбитального кровотока.

Ключевые слова: первичная открытоугольная глаукома, ОКТА-А, микроциркуляция, ДЗН.

Для цитирования:

Туйчибаева Д.М., Дусмухамедова А.М. Роль оптической когерентной томографии ангиографии в ранней диагностике первичной открытоугольной глаукомы. Передовая Офтальмология. 2023;2(2):74-78.

BIRLAMCHI OCHIQ BURCHAKLI GLAUKOMANI ERTA TASHXISLASHDA OPTIK KOGERENT TOMOGRAFIYA ANGIOGRAFIYANING O'RNI

Tuychibaeva D.M.¹, Dusmuxamedova A.M.²

¹ Tibbiyot fanlari doktori, Oftalmologiya kafedrası dotsenti, Toshkent davlat stomatologiya instituti, dilya.tuychibaeva@gmail.com, +998(90)930-07-80, <https://orcid.org/0000-0002-9462-2622>

² Oftalmologiya kafedrası tayanch doktoranti, Toshkent davlat stomatologiya instituti, dr.adolat1666@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4990-4548>

Annotatsiya. Dolzarbligi. Birlamchi ochiq burchakli glaukomaning (BOBG) rivojlanishi hozirgi vaqtda etiologik va patogenetik omillar o'rtasidagi o'zaro ta'sir zanjiri hisoblanadi, ular orasida genetik moyillik, umumiy o'zgarishlar, ishemiya, birlamchi mahalliy funktsional va distrofik o'zgarishlar, buzilishlar etakchi rol o'ynaydi. ko'zning gidrostatikasi va gidrodinamikasida, ko'z ichi bosimi ortishi, qon tomir kasalliklari, distrofiya va to'qimalarning nasli. **Tadqiqot maqsadi.** OKTA dan foydalangan holda BOBG ning turli bosqichlari bo'lgan bemorlarda optik diskning mikrosirkulyatsiyasini va retinaning peripapiller joylarini o'rganish. **Material va usullari.** Tadqiqotda 65 yoshdan 80 yoshgacha bo'lgan BOBG bilan kasallangan 92 bemor, shu jumladan 40 erkak va 22 ayol ishtirok etdi. Tadqiqot BOBG bilan og'rigan 98 bemorda (135 ko'z) o'tkazildi, ulardan 43 nafari boshlang'ich glaukoma bilan, 47 nafari rivojlangan va 45 nafari yuqori bosqichli. Nazorat guruhi o'sha yoshdagi 30 nafar sog'lom sub'ektdan (30 ko'z) iborat bo'lib, ularda oftalmopatologiyasi yo'q edi. **Tadqiqot natijalari** BOBG rivojlanishining dastlabki bosqichlarida KND va retinaning peripapiller zonasida qon tomirlari zichligi va qon oqimining gemoperfuziyasining pasayishini ko'rsatdi. **Xulosa.** Olingan natijalar orbital qon oqimining gemodinamik parametrlarini baholashda OKTA ning yuqori sezuvchanligi, o'ziga xosligi va aniqligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: birlamchi ochiq burchakli glaukoma, OKTA, mikrosirkulyatsiya, KND.

Iqtibos uchun:

Tuychibaeva D.M., Dusmuxamedova A.M. Birlamchi ochiq burchakli glaukoma TSH erta tashxislashda optik kogerent tomografiya angiografiyaning o'rni. Advanced Ophthalmology. 2023;2(2):74-78.

THE ROLE OF OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY ANGIOGRAPHY IN THE EARLY DIAGNOSIS OF PRIMARY OPEN-ANGLE GLAUCOMA

Tuychibaeva D.M.¹, Dusmuxamedova A.M.²

¹ DSc, Department of Ophthalmology, Associate Professor, Tashkent State Dental Institute, dilya.tuychibaeva@gmail.com, +998(90)930-07-80, <https://orcid.org/0000-0002-9462-2622>

² Basic doctoral student, Department of Ophthalmology, Tashkent State Dental Institute, dr.adolat1666@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4990-4548>

Annotation. Relevance. POAG is currently considered to be a chain of interaction between etiological and pathogenetic factors, among which the leading role is played by genetic predisposition, general changes, ischemia, primary local functional and dystrophic changes, hydrostatic and hydrodynamic disorders of the eye, increased intraocular pressure, vascular disorders, dystrophy and tissue degeneration. **Purpose of the study.** To study the microcirculation of the optic disc and peripapillary areas of the retina in patients with different stages of POAG using OCT-A. **Material and methods.** The study included 92 patients with POAG, aged 65 to 80 years, including 40 men and 22 women. The study was conducted in 98 patients (135 eyes) with POAG, 43 of them with initial glaucoma, 47 with advanced and 45 with advanced stage. The control group consisted of 30 healthy subjects (30 eyes) of the same age who did not have ophthalmopathy. **The results of the study** demonstrated a decrease in hemoperfusion of vascular density and blood flow in the ONH and the peripapillary zone of the retina already in the early stages of POAG development. **Conclusion.** The obtained results show high sensitivity, specificity and accuracy of OCTA in assessing the hemodynamic parameters of the orbital blood flow.

Key words: primary open-angle glaucoma, OCTA, microcirculation, ONH.

For citation:

Tuychibaeva D.M., Dusmuxamedova A.M. The role of optical coherence tomography angiography in the early diagnosis of primary open-angle glaucoma. *Advanced Ophthalmology*. 2023;2(2):74-78.

Актуальность. Несмотря на современные достижения в офтальмологии, глаукома остается одной из ведущих медико-социальных проблем во всем мире, являясь лидирующей причиной слобовидения, слепоты и инвалидности [1, 2, 3]. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в 2017 году численность пациентов с глаукомой в мире составляла от 60,5 до 105 миллионов человек [3]. В нозологической структуре инвалидности в Узбекистане доля глаукомы возросла с 20 до 28%, а в контингенте инвалидов пенсионного возраста — до 40% [5,6,7]. По данным Д.М. Туйчибаевой, в Узбекистане, первичная открытоугольная глаукома (ПОУГ) среди первично выявленных пациентов составляет 53,1±0,1% случаев, а первичная закрытоугольная глаукома (ПЗУГ) встречается только в 46,9±0,1% случаев ($p \leq 0,05$), т. е. превалирует ПОУГ, хотя в некоторых регионах это процентное соотношение становится более выраженным [8,9,10].

В настоящее время одной из основных теорий развития ПОУГ является сосудистая дисфункция эндотелия, приводящая к ишемии диска зрительного нерва и компрессии аксонов зрительного нерва [11,12,13]. При этом, важными факторами развития и прогрессирования первичной открытоугольной глаукомы являются недостаточное кровоснабжение сетчатки и зрительного нерва вследствие нарушения глазного кровотока [14,15,16]. В течение последних 10 лет стало очевидным, что эндотелий регулирует тонус сосудов, модулирует гемостаз, влияет на

сосудистую проницаемость и контролирует рост кровеносных сосудов [14,16]. Нарушенная проницаемость эндотелиального слоя у пациентов с артериальной гипертензией или гиперлипидемией ведет к увеличенному притоку субстанций из циркуляции в сосудистую стенку [17,18].

По данным Savastano M. и соавт. дефицит кровоснабжения в артериоларно-капиллярной сети внутренних оболочек глаза у больных глаукомой [17]. И более значимые изменения фиксируются в сосудах глаза с более тяжелой стадией глаукомы [18]. Любые нарушения центральной или региональной гемодинамики реализуются через опосредованные изменения, происходящие на микроциркуляторном уровне [19]. По мнению других авторов, суть их заключается в сужении приводящих артерий, развитии капиллярного стаза на фоне измененных реологических свойств крови и возникновении гипоксии, ведущей к гибели ганглиозных клеток сетчатки [20].

Цель исследования. Изучить микроциркуляцию диска зрительного нерва и перипапиллярный зон сетчатки у пациентов с разными стадиями ПОУГ с использованием ОКТ-А.

Материал и методы исследования. В исследование было включено 92 пациентов с ПОУГ, в возрасте от 65 до 80 лет, из них, мужчин-40, женщин-22. Исследование проведено у 98 пациентов (135 глаз) ПОУГ, из них 43 глаз — с начальной глаукомой, 47 — с развитой и 45- далекозашедшей стадией. Группу контроля составили 30

здоровых обследуемых (30 глаз) аналогичного возраста, не имевших офтальмопатологии.

Помимо стандартного офтальмологического обследования, включавшего визометрию, тонометрию, биомикроскопию, гониоскопию, пахиметрию, всем пациентам выполняли автоматизированную периметрию с определением периметрического индекса MD (Mean Deviation, среднее отклонение), PSD (pattern standard deviation, стандартное отклонения) и VFI (Visual Field Index, индекс поля зрения); оптическую когерентную томографию с функцией ангиографии на приборе REVO NX фирмы OPTOPOL ОСТА. УЗДГ в бассейне глазничной артерии проводилась в частной клиники «Horev medical center» на ультразвуковой аппарат экспертного класса: HITACHI ARIETTA 850 с использованием линейного датчика, при частоте излучения 4 и 8 МГц в непрерывном (или импульсном) режиме.

зоне по данным ОКТА для выявления глаукомы и ее мониторинга.

Были исследованы следующие параметры: индекс кровотока (Peripapillary Flow Index) и относительная плотность сосудов (Peripapillary Vessel Density) в перипапиллярной зоне. Индекс кровотока ППС рассчитывается как усреднённое значение величины декорреляции амплитуды в исследуемой зоне сетчатки, т.е. он зависит, в том числе, от средней величины микроциркуляции крови в капиллярах в этой зоне. Данный показатель является относительной величиной. Помимо индекса кровотока так же автоматически рассчитывается значение плотности микрососудистой сети ППС, которое показывает площадь, занятую сосудами от общей исследуемой зоны и измеряется в процентах.

Из рисунка 1 и 2 видно, что достоверное отличие между параметрами ОКТА было получено

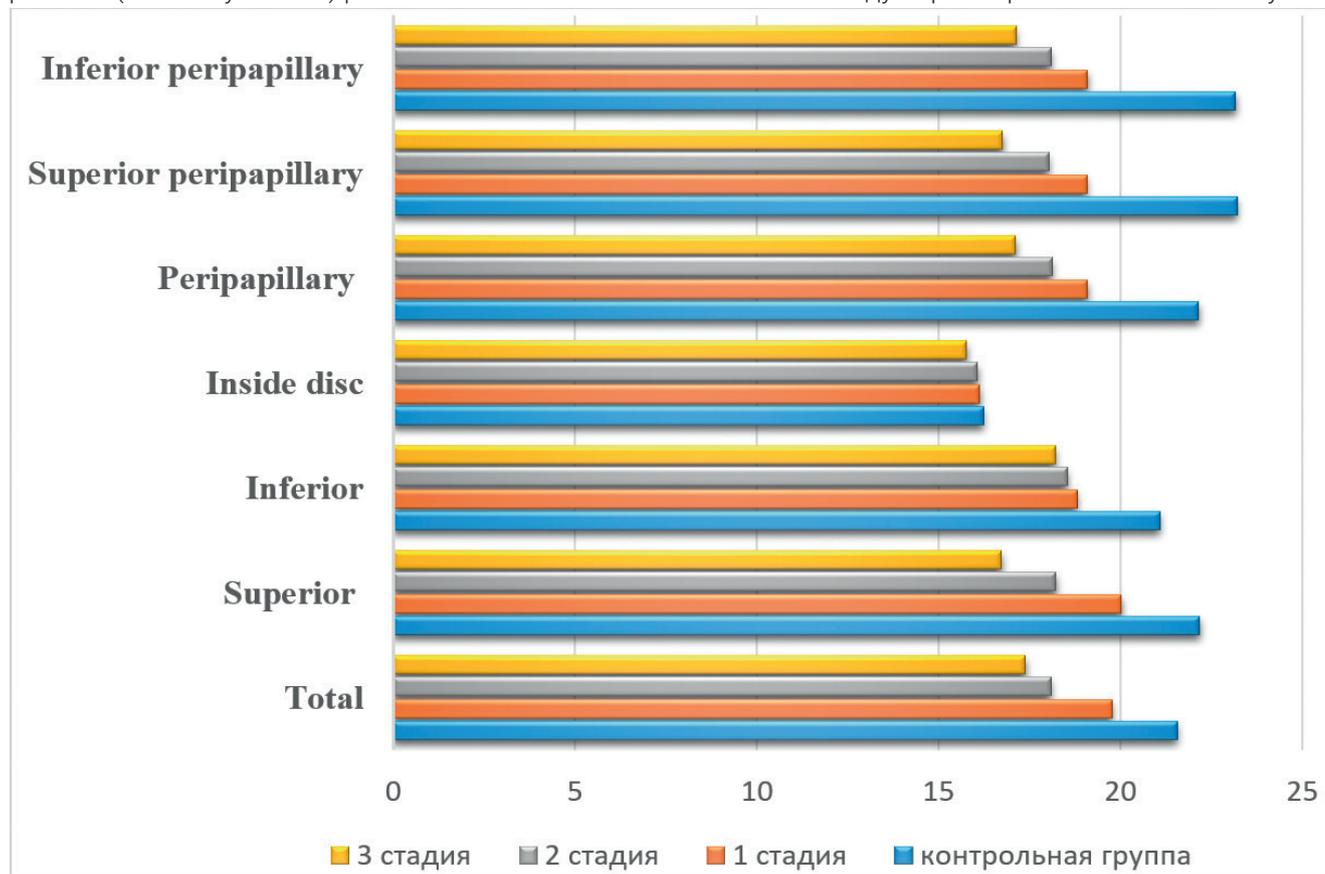


Рис.1. Плотность сосудов диска зрительного нерва у контрольной группы и у пациентов с ПОУГ

Результаты и обсуждение. ОКТА позволяет визуализировать мельчайшие сосуды, вплоть до капилляров в различных областях сетчатки и на разной глубине и, таким образом, дает информацию о состоянии микроциркуляторного русла сетчатки и ДЗН. В настоящем разделе работы было проведено сравнительное исследование диагностической значимости параметров глазного кровотока в ДЗН и перипапиллярной

при сравнении всех исследуемых групп. Чем более тяжелым было глаукомное поражение, тем ниже были индекс перипапиллярного кровотока и плотность микрососудистого русла.

Из приведенных данных видно, что, хотя отличия между группами по индексу кровотока было достоверным, более значимое различие как между начальной глаукомой и здоровыми лицами, так и между группами больных глаукомой

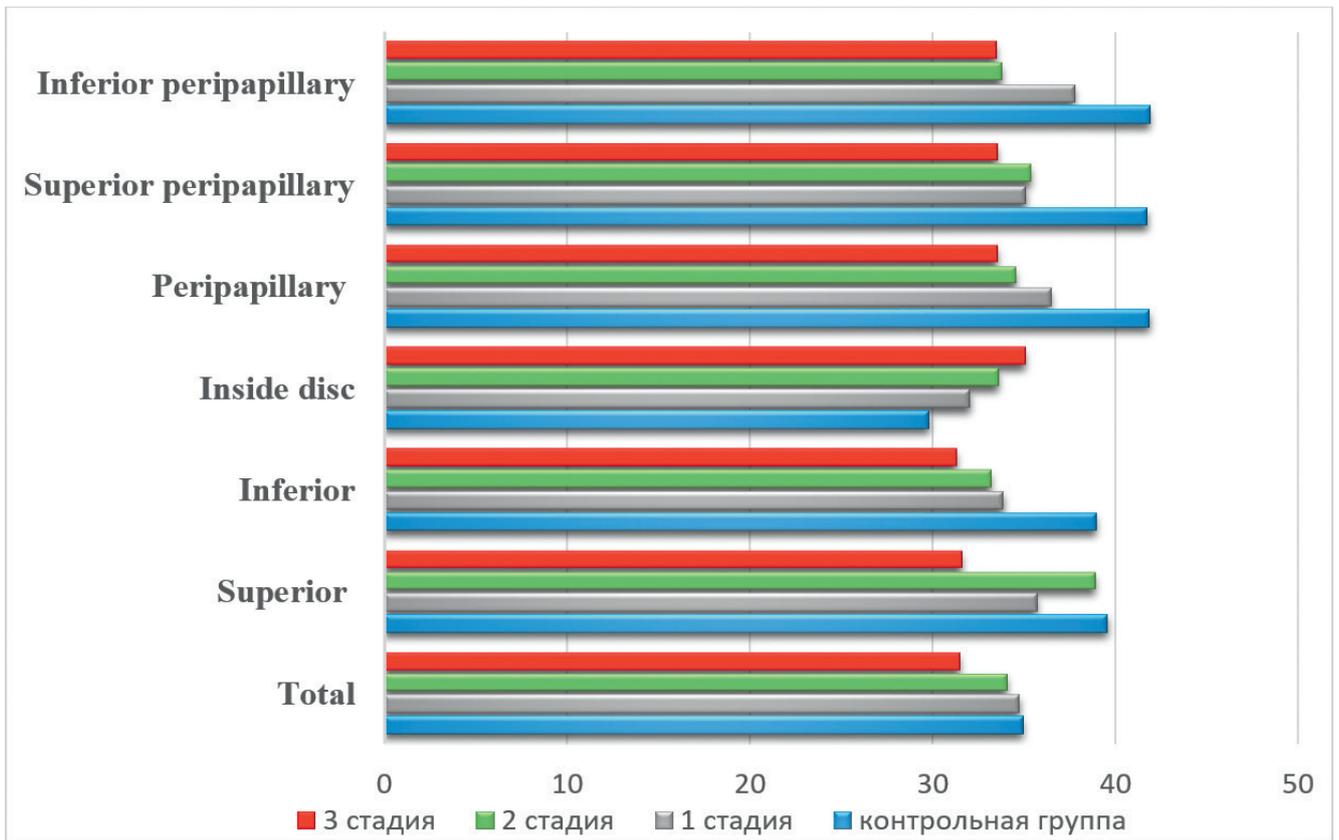


Рис.2. Плотность кровотока диска зрительного нерва у контрольной группы и у пациентов с ПОУГ

ПОУГ - первичная открытоугольная глаукома; Total – вся зона, Peripapillary - перипапиллярная зона, Inside disc – центр диска зрительного нерва

было получено для показателя Peripapillary Vessel Density (рисунок 1,2).

Учитывая данные литературы о том, что наиболее ранние патологические процессы при глаукоме происходят на уровне ДЗН и решетчатой мембраны склеры, мы исследовали такие параметры ОКТА, как объединенный показатель плотности микроциркуляторного русла в ДЗН и перипапиллярной сетчатке (Total Vessel Density). Этот показатель включает в себя как зону внутри диска (InsideDisc), так и перипапиллярную зону (Peripapillary Vessel Density).

Все перечисленные показатели при глаукоме были снижены как по сравнению с данными здоровых обследуемых, так и между стадиями глаукомы (рисунок 1,2).

Показатели ОКТА при глаукоме были снижены, как по сравнению с данными здоровых обследуемых, так и между стадиями глаукомы, плотность сосудов диска зрительного нерва (total 21.56, 19.76, 18.09, 17.38) и плотность сосудов перипапиллярной зоне (peripapillary 22.15, 19.09, 18.11, 17,12 соответственно) ($P < 0,001$ для обоих), плотность кровотока диска зрительного нерва (total у здоровых лиц составила 34.94, 34.74, 34.04, 31.44) и плотность кровотока peripapillary (41.85, 36.48, 34.51, 33.52 соответственно норма, I, II, III стадии ПОУГ.) ($P < 0,001$).

В начальную глаукому наиболее существенное снижение плотности капиллярной сети наблюдалось внутри ДЗН и в ППС (Total и Inside Disc), в то время как в продвинутые стадии глаукомы имелось достоверное отличие по сравнению с начальной стадией во всех квадрантах, исследуемых методом ОКТА (рисунок 1,2).

Кроме того, как было отмечено выше, достоверные отличия в толщине СНВС в начальную стадию были получены только в одном нижневи-сочном секторе в то время, как снижение плотности капилляров прослеживалось в большинстве отделов ППС и в самом ДЗН.

При этом достоверное снижение толщины СНВС в изучаемых секторах перипапиллярной сетчатки отмечалось только в продвинутые стадии заболевания по сравнению с начальной стадией. Полученные данные позволяют предположить, что снижение кровотока в ДЗН и ППС, выявляемое методом ОКТА, может быть определено раньше, чем функциональные, и структурные потери, определяемые методами ОКТ и САП. Эти данные открывают новые перспективы применения ОКТ с функцией ангиографии в диагностике глаукомы.

Таким образом, результаты этого раздела работы показали снижение плотности сосудов, а также индекса кровотока уже при начальной стадии заболевания. Эти данные открывают

новые перспективы применения ОКТ с функцией ангиографии в диагностике глаукомы.

Заключение и выводы. Исследование глазного кровотока при глаукоме с помощью методики ОКТА позволило выявить достоверное снижение гемодинамических показателей ДЗН (плотности сосудов и плотности кровотока) у больных с глаукомой по сравнению со здоровыми обследуемыми, что подтверждается и литературными данными [18]. Возможное использование ОКТА в мониторинге глаукомного процесса показали в своем исследовании Y. Wang и соавт. [24], обнаружив корреляцию степени гемодинамических нарушений ДЗН со стадией ПОУГ.

Полученные результаты показывают высокую чувствительность, специфичность и точность ОКТА в оценке гемодинамических показателей орбитального кровотока. Результаты исследования продемонстрировали снижение гемоперфузии плотности сосудов и кровотока в ДЗН и перипапиллярной зоне сетчатки уже на ранних стадиях развития ПОУГ.

Высокая информативность метода ОКТА в исследовании плотности сосудов и кровотока ДЗН открывает перспективы для ранней диагностики и мониторинга данного заболевания.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Fujino Y., Asaoka R., Murata H. Evaluation of Glaucoma Progression in Large-Scale Clinical Data: The Japanese Archive of Multicentral Databases in Glaucoma (JAM-DIG). *Invest Ophthalmol Vis. Sci.* 2016;57(4):2012-2020.
- Gubin D.G., Malishevskaya T.N., Astakhov Y.S., Astakhov S.Y., Kuznetsov V.A., Cornelissen, G., Weinert D. Progressive retinal cell loss in primary open-angle glaucoma is associated with temperature circadian rhythm phase delay and compromised sleep. *Chronobiology International.* 2019;36(4):564-577.
- Малишевская Т.Н., Губин Д.Г., Немцова И.В., Власова А.С., Филиппова Ю.Е., Фарикова Э.Э., Богданова Д.С. Анализ циркадианного ритма внутриглазного давления при стабильной и прогрессирующей формах первичной открытоугольной глаукомы. *Российский офтальмологический журнал.* 2019;12(4):35-42
- Tuychibaeva D.M. Longitudinal changes in the disability due to glaucoma in Uzbekistan // *J.ophthalmol. (Ukraine).* 2022;507.4:12-17. <http://doi.org/10.31288/oftalmolzh202241217>.
- Туйчибаева Д.М. Основные характеристики динамики показателей инвалидности вследствие глаукомы в Узбекистане // *Офтальмология. Восточная Европа.* – 2022. – Т. 12. – №2. – С.195-204. [Tuychibaeva D.M. Main Characteristics of the Dynamics of Disability Due to Glaucoma in Uzbekistan // "Ophthalmology. Eastern Europe", 2022;12.2:195-204. (in Russian)]. <https://doi.org/10.34883/Pl.2022.12.2.027>
- Туйчибаева Д.М., Янгиева Н.Р. Особенности инвалидизации населения Узбекистана при глаукоме. *Тибетда янги кун.* 2020;4(32):203-208. [Tuychibaeva D.M., Yangieva N.R. Features of disability of the population of Uzbekistan with glaucoma. *A new day in medicine.* 2020;4(32):203-208. (In Russ.)].
- Туйчибаева Д.М., Ризаев Ж. А., Стожарова Н. К. Основные характеристики динамики показателей заболеваемости глаукомой в Узбекистане. // *Офтальмол. журн.* 4 (2021): 43-47. [Tuychibaeva D.M., Rizayev J. A., Stozharova N.K. Osnovnyye kharakteristiki dinamiki pokazatelye zabolovayemosti glaukomoy v Uzbekistane. // *Oftal'mol. zhurn.* 4 (2021): 43-47. (In Russ.)]. <http://doi.org/10.31288/oftalmolzh202144347>
- Ризаев Ж.А., Туйчибаева Д.М. Прогнозирование частоты и распространенности глаукомы в республике Узбекистан // *Журнал биомедицины и практики.* – 2020. – № 6 (5). – С. 180-186. [Rizayev J., Tuychibaeva D. Forecasting the incidence and prevalence of glaucoma in the Republic of Uzbekistan. *Journal of Biomedicine and Practice.* 2020;6(5):180-186. (in Russian)]. doi: <http://dx.doi.org/10.26739/2181-9300-2020-6>.
- Туйчибаева Д.М., Ризаев Ж.А., Малиновская И.И. Динамика первичной и обшей заболеваемости глаукомой среди взрослого населения Узбекистана // *Офтальмология.* Восточная Европа. 2021. Т.11. №1. С.27-38. [Tuychibaeva D., Rizaev J., Malinowskaya I. Dynamics of primary and general incidence due to glaucoma among the adult population of Uzbekistan. *Ophthalmology. Vostochnaya Yevropa.* 2021;11.1:27-38. (in Russian)]. doi: <https://doi.org/10.34883/Pl.2021.11.1.003>.
- Rizaev, J., & Tuychibaeva, D. (2022). Study of the general state and dynamics of primary and general disability due to glaucoma of the adults in the republic of Uzbekistan and the city of Tashkent. *Journal of Dentistry and Craniofacial Research,* 1(2), 75-77. <https://doi.org/10.26739.2181-0966-2020-2-16>
- Егоров Е.А. Роль сосудистого фактора в патогенезе глаукомной оптической нейропатии / Е.А. Егоров, С.Б. Тагирова, Ж.Ю. Алябьева // *РМЖ. Клиническая офтальмология.* – 2002. – №2. – С.61-65.
- Курышева Н.И., Царегородцева М.А. Роль дисфункции эндотелия в патогенезе глаукомы. *Глаукома.* 2011;(1):58-63.
- Малишевская Т.Н., Долгова И.Г. Эндотелиальная дисфункция и оксидативный стресс у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой: возможности коррекции. *Вестник офтальмологии.* 2014;2(5):1-6.
- Jia Y., Wei E., Wang X., et al. Optical coherence tomography angiography of optic disc perfusion in glaucoma. *Ophthalmology* 2014;121:1322-1332.
- Kawasaki R., Wang J. J., Rohtchina E., Lee A. J., Wong T. Y., Mitchell P. Retinal vessel caliber is associated with the 10 year incidence of glaucoma: the Blue Mountains Eye Study. *Ophthalmology;* 2013;120:84-90.
- Rusia D., Harris A., Pernic A., et al. Feasibility of creating a normative database of colour doppler imaging parameters in glaucomatous eyes and controls (Review). *Br J of Ophthalmol.* 2010;95 (9):1193-1198.
- Savastano M., Lumbroso B., Rispoli M. In vivo characterization of retinal vascularization morphology using optical coherence tomography angiography. *Retina.* 2015;35,11: 2196-2203.
- Stalmans I., Vandewalle E., Anderson D. R., Costa V. P., Frenkel R. E., et al. Use of colour Doppler imaging in ocular blood flow research. *Acta Ophthalmol.* 2011;89:609-630.
- Urs R., Ketterling J.A., Silverman R.H. Ultrafast Ultrasound Imaging of Ocular Anatomy and Blood Flow. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2016;57(8):3810-3916. <https://doi.org/10.1167/iovs.16-19538>
- Wang Y., Bower D., Izatt J., Tan O., Huang D. Retinal blood flow measurement by circumpapillary Fourier domain Doppler optical coherence tomography. *J Biomed Opt.* 2008;13 (6).