

УДК 617.7-007.681:616.379-008.64

https://doi.org/10.33619/2414-2948/97/25

## СОСТОЯНИЕ ГЕМОДИНАМИКИ СОСУДОВ СЕТЧАТКИ ПРИ ПЕРВИЧНОЙ ОТКРЫТОУГОЛЬНОЙ ГЛАУКОМЕ У БОЛЬНЫХ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА

©Усенко В. А., ORCID: 0000-0001-7533-7773, канд. мед. наук,  
Кыргызский государственный медицинский институт переподготовки и повышения  
квалификации им. С.Б. Даниярова, г. Бишкек, Кыргызстан

©Керимкулова М. Н., ORCID: 0000-0002-3488-3687, Кыргызский государственный  
медицинский институт переподготовки и повышения квалификации им. С.Б. Даниярова,  
г. Бишкек, Кыргызстан, m.kerimkulova@list.ru

## THE STATE OF HEMODYNAMICS OF RETINAL VESSELS IN PRIMARY OPEN-ANGLE GLAUCOMA IN PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES MELLITUS

©Usenko V., ORCID: 0000-0001-7533-7773, M.D., Kyrgyz State Medical Institute of retraining  
and advanced training, Bishkek, Kyrgyzstan

©Kerimkulova M., ORCID: 0000-0002-3488-3687, Ph.D., Kyrgyz State Medical Institute  
of retraining and advanced training, Bishkek, Kyrgyzstan, m.kerimkulova@list.ru

*Аннотация.* Цель: изучить особенности линейной скорости кровотока с калиброметрией в центральной артерии и вены сетчатки у больных с ПОУГ и сахарным диабетом 2 типа. Обследовано 220 глаз (110 больных) с сахарным диабетом 2 типа и 40 глаз (20 больных) с ПОУГ без сахарного диабета. Средний возраст  $58 \pm 0,35$  лет. Наряду с общепринятыми методами исследования проводились: офтальмоскопия с линзой Гольдмана, бинокулярный офтальмоскоп (Schepevsa), и линзой Volk-90,0D (USA), гониоскопия с линзами (Краснова, Goldman), тонометрия по Маклакову, пневмотонометрия NT-2000 фирмы Nidek (Япония), упрощенная тонография по Нестерову, OCT диска зрительного нерва и желтого пятна Carl Zeiss Cirrus, HD OCT Model 4000/5000 Germany, OCT сосудов сетчатки с калиброметрией (Cirrus HD-OCT Carl Zeiss), ультразвуковая диагностика (УЗД) сосудов центральной артерии и вены сетчатки (УЗ система экспертного класса Sono Scapesq), УЗИ глаза. Полученные данные подвергнуты статистической обработке. Выявлены у больных с ПОУГ с СД 2 типа понижения ЛСК в ЦАС при начальной и развитой стадиях до  $12,5 \pm 0,66$  см/сек и  $11 \pm 0,46$  см/сек, с замедлением кровотока в сосудах ЦВС-ЛСК равна  $8,0 \pm 0,5$  см/сек и  $9,0 \pm 0,52$  см/сек. Наряду с этим, имеет место расширение калибра сосудов ЦАС до  $91,5 \pm 0,67$  мкм и  $93,5 \pm 0,65$  мкм при начальной и развитой стадиях глаукомы и сужение калибра сосудов ЦВС соответственно —  $97,6 \pm 0,19$  мкм в 75% и  $93,5 \pm 0,9$  мкм в 50%, и расширение до  $141,5 \pm 0,7$  мкм — 27,7%. Выявленные микроциркуляторные нарушения в сосудах сетчатки при ПОУГ с сахарным диабетом 2 типа позволяют рекомендовать больным проведение адекватной терапии.

*Abstract.* Objective: to study the features of linear blood flow rate with central artery and retinal vein calibration in patients with POGC and type 2 diabetes. Examined 220 eyes (110 patients) with type 2 diabetes and 40 eyes (20 patients) with PAH without diabetes. The average age — 58 years old — 0,35. In addition to the common methods of research were: ophthalmoscopy with Goldman lens, binocular ophthalmoscope (Schepevsa), and lens Volk-90,0D (USA), gonioscopy with lenses (Krasnova, Goldman), tonometry by Maccov, Nidek (Japan) pneumotometry NT-

2000, simplified tonography for Nesterov, OCT optical nerve disc and yellow spot Carl Zeiss Cirrus, HD OCT Model 4000/5000 Germany), OCT retinal vessels with calibre meter (Cirrus HD-Octiss Ultrasonic), Carl Ultrasonic (ISS) Central artery vessels and retinal veins (UZ — expert class system Sono Scapesq), ultrasound of the eyes. The data are processed statistically. In patients with PSA with SD 2 type of LSC reduction in the CAC at the initial and advanced stages up to 12.5 0.66 cm/s and 11 0.46 cm/s, with blood flow slowing in the CNS-LCC vessels 8.0.5 cm/s and 9.0 0.52 cm/s. In addition, the vascular calibre of the CAC increased to 91.5 0.67  $\mu\text{m}$  and 93.5 0.65  $\mu\text{m}$  at the initial and advanced stages of glaucoma, and the vascular size of the CAC was reduced to -97.6 0.19  $\mu\text{m}$  at 75% and 93.5 0.9  $\mu\text{m}$  at 50%, respectively, and expanded to 141.5 0.7%, 7%. Revealed microcirculatory disorders in retinal vessels at POGC with type 2 diabetes allow recommending patients to conduct adequate therapy.

*Ключевые слова:* сахарный диабет 2 типа, глаукома, диабетическая ретинопатия.

*Keywords:* type 2 diabetes mellitus, glaucoma, diabetic retinopathy.

Сахарный диабет 2 типа относится к полисистемным заболеваниям, сопровождающийся патологией ряда органов в организме и в первую очередь органа зрения. Наряду с этим, первичная открытоугольная глаукома (ПОУГ) рассматривается как полиэтиологическое заболевание, в развитии которого предполагается важная роль различных патогенетических механизмов — сосудистых, дистрофических, метаболических, иммунных, вызывающие срыв регуляции внутриглазного давления [1, 2].

Первичная открытоугольная глаукома и сахарный диабет 2 типа относятся к коморбидным заболеваниям, сочетание этих патологий составляет во всем мире от 5,9% до 13% [3]. Вопросы патогенеза и биологических связей развития ПОУГ и СД 2 типа являются предметом, многочисленных исследований. Развитие глаукомы при сахарном диабете, по данным литературы, составляет 2,5–15,6% [4–6].

С ростом длительности течения диабета отмечено повышение фактора риска развития глаукомы [7]. В настоящее время первичная открытоугольная глаукома и диабетическая ретинопатия (ДР) являются лидирующими причинами слепоты во всем мире среди трудоспособного возраста до 20–30% [8, 9].

По мировым данным развитие диабетической ретинопатии отмечается у каждого третьего больного с сахарным диабетом, у каждого 10 развивается угроза потери зрения [10]. Одним из факторов развития и прогрессирования диабетической ретинопатии являются поражения артериол, капилляров и посткапиллярных венул с развитием микроаневризм, кровоизлияний, неоваскуляризации на глазном дне и последующих пролиферативных процессов [11]. По данным литературы, выявлено уменьшение артериол сетчатки у больных с СД 2 типа [12, 13].

В основе патогенеза микроциркуляторных нарушений имеет место поражение эндотелия сосудистой стенки, ее базальной мембраны и перицитов на фоне хронической гипергликемии [14, 15]. Патогенез первичной открытоугольной глаукомы, как многофакторного нейродегенеративного заболевания, остается до конца неизученным и индивидуальным. Особенно крайне важно выявление механизма повышения внутриглазного давления у больных сахарным диабетом 2 типа. В последние годы доказана корреляция нарушения кровотока в центральной артерии сетчатки с низкочастотной амплитудой рэоэнцефалография (РЭГ) палочковых фоторецепторов [16] в соответствии с чем,

представляет интерес исследование гемодинамики сосудов сетчатки глаза у больных с ПОУГ и сахарным диабетом 2 типа. В связи с вышеизложенным поставлена цель: Изучить особенности линейной скорости кровотока с калиброметрией в центральной артерии и вены сетчатки у больных с ПОУГ и сахарным диабетом 2 типа.

#### *Материалы и методы*

Проведено обследование 220 глаз (110 больных) с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ) с сахарным диабетом 2 типа и 40 глаз (20 больных) с глаукомой без сахарного диабета.

По возрастному составу больные основной группы распределялись: до 50 лет — 20 человек (18,2%); от 51 до 60 лет — 40 человек (36,3%); от 61 до 70 лет — 30 человек (27,3%); старше 70 лет — 20 человек (18,2%). Средний возраст составлял  $58 \pm 0,35$  лет; 35 больных мужчин — 32% и 75 больных женщин — 68%.

По длительности течения сахарного диабета до 5 лет — 25 человек (22,72%); от 6-10 лет — 35 человек (31,8%); от 11 до 20 лет — 25 человек (22,73%); выше 20 лет — 25 человек (22,73%).

На таблетированном режиме находилось 60 человек — 55%, на инсулине — 50 человек (45%). В зависимости от уровня гликированного гемоглобина HbA<sub>1c</sub>: до 6,5% — 30 больных (27,2%), от 6,5% до 7,5% — 40 больных (36,4%), выше 7,5% — 40 больных (36,4%).

Согласно классификации диабетической ретинопатии (ДР) по E. Kohner и M. Porta (1991): ДР I стадии непролиферативной — 147 глаз (73 больных, 66,8%); ДР II стадии препролиферативной — 47 глаз (26 больных, 21,4%); ДР III стадии пролиферативной — 26 глаз (13 больных, 11,8%).

Первичная открытоугольная глаукома (ПОУГ) распределялась по стадиям: с начальной стадией — 136 глаз (73 больных, 61,8%); с развитой — 80 глаз (52 больных, 36,4%); с далекозашедшей — 4 глаза (4 больных, 1,8%).

Наряду с общепринятыми методами исследования проводились: офтальмоскопия с линзой Гольдмана, бинокулярный офтальмоскоп (Schepevsa), и линзой Volk-90,0D (USA), гониоскопия с линзами (Краснова, Goldman), тонометрия по Маклакову, пневмотонометрия NT-2000 фирмы Nidek (Япония), упрощенная тонография по Нестерову, (ОСТ) диска зрительного нерва и желтого пятна Carl Zeiss Cirrus, HD OCT Model 4000/5000 Germany), OCT сосудов сетчатки с калиброметрией (Cirrus HD-OCT Carl Zeiss), ультразвуковая диагностика (УЗД) сосудов центральной артерии и вены сетчатки (УЗ - система экспертного класса Sono Scapesq», УЗИ глаза.

Статистический анализ исследования проводился согласно общепринятым методикам с помощью программных средств Microsoft Office 2010 для операционных систем Windows XP и программы Statistica. Данные представлены средней арифметической и ее стандартным отклонением ( $M \pm m$ ). За достоверный показатель принималась разница величин  $P < 0.05$ .

#### *Обсуждение результатов*

Одним из главных источников кровоснабжения диска зрительного нерва являются сосудистые ветви центральной артерии сетчатки (ЦАС), при патологии которых у больных с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ) развивается оптическая нейропатия (ГОН).

Учитывая нарушения микроциркуляции в сосудах при сахарном диабете, представляет интерес особенности патологии сосудов сетчатки у больных с ПОУГ с СД 2 типа.

Таблица 1

СОСТОЯНИЕ ГЕМОДИНАМИКИ В СОСУДАХ СЕТЧАТКИ  
 ПРИ ПОУГ У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА

Стадии ПОУГ	Показатели гемодинамики в сосудах сетчатки			
	ЛСК ЦАС см/сек	Ri ЦАС	ЛСК ЦВС см/сек	ЛСК ВГВ см/сек
с СД 2 типа I стадия 136 глаз	12,5±0,66 ΔΔ	0,80±0,014 Δ	8,0±0,5 ΔΔ	11,2±0,42
Без СД 2 типа (20 глаз)	16,0±0,51	0,82±0,014 Δ	5,2±0,53	10,8±0,52
II стадия с СД 2 типа (80 глаз)	11,0±0,46 ΔΔ	0,83±0,014 Δ	9,0±0,52 ΔΔ	12,3±0,46 Δ
Без СД 2 типа (23 глаз)	12,8±0,66 Δ	0,9±0,015 Δ	6,8±0,54	10,4±0,49
КГ 20 глаз без глаукомы	15,50±0,6	0,65±0,012	4,0-6,0	8,0-10,0

Δ-P < 0,05 ΔΔ-P < 0,01

Как видно из данных Таблицы 1 у больных с ПОУГ при СД 2 типа выявлены явления ангиоспазма сосудов ЦАС как при начальной, так и при развитой стадиях глаукомы. Коэффициент резистивности (Ri) равен соответственно 0,80±0,014 и 0,83±0,014, против 0,65±0,012 в КГ (P<0,05). В соответствии с этим, выявлено достоверное расстройство линейной скорости кровотока (ЛСК) в артерио-венозной системе - (ЦАС и ЦВС). Так, отмечается достоверное понижение ЛСК в ЦАС у больных с ПОУГ с СД 2 типа при начальной и развитой стадиях до 12,5±0,66 см/сек и 11,0±0,46 см/сек, против показателей без сахарного диабета соответственно- 16,0±0,51 см/сек и 12,8±0,66см/сек и КГ - 15,50±0,6см/сек (P<0,05) (Рисунок 1).

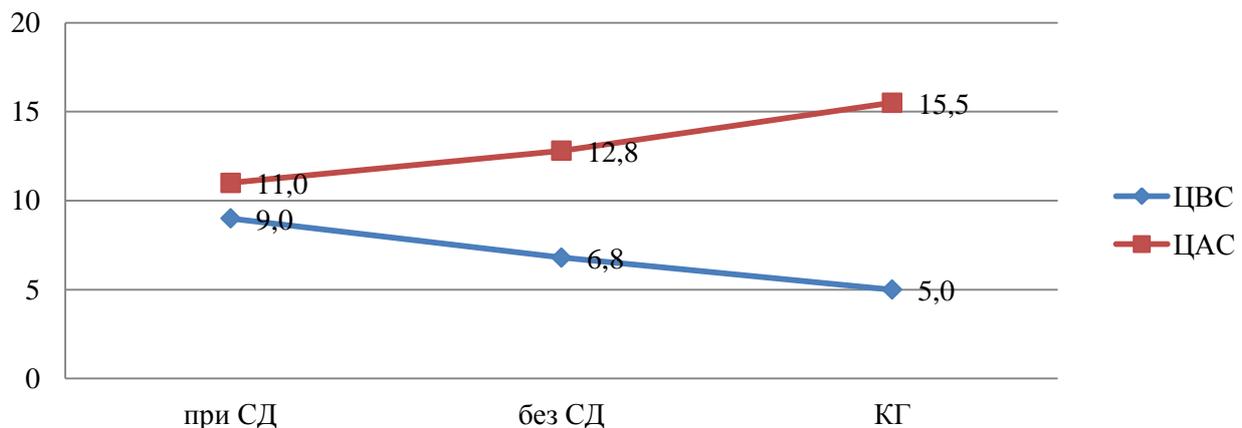


Рисунок 1. ЛСК в сосудах сетчатки при развитой стадии ПОУГ с СД 2 типа

Наряду с этим, имеет место замедление кровотока в сосудах ЦВС у больных с ПОУГ и СД 2 типа. Так, при начальной и развитой стадиях глаукомы ЛСК равна 8,0±0,5см/сек и 9,0±0,52 см/сек против 5,2±0,53см/секи 6,3±0,54см/сек без диабета и КГ — 5,0±0,52 (P<0.05) (Рисунок 1). Одним из факторов нарушения ЛСК в сосудах сетчатки является изменения калибра ЦАС и ЦВС.

Как видно из данных Таблицы 2 и Рисунка 2 — у больных с ПОУГ при СД 2 типа вследствие замедления кровотока в венозной системе — ЦВС отмечается расширение калибра сосудов ЦАС до 91,9±0,67 мкм на 76 глазах - 56,2% и 93,5±0,65 мкм на 43 глазах — 54,5% при начальной и развитой стадиях глаукомы, против 103,6±0,62 мкм у больных с глаукомой без сахарного диабета и показателя КГ — 80,0±0,33мкм у здоровых лиц (P<0,01, P<0,05).

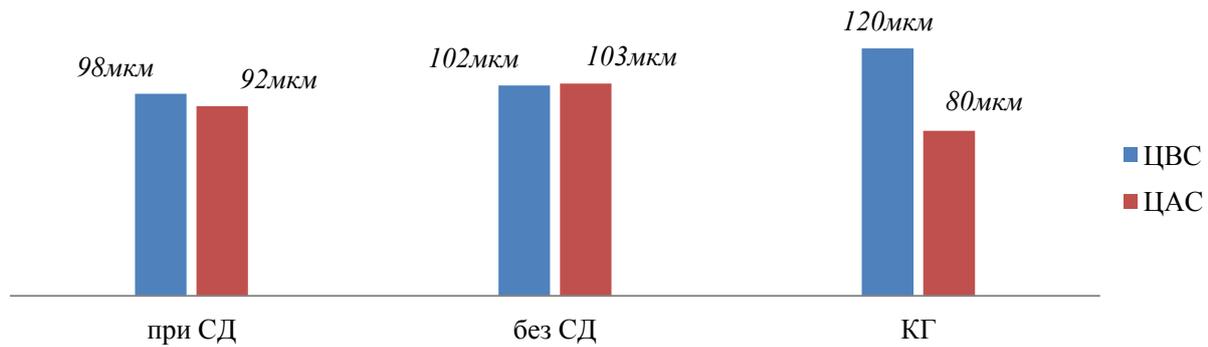


Рисунок 2. Калиброметрия сосудов сетчатки при ПОУГ с СД 2 типа

Таблица 2  
 КАЛИБРОМЕТРИЯ СОСУДОВ СЕТЧАТКИ ПРИ ПОУГ У БОЛЬНЫХ СД 2 ТИПА

Стадии ПОУГ	Сосуды сетчатки									
	ВВА и НВА				ВВВ и НВВ					
	при СД		без СД (40 глаз)		при СД		без СД (40 глаз)			
	расширение	сужение	расширение	сужение	расширение	сужение	расширение	сужение		
I стадия 136 глаз	91,9±0,67 (76 глаз) ΔΔ	56,2% -	103,5±0,62 (16 глаз) ΔΔ	75% (16)	143±0,73 (25 глаз) ΔΔ	18,7% (25)	97,6±0,9 (102 глаз) ΔΔΔ	75% (102)	141,5±0,7 (10 глаз) Δ	20% (8 глаз)
II стадия 80 глаз	93,5±0,65 (43 глаз) ΔΔ	54,5% -	103,6±0,62 (13 глаз) ΔΔ	56,5% (13)	141±0,76 (40 глаз) Δ	50% (40)	99,5±0,9 (40 глаз) Δ	50,0% (40)	142±0,76 (8 глаз)	20,0% (8)
КГ 20 глаз (здоровые лица)	80,0±0,33				120±0,45					

Наряду с этим, у больных с ПОУГ без сахарного диабета частота расширения сосудов ЦАС при начальной стадии выше — до 76%, по сравнению с больными глаукомой с СД 2 типа — до 56,2%.

Сужение калибра венозных сосудов ЦВС у больных с ПОУГ с СД 2 типа имеет место до 97,6±0,9 мкм — в 75% (102 глаза) при начальной стадии глаукомы, и до 99,5±0,9 мкм в 50% (40 глаз) при развитой стадии, при которой выявлено расширение калибров сосудов ЦВС до 141±0,76 мкм в 50% (40 глаз).

У больных с ПОУГ с СД 2 типа, при начальной стадии глаукомы превалирует сужение калибра сосудов ЦВС до 97,6±0,9 мкм (102 глаза) — 75% против калибра сосудов ЦВС без сахарного диабета 102±0,9 мкм — 20% (8 глаз) с преобладанием расширения до 141,5±0,76 мкм — 25,5% (P<0.001). Такая же тенденция имеет место и при развитой стадии сужения калибра ЦВС при СД 2 типа составляет 99,5±0,9 мкм — 50% (40 глаз) и без сахарного диабета

101±0,6 мкм — 32,5% (13 глаз) Рисунок 2.

Проведенные исследования сосудов у больных с ПОУГ и СД 2 типа выявили:

- достоверное замедление кровотока в ЦВС по сравнению с больными ПОУГ без сахарного диабета с уменьшением ЛСК в сосудах ЦАС.
- полнокровие с увеличением калибра сосудов ЦАС у больных с ПОУГ с СД 2 типа на фоне сужения калибра сосудов ЦВС в отличие от больных ПОУГ без сахарного диабета, у которых преобладало расширение калибра сосудов ЦВС в начальной стадии глаукомы.
- выявленные микроциркуляторные нарушения в сосудах сетчатки при ПОУГ с СД 2 типа, позволяют рекомендовать больным проведение адекватной терапии.
- особенности патологии сосудов сетчатки при сахарном диабете 2 типа являются факторами риска для прогрессии глаукомы.

#### *Список литературы:*

1. Агафонова В. В., Франковска-Герлак М. З., Соколовская Т. В., Брижак П. Е., Бессарабов А. Роль местных и общесоматических факторов в развитии открытоугольной глаукомы у пациентов с глазными проявлениями псевдоэкзофалиативного синдрома // Офтальмохирургия. 2013. №3. С. 60-65.
2. Leske M. C., Wu S. Y., Hennis A., Honkanen R., Nemesure B., BESs Study Group. Risk factors for incident open-angle glaucoma: the Barbados Eye Studies // Ophthalmology. 2008. V. 115. №1. P. 85-93. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2007.03.017>
3. Zhao Y. X., Chen X. W. Diabetes and risk of glaucoma: systematic review and a Meta-analysis of prospective cohort studies // International journal of ophthalmology. 2017. V. 10. №9. С. 1430. <https://doi.org/10.18240%2Fijo.2017.09.16>
4. Ko F., Boland M. V., Gupta P., Gadkaree S. K., Vitale S., Guallar E., Friedman D. S. Diabetes, triglyceride levels, and other risk factors for glaucoma in the National Health and Nutrition Examination Survey 2005–2008 // Investigative ophthalmology & visual science. 2016. V. 57. №4. P. 2152-2157. <https://doi.org/10.1167/iovs.15-18373>
5. Lin H. C., Stein J. D., Nan B., Childers D., Newman-Casey P. A., Thompson D. A., Richards J. E. Association of geroprotective effects of metformin and risk of open-angle glaucoma in persons with diabetes mellitus // JAMA ophthalmology. 2015. V. 133. №8. P. 915-923. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2015.1440>
6. Ellis J. D., Evans J. M., Ruta D. A., Baines P. S., Leese G., MacDonald T. M., Morris A. D. Glaucoma incidence in an unselected cohort of diabetic patients: is diabetes mellitus a risk factor for glaucoma? // British journal of ophthalmology. 2000. V. 84. №11. P. 1218-1224. <https://doi.org/10.1136/bjo.84.11.1218>
7. Zhou M., Wang W., Huang W., Zhang X. Diabetes mellitus as a risk factor for open-angle glaucoma: a systematic review and meta-analysis // PloS one. 2014. V. 9. №8. P. e102972. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102972>
8. Porta M., Kohner E. Screening for diabetic retinopathy in Europe // Diabetic Medicine. 1991. V. 8. №3. P. 197-198. <https://doi.org/10.1111/j.1464-5491.1991.tb01571.x>
9. Quigley H. A. Number of people with glaucoma worldwide // British journal of ophthalmology. 1996. V. 80. №5. P. 389-393. <https://doi.org/10.1136/bjo.80.5.389>
10. Carracher A. M., Marathe P. H., Close K. L. International diabetes federation 2017. 2018.
11. Дедов И. Н., Шестаков М. В. Сахарный диабет и артериальная гипертензия. М., 2006.
12. Guo S., Yin S., Tse G., Li G., Su L., Liu T. Association between caliber of retinal vessels

and cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis // *Current Atherosclerosis Reports*. 2020. V. 22. P. 1-13. <https://doi.org/10.1007/s11883-020-0834-2>

13. Малютина С. К., Диреев А. О., Мунц И. В. Связь калибра ретинальных сосудов с возрастом и кардиометаболическими заболеваниями в популяции старше 50 лет // *Вестник офтальмологии*. 2022. Т. 138. №5. С. 14-21. <https://doi.org/10.17116/oftalma202213805114>

14. Heng L. Z., Comyn O., Peto T., Tadros C., Ng E., Sivaprasad S., Hykin P. G. Diabetic retinopathy: pathogenesis, clinical grading, management and future developments // *Diabetic Medicine*. 2013. V. 30. №6. P. 640-650. <https://doi.org/10.1111/dme.12089>

15. Stem M., Gardner T. Neurodegeneration in the pathogenesis of diabetic retinopathy: molecular mechanisms and therapeutic implications // *Current medicinal chemistry*. 2013. V. 20. №26. P. 3241-3250.

16. Нероев В. В., Колчин А. А., Зуева М. В., Киселева Т. Н., Лесенко М. А., Цапенко И. В., Кравцова Т. В. Ассоциации нарушений функциональной активности сетчатки, метаболических и гемодинамических изменений у больных сахарным диабетом без признаков ретинопатии // *Российский офтальмологический журнал*. 2013. Т. 6. №1. С. 20-25.

#### References:

1. Agafonova, V. V., Frankovska-Gerlak, M. Z., Sokolovskaja, T. V., Brizhak, P. E., & Bessarabov, A. (2013). Rol' mestnyh i obshhesomaticheskikh faktorov v razvitii otkrytougol'noj glaukomy u pacientov s glaznymi proyavlenijami psevdokseksfoliativnogo sindroma. *Oftal'mohirurgija*, (3), 60-65. (in Russian).

2. Leske, M. C., Wu, S. Y., Hennis, A., Honkanen, R., Nemesure, B., & BESs Study Group. (2008). Risk factors for incident open-angle glaucoma: the Barbados Eye Studies. *Ophthalmology*, 115(1), 85-93. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2007.03.017>

3. Zhao, Y. X., & Chen, X. W. (2017). Diabetes and risk of glaucoma: systematic review and a Meta-analysis of prospective cohort studies. *International journal of ophthalmology*, 10(9), 1430. <https://doi.org/10.18240%2Fijo.2017.09.16>

4. Ko, F., Boland, M. V., Gupta, P., Gadkaree, S. K., Vitale, S., Guallar, E., ... & Friedman, D. S. (2016). Diabetes, triglyceride levels, and other risk factors for glaucoma in the National Health and Nutrition Examination Survey 2005–2008. *Investigative ophthalmology & visual science*, 57(4), 2152-2157. <https://doi.org/10.1167/iovs.15-18373>

5. Lin, H. C., Stein, J. D., Nan, B., Childers, D., Newman-Casey, P. A., Thompson, D. A., & Richards, J. E. (2015). Association of geroprotective effects of metformin and risk of open-angle glaucoma in persons with diabetes mellitus. *JAMA ophthalmology*, 133(8), 915-923. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2015.1440>

6. Ellis, J. D., Evans, J. M., Ruta, D. A., Baines, P. S., Leese, G., MacDonald, T. M., & Morris, A. D. (2000). Glaucoma incidence in an unselected cohort of diabetic patients: is diabetes mellitus a risk factor for glaucoma?. *British journal of ophthalmology*, 84(11), 1218-1224. <https://doi.org/10.1136/bjo.84.11.1218>

7. Zhou, M., Wang, W., Huang, W., & Zhang, X. (2014). Diabetes mellitus as a risk factor for open-angle glaucoma: a systematic review and meta-analysis. *PloS one*, 9(8), e102972. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102972>

8. Porta, M., & Kohner, E. (1991). Screening for diabetic retinopathy in Europe. *Diabetic Medicine*, 8(3), 197-198. <https://doi.org/10.1111/j.1464-5491.1991.tb01571.x>

9. Quigley, H. A. (1996). Number of people with glaucoma worldwide. *British journal of ophthalmology*, 80(5), 389-393. <https://doi.org/10.1136/bjo.80.5.389>

10. Carracher, A. M., Marathe, P. H., & Close, K. L. (2018). International diabetes federation 2017.
11. Dedov, I. N., & Shestakov, M. V. (2006). Saharnyj diabet i arterial'naja gipertenzija. Moscow. (in Russian).
12. Guo, S., Yin, S., Tse, G., Li, G., Su, L., & Liu, T. (2020). Association between caliber of retinal vessels and cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis. *Current Atherosclerosis Reports*, 22, 1-13. <https://doi.org/10.1007/s11883-020-0834-2>
13. Maljutina, S. K., Direev, A. O., & Munc, I. V. (2022). Svjaz' kalibra retinal'nyh sosudov s vozrastom i kardiometabolicheskimi zabolevanijami v populjacii starshe 50 let. *Vestnik oftal'mologii*, 138(5), 14-21. (in Russian).
14. Heng, L. Z., Comyn, O., Peto, T., Tadros, C., Ng, E., Sivaprasad, S., & Hykin, P. G. (2013). Diabetic retinopathy: pathogenesis, clinical grading, management and future developments. *Diabetic Medicine*, 30(6), 640-650. <https://doi.org/10.1111/dme.12089>
15. Stem, M., & Gardner, T. (2013). Neurodegeneration in the pathogenesis of diabetic retinopathy: molecular mechanisms and therapeutic implications. *Current medicinal chemistry*, 20(26), 3241-3250.
16. Neroev, V. V., Kolchin, A. A., Zueva, M. V., Kiseleva, T. N., Lesenko, M. A., Capenko, I. V., ... & Kravcova, T. V. (2013). Associacii narushenij funkcional'noj aktivnosti setchatki, metabolicheskix i gemodinamicheskix izmenenij u bol'nyh saharnym diabetom bez priznakov retinopatii. *Rossijskij oftal'mologicheskij zhurnal*, 6(1), 20-25. (in Russian).

Работа поступила  
в редакцию 14.11.2023 г.

Принята к публикации  
24.11.2023 г.

*Ссылка для цитирования:*

Усенко В. А., Керимкулова М. Н. Состояние гемодинамики сосудов сетчатки при первичной открытоугольной глаукоме у больных с сахарным диабетом 2 типа // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9. №12. С. 207-214. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/97/25>

*Cite as (APA):*

Usenko, V., & Kerimkulova, M. (2023). The State of Hemodynamics of Retinal Vessels in Primary Open-angle Glaucoma in Patients With Type 2 Diabetes Mellitus. *Bulletin of Science and Practice*, 9(12), 207-214. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/97/25>