

Особенности гидродинамических показателей при первичной открытоугольной глаукоме у больных с сахарным диабетом

УСЕНКО В.А., к.м.н., доцент кафедры специализированной хирургической помощи в офтальмологии и оториноларингологии; <https://orcid.org/0000-0001-7533-7773>

КЕРИМКУЛОВА М.Н., аспирант кафедры специализированной хирургической помощи в офтальмологии и оториноларингологии. <https://orcid.org/0000-0002-3488-3687>

Кыргызский государственный медицинский институт переподготовки и повышения квалификации им. С.Б. Даниярова, 720017, Кыргызская Республика, Бишкек, ул. Боконбаева, 144А.

Финансирование: авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.

Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Усенко В.А., Керимкулова М.Н. Особенности гидродинамических показателей при первичной открытоугольной глаукоме у больных с сахарным диабетом. Национальный журнал глаукома. 2024; 23(3):30-36.

Резюме

ЦЕЛЬ. Выявить особенности гидродинамических показателей глаза при первичной открытоугольной глаукоме (ПОУГ) у больных с сахарным диабетом (СД) 2 типа.

МЕТОДЫ. Обследовано 200 больных (280 глаз), среди которых 110 больных (220 глаз, основная группа) с ПОУГ и СД 2 типа, 30 больных (60 глаз, контрольная группа 1) с СД 2 типа без глаукомы, и 60 больных (106 глаз, контрольная группа 2) с ПОУГ без сахарного диабета. Проводилась тонография аппаратом GlauTest-60 и стандартный набор офтальмологических исследований.

РЕЗУЛЬТАТЫ. В основной группе выявлено снижение истинного внутриглазного давления (ВГД) (P_0) при развитой и начальной стадиях глаукомы до $24,6 \pm 0,45$ мм рт.ст. (80 глаз) и $21,6 \pm 0,4$ мм рт.ст. (136 глаз), соответственно, против $21,8 \pm 0,6$ мм рт.ст. и $17,9 \pm 0,63$ мм рт.ст. ($p < 0,05$) в контрольной группе 1. Коэффициент легкости оттока

(С) снижен, соответственно, до $0,11 \pm 0,08$ мм³/мин/мм рт.ст. и $0,14 \pm 0,06$ мм³/мин/мм рт.ст. в основной группе против контрольной группы 1 — $-0,15 \pm 0,006$ мм³/мин/мм рт.ст. и $0,27 \pm 0,036$ мм³/мин/мм рт.ст., соответственно ($p < 0,05$; $p < 0,01$).

В основной группе повышение P_0 и снижение С констатируется в большей степени по мере повышения гликозилированного гемоглобина (HbA1C) в крови свыше 7,5% и при диабетической ретинопатии II и III стадий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. При некомпенсированном СД 2 типа с увеличением HbA1C в крови происходит достоверное повышение P_0 и снижение С. Это делает целесообразным динамический контроль за гидродинамическими показателями.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: первичная открытоугольная глаукома, сахарный диабет, диабетическая ретинопатия.

Для контактов:

Керимкулова Мээрим Насирдиновна, e-mail: m.kerimkulova@list.ru

ORIGINAL ARTICLE

Features of hydrodynamic parameters in primary open-angle glaucoma in patients with diabetes mellitus

USENKO V.A., Cand. Sci. (Med.), Associate Professor at the Academic Department of Specialized Surgical Care in Otorhinolaryngology and Ophthalmology; <https://orcid.org/0000-0001-7533-7773>

KERIMKULOVA M.N., post-graduate student at the Academic Department of Specialized Surgical Care in Otorhinolaryngology and Ophthalmology. <https://orcid.org/0000-0002-3488-3687>

Kyrgyz State Medical Institute of Post-Graduate Training and Continuous Education named after S.B. Daniyarov, 114A Bokonbaeva St., Bishkek, Kyrgyz Republic, 720017.

Funding: the authors received no specific funding for this work.

Conflicts of Interest: none declared.

For citations: Usenko V.A., Kerimkulova M.N. Features of hydrodynamic parameters in primary open-angle glaucoma in patients with diabetes mellitus. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2024; 23(3):30-36.

Abstract

PURPOSE. To identify the characteristics of ocular hydrodynamic parameters in primary open-angle glaucoma (POAG) in patients with type 2 diabetes mellitus (DM).

METHODS. The study examined a total of 200 patients (280 eyes), including 110 patients (220 eyes, main group) with POAG and type 2 DM, 30 patients (60 eyes, control group 1) with type 2 DM without glaucoma, and 60 patients (106 eyes, control group 2) with POAG without diabetes. Tonography was performed using the GlauTest-60 device in addition to standard methods of ophthalmological examination.

RESULTS. In the main group, a reduction in true intraocular pressure (P_0) was observed in advanced and early stages of glaucoma, with values of 24.6 ± 0.45 mm Hg (80 eyes) and 21.6 ± 0.4 mm Hg (136 eyes), respectively, compared to 21.8 ± 0.6 mm Hg and 17.9 ± 0.63 mm Hg ($p < 0.05$) in control

group 1. The ease of outflow coefficient (C) decreased to 0.11 ± 0.08 mm³/min/mm Hg and 0.14 ± 0.06 mm³/min/mm Hg in the main group, compared to control group 1, where it was -0.15 ± 0.006 mm³/min/mm Hg and 0.27 ± 0.036 mm³/min/mm Hg, respectively ($p < 0.05$; $p < 0.01$).

In the main group, an increase in P_0 and a decrease in C were more pronounced as glycosylated hemoglobin (HbA1C) levels in the blood exceeded 7.5% and in cases of diabetic retinopathy at stages II and III.

CONCLUSION. In patients with uncontrolled type 2 DM and increasing HbA1C levels, there is a significant increase in P_0 and a decrease in C. This highlights the need for continuous monitoring of hydrodynamic parameters.

KEYWORDS: primary open-angle glaucoma, diabetes mellitus, diabetic retinopathy.

Глаукома является одной из актуальных проблем офтальмологии во всем мире. Первичная инвалидность при открытоугольной глаукоме составляет в среднем 35,4% [1]. По данным Всемирной организации здравоохранения, в мире насчитывается более 5 млн ослепших вследствие глаукомы [2–4]. Наблюдается прогрессирующий рост данной патологии, и к 2040 году количество больных может составить более 110 млн [5].

В настоящее время первичная открытоугольная глаукома (ПОУГ) рассматривается как полиэтиологическое заболевание, в развитии которого участвуют патогенетические механизмы, вызывающие срыв регуляции внутриглазного давления (ВГД) [6, 7].

К таким заболеваниям относят и сахарный диабет (СД), при котором риск развития глаукомы увеличивается в 1,4–5 раз и возрастает по мере длительности его течения от 2,5 до 15,6% [8–15].

По данным Международной федерации диабета, на 2019 году в мире насчитывается более 463 млн больных СД в возрасте от 20 до 79 лет [16, 17]. По прогнозам этой организации, к 2030 году число больных СД составит 578 млн человек, а к 2045 году эта цифра достигнет 700 млн [18].

По данным литературы, у пациентов с СД одной из основных причин тяжелых нарушений зрения является диабетическая ретинопатия (ДР). ДР наблюдается у 12% заболевших и занимает 5 место в мире среди причин слепоты [19, 20].

ПОУГ и СД 2 типа относят к коморбидным состояниям, распространенность сочетания этих заболеваний в мире составляет 5,9%...13% [21].

Взаимообусловленность этих заболеваний, по данным литературы, противоречива. Так, у больных с ПОУГ и СД 2 типа в 50% случаев, несмотря на нормализацию ВГД, выявляется прогрессирование глаукомы [22]. Это прогрессирование, по данным ряда

исследований, обусловлено декомпенсацией гликемии — уровня гликозилированного гемоглобина (HbA1C) [23, 24]. По другим данным, статистически значимого повышения риска развития глаукомы при такой ситуации не обнаружено [25–27]. Тем не менее, при обеих патологиях имеет место общность патогенетических механизмов, приводящих к повышению ВГД и развитию ДР [28].

Таким образом, проблема взаимосвязи СД 2 типа и ПОУГ на протяжении многих лет остается актуальной и нуждается в дальнейшем исследовании.

Цель настоящего исследования — выявить особенности гидродинамических показателей глаза при ПОУГ у больных с СД 2 типа.

Материалы и методы

Обследовано 200 больных (280 глаз), среди которых 110 пациентов (220 глаз) с ПОУГ и СД 2 типа (основная группа); 30 пациентов (60 глаз) с СД 2 типа без глаукомы (контрольная группа 1) и 60 больных (106 глаз) с ПОУГ без СД (контрольная группа 2).

Среди пациентов основной группы 35 больных — мужчины (32%), 75 — женщины (68%). С начальной стадией ПОУГ было 32 (56,6%) человека (60 глаз), с развитой стадией — 24 (39,6%) человека (42 глаза), с далекозашедшей стадией — 4 (3,8%) пациента (4 глаза). Распределение больных основной группы по возрасту представлено в табл. 1.

Средний возраст по группам в целом составил $62,0 \pm 0,42$ лет.

В основной группе длительность течения СД 2 типа составила: до 5 лет — 25 человек (22,73%), 6–10 лет — 35 человек (31,8%), 11–20 лет — 25 человек (22,73%), дольше 20 лет — 25 человек (22,73%). По виду лечения СД: таблетированный режим — 60 человек (55%), инсулинозависимых — 50 человек (45%). Компенсацию СД оценивали по уровню гликированного гемоглобина (HbA1C): компенсированный СД — HbA1C до 6,5% (30 больных, 27,2%), субкомпенсированный — 6,5%...7,5% (40 больных, 36,4%), некомпенсированный — свыше 7,5% (40 больных, 36,4%).

Оценка тяжести ДР в основной группе выполнялась по Kohner и Porta (1991): неproлиферативная ДР — 73 пациента (146 глаз, 66,8%), пролиферативная ДР — 26 больных (47 глаз, 21,4%), пролиферативная ДР — 13 больных (26 глаз, 11,8%).

С начальной стадией ПОУГ в основной группе было 73 (61,8%) пациента (136 глаз), с развитой — 52 (36,4%) пациента (80 глаз), с далекозашедшей — 4 (1,8%) пациента (4 глаза).

В контрольную группу 1 вошли 30 больных (60 глаз) с СД 2 типа без глаукомы. С компенсированным СД (HbA1C до 6,5%) было 10 больных (20 глаз, 33,4%), с субкомпенсированным (HbA1C

6,5%...7,5%) — 7 больных (13 глаз, 22,2%); с некомпенсированным (HbA1C свыше 7,5%) — 13 больных (27 глаз, 44,4%).

С неproлиферативной ДР в контрольной группе 1 было 9 больных (18 глаз, 30%), с пролиферативной — 12 больных (24 глаза, 40%), с пролиферативной — 9 больных (18 глаз, 30%). Длительности течения СД до 5 лет была у 10 больных (20 глаз, 33%), 5–10 лет — у 11 больных (22 глаза, 36,6%), 10–20 лет — 5 больных (10 глаз, 16,6%), дольше 20 лет — 4 больных (8 глаз, 13,5%). На таблетированном лечении был 21 больной (70%), 9 больных (30%) были инсулинозависимы.

В контрольную группу 2 вошли 60 больных (106 глаз) с ПОУГ без СД. С начальной стадией ПОУГ было 32 (56,6%) больных (60 глаз); с развитой — 24 (39,6%) больных (42 глаза); с далекозашедшей — 4 (3,8%) больных (4 глаза). Мужчин было 36, женщин — 24. Средний возраст пациентов с ПОУГ составил $65,4 \pm 2,04$ года, у мужчин $66,1 \pm 1,73$ года, у женщин $64,6 \pm 1,52$.

Среди пациентов с ПОУГ без СД исключались сопутствующие изменения — ангиоретинопатии, передняя ишемическая оптикопатия, оперированная отслойка сетчатки, косоглазие, травмы глаза в анамнезе и сопутствующая тяжелая общая патология.

Всем пациентам проводили стандартное комплексное офтальмологическое обследование, включавшее визометрию, офтальмометрию, биомикроскопию, гониоскопию, компьютерную статическую периметрию с использованием скрининговой и пороговой программ. Визометрию проводили по общепринятой методике. Определяли остроту зрения вдаль без коррекции и с максимальной коррекцией аметропии.

Биомикроскопию проводили на щелевой лампе L-0240 (Inami, Япония) по методике Н.Б. Шульпинной, используя фокальное освещение и проходящий свет. Оценивали состояние конъюнктивы, роговицы, глубину передней камеры, степень прозрачности оптических сред, выраженность дистрофических изменений структур переднего отрезка глазного яблока.

Осмотр глазного дна проводили по общепринятой методике, используя набор бесконтактных высокоскоростных диагностических линз (линза Гольдмана и Volk 90 дптр (США) и бинокулярный офтальмоскоп.

Гониоскопию для оценки состояния дренажной зоны и угла передней камеры выполняли, используя линзу Гольдмана.

Пациентам проводили статическую компьютерную периметрию на анализаторе поля зрения на приборе Otopus (Haag Streit, Германия) по общепринятой методике по двум стратегиям: пороговой и скрининговой. Применяли пороговые программы тестирования: 30-2 SITA-Standard при исследовании центрального поля зрения (30° от точки фиксации)

Таблица 1. Распределение пациентов основной группы по возрасту.
Table 1. Distribution of patients in the main group by age.

Пациенты, n Patients, n	Возраст, n (%) / Age, n (%)			
	<50	51–60	61–70	>70
110	20 (18,2%)	40 (36,3%)	30 (27,3%)	20 (18,2%)

Таблица 2. Показатели гидродинамики глаз в основной группе.
Table 2. Ocular hydrodynamic parameters in the main group.

Показатели гидродинамики глаз Ocular hydrodynamic parameters	Начальная стадия Early stage		Развитая стадия Moderate stage		Далекозашедшая стадия Advanced stage	
	с СД / with DM 136 глаз / eyes	без СД / without DM 60 глаз / eyes	с СД / with DM 80 глаз / eyes	без СД / without DM 42 глаза / eyes	с СД / with DM 4 глаза / eyes	без СД / without DM 4 глаза / eyes
P ₀ , мм рт.ст. P ₀ , mm Hg	21,6±0,4 Δ	17,9±0,63	24,6±0,45 Δ	21,8±0,6	26,4	22,8
C, мм³/мин/мм рт.ст. C, mm³/min/mm Hg	0,14±0,06 ΔΔ	0,27±0,036	0,11±0,08 Δ	0,15±0,006	0,10	0,10
F, мм³/мин F, mm³/min	1,7±0,23 Δ	1,1±0,34	1,4±0,18 Δ	0,8±0,16	1,5	0,9

Примечание: Δ — p<0,05; ΔΔ — p<0,001. / Note: Δ — p<0,05; ΔΔ — p<0,001.

и 60-4 SITA-Standard при исследовании периферического поля зрения (30°–60° от точки фиксации). Анализировали суммарную светочувствительность поля зрения и автоматически рассчитываемые прибором индексы.

Состояние офтальмотонуса оценивали по данным тонометрии по Маклакову, проводили тонографию аппаратом GlauTest-60. Оценивали истинное ВГД (P₀, мм рт.ст.), коэффициент легкости оттока (C, мм³/мин/мм рт.ст.) и минутный объем камерной влаги (F, мм³/мин.).

Оптическую когерентную томографию сетчатки и зрительного нерва выполняли для прижизненной визуализации, позволяющий исследовать структуру и морфологию тканей в макулярной области (сетчатки, задней гиалоидной мембраны и хориоидеи), а также состояние зрительного нерва. Это исследование выполняли на приборе Carl Zeiss Cirrus, HD Model 4000/5000 (Carl Zeiss, Германия). Ультразвуковые исследования сосудов центральной артерии и вены сетчатки выполнены на УЗ-системе Sono Scape (Япония).

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±m). За достоверный показатель принималась разница величин p<0,05.

Результаты и обсуждение

В основной группе анализ гидродинамических показателей проведен при ПОУГ I и II стадии, так как при III стадии не представилось возможным провести статистическое сравнение из-за наличия у больных таких осложнений, как гемофтальм, витреоретинальный тракционный синдром и тракционная отслойка сетчатки.

Как видно из табл. 2, у больных с ПОУГ с СД 2 типа при развитой стадии выявлено достоверное статистическое различие в виде P₀ до 24,6±0,45 мм рт.ст. по сравнению с начальной стадией (21,6±0,4 мм рт.ст.) и ПОУГ без СД, соответственно — 21,8±0,6 мм рт.ст и 17,9±0,63 мм рт.ст. (p<0,05; p<0,05).

Наряду с этим констатировано снижение C в основной группе при развитой стадии ПОУГ по сравнению с начальной стадией (p<0,05) и результатами контрольной группы 2 при этих же стадиях (p<0,05; p<0,01).

Учитывая статистическое различие в коэффициентах гидродинамики в основной группе и ПОУГ без СД, СД является одним из факторов риска, приводящих к расстройству гидродинамики глаза.

При СД 2 типа фактором, приводящим к расстройству гидродинамики глаза при ПОУГ, является декомпенсация СД с повышением HbA1C свыше 7,5% (табл. 3).

Таблица 3. Показатели гидродинамики глаза в основной группе в зависимости от концентрации HbA1C.

Table 3. Ocular hydrodynamic parameters in the main group depending on HbA1C concentration.

Показатели гидродинамики Hydrodynamic parameters	Начальная стадия Early stage 136 глаз / eyes			Развитая стадия Moderate stage 80 глаз / eyes			Контрольная группа Control group 60 глаз / eyes		
	HbA _{1c} до 6,5%	HbA _{1c} 6,5%...7,5%	HbA _{1c} >7,5%	HbA _{1c} до 6,5%	HbA _{1c} 6,5%...7,5%	HbA _{1c} >7,5%	HbA _{1c} до 6,5%	HbA _{1c} 6,5%...7,5%	HbA _{1c} >7,5%
	37 глаз eyes (27%)	52 глаз eyes (38,5%)	47 глаз eyes (34,5%)	8 глаз eyes (10%)	42 глаз eyes (52%)	30 глаз eyes (38%)	20 глаз eyes (33,4%)	13 глаз eyes (22,2%)	27 глаз eyes (44,4%)
P ₀ , мм рт.ст. P ₀ , mm Hg	21,4±0,5	22,7±1,3	24,2±0,45 ΔΔ	21,6±0,4	22,3±1,3	24,8±0,45 ΔΔ	14,9±0,58	15,6±0,6	15,2±0,7
C, мм ³ /мин.мм рт.ст. C, mm ³ /min/mm Hg	0,15±0,05	0,14±0,06	0,13±0,08 Δ	0,14±0,06	0,13±0,06	0,11±0,08 Δ	0,42±0,014	0,20±0,04	0,27±0,03 ΔΔ
F, мм ³ /мин. F, mm ³ /min	1,7±0,23	1,8±0,24	1,4±0,18	1,6±0,21	1,4±0,18	1,4±0,18	2,3±0,19	2,0±0,17	1,1±0,07

Примечание: Δ — p<0,05; ΔΔ — p<0,001. / Note: Δ — p<0.05; ΔΔ — p<0.001.

Таблица 4. Показатели гидродинамики глаза при ПОУГ с ДР.

Table 4. Ocular hydrodynamic parameters in POAG with diabetic retinopathy.

Показатели гидродинамики глаз Ocular hydrodynamic parameters	Основная группа / Main group			ДР без глаукомы / DR without glaucoma		
	ДР I стадия Stage I DR 147 глаз / eyes (66,8%)	ДР II стадия Stage II DR 47 глаз / eyes (21,4%)	ДР III стадия Stage III DR 26 глаз / eyes (11,8%)	ДР I стадия Stage I DR 18 глаз / eyes (30%)	ДР II стадия Stage II DR 24 глаз / eyes (40%)	ДР III стадия Stage III DR 18 глаз / eyes (30%)
P ₀ , мм рт.ст. P ₀ , mm Hg	20,8±1,12 Δ	22,4±1,3 Δ	23,4±1,4 ΔΔ	14,5±0,74 Δ	14,5±0,74 Δ	13,8±0,70 ΔΔ
C, мм ³ /мин/мм рт.ст. C, mm ³ /min/mm Hg	0,15±0,014 Δ	0,14±0,014 Δ	0,13±0,04 Δ	0,39±0,05 Δ	0,36±0,04 ΔΔ	0,29±0,014 ΔΔ
F, мм ³ /мин. F, mm ³ /min	2,0±0,3	1,7±0,17	1,9±0,17	2,0±0,18	1,7±0,17	1,3±0,08

Примечание: Δ — p<0,05; ΔΔ — p<0,001. / Note: Δ — p<0.05; ΔΔ — p<0.001.

Как видно из табл. 3, у больных основной группы как при начальной, так и развитой стадии ПОУГ отмечается достоверное повышение P₀ по мере увеличения HbA_{1c} и по сравнению с контрольной группой 1.

Наряду с этим в основной группе при развитой стадии глаукомы выявлено понижение C, ассоциированное с повышением HbA_{1c}.

В соответствии с этим представляют интерес особенности гидродинамических показателей при ДР (табл. 4).

Как видно из табл. 4, у больных с ПОУГ и ДР препролиферативной и пролиферативными стадиями выявлено достоверное увеличение P₀ по сравнению с непролиферативной ДР и контрольной группой 2.

Наряду с этим, при пролиферативной стадии ДР с ПОУГ выявлено достоверное уменьшение C по сравнению с непролиферативной ДР и контрольной группой 2.

Заключение

При некомпенсированном СД 2 типа с увеличением HbA_{1c} в крови происходит достоверное повышение P₀ и снижение C. Это делает целесообразным динамический контроль за гидродинамическими показателями.

Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: Усенко В.А.,

Керимкулова М.Н.

Сбор и обработка материала: Керимкулова М.Н.

Статистическая обработка: Керимкулова М.Н.

Написание статьи: Усенко В.А.

Редактирование: Усенко В.А.

Литература

1. Разумовский М.М., Коровянский Ю.Я., Якунин М.С. Динамика первичной инвалидности вследствие офтальмопатологии в Санкт-Петербурге, Ленинградской области и некоторых других районов России за период 2002-2008гг. *Офтальмологические ведомости* 2010; 3:4-15.
2. Quigley HA, Broman AT. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. *The British journal of ophthalmology* 2006; 90(3):262-267. <https://doi.org/10.1136/bjo.2005.08.1224>.
3. Resnikoff S, Pascolini D, Etya'ale D, Kocur I, et al. Global data on visual impairment in the year 2002. *Bulletin of the World Health Organization* 2004; 82(11):844-851.
4. Tham Y.C., Lix, Wong T X et al. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta – analysis. *Ophthalmology* 2014, 121(11):2081-2090. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.05.013>
5. Агафонов В.В., Франковска-Герлак М.М., Соколовская Т.В. и др. Роль местной общесоматических факторов в развитии открытоугольной глаукомы у пациентов с глазными проявлениями псевдоэкзофалиативного синдрома. *Офтальмохирургия* 2013; 3:60-65.
6. Егоров Е.А., Еричев В.П. Системные факторы риска развития ПОУГ. *РМЖ Клиническая офтальмология* 2018; 3:140-145.
7. Ellis J.D., Evans J.M., Ruta D.A., Baines P.S. et al. Glaucoma incidence in an unselected cohort of diabetic patients: is diabetes mellitus a risk factor for glaucoma? DARTS/MEMO collaboration. *Diabetes Audit and Research in Tayside Study. Medicines Monitoring Unit. Br J Ophthalmol* 2000; 84:1218-1224. <https://doi.org/10.1136/bio.84.11.1218>.
8. Дедов И.И., Липатов Д.В. Офтальмохирургия у пациентов с эндокринными нарушениями: современное состояние и перспективы развития. *Сахарный диабет* 2006; 3:28-31.
9. Lin H.C., Stein J.D., Nan B., Childers D. et al. Association of gero-protective effects of metformin and risk of open-angle glaucoma in persons with diabetes mellitus. *JAMA Ophthalmol* 2015; 133(8):915-923. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2015.1440>.
10. Zhao D, Cho J, Kim M.H. et al. Diabetes, fasting glucose, and the risk glaucoma: a meta-analysis. *Ophthalmology* 2015; 122(1):72-78. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.07.051>
11. Ko F., Boland M.V., Gupta P., Gadkaree S.K. et al. Diabetes, triglyceride levels, and other risk factors for glaucoma in the National Health and Nutrition Examination Survey 2005-2008. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2016; 57:21522-2157. <https://doi.org/10.1167/ iovs.15-18373>.
12. Horwittz A., Petrovski B., Torp-Pedersen C., Kolko M. Danish Nationwide Data Reveal a Link between Diabetes Mellitus, Diabetic Retinopathy, and Glaucoma. *J Diabetes Res* 2016; 2016:2684674. <https://doi.org/10.1155/2016/2684674>
13. Shen L., Walter S., Melles R.B. et al. Diabetes Pathology and Risk of Primary Open-Angle Glaucoma: Evaluating Causal Mechanisms by Using Genetic Information. *Am J Epidemiol* 2016; 183(2):147-155. <https://doi.org/10.1093/aje/kwv204>
14. Kim S.W., Kang G.W. Diabetes mellitus as a risk factor for glaucoma outcome in Korea. *Acta Ophthalmol* 2017; 95(7):e662-e664. <https://doi.org/10.1111/aos.13345>
15. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом. Под редакцией Дедова Н.Н., Шестаковой М.В., Майорова А.Ю. М: Министерство здравоохранения РФ, 2019. 9-й вып. (доп).
16. International Diabetes Federation. DF Diabetes Atlas, 9th ed. Brussels. Belgium, 2019. <https://www.diabetesatlas.org>
17. Федеральный реестр больных сахарным диабетом. 12.11.20 (Россия).
18. Leasher J.L., Bourne R.R., Flaxman S.R. et al Global Estimates on the Number of People Blind or Visually Impaired by Diabetic. Retinopathy A. Meta-analysis from 1990-2010. *Diabetes care* 2016; 39(9):16433-1649. <https://doi.org/10.2337/dc/15-2171>.
19. Flaxman S.R., Bourne R.R., Resnikoff et al. Global causes of blindness and distance vision impairment 1990-2020: a systematic review and metaanalysis. *Lancet Global Health* 2017; 5(12):e1221-e1234 [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(17\)30393-5](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(17)30393-5)

References

1. Razumovsky M.M., Korovyansky Yu.Ya., Yakunin M.S. Dynamics of primary disability due to ophthalmopathology in St. Petersburg, the Leningrad region and some other regions of Russia for the period 2002-2008. *Oftalmologičeskie vedomosti* 2010; 3:4-15.
2. Quigley HA, Broman AT. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. *The British journal of ophthalmology* 2006; 90(3):262-267. <https://doi.org/10.1136/bjo.2005.08.1224>.
3. Resnikoff S, Pascolini D, Etya'ale D, Kocur I, et al. Global data on visual impairment in the year 2002. *Bulletin of the World Health Organization* 2004; 82(11):844-851.
4. Tham Y.C., Lix, Wong T X et al. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta – analysis. *Ophthalmology* 2014, 121(11):2081-2090. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.05.013>
5. Agafonov V.V., Frankovska-Gerlak M.M., Sokolovskaya T.V. et al. The role of local somatic factors in the development of open-angle glaucoma in patients with ocular manifestations of pseudoexfoliative syndrome. *Ophthalmosurgery* 2013; 3:60-65.
6. Egorov E.A., Elichev V.P. Systemic risk factors for the development of POAG. *RMJ Clinical Ophthalmology* 2018; 3: 140-145.
7. Ellis J.D., Evans J.M., Ruta D.A., Baines P.S. et al. Glaucoma incidence in an unselected cohort of diabetic patients: is diabetes mellitus a risk factor for glaucoma? DARTS/MEMO collaboration. *Diabetes Audit and Research in Tayside Study. Medicines Monitoring Unit. Br J Ophthalmol* 2000; 84:1218-1224. <https://doi.org/10.1136/bio.84.11.1218>.
8. Dedov I.I., Lipatov D.V. Ophthalmic surgery in patients with endocrine disorders: current state and development prospects. *Diabetes mellitus* 2006; 3:28-31.
9. Lin H.C., Stein J.D., Nan B., Childers D. et al. Association of gero-protective effects of metformin and risk of open-angle glaucoma in persons with diabetes mellitus. *JAMA Ophthalmol* 2015; 133(8):915-923. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2015.1440>.
10. Zhao D, Cho J, Kim M.H. et al. Diabetes, fasting glucose, and the risk glaucoma: a meta-analysis. *Ophthalmology* 2015; 122(1):72-78. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.07.051>
11. Ko F., Boland M.V., Gupta P., Gadkaree S.K. et al. Diabetes, triglyceride levels, and other risk factors for glaucoma in the National Health and Nutrition Examination Survey 2005-2008. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2016; 57:21522-2157. <https://doi.org/10.1167/ iovs.15-18373>.
12. Horwittz A., Petrovski B., Torp-Pedersen C., Kolko M. Danish Nationwide Data Reveal a Link between Diabetes Mellitus, Diabetic Retinopathy, and Glaucoma. *J Diabetes Res* 2016; 2016:2684674. <https://doi.org/10.1155/2016/2684674>
13. Shen L., Walter S., Melles R.B. et al. Diabetes Pathology and Risk of Primary Open-Angle Glaucoma: Evaluating Causal Mechanisms by Using Genetic Information. *Am J Epidemiol* 2016; 183(2):147-155. <https://doi.org/10.1093/aje/kwv204>
14. Kim S.W., Kang G.W. Diabetes mellitus as a risk factor for glaucoma outcome in Korea. *Acta Ophthalmol* 2017; 95(7):e662-e664. <https://doi.org/10.1111/aos.13345>
15. Algorithms of specialized medical care for patients with diabetes mellitus. Edited by N.N. Dedov, M.V. Shestakova, A.Yu. Mayorov. Moscow, Healthcare Ministry, 2019. 9th ed.
16. International Diabetes Federation. DF Diabetes Atlas, 9th ed. Brussels. Belgium, 2019. <https://www.diabetesatlas.org>
17. Federal Register of Patients with Diabetes Mellitus. 12.11.20 (Russia).
18. Leasher J.L., Bourne R.R., Flaxman S.R. et al Global Estimates on the Number of People Blind or Visually Impaired by Diabetic. Retinopathy A. Meta-analysis from 1990-2010. *Diabetes care* 2016; 39(9):16433-1649. <https://doi.org/10.2337/dc/15-2171>.
19. Flaxman S.R., Bourne R.R., Resnikoff et al. Global causes of blindness and distance vision impairment 1990-2020: a systematic review and metaanalysis. *Lancet Global Health* 2017; 5(12):e1221-e1234 [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(17\)30393-5](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(17)30393-5)

20. Астахов Ю.С., Акопов Е.Л., Нефедова Д.М. Сосудистые факторы риска развития открытоугольной глаукомы. *РМЖ Клиническая офтальмология* 2008; 2:68-70.
21. Агафонова Т.Ю., Собянин Н.А., Гаврилова Т.В. Прогрессирование ПОУГ при СД 2 типа: проблема коморбидности. *РМЖ Клиническая офтальмология* 2017; 1:22-25.
22. Agrawal A., Ahujal S., Singh A., Samanta R. Influence of glycated heamoglobin levels on intraocular presser in patients with Type-11 Diabetes Mellitus. *Nepal J Ophthalmol* 2019; 11(21):19-23. <https://doi.org/10.3126/nepjoph.vLLiL.25412>.
23. Фурсова А.Ж., Гамза Ю.А., Тарасов М.С. и др. (Первичная открытоугольная глаукома у пациентов с сахарны диабетом, патогенетические и клинические параллели развития (обзор литературы). *Национальный журнал глаукома* 2020; 19(2):66-74. <https://doi.org/10.25700/NJG.2020.02.08>
24. Gangwani R.A., McGhee S.M., Lai J.S. et al. Detection of Glaucoma and Its Association with Diabetic Retinopathy in a Diabetic Retinopathy Screening Program. *J Glaucoma* 2016; 25(1):101-105. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000138>
25. Klemen U.M., Biber B., Frei C., Gnad H.D. Glaucoma, ocular hypertension and diabetic retinopathy. *Wien Klin Wochenschr* 1985; 97(15): 616-619.
26. Valone J.A., McMeel J.W., Franks E.P. Unilateral proliferative diabetic retinopathy. I. Initial findings. *Arch. Ophthalmol* 1981; 99(8): 1357-1361. <https://doi.org/10.1001/archophth.1981.03930020231002>
27. Valone J.A., McMeel J.W., Franks E.P. Unilateral proliferative diabetic retinopathy.11. Clinical course. *Arch. Ophthalmol* 1981; 99(8):1362-1366. <https://doi.org/10.1001/archophth.1981.03930020236003>
28. Gugleta K., Orguls., Hasper PW, et al. Choroidal vascular reaction to hand – grip stress in subjects with vasospasm and its relevance in glaucoma. *Investigative Ophatmology and Visual Science* 2003, 44(4): 1572-1580. <https://doi.org.10.1167 /iovs.02-0521.30>
20. Astakhov Yu.S., Akopov E.L., Nefedova D.M. Vascular risk factors for the development of open-angle glaucoma. *RMJ Clinical Ophthalmology* 2008; 2:68-70.
21. 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; 1:22-25.
22. Agrawal A., Ahujal S., Singh A., Samanta R. Influence of glycated heamoglobin levels on intraocular presser in patients with Type-11 Diabetes Mellitus. *Nepal J Ophthalmol* 2019; 11(21):19-23. <https://doi.org/10.3126/nepjoph.vLLiL.25412>.
23. Fursova A.Zh., Gamza Yu.A., Tarasov M.S. et al. (Primary open-angle glaucoma in patients with diabetes mellitus, pathogenetic and clinical developmental parallels: literature review). *National Journal of Glaucoma* 2020; 19(2):66-74. <https://doi.org/10.25700/NJG.2020.02.08>
24. Gangwani R.A., McGhee S.M., Lai J.S. et al. Detection of Glaucoma and Its Association with Diabetic Retinopathy in a Diabetic Retinopathy Screening Program. *J Glaucoma* 2016; 25(1):101-105. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000138>
25. Klemen U.M., Biber B., Frei C., Gnad H.D. Glaucoma, ocular hypertension and diabetic retinopathy. *Wien Klin Wochenschr* 1985; 97(15): 616-619.
26. Valone J.A., McMeel J.W., Franks E.P. Unilateral proliferative diabetic retinopathy. I. Initial findings. *Arch. Ophthalmol* 1981; 99(8): 1357-1361. <https://doi.org/10.1001/archophth.1981.03930020231002>
27. Valone J.A., McMeel J.W., Franks E.P. Unilateral proliferative diabetic retinopathy.11. Clinical course. *Arch. Ophthalmol* 1981; 99(8):1362-1366. <https://doi.org/10.1001/archophth.1981.03930020236003>
28. Gugleta K., Orguls., Hasper PW, et al. Choroidal vascular reaction to hand – grip stress in subjects with vasospasm and its relevance in glaucoma. *Investigative Ophatmology and Visual Science* 2003, 44(4): 1572-1580. <https://doi.org.10.1167 /iovs.02-0521.30>