

DOI: <https://doi.org/10.57231/j.ao.2026.17.2.015>

УДК: 617.7-007.681

ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С ПЕРВИЧНОЙ ОТКРЫТОУГОЛЬНОЙ ГЛАУКОМой

Закирходжаева М.А.¹, Каримова М.Х.²

1. PhD, докторант Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза, mastonaz@bk.ru, +998(90)9470920, <https://orcid.org/0000-0001-5329-5576>

2. Доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза, mkarimova2004@mail.ru, +998(90)1883861, <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>

Аннотация. Актуальность. Первичная открытоугольная глаукома (ПОУГ) является мультифакторным нейродегенеративным заболеванием, в патогенезе которого наряду с повышением внутриглазного давления существенную роль играют сосудистые нарушения и дисфункция вегетативной нервной системы. **Цель исследования.** Оценить состояние вегетативной нервной системы у пациентов с ПОУГ на основании анализа вариабельности сердечного ритма и результатов кардиоваскулярных функциональных проб. **Материалы и методы.** В исследование включены 45 пациентов с ПОУГ и 45 практически здоровых лиц, сопоставимых по полу и возрасту. Всем обследуемым проводилось стандартное офтальмологическое обследование, анализ вариабельности сердечного ритма, проба Вальсальвы, ортостатическая и холодовая прессорная пробы с последующей оценкой вегетативного тонуса по индексу Кердо. **Результаты.** У пациентов с ПОУГ выявлено статистически значимое повышение частоты сердечных сокращений в покое, увеличение индекса Кердо и преобладание симпатикотонии. Одновременно отмечалось снижение общей вариабельности сердечного ритма, коэффициента Вальсальвы и коэффициента 30:15, что свидетельствовало об угнетении парасимпатической активности. В ходе холодовой прессорной пробы регистрировалась повышенная реактивность симпатического отдела вегетативной нервной системы. **Заключение.** У пациентов с ПОУГ выявляются выраженные нарушения вегетативной регуляции, характеризующиеся преобладанием симпатических влияний и снижением парасимпатической активности.

Ключевые слова: первичная открытоугольная глаукома; вегетативная нервная система; вариабельность сердечного ритма; автономная дисфункция.

Для цитирования:

Закирходжаева М.А., Каримова М.Х. Особенности вегетативной регуляции у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой. Передовая офтальмология. 2026;17(2):73-77.

FEATURES OF AUTONOMIC REGULATION IN PATIENTS WITH PRIMARY OPEN-ANGLE GLAUCOMA

Zakirkhodzhaeva M.A.¹, Karimova M.Kh.²

1. PhD, Doctoral Researcher at the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery, mastonaz@bk.ru, +998(90)9470920, <https://orcid.org/0000-0001-5329-5576>

2. Doctor of Medical Sciences, Professor, Vice-director for Research Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery, mkarimova2004@mail.ru, +998(90)1883861 <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>

Abstract. Relevance. Primary open-angle glaucoma (POAG) is a multifactorial neurodegenerative disease in which, along with elevated intraocular pressure, vascular disorders and autonomic nervous system dysfunction play a significant role in pathogenesis. **Purpose of study.** To assess the functional state of the autonomic nervous system in patients with POAG based on heart rate variability analysis and cardiovascular autonomic function tests. **Materials and methods.** The study included 45 patients with POAG and 45 apparently healthy age- and sex-matched individuals. All participants underwent standard ophthalmological examination, heart rate variability assessment, Valsalva maneuver, orthostatic test, and cold pressor test followed by evaluation of autonomic tone using the Kerdo index. **Results.** Patients with POAG demonstrated a statistically significant increase in resting heart rate, elevated Kerdo index values, and predominance of sympathetic activity. At the same time, a decrease in overall heart rate variability, Valsalva ratio, and 30:15 ratio was observed, indicating suppression of parasympathetic activity. During the cold pressor test, increased reactivity of the sympathetic division of the autonomic nervous system was recorded. **Conclusion.** Patients with POAG exhibit pronounced autonomic regulatory disturbances characterized by predominance of sympathetic influences and reduced parasympathetic activity.

Key words: primary open-angle glaucoma; autonomic nervous system; heart rate variability; autonomic dysfunction.

For citation:

Karimova M.Kh., Zakirkhodzhaeva M.A. Features of autonomic regulation in patients with primary open-angle glaucoma. Advanced Ophthalmology. 2026;17(2):73-77.

БИРЛАМЧИ ОЧИҚ БУРЧАКЛИ ГЛАУКОМАСИ БЎЛГАН БЕМОРЛАРДА ВЕГЕТАТИВ РЕГУЛЯЦИЯ ХУСУСИЯТЛАРИ

Закирходжаева М.А.¹, Каримова М.Х.²

1. PhD, Республика ихтисослаштирилган кўз микрохирургияси илмий-амалий тиббиёт маркази докторанти, mastonaz@bk.ru, +998(90)9470920, <https://orcid.org/0000-0001-5329-5576>

2. Тиббиёт фанлари доктори, профессор, Республика ихтисослаштирилган кўз микрохирургияси илмий-амалий тиббиёт маркази илмий ишлар бўйича директор ўринбосари, mkarimova2004@mail.ru, +998(90)1883861, <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>

Аннотация. Долзарблиги. Бирламчи очик бурчакли глаукома (БОБГ) мультифакторли нейродегенератив касаллик ҳисобланиб, унинг патогенезида кўз ичи босимининг ошиши билан бир қаторда қон-томир бузилишлари ҳамда вегетатив нерв тизими дисфункцияси муҳим аҳамият касб этади. **Тадқиқот мақсади.** Юрак ритми вариабеллиги таҳлили ва кардиоваскуляр функционал синовлар натижалари асосида БОБГ билан касалланган беморларда вегетатив нерв тизими ҳолатини баҳолаш. **Материаллар ва усуллар.** Тадқиқотга БОБГ таъхиси қўйилган 45 нафар бемор ҳамда жинси ва ёши бўйича мос келувчи 45 нафар амалда соғлом шахс киритилди. Барча текширилувчиларда стандарт офтальмологик текширув, юрак ритми вариабеллигини баҳолаш, Вальсальва синови, ортостатик ва совуқ прессор синовлари ўтказилди ҳамда Кердо индекси бўйича вегетатив тонус аниқланди. **Натижалар.** БОБГ билан касалланган беморларда тинч ҳолатда юрак қисқаришлари сонининг статистик аҳамиятли ошиши, Кердо индекси юқорилиги ва симпатикотония устунлиги аниқланди. Шу билан бирга, юрак ритми умумий вариабеллигининг, Вальсальва коэффицентининг ва 30:15 коэффицентининг пасайиши кузатилиб, бу парасимпатик фаолликнинг сусайганлигини кўрсатди. Совуқ прессор синови вақтида вегетатив нерв тизимининг симпатик бўлими реактивлигининг ошиши қайд этилди. **Хулоса.** БОБГ билан касалланган беморларда симпатик таъсирларнинг устунлиги ва парасимпатик фаолликнинг пасайиши билан тавсифланувчи яққол вегетатив регуляция бузилишлари аниқланди.

Калит сўзлар: бирламчи очик бурчакли глаукома; вегетатив нерв тизими; юрак ритми вариабеллиги; автоном дисфункция.

Иқтибос келтириш учун:

Закирходжаева М.А., Каримова М.Х. Бирламчи очик бурчакли глаукомаси бўлган беморларда вегетатив регуляция хусусиятлари. Илғор офтальмология. 2026;17(2):73-77.

Актуальность. Первичная открытоугольная глаукома (ПОУГ) остаётся одной из ведущих причин необратимой слепоты в мире, при этом прогрессирование заболевания нередко наблюдается даже на фоне компенсированного внутриглазного давления (ВГД), что указывает на участие дополнительных патогенетических механизмов [1,2,3]. В последние годы всё большее внимание уделяется роли нарушений вегетативной регуляции, способных влиять на сосудистый тонус, перфузию диска зрительного нерва и процессы нейродегенерации [4,5,6]. Изучение состояния вегетативной нервной системы у пациентов с глаукомой представляет значительный научный и клинический интерес, поскольку позволяет расширить представления о системных механизмах развития заболевания и определить новые подходы к прогнозированию его прогрессирования.

Цель исследования. Оценить функциональное состояние вегетативной нервной системы у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой на основании анализа показателей variability сердечного ритма и результатов кардиоваскулярных функциональных проб.

Материалы и методы исследования. Работа проводилась на базе РСНПМЦМГ в период с января 2024 года по февраль 2025 года. В исследование

включены 45 пациентов с установленным диагнозом ПОУГ и 45 практически здоровых лиц без офтальмологической и выраженной соматической патологии. Группы были сопоставимы по полу и возрасту. Средний возраст пациентов основной группы составил 58,4±7,6 года, контрольной группы - 56,9±6,8 года ($p>0,05$). Диагноз ПОУГ устанавливался на основании стандартного офтальмологического обследования согласно рекомендациям European Glaucoma Society (2020).

Оценка функционального состояния вегетативной нервной системы проводилась в первой половине дня (08:00–11:00) в условиях температурного комфорта (22–24°C) после 15-минутного периода адаптации. Частота сердечных сокращений определялась после 10-минутного отдыха в положении лёжа. Повышение данного показателя рассматривалось как признак усиления симпатических влияний. Для оценки автономной регуляции сердечной деятельности выполнялась регистрация электрокардиограммы в течение 5 минут в состоянии покоя с последующим компьютерным анализом variability сердечного ритма. Проба Вальсальвы проводилась путём форсированного выдоха в мундштук при давлении 40 мм рт. ст. в течение 15 секунд под контролем электрокардиографии.

Оценивалась реакция сердечно-сосудистой системы при переходе обследуемого из горизонтального положения в вертикальное.

Рассчитывался коэффициент 30:15 - отношение длительности интервала R-R на 30-м сокращении к интервалу R-R на 15-м сокращении после вставания. Показатель использовался для оценки парасимпатической активности. Для оценки реактивности симпатического отдела вегетативной нервной системы кисть обследуемого погружалась в воду температурой 4–6°C на 1 минуту. Для определения преобладающего типа вегетативной регуляции рассчитывался индекс Кердо.

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием программы IBM SPSS Statistics 27.0. Проверка нормальности распределения выполнялась с помощью критерия Шапиро–Уилка. Количественные данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения ($M \pm SD$). Для сравнения групп применяли t-критерий Стьюдента либо критерий Манна–Уитни. Анализ качественных признаков проводился с использованием критерия χ^2 Пирсона. Статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$.

Результаты исследования. Проведённый комплексный анализ исходных параметров кардиогемодинамики и показателей вариабельности сердечного ритма (BCP) выявил глубокие, статистически значимые нарушения вегетативной регуляции у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ) при сопоставлении с аналогичными данными лиц контрольной группы (табл. 1). В состоянии полного покоя у больных ПОУГ регистрировалось достоверное повышение частоты сердечных сокращений (ЧСС) по сравнению со здоровыми обследуемыми.

Данный сдвиг хронотропной функции сердца сочетался с закономерным ростом индекса Кердо, который в основной группе смещался в область положительных значений, в то время как в контроле определялась отрицательная величина. Выявленные изменения наглядно свидетельствуют о стойком преобладании эрготропных симпатических влияний на синусовый узел и формировании выраженного автономного дисбаланса уже в исходном состоянии. Параллельно с этим у пациентов с глаукомой наблюдалось значительное снижение общей вариабельности сердечного ритма, что отражает резкое сужение адаптационного диапазона регуляторных систем и генерализованное угнетение показателей парасимпатической активности, обеспечивающей трофотропные процессы. При проведении нагрузочного тестирования и кардиоваскулярных функциональных проб у пациентов основной группы была детально верифицирована функциональная недостаточность парасимпатического звена регуляции. Это проявилось в достоверном снижении коэффициента Вальсальвы и коэффициента 30:15 при ортостазе, что доказывает дефицит реактивности блуждающего нерва в ответ на барорецепторные стимулы и изменение положения тела в пространстве. Напротив, в ходе холодовой прессорной пробы у больных ПОУГ регистрировалась избыточная, патологическая реактивность симпатического отдела вегетативной нервной системы, выражавшаяся в более резком и сильном подъёме системного артериального давления. Уровень систолического и диастолического АД после криостресса существенно превышал пороговые прессорные ответы в группе контроля, подтверждая выраженную вазоспастическую готовность сосудистого русла.

Таблица 1. Показатели вегетативного статуса у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой и лиц контрольной группы.

Показатель	Пациенты с ПОУГ (n=45)	Контрольная группа (n=45)	p
Внутриглазное давление (средний показатель по кол-ву глаз с ПОУГ), мм рт. ст.	24,8±4,3	16,1±2,2	<0,001
Частота сердечных сокращений в покое, уд./мин	81,3±8,7	72,4±6,1	<0,001
Общая вариабельность сердечного ритма, мс	31,6±8,9	46,2±10,4	<0,001
Коэффициент Вальсальвы	1,24±0,16	1,58±0,21	<0,001
Коэффициент 30:15	1,03±0,08	1,19±0,11	<0,001
Систолическое артериальное давление после холодовой пробы, мм рт. ст.	149,6±12,5	136,8±10,9	<0,001
Диастолическое артериальное давление после холодовой пробы, мм рт. ст.	92,4±8,3	84,1±7,2	<0,001
Индекс Кердо	12,7±8,1	-3,4±6,5	<0,001
Симпатикотония, n (%)	31 (68,9%)	11 (24,4%)	<0,001
Ваготония, n (%)	7 (15,6%)	21 (46,7%)	0,002
Эйтония, n (%)	7 (15,6%)	13 (28,9%)	0,118

Развернутый анализ интегральной структуры вегетативного тонуса подтвердил тотальное доминирование симпатикотонии среди лиц с ПОУГ: данный тип регуляции выявлялся у абсолютного большинства пациентов основной группы, тогда как в контрольной группе этот показатель регистрировался значительно реже. В то же время у практически здоровых лиц достоверно чаще определялась нормальная физиологическая ваготония. Полученные результаты интегрально свидетельствуют о наличии у пациентов с ПОУГ системной дисфункции вегетативной нервной системы, которая носит характер сочетанного дефекта — глубокого угнетения парасимпатического контроля на фоне хронического относительного и абсолютного преобладания симпатических вазоконстрикторных влияний.

Заключение. На основании результатов проведенного комплексного клинико-функционального исследования были получены убедительные доказательства того, что первичная открытоугольная глаукома (ПОУГ) представляет собой не изолированную офтальмопатологию, а системное многофакторное заболевание, протекающее в тесной связи с глубокими нарушениями вегетативной регуляции кардиоваскулярных функций. Выявленный комплекс патологических изменений — включающий статистически значимое увеличение частоты сердечных сокращений в покое, выраженный сдвиг вегетативного тонуса по индексу Кердо в сторону положительных значений, резкое падение общей вариабельности сердечного ритма (BCP) и угнетение парасимпатических коэффициентов (Вальсальвы и 30:15) — однозначно свидетельствует о формировании у пациентов с ПОУГ стойкого автономного дисбаланса. Этот дисбаланс характеризуется истощением резервов блуждающего нерва и генерализованным снижением адаптационного потенциала регуляторных систем организма. Особое патогенетическое значение имеет зафиксированная в ходе нагрузочного тестирования гиперреактивность симпатического звена вегетативной нервной системы (ВНС). Избыточный прессорный ответ в виде резкого подъема как систолического, так и диастолического артериального давления в ответ на локальный криостресс (холодовую пробу) наглядно демонстрирует высокую вазоспастическую готовность сосудистого русла у больных глаукомой. В сочетании с тем фактом, что исходная симпатикотония верифицирована у абсолютного большинства пациентов основной группы (68,9%), данная системная гиперактивация выступает в роли важнейшего патогенетического триггера. Постоянное преобладание эрготропных влияний неизбежно влечет за собой каскад гемодинамических расстройств: индуцирует хронический ангиоспазм, повышает периферическое сосудистое сопротивление и нарушает суточные ритмы артериального давления, что приводит к дестабилизации перфузионного давления. В контексте развития глаукомной оптической нейропатии подобные вегетативные сдвиги имеют критическое значение. Хроническая сосудистая дисрегуляция и падение перфузии в бассейне задних коротких цилиарных артерий вызывают стойкую ишемию и гипоксию решетчатой пластинки склеры и диска зрительного нерва. Это запускает глутаматергическую эксайтотоксичность, оксидативный стресс и последующий апоптоз ганглиозных клеток сетчатки, что объясняет прогрессирование глаукомы даже в условиях медикаментозно или хирургически компенсированного внутриглазного давления. Таким образом, системная автономная дисфункция является мощным экстраокулярным предиктором и модулятором глаукомного процесса. Практическая значимость исследования заключается в прогностической ценности компьютерного анализа вариабельности сердечного ритма и проведения стандартных кардиоваскулярных функциональных проб (пробы Вальсальвы, ортостатической и холодовой проб), которые могут быть рекомендованы к внедрению в клиническую практику в качестве доступных, неинвазивных и высокочувствительных методов скрининга, позволяющих своевременно выявлять скрытые формы системной вегетативной дисфункции, оценивать адаптивные резервы пациента и формировать группы повышенного риска ускоренного прогрессирования заболевания. Кроме того, она включает индивидуализацию мониторинга, поскольку выявление выраженной симпатикотонии и жесткости сердечного ритма у конкретного пациента требует более жесткого контроля состояния зрительных функций и гемодинамики глаза, даже если локальный офтальмотонус находится в пределах целевых значений. Наконец, оптимизация терапевтической стратегии при обнаружении столь выраженного дефицита вагусного контроля и симпатической гиперреактивности обосновывает необходимость коренного пересмотра традиционных схем лечения ПОУГ, указывая на то, что комплексная терапия глаукомы должна быть расширена за счет включения методов системной вегетотропной коррекции (направленной на снижение симпатического тонуса и активацию парасимпатического звена), применения вазоактивных и нейропротекторных препаратов, нормализующих микроциркуляцию и защищающих нервную ткань в условиях хронической ишемии, а также методов немедикаментозной реабилитации.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENS

1. Pache, M., & Flammer, J. (2006). A sick eye in a sick body? Systemic findings in patients with primary open-angle glaucoma. *Survey of ophthalmology*, 51(3), 179–212. <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2006.02.008>
2. Cao, L., Graham, S. L., & Pilowsky, P. M. (2018). Carbohydrate ingestion induces differential autonomic dysregulation in normal-tension glaucoma and primary open angle glaucoma. *PloS one*, 13(6), e0198432. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198432>
3. Liu, B., Zhao, Y., & Zhang, H. (2022). The Effect of Autonomic Nervous System Dysfunction on the Progression of Primary Open-Angle Glaucoma. *International journal of general medicine*, 15, 4565–4573. <https://doi.org/10.2147/IJGM.S362275>
4. Gherghel, D., Hosking, S. L., & Orgül, S. (2004). Autonomic nervous system, circadian rhythms, and primary open-angle glaucoma. *Survey of ophthalmology*, 49(5), 491–508. <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2004.06.003>
5. Lindemann, F., Kuerten, D., Koch, E., Fuest, M., Fischer, C., Voss, A., & Plange, N. (2018). Blood Pressure and Heart Rate Variability in Primary Open-Angle Glaucoma and Normal Tension Glaucoma. *Current eye research*, 43(12), 1507–1513. <https://doi.org/10.1080/02713683.2018.1506036>
6. Wierzbowska, J., Wierzbowski, R., Stankiewicz, A., Siesky, B., & Harris, A. (2012). Cardiac autonomic dysfunction in patients with normal tension glaucoma: 24-h heart rate and blood pressure variability analysis. *The British journal of ophthalmology*, 96(5), 24–628. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2011-300945>

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.

Участие авторов

Закирходжаева М.А. - получение, анализ данных и интерпретация результатов, написание статьи; согласие нести ответственность за все аспекты работы.

Каримова М.Х. - концепцию и дизайн исследования; внесение в рукопись важных правок с целью повышения научной ценности статьи. одобрение финальной версии рукописи.

Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.