

ГЛАЗНЫЕ БОЛЕЗНИ

УДК 617.7–007.681: 073.65: 53.083.7]: 617.721.5 (045)

Оригинальная статья

ДИСТАНЦИОННАЯ ТЕРМОГРАФИЯ И АНАЛИЗ ЗРАЧКОВЫХ РЕАКЦИЙ В ДИАГНОСТИКЕ ПЕРВИЧНОЙ ОТКРЫТОУГОЛЬНОЙ ГЛАУКОМЫ

Н. Р. Лопатинская — ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России, аспирант кафедры глазных болезней; **Т. Г. Каменских** — ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России, заведующая кафедрой глазных болезней, профессор, доктор медицинских наук; **Д. А. Усанов** — ФГБОУ ВПО Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, заведующий кафедрой физики твёрдого тела, профессор, доктор физико-математических наук; **А. В. Скрипаль** — ФГБОУ ВПО Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, заведующий кафедрой медицинской физики, профессор, доктор физико-математических наук; **А. Ю. Вагарин** — ФГБОУ ВПО Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, доцент кафедры физики твёрдого тела, кандидат технических наук; **А. А. Сагайдачный** — ФГБОУ ВПО Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, научный сотрудник кафедры медицинской физики, кандидат физико-математических наук.

DISTANT THERMOGRAPHY AND ANALYSIS OF PUPILLARY REACTIONS IN DIAGNOSTICS OF PRIMARY OPEN-ANGLE GLAUCOMA

N. R. Lopatinskaya — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Department of Eye Diseases, Post-graduate; **T. G. Kamenskikh** — Saratov State Medical University n.a. V. I. Razumovsky, Head of Department of Eye Diseases, Professor, Doctor of Medical Science; **D. A. Usanov** — Saratov State University n.a. N. G. Chernyshevsky, Head of Department of Physics of Solids, Professor, Doctor of Physico-Mathematical Science; **A. V. Skripal** — Saratov State University n.a. N. G. Chernyshevsky, Head of Department of Medical Physics, Professor, Doctor of Physico-Mathematical Science; **A. Yu. Vagarin** — Saratov State University n.a. N. G. Chernyshevsky, Department of Physics of Solids, Candidate of Technical Science; **A. A. Sagaidachny** — Saratov State University n.a. N. G. Chernyshevsky, Department of Medical Physics, Research Assistant, Candidate of Physico-Mathematical Science.

Дата поступления — 11.01.2012 г.

Дата принятия в печать — 05.06.2012 г.

Лопатинская Н. Р., Каменских Т. Г., Усанов Д. А., Скрипаль А. В., Вагарин А. Ю., Сагайдачный А. А. Дистанционная термография и анализ зрачковых реакций в диагностике первичной открытоугольной глаукомы // Саратовский научно-медицинский журнал. 2012. Т. 8, № 2. С. 266–270.

Цель: сравнительный анализ результатов дистанционной термографии, ультразвуковой доплерографии и зрачковых реакций у больных с первичной открытоугольной глаукомой на различных стадиях заболевания при компенсированном внутриглазном давлении. **Материал.** Обследовано 129 пациентов (216 глаз) с диагнозом ПООГ на различных стадиях заболевания (основная группа). Внутриглазное давление было нормализовано медикаментозно или сочетанием медикаментозной терапии с лазерной операцией. В контрольную группу вошли пациенты с начальной и незрелой возрастной катарактой аналогичного возрастного-полового состава — 30 пациентов (52 глаза). Всем пациентам проведены тепловизионные, доплерографические исследования, а также исследование реакции зрачка на свет. **Результаты.** Выявлено, что значение температуры области открытой глазной щели у больных ПООГ коррелирует с показателями гемодинамики в центральной артерии сетчатки и задних коротких цилиарных артериях. Кроме того, отмечается уменьшение показателей зрачковых реакций при прогрессировании глаукомной оптической нейропатии. **Заключение.** Данные дистанционной термографии, ультразвуковой доплерографии, видеорегистрации зрачковых реакций отличаются у больных с различной стадией глаукомного процесса. Это позволяет использовать данные методы для мониторинга состояния органа зрения у больных с первичной открытоугольной глаукомой.

Ключевые слова: дистанционная термография, зрачковые реакции, глаукома.

Lopatinskaya N. R., Kamenskikh T. G., Usanov D. A., Skripal A. V., Vagarin A. Yu., Sagaidachny A. A. Distant thermography and analysis of pupillary reactions in diagnostics of primary open-angle glaucoma // Saratov Journal of Medical Scientific Research. 2012. Vol. 8, № 2. P. 266–270.

Research objective: comparative analysis of distant thermography, Doppler ultrasound and pupillary reactions in patients with primary open-angle glaucoma at various stages of the disease with compensated intraocular pressure. **Materials.** 129 patients (216 eyes) with diagnosis of POAG at various stages of the disease (the main group) have been examined. Intraocular pressure has been normalized with medications, or with medications + laser surgery. The control group has consisted of patients with initial and immature cataract of similar age and sex (30 patients — 52 eyes). All patients have experienced thermal, Doppler study, and a study of pupil response to light. **Results.** It has been revealed that the temperature of the open optic fissure in patients with POAG correlated with hemodynamics in the central retinal artery and short posterior ciliary arteries. It has been also noted the reduction of pupillary reaction in the progression of glaucoma optic neuropathy. **Conclusion.** Data of distant thermography, Doppler ultrasound and video recording of pupillary reaction are different with various stages of glaucoma process. The investigation allows to use these methods for monitoring of patients with primary open-angle glaucoma.

Key words: distant thermography, pupillary reactions, glaucoma.

Введение. Первичная открытоугольная глаукома (ПООГ) занимает одно из ведущих мест в структуре слепоты и инвалидности по зрению. По данным Все-

мирной организации здравоохранения (2010 г.), количество больных глаукомой в мире составляет около 100 млн человек, а в Российской Федерации — более 1 млн человек. Глаукома составляет более 20% в структуре инвалидности по зрению. В России уровень слепоты вследствие глаукомы за последние 10

Ответственный автор — Лопатинская Надежда Рифкатовна.
Адрес: 410000, г. Саратов, ул. Б. Казачья, 59/65, кв. 166.
Тел.: 8 904 2448185.
E-mail: NHR2@yandex.ru, kamtanvan@mail.ru

лет вырос почти в 3 раза: с 8 до 22 человек на тысячу населения, а инвалидность вследствие глаукомы составила около 150 тыс. человек [1].

Значительная роль в патогенезе открытоугольной глаукомы принадлежит ишемии заднего отрезка глаза, связанной с **сосудистыми** нарушениями в глазном яблоке [2]. Кровообращение заднего отрезка глаза в значительной степени зависит от состояния внутриглазных сосудов, которые питают и диск зрительного нерва [3]. Исследования, проведенные рядом авторов, показывают, что при глаукоме наблюдается снижение пиковой систолической и конечной диастолической скорости кровотока и повышение индекса сопротивления в глазной артерии [4], центральной артерии сетчатки и задних коротких цилиарных артериях [5].

Снижение объемного кровотока в сосудистом бассейне глаза, как правило, сопровождается понижением температуры различных его отделов [6]. Так, в литературе имеются данные о положительной корреляции состояния гемодинамики сосудов заднего отрезка глаза и его температуры [7].

В офтальмологии применяется дистанционная термография, которая используется как для диагностики опухолей глаза и эндокринной офтальмопатии, так и для определения активности воспаления увеального тракта.

Дистанционная термография позволяет определять температурные колебания исследуемой области, возникающие в результате изменения регионального кровотока или метаболизма, в динамике. Достоинствами данного метода являются неинвазивность, безопасность и высокая чувствительность. Современные термографы обладают, с одной стороны, высоким пространственным разрешением, а с другой — высокой скоростью получения термограмм. Все это в совокупности позволяет одновременно измерять температуру различных анатомических областей и разрабатывать диагностические методики, основанные на анализе температуры исследуемой области, изменяющейся во времени, в том числе под воздействием нагрузочных факторов.

Ишемия глазного яблока при глаукоме приводит к изменениям как заднего, так и переднего отрезка. Трофические изменения в радужке при глаукоме носят возрастной характер, но они появляются раньше и прогрессируют быстрее. Они выражаются в диффузной атрофии зрачкового пояса в сочетании с деструкцией пигментной каймы, а на поздних стадиях — в изменении калибра сосудов и микроаневризмах по данным флюоресцентной иридоангиографии [8]. Дистрофические изменения в радужной оболочке у больных с глаукомой могут служить в известной мере показателем степени поражения дренажной системы глаза. Очевидно, что данные изменения в радужной оболочке могут повлиять на зрачковые реакции. В литературе описана методика пупиллографии [9], использующаяся у пациентов с различными воспалительными заболеваниями глаз и с артефакцией. При этом анализ реакции зрачка на свет при первичной открытоугольной глаукоме на той или иной стадии нам не встречался.

Цель: провести сравнительный анализ результатов дистанционной термографии, ультразвуковой доплерографии и зрачковых реакций у больных с первичной открытоугольной глаукомой на различных стадиях заболевания при компенсированном внутриглазном давлении.

Методы. Было обследовано 129 пациентов (216 глаз) с установленным диагнозом ПОУГ на различ-

ной стадии заболевания (основная группа): с ПОУГ I стадии — 56 глаз, II стадии — 55 глаз, III стадии — 55 глаз, IV стадии — 50 глаз. Возраст обследованных составил от 55 до 78 лет, из них 46 женщин и 24 мужчины. Внутриглазное давление (ВГД) нормализовано медикаментозно в 134 глазах. В 82 глазах ВГД нормализовано с помощью лазерной операции (лазерная трабекулопластика), произведенной не позже чем за месяц до обследования, в сочетании с медикаментозным гипотензивным лечением. Истинное внутриглазное давление (P_0) составило $15,8 \pm 1,1$ мм рт. ст.

В качестве контрольной группы взяты пациенты с начальной и незрелой возрастной катарактой — 30 пациентов (52 глаза). Возраст всех обследованных лиц контрольной группы составил от 59 до 76 лет, из них 7 мужчин и 11 женщин. Критерием исключения явилась тяжелая сосудистая патология (артериальная гипертензия 3-й стадии, инфаркт миокарда в течение последнего года, тяжелая артериальная окклюзия сосудов бассейна общей сонной артерии), а также патология щитовидной железы. Кроме того, в исследование не включались пациенты, перенесшие травмы глаз, увеит, операции по поводу глаукомы и катаракты, пациенты, получающие лекарственные препараты, содержащие пилокарпин, т.к. все эти факторы могут повлиять на моторные способности радужки, а значит, и на зрачковые реакции.

Всем пациентам проводились следующие обследования: тонометрия (тонограф ТНЦ-100), периметрия (у пациентов с I стадией ПОУГ на компьютерном периметре Synemed обнаружены скотомы в зоне Бьеррума; у пациентов со II стадией — сужение поля зрения более чем на 10° с верхненазальной стороны, у лиц с III стадией ПОУГ — сужение до 15° и более с различных сторон), ультразвуковая доплерография (медицинский ультразвуковой диагностический комплекс Voluson 730 Pro) с исследованием кровотока в центральной артерии сетчатки (ЦАС) и задних коротких цилиарных артериях (ЗКЦА), термографическое исследование (тепловизионная камера FLIR Systems ThermoCAM SC3000) с разрешением ИК-матрицы 320×240 пикселей, а также исследование зрачковых реакций с помощью программного комплекса ATest.

В ходе ультразвуковой доплерографии регистрировалась максимальная (систолическая) скорость кровотока (V_{max}), минимальная (диастолическая) скорость (V_{min}) и индекс резистентности (Ri) в центральной артерии сетчатки и задних коротких цилиарных артериях.

Термографическое обследование проводили в положении пациента сидя, во фронтальной проекции. Во время исследования обеспечивались стабильные условия окружающей среды с температурой около 23°C . Адаптация пациента к лабораторным условиям длилась 10 минут. До исследования исключались: инъекции, приём вазоактивных препаратов, физиотерапевтические процедуры. Во время тепловизионной съёмки выделяли на термограммах зону интереса: зону открытой глазной щели (зона 1), и зону в области верхнего века (при закрытых глазах) — зона 2, в которых измерялась средняя температура. С целью объективизации результатов осуществляли динамическую тепловизионную съёмку полного цикла закрытия и открытия века и измеряли температуру области роговицы и склеры в конце перед очередным закрытием века, в момент стабилизации температуры поверхности глазного яблока, используя разработанную нами методику [10]. Средняя температура века измерялась в момент времени перед открытием глаз, т.е.

при достижении стабилизации температуры века. При этом учитывалось, что физиологическая разница температур между левым и правым глазом (температурная асимметрия) находится в пределах 0,3°C.

Зрачковые реакции исследовались с помощью видеокамеры USB PC Camera 301P (WDM), видеосигнал с которой обрабатывался с помощью программного комплекса ATest. Исследование производилось в положении пациента сидя. С целью оптимизации процесса видеосъемки реакций зрачка камера крепилась к шлему на голове пациента и перемещалась в зависимости от обследуемого глаза. Объективность получаемых результатов обеспечивалась одинаковыми условиями видеосъемки: всем обследуемым пациентам на голове фиксировалась ширма из черной ткани, благодаря которой глаза пациентов находились в условиях абсолютной темноты, исключалось воздействие любых посторонних источников света. Видеорегистрация зрачковых реакций на свет осуществлялась на определенных параметрах светового импульса, источник которого встроен в видеокамеру. Длительность светового импульса составила 100 миллисекунд (мс), время контроля реакции зрачка 500 мс. В ходе одной серии видеорегистрации производилось 6 замеров на указанных параметрах светового импульса, после чего автоматически рассчитывался средний результат теста. В ходе исследования фиксировались следующие показатели: Тс — время сужения зрачка (мс); Тр — время расширения зрачка (мс), Кг — коэффициент реципрокности (Тр/Тс), Dc — процентное изменение диаметра зрачка (%).

Применяли методы статистического анализа: корреляционный, регрессионный, определяли среднее значение, ошибку среднего, доверительный интервал, стандартное отклонение. Достоверность различий всех получаемых результатов оценивалась с использованием параметрического критерия Стьюдента при $p < 0,05$.

Результаты. По результатам статистической обработки наибольшее снижение кровотока по сравнению с контрольной группой отмечалось у пациентов с далеко зашедшей и терминальной глаукомой, что не противоречит данным других исследований. Гемодинамические показатели у больных с ПОУГ представлены в табл. 1.

Для контрольной группы и групп пациентов с различными стадиями первичной открытоугольной глаукомы были определены средние значения температуры области открытой глазной щели (зона 1) и средние значения температуры века при закрытых глазах (зона 2), приведенные на рис. 1. Также отмечается тенденция снижения средней температуры зоны открытой глазной щели, наиболее выраженная в III и IV стадии ПОУГ по сравнению с группой контроля.

На рис. 2 представлен регрессионный анализ данных средней температуры области открытой глазной щели и индекса резистентности в ЗКЦА по стадиям первичной открытоугольной глаукомы с указанием линейных регрессионных уравнений и достоверности аппроксимации. Рис. 2 демонстрирует наличие между величиной индекса резистентности и величиной температуры зоны открытой глазной щели отрицательной линейной регрессии.

В табл. 2 представлены все полученные результаты исследования реакции зрачка у пациентов с глаукомой различной стадии; при этом можно наблюдать статистически достоверное уменьшение коэффициента реципрокности при увеличении степени тяжести глаукомных изменений, что демонстрирует рис. 3. Процент изменения диаметра зрачка также достоверно убывает от I к IV стадии ПОУГ.

Обсуждение. По мере прогрессирования глаукомной оптической нейропатии при доплерографическом исследовании задних коротких цилиарных артерий и центральной артерии сетчатки регистри-

Таблица 1

Показатели гемодинамики в центральной артерии сетчатки и задних коротких цилиарных артериях у больных ПОУГ и пациентов из контрольной группы

Стадия ПОУГ	Контрольная группа	I стадия	II стадия	III стадия	IV стадия
Показатель					
Vmax ЦАС (см/с)	15,15±0,2	13,4±0,4*	11,29±0,1*	10,03±0,4*	8,61±0,4*
Vmax ЗКЦА (см/с)	16,41±0,2	14,52±0,1*	11,63±0,4*	9,8±0,1*	8,13±0,4*
Vmin ЦАС (см/с)	6,97±0,4	5,98±0,3*	4,46±0,4*	4,22±0,1*	4,0±0,1*
Vmin ЗКЦА (см/с)	6,16±0,2	5,35±0,1*	4,12±0,09*	3,7±0,3*	3,13±0,1*
Ri ЦАС	0,6±0,01	0,63±0,02	0,67±0,02	0,72±0,01*	0,75±0,01*
Ri ЗКЦА	0,62±0,02	0,68±0,01*	0,72±0,01*	0,75±0,02	0,79±0,02*

Примечание: * — различия между группами статистически значимы, $p < 0,05$.

Таблица 2

Показатели зрачковых реакций у больных ПОУГ и пациентов из контрольной группы

Стадия ПОУГ	Контрольная группа	I стадия	II стадия	III стадия	IV стадия
Показатель					
Tc (мс)	1288,29±98	1436,73±79	1606,46±81	1709,29±59	1704,36±77
Tr (мс)	2233,54±88	2366,64±86	2396,61±76	2098,74±66	1655,67±59
Kr (Tr/Tc)	1,73±0,08	1,64±0,1	1,49±0,06*	1,22±0,07*	0,97±0,1*
Dc (%)	19,91±1,31	18,02±1,15*	15,33±0,99*	11,7±1,54*	5,19±1,34*

Примечание: * — различия между группами статистически значимы, $p < 0,05$.

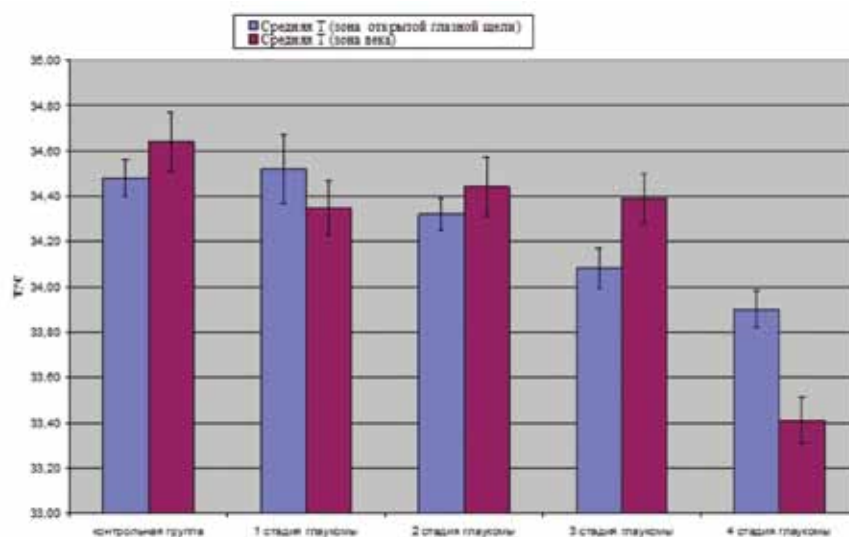


Рис. 1. Динамика средней температуры у пациентов с ПОУГ на различной стадии

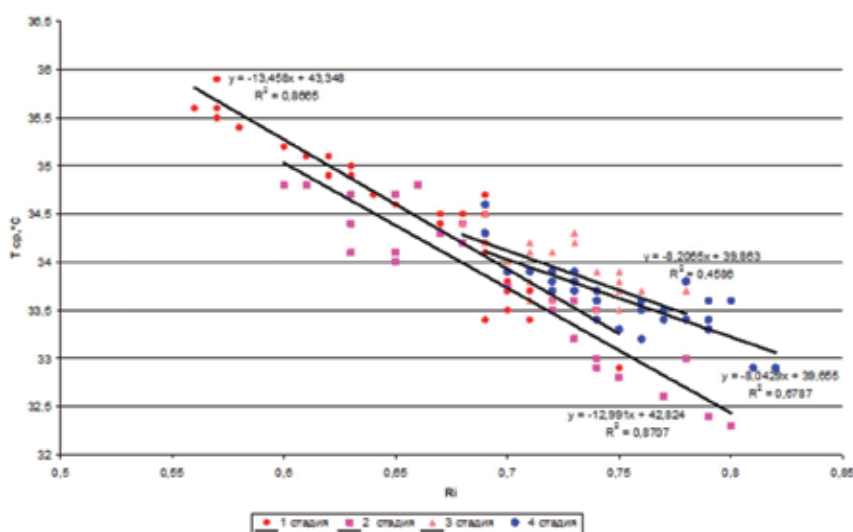


Рис. 2. Линейная регрессия между температурой зоны открытой глазной щели и индексом резистентности в задних коротких цилиарных артериях при ПОУГ различной стадии

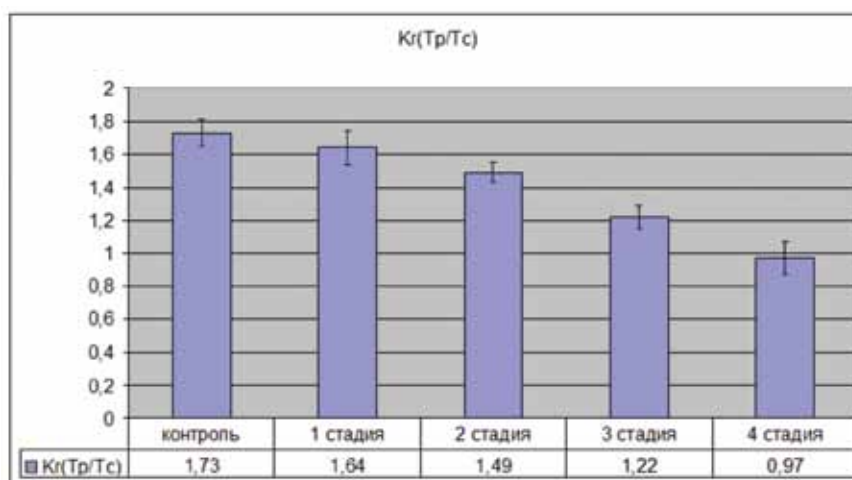


Рис. 3. Динамика изменения коэффициента реципрокности у больных с ПОУГ на различной стадии

руется снижение максимальной и минимальной скорости кровотока и увеличение индекса резистентности [6, 7]. Полученные нами данные показывают, что средняя температура зоны открытой глазной щели уменьшается от I к IV стадии ПОУГ. При этом имеются достоверные различия между температурой этой зоны у лиц с I и III, с I и IV, II и III, II и IV, III и IV стадиями заболевания, а также у лиц из контрольной группы и пациентов со II, III и IV стадией ПОУГ. Между температурой зоны 1-й контрольной группы и пациентами с начальной (I) стадией ПОУГ, а также между температурой у больных с I и II стадией заболевания достоверных различий не обнаружено. Температура века меняется от стадии к стадии в меньшей степени.

Значение температуры области открытой глазной щели у больных ПОУГ коррелирует с показателями гемодинамики в центральной артерии сетчатки и задних коротких цилиарных артериях. Наибольшая прямая корреляция отмечается между показателем температуры в исследуемой области и максимальной и минимальной скоростью кровотока в ЗКЦА (коэффициент корреляции 0,990 и 0,967 соответственно). Также корреляция наибольшая между показателем температуры этой области и индексом резистентности в ЦАС и ЗКЦА (–0,999 и –0,994 соответственно) — обратная корреляционная связь.

Среди показателей, полученных в ходе видеорегистрации зрачковых реакций, отмечается уменьшение коэффициента реципрокности и процентного изменения диаметра зрачка при прогрессировании глаукомной оптической нейропатии. При этом статистически значимо эти показатели отличаются у пациентов с II, III и IV стадией ПОУГ. Это свидетельствует о прогрессирующем характере дистрофических изменений переднего отрезка глаза у больных первичной открытоугольной глаукомой.

Заключение. Данные дистанционной термографии, ультразвуковой доплерографии, видеорегистрации зрачковых реакций отличаются у больных с различными стадиями глаукомного процесса. Выявлена значимая корреляция температурных показателей и состояния глазного кровотока. Дистанционная термография и ультразвуковая доплерография могут быть использованы для мониторинга состояния органа зрения у больных с первичной открытоугольной глаукомой. Выявленные нарушения временных характеристик зрачковых реакций позволяют использовать полученные показатели для комплексной оценки степени дегенеративных изменений в зрительной системе при ПОУГ.

Конфликт интересов. Работа выполнена в рамках программы НИР кафедры глазных болезней «Фундаментальные и клинические аспекты этиопатогенеза, профилактики, создания новых технологий диагностики, лечения и организации специализированной помощи больным хирургического профиля», номер государственной регистрации 01200959764 от 06.10.2009 г.

Библиографический список

1. Либман Е.С., Шахова Е.В. Слепота и инвалидность вследствие патологии органа зрения в России // *Вестн. офтальмол.* 2006. Т. 122, № 1. С. 35–37.

2. Kaiser H. J., Schoetzau A., Flammer J. Bloodflow velocities of the extraocular vessels in patients with hightensionand normal-tension primary open-angle glaucoma // *J. Ophthalmol.* 1997. Vol. 123. P. 320–327.

3. Акопов Е.Л., Нефедова Д.М. Сосудистые факторы риска развития первичной открытоугольной глаукомы // *Клиническая офтальмология.* 2008. Т. 9, № 2. С. 68–69.

4. Measurement of ocular blood flow velocity using colour Doppler imaging in low tension glaucoma / Z. Butt, G. McKillop, C. O'Brian [et al.] // *Eye.* 1995. Vol. 9. P. 29–33.

5. Ocular blood flow in healthy and primary open-angle glaucomatous eyes / H. Birinci, M. Danaci, I. Oge [et al.] // *Ophthalmologica.* 2002. Vol. 206, № 6. P. 434–437.

6. Evaluation of ocular surface temperature and retrobulbar hemodynamics by infrared thermography and Colour Doppler imaging in patients with glaucoma / F. Galassi, B. Giambene, A. Corvi, G. Falaschi // *Br. J. Ophthalmol.* 2007. Vol. 91. P. 878–881.

7. Is corneal temperature correlated with blood-flow velocity in the ophthalmic artery? / K. Gugleta, Ul. S. Org, J. Flammer / [et al.] // *Curr. EyeRes.* 1999. Vol. 19. P. 496–501.

8. Зарубин Г.С., Зубарева Т.В. Организация активного выявления и диспансерного обслуживания больных глаукомой // *Методическое письмо.* М., 1965. С. 16–17.

9. Способ пупиллографии: пат. 2197169 РФ, МПК А61В3 / 00 / И.А. Макаров; № 2000129759 / 14; заявл. 29.11.2000; опубл. 27.01.2003, Бюл. № 2. 6 с.

10. Способ контроля медикаментозного воздействия на состояние глаз: пат. 2415640 (РФ), МПК А61В5 / 01 / Д.А. Усанов, А.В. Скрипаль, Т.Г. Каменских [с соавт.]; № 2009132829 / 14; заявл. 31.08.2009; опубл. 10.04.2011, Бюл. № 10.

Translit

1. Libman E. S., Shahova E. V. Slepota i invalidnost' vsledstvie patologii organa zrenija v Rossii // *Vestn. oftal'mol.* 2006. Т. 122, № 1. С. 35–37.

2. Kaiser H. J., Schoetzau A., Flammer J. Bloodflow velocities of the extraocular vessels in patients with hightensionand normal-tension primary open-angle glaucoma // *J. Ophthalmol.* 1997. Vol. 123. P. 320–327.

3. Akopov E. L., Nefedova D. M. Sosudistye faktory riska razvitiya pervichnoj otkrytougol'noj glaukomy // *Klinicheskaja oftal'mologija.* 2008. Т. 9, № 2. С. 68–69.

4. Measurement of ocular blood flow velocity using colour Doppler imaging in low tension glaucoma / Z. Butt, G. McKillop, C. O'Brian [et al.] // *Eye.* 1995. Vol. 9. P. 29–33.

5. Ocular blood flow in healthy and primary open-angle glaucomatous eyes / H. Birinci, M. Danaci, I. Oge [et al.] // *Ophthalmologica.* 2002. Vol. 206, № 6. P. 434–437.

6. Evaluation of ocular surface temperature and retrobulbar hemodynamics by infrared thermography and Colour Doppler imaging in patients with glaucoma / F. Galassi, B. Giambene, A. Corvi, G. Falaschi // *Br. J. Ophthalmol.* 2007. Vol. 91. P. 878–881.

7. Is corneal temperature correlated with blood-flow velocity in the ophthalmic artery? / K. Gugleta, Ul. S. Org, J. Flammer / [et al.] // *Curr. EyeRes.* 1999. Vol. 19. P. 496–501.

8. Zarubin G. S., Zubareva T. V. Organizacija aktivnogo vyjavenija i dispansernogo obsluzhivaniya bol'nyh glaukomoj // *Metodicheskoe pis'mo.* М., 1965. С. 16–17.

9. Sposob pupillografii: pat. 2197169 RF, МПК А61В3 / 00 / И.А. Макаров; № 2000129759 / 14; заявл. 29.11.2000; опубл. 27.01.2003, Бюл. № 2. 6 с.

10. Sposob kontrolja medikamentoznogo vozdeystviya na sostojanie glaz: pat. 2415640 (RF), МПК А61В5 / 01 / Д.А. Усанов, А.В. Скрипаль, Т.Г. Каменских [с соавт.]; № 2009132829 / 14; заявл. 31.08.2009; опубл. 10.04.2011, Бюл. № 10.