

Оригинальные работы / Original papers

© С. Н. Тульцева, А. И. Титаренко, А. Г. Руховец, 2017
УДК 617.735-005.6:616.1-053.81

С. Н. Тульцева, А. И. Титаренко*, А. Г. Руховец

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

СОСТОЯНИЕ ГЛАЗНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ С ОККЛЮЗИЕЙ ВЕН СЕТЧАТКИ МОЛОДОГО И СРЕДНЕГО ВОЗРАСТА

Резюме

Введение. Нарушение регионарной гемодинамики является одним из ключевых факторов развития окклюзии вен сетчатки (ОВС). К доступным методам оценки глазной составляющей глазоорбитального кровотока относятся офтальмоплетизмография и реоофтальмография. Ценность офтальмосфигмографии подвергается сомнению в связи с зависимостью получаемых результатов от орбитального компонента глазной гемодинамики. Оценка сосудистого русла при флюоресцентной ангиографии также дает косвенную оценку глазного кровотока.

Цель — определить гемодинамические показатели и информативность используемых методик у пациентов с окклюзией вен сетчатки молодого и среднего возраста.

Материал и методы. В исследование включены 30 больных с окклюзией вен сетчатки. Всем пациентам проводилось стандартное офтальмологическое обследование с дополнительной оценкой регионарного глазного кровотока такими методами, как офтальмоплетизмография, офтальмореография, офтальмосфигмография и флюоресцентная ангиография сетчатки.

Результаты исследования. У лиц молодого и среднего возраста с ОВС на глазу выявлено незначимое снижение показателей регионарной гемодинамики. Получены высокие значения факторных весов для офтальмоплетизмографии и офтальмореографии, которые значительно превышают вклад амплитуды глазного пульса давления.

Заключение. У лиц молодого и среднего возраста с окклюзией вен сетчатки отмечена тенденция к уменьшению всех гемодинамических показателей на глазу. Полученные высокие значения факторных весов отражают сопоставимую информативность офтальмоплетизмографии и офтальмореографии. Более информативными оказываются исследования, на результаты которых в наименьшей степени влияет кровоток в орбитальных тканях.

Ключевые слова: окклюзия вен сетчатки, офтальмоплетизмография, офтальмореография, офтальмосфигмография

Тульцева С. Н., Титаренко А. И., Руховец А. Г. Состояние глазного кровообращения у пациентов с окклюзией вен сетчатки молодого и среднего возраста. Ученые записки СПбГМУ им. акад. И. П. Павлова. 2017; 24 (4): 29–34. DOI: 10.24884/1607-4181-2017-24-4-29-34.

* Автор для связи: Александра Ивановна Титаренко, ФГБОУ ВО «ПСПбГМУ им. акад. И. П. Павлова» Минздрава России, ул. Льва Толстого, д. 6-8, Санкт-Петербург, Россия, 197022. E-mail: Aleksandra-titarenko@yandex.ru.

© S. N. Tultseva, A. I. Titarenko, A. G. Rukhovets, 2017
UDC 617.735-005.6:616.1-053.81

S. N. Tultseva, A. I. Titarenko*, A. G. Rukhovets

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Academician I. P. Pavlov First Saint-Petersburg State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

EYE HEMODYNAMICS IN YOUNG AND MIDDLE-AGED PATIENTS WITH RETINAL VEIN OCCLUSION

Abstract

Actuality. Regional hemodynamics ccontravention is one of the key factors in the development of retinal vein occlusion. The available methods estimating the ocular component of oculoorbital blood flow include ophthalmoplethysmography and ophthalmorheography. The value of ophthalmosphymography is in question due to the dependence of the results obtained from the orbital component of eye hemodynamics. Assessment of the vascular bed in the fluorescein angiography also gives an indirect assessment of ocular blood flow.

The objective is to estimate hemodynamics indices and informativity of used methods in young and middle-aged patients with retinal vein occlusion.

Materials and methods. The study included 30 patients with retinal vein occlusion. In all patients, routine ophthalmic examination was performed and ocular blood flow was additionally estimated using ophthalmoplethysmography, ophthalmorheography, ophthalmosphymography, and fluorescein angiography.

Results. Insignificant decrease of ocular blood flow indices was found on the eye with RVO in young and middle-aged patients with retinal vein occlusion. High values of factors weight of ophthalmoplethysmography and ophthalmorheography was found, which were significantly exceed the contribution of ocular pulse amplitude of pressure.

Conclusions. There was a tendency to decrease all hemodynamic parameters on the eye with RVO in young and middle-aged patients with retinal vein occlusion. The received high values of factors weights reflect the comparable informativity of ophthalmoplethysmography and ophthalmorheography. The researchers are more informative, which results were less affected by the blood flow in the orbital tissues.

Keywords: retinal vein occlusion, ophthalmoplethysmography, ophthalmorheography, ophthalmosphygmography

Tultseva S. N., Titarenko A. I., Rukhovets A. G. Regional hemodynamics state in young and middle-aged adults with retinal vein occlusion. The Scientific Notes of IPP-SPSMU. 2017;24(4):29–34. (In Russ.). DOI: 10.24884/1607-4181-2017-24-4-29-34.

* **Corresponding author:** Aleksandra I. Titarenko, FSBEI HE «I. P. Pavlov SPbSMU» MOH Russia, 6-8 L'va Tolstogo street, Saint-Petersburg, Russia, 197022. E-mail: Aleksandra-titarenko@yandex.ru.

ВВЕДЕНИЕ

Изменения регионарной гемодинамики могут играть ключевую роль в эволюции такой офтальмологической патологии, как диабетическая ретинопатия, глаукома, передняя ишемическая нейрооптикопатия, окклюзии артерий и вен сетчатки [1–3]. Нарушением глазного кровотока сопровождаются гипертоническая болезнь, атеросклероз, сахарный диабет, системные васкулиты [4]. Полиэтиологичность перечисленных заболеваний определяет значимость изучения глазной гемодинамики как у пациентов с офтальмологической патологией, так и у больных с нарушением системной гемодинамики.

Доступные в настоящее время методы исследования глазного кровотока не позволяют провести всестороннюю оценку регионарной гемодинамики, поскольку каждый из них дает представление об отдельных характеристиках последнего [6]. Кроме того, установлено, что оценка кровотока органа зрения диктует необходимость раздельного учета орбитального и глазного компонентов кровотока. К доступным методам оценки глазной составляющей глазоорбитального кровотока можно отнести офтальмоплетизмографию и реоофтальмографию, а также методы исследования сосудов глазного дна (в частности, косвенную оценку дает флюоресцентная ангиография). Офтальмоплетизмография позволяет оценить и зарегистрировать колебания объема глазного яблока. При реоофтальмографии измеряются объемные пульсовые и скоростные изменения кровотока, основанные на регистрации сопротивления глазного яблока высокочастотному электрическому току. При офтальмосфигмографии с использованием динамического контурного тонометра Pascal регистрируются колебания внутриглазного давления во время сердечного цикла, однако, несмотря на специальную форму датчика, не исключается влияние орбитального кровотока на регистрируемые показатели [7–9].

Одним из основных факторов развития окклюзии вен сетчатки (ОВС) являются гемодинамические нарушения, что определяется прямой зависимостью между кровотоком в сетчатке и ретинальным перфузионным давлением [4]. Снижение глазного перфузионного давления может быть обусловлено избыточной вариабельностью артериального давления (АД) при сосудистой ди-

стонии, ночными падениями АД, наличием апноэ, ортостатической гипотензии, повышенного венозного давления, реперфузии, вазоспазма [10]. Указанные изменения могут явиться основой нарушения глазного кровообращения с развитием ишемии структур глазного яблока. Выполнение в ранних сроках заболевания офтальмоплетизмографии с реографией и регистрацией амплитуды глазного пульса давления в сочетании с флюоресцентной ангиографией сетчатки позволяет выявить возможные гемодинамические нарушения у пациентов с вазоокклюзионными поражениями сетчатки, индивидуализировать терапию и тем самым снизить риски развития неоваскулярных осложнений.

Цель — определить гемодинамические показатели и информативность используемых методик у пациентов с окклюзией вен сетчатки молодого и среднего возраста. Задачи исследования: оценить регионарную гемодинамику при ОВС у лиц молодого возраста методами офтальмоплетизмографии, офтальмореографии, офтальмосфигмографии. Определить взаимосвязи полученных показателей. Выделить наиболее информативные показатели, характеризующие регионарный кровоток глазного яблока.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследование включены 30 пациентов (14 женщин и 16 мужчин) с ОВС, средний возраст которых составил 42,3 года (от 23 до 50 лет). Длительность заболевания составила 4,5 месяца (от 2 дней до 24 месяцев). Окклюзия центральной вены сетчатки (ЦВС) была выявлена у 20 и окклюзия ветви ЦВС — у 10 пациентов. Ишемический тип ОВС с локализацией зон ишемии на периферии выявлен у 15 больных. Всем пациентам проводилось стандартное офтальмологическое обследование, которое включало визометрию (с использованием проектора знаков Zeiss, SZP-250), тонометрию с помощью портативного тонометра iCare TAO1i; биомикроофтальмоскопию, цифровое фотографирование глазного дна на мидриатической фудус-камере TRC-NW7SF (Topcon); стандартную автоматическую периметрию (САП) (Octopus 101, Haag-Streit International), оптическую когерентную томографию (ОКТ) и флюоресцентную ангиографию (ФАГ) сетчатки с измерением площади

Таблица 1

Показатели офтальмоплетизмографии и офтальмосфигмографии на глазу с ОВС и без ОВС

Table 1

Ophthalmoplethysmography and ophthalmosphygmography indices on the eye with RVO and without RVO

Показатель	На глазу с ОВС	На глазу без ОВС	Разница между глазами, %	P
Систолический прирост пульсового объема, мкл	6,24 (1,90 – 15,25)	7,27 (2,35 – 14,96)	15,7 (0,3 – 63,6)	>0,05
Систолический прирост пульсового объема глазного яблока за минуту, мкл	386,5 (129,9 – 832,2)	434,3 (151,6 – 794,3)	15,7 (0,3 – 64,1)	>0,05
Пульсовой объем переднего сегмента, мкл	0,53 (0,18 – 1,53)	0,72 (0,23 – 1,53)	14,30 (1,0 – 63,6)	>0,05
Время анакроты, с	0,25 (0,18 – 0,43)	0,25 (0,20 – 0,50)	4,20 (0,0 – 18,2)	>0,05
Время катакроты, с	0,62 (0,25 – 0,81)	0,61 (0,25 – 0,77)	1,80 (0,0 – 18,2)	>0,05
Отношение времени А/К, с	0,40 (0,27 – 0,86)	0,40 (0,25 – 0,85)	5,2 (0,0 – 42,5)	>0,05
Коэффициент по Янтчу, %	1,3 (0,21 – 2,32)	1,33 (0,32 – 2,59)	25,7 (0,0 – 107,8)	>0,05

участков отсутствия капиллярной перфузии (Spectralis HRA + OCT, Heidelberg Engineering). Объективная оценка глазного кровотока производилась тремя методами. Офтальмоплетизмография выполнялась на офтальмоплетизмографе ОП-А (СКТБ ОП «Оптимед», Россия), калиброванном по оптимизированной методике [11]. Оценивались время анакроты и катакроты (At и Kt, с), их отношение (AKt); систолический прирост пульсового объема, мкл (СППО); СППО переднего сегмента (СППОПС, непосредственно регистрируемый показатель), СППО глазного яблока (СППОГЯ, рассчитывается как СППОПС·коэффициент пересчета, учитывающий длину переднезадней оси глазного яблока), минутный объем СППОГЯ (МОСППОГЯ, рассчитывается как СППОГЯ·ЧСС). Офтальмосфигмография выполнялась на динамическом контурном тонометре Pascal. Офтальмоареография проводилась на реографе МИЦАР-РЕО-201 с измерением реографического коэффициента по Янтчу.

Анализ результатов проводился с использованием статистического пакета программ «Statistica 10» и включал расчеты $M \pm \delta$, их дисперсий и коэффициента корреляции Спирмена. При описании количественных показателей указаны медиана, минимальное и максимальное значения. Для оценки структуры характеристик регионарной гемодинамики применялся многофакторный анализ с использованием метода главных компонент, который признается оптимальным при изучении структурно-функциональных соотношений при поражении, в частности, системы кровообращения [12]. Метод главных компонент (вариант многомерной статистики) позволяет выделить в совокупности характеристик явления, наиболее информативные в изучаемом процессе. Поздняя обращаемость пациентов и обусловленные этим различные сроки обследования сводили к минимуму временную компоненту в структуре исследованных явлений. В связи с этим характеристик, учитывающих этот параметр, не вводилось.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На момент обследования острота зрения на глазу с ОВС составила 0,45 (от 0,02 до 1,25), толщина сетчатки в макулярной области – 310 мкм (от 220 до 1475 мкм), длина переднезадней оси глаза с ОВС – 23,5 мм (от 21,3 до 28,2 мм). Амплитуда глазного

пульса давления на глазу с ОВС составила 1,7 мм рт. ст. (от 0,7 до 3,8 мм рт. ст.). При регистрации параметров глазного кровотока системные гемодинамические показатели были следующие: частота пульса составляла 65 уд./мин (от 54 до 83 уд./мин), систолическое АД – 122 мм рт. ст. (от 100 до 178 мм рт. ст.), диастолическое АД – 80 мм рт. ст. (от 50 до 105 мм рт. ст.). Показатели офтальмоплетизмографии и данные реоофтальмографии приведены в табл. 1. Меньшие их значения в большинстве случаев зафиксированы на глазах с ОВС. Однако значимых различий по данным регионарного кровотока между глазами получено не было.

Установлена тесная прямая корреляционная зависимость между офтальмосфигмографией и показателями офтальмоплетизмографии (СППОПС ($r=0,65$), СППО ($r=0,67$), МОСППОГЯ ($r=0,67$)) и реоофтальмографии ($r=0,66$), а также между реоофтальмографией и офтальмоплетизмографией (СППОПС ($r=0,8$), СППО ($r=0,76$), МОСППОГЯ ($r=0,8$)) (рисунок). Выявлена прямая связь между средней светочувствительностью сетчатки по данным САП и остротой зрения ($r=0,6$), амплитудой глазного пульса давления ($r=0,28$), коэффициентом по Янтчу ($r=0,28$) и обратная зависимость между индексом среднего отклонения по данным САП и остротой зрения ($r=-0,56$).

При сопоставлении со здоровым глазом получены значимые различия только по остроте зрения ($p=0,001$), толщине сетчатки в макулярной области ($p<0,001$).

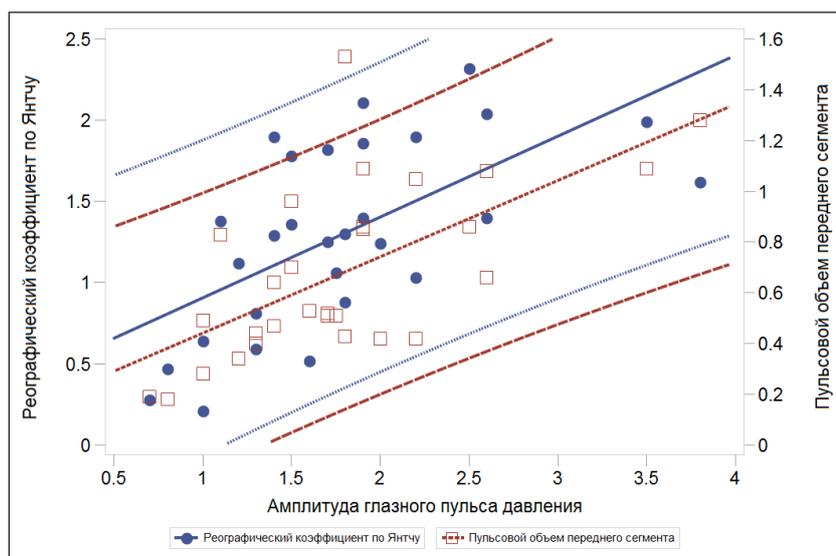


Диаграмма рассеивания гемодинамических показателей на глазу с ОВС
Scatter diagram of hemodynamic parameters on the eye with RVO

Анализу подвергнуты данные о структуре трех факторов в сопоставляемых группах, кумулятивная информативность которых, как следует из данных табл. 2, составляет на глазу с ОВС 81 %, на здоровом – 80 %.

Фактор 1, информативность которого составляет 47 и 42 % на глазу с ОВС и здоровом глазу соответственно, характеризуется объемными и скоростными показателями гемодинамики. Поэтому этот фактор можно интерпретировать как «Фактор

объемного кровотока». Фактор 2, описывающий 19 и 25 % всех признаков на глазу с ОВС и здоровом глазу, отражает особенности межочулярных различий. Данный фактор может интерпретироваться как «Фактор межочулярной асимметрии». Наибольший вклад в 3-й фактор, описывающий 15 и 13 % признаков в группах соответственно, вносят признаки, характеризующие растяжимость сосудистой стенки. Этот фактор можно трактовать как «Фактор эластичности сосудистой стенки».

В обеих группах в структуре первого фактора одинаково высоко значим вклад показателей офтальмоплетизмографии и реографического коэффициента по Янтчу. Выявляемые высокие значения

факторных весов отражают сопоставимую информативность данных методов оценки регионарного кровообращения. Существенно более низкий вклад амплитуды глазного пульса давления по сравнению с показателями офтальмоплетизмографии и реографического коэффициента по Янтчу позволяет сделать заключение о меньшей диагностической ценности последнего исследования.

Отсутствие асимметрии между глазами, но отмечаемая тенденция к уменьшению всех гемодинами-

Таблица 2

Матрица факторных нагрузок в методе главных компонент на глазу с ОВС и без ОВС

Table 2

The matrix of factor loadings in the method of principal components on the eye with RVO and without RVO

Показатель	На глазу с ОВС			На глазу без ОВС		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
Амплитуда глазного пульса давления	0,59	-0,50	-0,12	-0,54	-0,59	0,23
Коэффициент по Янтчу	0,76	-0,32	-0,09	-0,82	-0,21	0,14
СППОПС	0,81	-0,37	-0,34	-0,77	-0,55	-0,13
Межочулярная асимметрия по СППОПС	-0,82	-0,53	-0,12	0,77	-0,60	-0,05
СППО	0,83	-0,33	-0,34	-0,80	-0,51	-0,16
Межочулярная асимметрия по СППО	-0,82	-0,52	-0,13	0,76	-0,59	-0,08
МОСППОГЯ	0,86	-0,42	-0,26	-0,80	-0,59	-0,04
Межочулярная асимметрия по МОСППОГЯ	-0,82	-0,52	-0,12	0,75	-0,60	-0,08
Время анакроты	-0,22	0,41	-0,70	-0,30	0,11	-0,63
Межочулярная асимметрия по анакроте	-0,34	0,17	-0,71	0,17	-0,12	-0,73
Время катакроты	-0,13	-0,52	0,45	0,38	-0,28	0,59
Межочулярная асимметрия по катакроты	-0,24	0,28	-0,74	0,05	-0,06	-0,79
Отношение А/К	-0,02	0,41	-0,73	-0,39	0,19	-0,68
Межочулярная асимметрия по отношению А/К	-0,48	-0,09	-0,53	0,39	-0,37	-0,34
Объясняемая дисперсия	9,43	3,86	3,09	8,38	5,10	2,65
Доля дисперсии от всей исходной	0,47	0,19	0,15	0,42	0,25	0,13

ческих признаков на двух глазах с более значительным их снижением на глазу с ОВС по сравнению с представленными ранее данными [13] указывают на системную гемодинамическую дисфункцию у лиц с ОВС. Основным звеном последней, возможно, является эндотелиальная дисфункция, роль которой изучается при ОВС у лиц молодого возраста [14]. Обсуждаемый факт определяет необходимость набора контрольной группы.

Вазоокклюзионные поражения относятся к категории редкой офтальмологической патологии у лиц молодого возраста, что является основным ограничением представленных в литературе исследований. Кроме того, актуально и то, что больные обследуются, как правило, в различные сроки от дебюта заболевания. Последнее может определять разноречивость результатов исследования, приводимых отдельными авторами. Избежать указанных ограничений представляется возможным только при увеличении численности обследованной группы больных.

Остается дискуссионным вопрос о приоритетности различных существующих методов оценки регионарной гемодинамики. В связи с отсутствием методов, позволяющих комплексно оценивать состояние регионарной гемодинамики, большинство авторов указывают на необходимость использования комбинации из максимального числа доступных методик. Сопоставление их результативности предполагает одновременное их применение, что доступно лишь высокотехнологически оснащенным офтальмологическим клиникам. По результатам этого пилотного исследования, выполненного у лиц молодого и среднего возраста с ОВС, имеет место тенденция к уменьшению всех гемодинамических показателей на глазу с ОВС. Несмотря на приоритетность выполнения комплексной оценки регионарной гемодинамики методами офтальмоплетизмографии, реоофтальмографии и офтальмосфигмографии, в связи с определяемой сопоставимой информативностью, по предварительным данным, в клинической практике возможно использование одного способа оценки глазной гемодинамики. Выбор метода определяется доступностью, оснащенностью лечебного учреждения, времязатратностью исследования. Более информативными оказываются исследования, на результаты которых в наименьшей степени влияет кровотоки в орбитальных тканях. Преимуществом офтальмоплетизмографии является получение значений в абсолютных величинах (мкл) и независимость от исследователя. На величину глазного кровотока влияют величина артериального давления и частота сердечных сокращений, которые необходимо одновременно регистрировать при оценке регионарной гемодинамики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам данного пилотного исследования, выполненного у лиц молодого и среднего

возраста с ОВС, имеет место тенденция к уменьшению всех гемодинамических показателей регионарной гемодинамики, более выраженная на глазу с ОВС.

В исследовании не было получено значимых различий по гемодинамическим показателям между здоровым глазом и глазом с ОВС, что может указывать на общую сосудистую дисрегуляцию у пациентов молодого и среднего возраста с ОВС.

Гемодинамические показатели, получаемые при офтальмоплетизмографии и офтальмореографии, коррелируют между собой в высокой степени и несколько меньше — с результатами офтальмосфигмографии.

По данным многофакторного анализа, наиболее информативным показателем, характеризующим регионарный кровоток глазного яблока, является систолический прирост пульсового объема глазного яблока за минуту, измеренный методом офтальмоплетизмографии.

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов.

Conflicts of interest

Authors declare no conflict of interest.

ЛИТЕРАТУРА

1. Geyer O., Neudorfer M., Snir T. et al. Pulsatile ocular blood flow in diabetic retinopathy // Acta. Ophthalmol. Scand. — 1999. — № 77 (5). — P. 522–525.
2. Abegro Pinto L., Willekens K., Van Keer K. et al. Ocular blood flow in glaucoma — the Leuven Eye Study // Acta Ophthalmol. — 2016. — № 94 (6). — P. 592–598.
3. Тульцева С. Н., Титаренко А. И., Руховец А. Г. Характеристика системной и регионарной гемодинамики при ишемической окклюзии вен сетчатки у лиц молодого и среднего возраста // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. — 2016. — № 2 (58). — С. 24–31
4. Тульцева С. Н. Анатомические и гемодинамические предпосылки развития окклюзий вен сетчатки // Офтальмолог. вестн. — 2011. — № IV (4). — С. 70–76.
5. Астахов Ю. С., Тульцева С. Н., Титаренко А. И. Роль дисфункции эндотелия в патогенезе сосудистых заболеваний органа зрения // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. — 2017. — № 4 (60). — С. 5–16.
6. Астахов Ю. С., Джалиашвили О. А. Современные направления в изучении гемодинамики глаза при глаукоме // Офтальмолог. журн. — 1990. — № 3. — С. 179–183.
7. Руховец А. Г., Астахов Ю. С. Методы исследования гемодинамики глаза, основанные на регистрации пульсовых колебаний объема глазного яблока // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. — 2017. — № 4 (60). — С. 30–38.
8. Киселева Т. Н., Агжемян Н. А. Методы оценки глазного кровотока при сосудистой патологии глаза // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. — 2015. — № 4 (56). — С. 4–10.
9. Соколов В. О. Значение исследования гемодинамики глаза и основных зрительных функций в диагностике нарушений проходимости брахиоцефальных артерий // Офтальмолог. вестн. — 2010. — № 3 (3). — С. 63–70.
10. Flammer J., Konieczka K., Bruno R. M. et al. The eye and the heart // Eur Heart J. — 2013. — № 34 (17). — P. 1270–1278.

11. Астахов Ю. С., Будник В. М., Астахов С. Ю. и др. Калибровочный стенд для офтальмоплетизмографа: патент на полезную модель RUS №160253. – 2016.

12. Бондаренко Б. Б., Барт В. А., Демченко Е. А. и др. Актуальные аспекты методологии клинико-статистического анализа // Клини. и эксперимент. кардиол. / ред. Е. В. Шляхто. – СПб.: АМЦ, 2005. – С. 136–148.

13. Астахов Ю. С., Руховец А. Г. Офтальмоплетизмография как метод оценки кровообращения глаза // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2016. – № 2 (58). – С. 17–23.

14. Flammer J., Konieczka K. Retinal venous pressure – the role of endothelin // The EPMA Journal. – 2015. – № 6 (21). – P. 1–12.

REFERENCES

1. Geyer O., Neudorfer M., Snir T. et al. Pulsatile ocular blood flow in diabetic retinopathy. Acta Ophthalmol. Scand. 1999;77(5):522–525.

2. Abegão Pinto L., Willekens K., Van Keer K. et al. Ocular blood flow in glaucoma – the Leuven Eye Study. Acta Ophthalmol. 2016;94(6):592-598.

3. Tultseva S.N., Titarenko A.I., Rukhovets A.G. Characteristics of systemic and regional hemodynamics in ischemic retinal vein occlusion in young and middle-aged adults. Regionarnoe krovoobrashchenie i mikrocirkulyaciya. 2016;2(58):24-31. [In Russian]

4. Tultseva S.N. Anatomical and hemodynamic prerequisites for retinal vein occlusion development. Oftalmolog. Vedomosti. 2011;IV(4):70–76. [In Russian]

5. Astakhov Y.S., Tultseva S.N., Titarenko A.I. The role of endothelium dysfunction in the pathogenesis of vascular ocular

diseases. Regionarnoe krovoobrashchenie i mikrocirkulyaciya. 2017;4(60):5-16. [In Russian].

6. Astakhov Y.S., Dzhaliashvili O.A. The contemporary tendency in the eye hemodynamics research in glaucoma. Oftal'molog. zhurn. 1990;3:179–183. [In Russian]

7. Rukhovets A.G., Astakhov Y.S. Methods of pulsatile ocular hemodynamics assessment. Regionarnoe krovoobrashchenie i mikrocirkulyaciya. 2017;4(60):30-38. [In Russian].

8. Kiseleva T.N., Adzhemian N.A. Ocular blood flow assessment in vascular pathology of the eye. Regionarnoe krovoobrashchenie i mikrocirkulyaciya. 2015;2(58):24-31 [In Russian]

9. Sokolov O.V. The significance of ocular hemodynamics and visual function in the investigation of the diagnosis of the brachiocephalic arteries' obstruction disease. Oftalmologicheskie vedomosti. 2010;3(3):63–70 [In Russian]

10. Flammer J., Konieczka K., Bruno R.M., Virdis A., Flammer A.J., Taddei S. The eye and the heart. Eur Heart J. 2013; 34(17):1270-1278.

11. Astakhov Y.S., Budnik V.M., Astakhov S.Y., Rukhovets A.G., Maklegin A.N., Akopov E.L. Calibration stand for ophthalmoplethysmograph. Patent for utility model RUS№160253. 2016

12. Bondarenko B.B., Bart V.A., Demchenko E.A. et al. Actual aspects of the methodology of clinical and statistical analysis. Clinical and experimental cardiology. Edited by Shlyakhto E.V. – SPb.:Publishing house:OOO «AMC», 2005. – P. 136-148

13. Rukhovets A.G. Astakhov Y.S.. Ophthalmoplethysmography in ocular blood flow assessment. Regionarnoe krovoobrashchenie i mikrocirkulyaciya. 2016; 2(58):17-23 [In Russian].

14. Flammer J., Konieczka K. Retinal venous pressure: the role of endothelin. The EPMA Journal. 2015;6(21):1-12

Дата поступления статьи 07.04.2017

Дата публикации статьи 21.12.2017