УДК 617.7-073.178

А.Р. НУГМАНОВА[1], Б.М. АЗНАБАЕВ[1], А.Ш. ЗАГИДУЛЛИНА[1], М.А. ГИЗАТУЛЛИНА[2]

[1] Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, 450008, г. Уфа, ул. Ленина, д. 3

[2] Центр лазерного восстановления зрения «Оптимед», 450059, г. Уфа, ул. 50 лет СССР, д. 8

Тонометрия у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой с учетом индивидуальных морфометрических показателей глаза и биомеханических свойств корнеосклеральной оболочки

Нугманова Альбина Ринатовна — аспирант кафедры офтальмологии с курсом ИДПО, тел. +7–917–809–99–95, e–mail: sultanova.albina@mail.ru, ORCID ID: 0000–0003–1796–8248

Азнабаев Булат Маратович — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой офтальмологии с курсом ИДПО, тел. +7 (347) 282–91–79, e–mail: kaf–ofthalmolog@mail.ru, ORCID ID: 0000–0003–1796–8248

Загидуллина Айгуль Шамилевна — кандидат медицинских наук, доцент кафедры офтальмологии с курсом ИДПО, тел. +7–917–347–24–49, e–mail: aigul.zagidullina@gmail.com, ORCID ID: 0000–0003–4576–3709

Гизатуллина Маналь Альбертовна — кандидат медицинских наук, врач–офтальмолог, главный врач клиники ЦЛВЗ «Оптимед», тел. +7–927–330–56–00, e–mail: kaf–ofthalmolog@mail.ru, ORCID ID: 0000–0003–2805–2382

Цель исследования. *Изучить взаимосвязи морфометрических показателей глаза и данных тонометрии с учетом вязкоэластических свойств роговицы у пациентов с ПОУГ начальной и развитой стадий.*

Материал и методы. *В Центре лазерного восстановления зрения «Оптимед», г. Уфа проведено обследование 51 пациента с ПОУГ начальной – на 45 (45,5%) глазах и развитой стадиях – на 57 (57,6%) глазах в возрасте в среднем 64,51±0,98 лет. Контрольную группу составили 31 (62 глаза) соматически здоровых лиц без офтальмопатологии. Помимо стандартного офтальмологического обследования, применяли специальные методы исследования: ультразвуковую эхобиометрию для измерения передне-задней оси глаза, пахиметрию, а также тонометрию с помощью анализатора биомеханических свойств глаза Ocular Response Analyzer (ORA, Reichert Inc., США).*

Результаты. *При сравнении основных тонометрических показателей ORA: роговично-компенсированного внутриглазного давления (ВГД), корнеального гистерезиса и фактора резистентности роговицы на глазах с начальной и развитой стадиями ПОУГ получены достоверные различия в сравнении с показателями глаз без глаукомы. Установлены умеренная положительная связь центральной толщины роговицы с уровнем ВГД при бесконтактной тонометрии по методу Маклакова, фактором резистентности роговицы, положительная связь средней силы с корнеальным гистерезисом при начальной стадии ПОУГ, что не наблюдалось при развитой стадии заболевания.*

Выводы. *Состояние биомеханических свойств роговицы и ее толщина являются значимыми параметрами при интерпретации уровня ВГД в диагностике ПОУГ.*

Ключевые слова: *первичная открытоугольная глаукома, тонометрия по Маклакову, бесконтактная тонометрия, динамическая двунаправленная аппланационная тонометрия, Ocular Response Analyzer, центральная толщина роговицы, стадии ПОУГ.*

DOI: 10.32000/2072-1757-2018-9-130-135

(**Для цитирования:** Нугманова А.Р., Азнабаев Б.М., Загидуллина А.Ш., Гизатуллина М.А. Тонометрия у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой с учетом индивидуальных морфометрических показателей глаза и биомеханических свойств корнеосклеральной оболочки. Практическая медицина. 2018. Том 16, № 9, С. 130–135)

A.R. NUGMANOVA[1], B.M. AZNABAEV[1], A.Sh. ZAGIDULLINA[1], M.A. GIZATULLINA[2]

[1] Bashkir State Medical University of the Ministry of Health RF, 3 Lenin Str., Ufa, Russian Federation, 450008

[2] Optimedservis Closed Corporation, 8 50 let SSSR Str., Ufa, Russian Federation, 450059

Tonometry of patients with primary open-angle glaucoma taking into account the individual morphometric eye parameters and biomechanical properties of corneoscleral shell

Nugmanova A.R. — post–graduate student of the Department of Ophthalmology, tel. +7–917–809–99–95, e–mail: sultanova.albina@mail.ru, ORCID ID: 0000–0003–1796–8248

Aznabaev B.M. — D. Sc. (medicine), Professor, Head of the Department of Ophthalmology, tel. +7 (347) 282–91–79, e–mail: kaf–ofthalmolog@mail.ru, ORCID ID: 0000–0003–1796–8248

Zagidullina A.Sh. — Ph.D. (medicine), Assistant Professor of the Department of Ophthalmology, tel. +7–917–347–24–49, e–mail: aigul.zagidullina@gmail.com, ORCID ID: 0000–0003–4576–3709

Gizatullina M.A. — Ph.D. (medicine), ophthalmologist, Chief Doctor of Optimed clinic, tel. +7–927–330–56–00, e–mail: kaf–ofthalmolog@mail.ru, ORCID ID: 0000–0003–2805–2382

To analyze the correlation between the eye morphometric parameters and tonometry data, taking into account the viscoelastic properties of the cornea in patients with primary open-angle glaucoma (POAG) with initial and advanced disease stages.

Material and methods. 51 patients (99 eyes) aged 64,51±0,98 years on average with the initial – 45 (45,5%) eyes and advanced stages – 54 (54,5%) eyes of the POAG disease were examined at the Optimed Laser Center of Vision Recovery in Ufa. The control group consisted of 31 (62 eyes) healthy people without ophthalmic pathology. In addition to standard ophthalmological examination methods, special research methods were used, such as ultrasound echobiometry to measure the anterior-posterior distance of the eye, pachymetry, and also tonometry using the Ocular Response Analyzer (ORA, Reichert Inc., USA).

Results. *The main tonometry parameters of ORA: corneal-compensated intraocular pressure (IOP), corneal hysteresis and the corneal resistance factor in the eyes with the initial and advanced stages of POAG, showed significant differences in comparison with the parameters of eyes without glaucoma. A moderate positive correlation was found between the central corneal thickness and the level of IOP in contactless tonometry, tonometry by Maklakov technique, and the corneal resistance factor. Moderate positive correlation with corneal hysteresis was found at the initial stage of POAG, which was not observed at the advanced stage of the disease.*

The conclusion. *The state of biomechanical properties of the cornea and its thickness are relevant parameters while interpreting IOP level in POAG diagnosis.*

Key words: *primary open-angle glaucoma, Maklakov tonometry, contactless tonometry, dynamic bi-directional applanation tonometry, Ocular Response Analyzer, central corneal thickness, POAG stages.*

(**For citation:** Nugmanova A.R., Aznabaev B.M., Zagidullina A.Sh., Gizatullina M.A. Tonometry of patients with primary open–angle glaucoma taking into account the individual morphometric eye parameters and biomechanical properties of corneoscleral shell. Practical Medicine. 2018. Vol. 16, no. 9, P. 130–135)

Введение

По мнению большинства исследователей, все существующие на сегодняшний день методы измерения внутриглазного давления (ВГД) имеют погрешность, связанную с индивидуальными особенностями значений толщины роговицы у каждого конкретного больного, причем наличие этой погрешности может привести как к гипердиагностике глаукомы (при «толстой» роговице) с назначением пожизненного лечения, так и к недооценке ее проявлений и, соответственно, поздней диагностике при «тонкой» роговице [1–3].

Метод динамической двунаправленной аппланационной тонометрии – Ocular Response Analyzer (ORA), ReichertInc., США – является бесконтактным, следовательно имеет связанные с этим преимущества, кроме того позволяет оценить некоторые биомеханические свойства корнеосклеральной оболочки, которые, как полагают, меньше зависят от центральной толщины роговицы (ЦТР) по сравнению с другими видами тонометрии [4–7].

Корнеальный гистерезис (КГ) – один из основных параметров роговицы, отражает вязкоупругость роговицы, обладает как большой индивидуальной вариативностью [8], так и изменчивостью в ответ на проводимое местное гипотензивное лечение [9, 10, 11].

Фактор резистентности роговицы (ФРР) – коэффициент устойчивости роговицы – также характеризует упругие свойства роговицы, а значит, также как и КГ, является показателем устойчивости роговицы к внешнему воздействию.

Литературные данные о взаимоотношениях основных показателей ORA-тонометрии при различных формах и стадиях глаукомы противоречивы. В связи с этим клиническая оценка механических

Таблица 1.
Характеристика исследуемых лиц, M± σ
Table 1.
Characteristic of the examined persons, M± σ

Показатели	ПОУГ		Контроль (n=62)	Достоверность различий при сравнении показателей I и II стадий
	I стадия (n=45)	II стадия (n=54)		
Возраст, лет	61,4±1,017	64,93±1,122	63,53±1,067	p<0,001
Острота зрения с коррекцией	0,893±0,018	0,709±0,038** (p<0,001)	0,920±0,021	p<0,001
ВГДбк, мм рт. ст.	21,767±0,362** (p<0,001)	22,194±0,570** (p<0,001)	16,606±0,361	p>0,05
ВГДм, мм рт. ст.	26,556±0,407** (p<0,001)	27,591±0,576** (p<0,001)	20,859±0,304	p>0,05
ЦТР, мкм	548,16±6,096	537,63±4,382* (0,029)	549,73±3,394	p<0,05
ПЗО, мм	23,878±0,204	23,447±0,122	23,503±0,103	p>0,05
ВГДг, мм рт. ст.	22,1±0,558** (p<0,001)	22,956±0,611** (p<0,001)	15,994±0,299	p>0,05
ВГДрк, мм рт. ст.	23,022±0,525** (p<0,001)	24,965±0,679** (p<0,001)	17,484±0,272	p<0,05
КГ	9,336±0,236** (p<0,001)	8,382±0,174** (p<0,001)	10,431±0,162	p<0,05
ФРР	9,726±0,219** (p=0,001)	8,7±0,202** (p<0,001)	10,827± 0,217	p<0,05

*Примечания: * – достоверность различий по сравнению с контролем (p<0,05);*
*** – достоверность различий по сравнению с контролем (p<0,001)*
*Notes: * – reliability of differences compared to control group (p<0,05);*
*** – reliability of differences compared to control group (p<0,001)*

свойств корнеосклеральной оболочки и их взаимосвязи с ЦТР при различных стадиях первичной открытоугольной глаукоме (ПОУГ) имеет несомненное диагностическое значение.

Целью исследования явилось изучение взаимосвязи морфометрических показателей глаза и данных тонометрии с учетом вязкоэластических свойств роговицы у пациентов с ПОУГ начальной и развитой стадий.

Материал и методы

В Центре лазерного восстановления зрения «Оптимед», г. Уфа, проведено обследование 51 пациента с ПОУГ начальной – на 45 (45,5%) глазах и развитой стадиях – на 57 (57,6%) глазах в возрасте в среднем 64,51±0,98 лет. Женщины составили 60,8%, мужчины – 39,2%. Из сопутствующих глазных заболеваний диагноз «незрелая возрастная катаракта» установлен на 56 (56,6%) глазах, «миопия слабой степени» – на 18 (18,2%), «гиперметропия слабой степени – на 19 (19,2%) глазах.

Из исследования были исключены пациенты с аномалиями рефракции (с астигматизмом выше 2,0 Д, миопией и гиперметропией средней и высокой степеней), выраженным помутнением оптических сред глаза, патологией сетчатки и зрительного нерва неглаукомного генеза, а также лица с сахарным диабетом I и II типов, хроническими аутоиммунными и системными заболеваниями, острыми нарушениями мозгового кровообращения в анамнезе. Пациентам, находящимся под нашим наблюдением, хирургические или лазерные вмешательства по поводу офтальмопатологии ранее не проводили. Диагноз ПОУГ был установлен впервые.

Был проведен стандартный комплекс офтальмологического обследования: визометрия, тонометрия по Маклакову (ВГДм), бесконтактная тонометрия (ВГДбк), рефрактометрия, биомикроскопия, офтальмоскопия, гониоскопия, стандартная автоматическая периметрия. Из специальных методов исследования применяли ультразвуковую эхобиометрию для измерения передне-задней оси глаза (ПЗО), пахиметрию, а также тонометрию с помощью анализатора биомеханических свойств глаза Ocular Response Analyzer (ORA, ReichertInc., США) с определением ВГД по Гольдману (ВГДг), роговично-компенсированного ВГД (ВГДрк), корнеального гистерезиса, фактора резистентности роговицы. Участие пациентов в исследовании было добровольным и подтверждалось их письменным согласием.

Статистическая обработка полученного материала проводилась при помощи программы IBMSPSSStatisticsv.21, применяли стандартные методы описательной статистики, вычисляли критерий достоверности, уровень значимости и корреляционный критерий ρ Спирмена. Использовали критерий равенства средних для независимых вы-

борок при отсутствии предположения о равенстве дисперсий, что подтверждали критерием Ливиня при уровне значимости p<0,001 и p<0,05.

Средние значения тонометрических показателей всех методов тонометрии у пациентов с I и II стадиями ПОУГ достоверно отличались от показателей контрольной группы (p<0,001). По параметру ЦТР в сравнении с контролем достоверная разница была отмечена на глазах пациентов с развитой стадией ПОУГ (p<0,05). Не выявлено достоверных различий по показателям ПЗО в сравнении между группами с I и II стадиями ПОУГ и с контролем.

При сравнении средних значений между подгруппами пациентов с I и II стадиями ПОУГ по уровню ВГД, измеренному бесконтактным методом и по методу Маклакова, не было выявлено достоверной разницы. В то же время получены достоверные различия основных тонометрических показателей ORA: роговично-компенсированного ВГД, КГ и ФРР (p<0,05). Установлена достоверная разница между группами по морфометрическому показателю ЦТР (p<0,05), а также по возрасту и максимально корригированной остроте зрения (p<0,001).

Взаимосвязи морфометрических и тонометрических показателей пациентов с начальной стадией ПОУГ приведены в таблице 2.

При анализе корреляционных связей между показателями пациентов с начальной стадией ПОУГ (табл. 2) выявлена достоверная положительная высокой силы связь между ВГД при бесконтактной тонометрии и ВГД по Маклакову (ρ=0,922, p<0,001).

Достоверная отрицательная умеренная связь определена между КГ и уровнем роговично-компенсированного ВГД (ρ=-0,344, p=0,021).

Выявлена достоверная положительная связь средней силы между КГ и ФРР (ρ=0,516, p=0,00), а также положительная сильная корреляция ВГД по Гольдману с роговично-компенсированным ВГД (ρ=0,763, p<0,001).

Установлена умеренная положительная связь ЦТР с уровнем ВГД при тонометрии по Маклакову (ρ=0,300, p=0,046), уровнем ВГД при бесконтактной тонометрии (ρ=0,360, p=0,015), показателем ФРР (ρ=0,458, p=0,002), положительная связь средней силы с КГ (ρ=0,539, p<0,001).

Взаимосвязи морфометрических и тонометрических показателей пациентов с развитой стадией ПОУГ приведены в таблице 3.

Анализ корреляционных связей между средними значениями клинических и тонометрических показателей пациентов с развитой стадией ПОУГ (табл. 3) показал достоверную положительную умеренную связь между показателями ВГД при бесконтактной тонометрии с ВГД по Гольдману (ρ=0,337, p=0,013), с роговично-компенсированным ВГД (ρ=0,376, p=0,005), а также ВГД при тонометрии по Маклакову с вышеуказанными параметрами (ρ=0,306, p=0,025 и ρ=0,368, p=0,006 соответственно).

Выявлена достоверная положительная средней силы связь между ВГД при бесконтактной тонометрии и ВГД при тонометрии по Маклакову (ρ=0,687, p=0,00), сильная связь ВГД по Гольдману и роговично-компенсированным ВГД (ρ=0,801, p=0,00). Похожая тенденция была отмечена и в подгруппе с I стадией ПОУГ.

Установлена достоверная отрицательная средней силы связь между КГ и ВГД по Гольдману

Таблица 2.
Корреляционные связи показателей тонометрии у пациентов с начальной стадией ПОУГ, ρ
Table 2.
Correlations of tonometry indicators in patients with initial stage of POAG, ρ

Показатели	ВГДбк	ВГДм	Показатели ORA			
			ВГДг	ВГДрк	КГ	ФРР
Возраст, лет	0,139	0,172	-0,44	0,150	-0,251	0,006
ВГДбк, мм рт. ст.	-	0,922** (p<0,001)	0,235	0,270	-0,002	-0,068
ВГДм, мм рт. ст.	0,922** (p<0,001)	-	0,124	0,026	-0,028	-0,76
ЦТР, мкм	0,360* (p=0,015)	0,300* (p=0,046)	0,279	-0,017	0,539** (p<0,001)	0,458* (p=0,002)
ПЗО, мм	0,075	0,072	0,060	0,150	0,056	0,269
ВГДг, мм рт. ст.	0,235	0,124	-	0,763** (p<0,001)	0,042	0,221
ВГДрк, мм рт. ст.	0,270	0,260	0,763** (p<0,001)	-	-0,344* (p=0,021)	-0,044
КГ	-0,002	-0,028	0,042	-0,344* (p=0,021)	-	0,516** (p<0,001)
ФРР	-0,068	-0,076	0,221	-0,044	0,516** (p<0,001)	-

Примечания: – корреляция значима на уровне p<0,05; ** – корреляция значима на уровне p<0,01*
*Notes: * – correlation is significant at the level of p<0,05; ** – correlation is significant at the level of p<0,01*

Таблица 3.
Корреляционные связи показателей у пациентов с развитой стадией ПОУГ, ρ
Table 3.
Correlations of tonometry indicators in patients with advanced stage of POAG, ρ

Показатели	ВГДбк	ВГДм	Показатели ORA			
			ВГДг	ВГДрк	КГ	ФРР
Возраст, лет	-0,04	-0,012	-0,180	0,008	-0,214	-0,273* (p=0,046)
ВГДбк, мм рт.ст.	-	0,687** (p<0,001)	0,337* (p=0,013)	0,376* (p=0,005)	-0,116	-0,391* (p=0,003)
ВГДм, мм рт. ст.	0,687** (p<0,001)	-	0,306* (p=0,025)	0,368* (p=0,006)	-0,206	-0,510** (p<0,001)
ЦТР, мкм	0,204	-0,161	0,106	0,026	0,088	0,246
ПЗО, мм	0,026	0,259	-0,026	-0,075	0,159	0,029
ВГДг, мм рт. ст.	0,337* (p=0,013)	0,306* (p=0,025)	-	0,801** (p<0,001)	-0,514** (p<0,001)	-0,331* (p=0,015)
ВГДрк, мм рт. ст.	0,376* (p=0,005)	0,368* (p=0,006)	0,801** (p<0,001)	-	-0,711** (p<0,001)	-0,462** (p<0,001)
КГ	-0,116	-0,206	-0,514** (p<0,001)	-0,711** (p<0,001)	-	0,451** (p=0,001)
ФРР	-0,391* (p=0,003)	-0,510** (p<0,001)	-0,331* (p=0,015)	-0,462** (p<0,001)	0,451** (p=0,001)	-

Примечания: – корреляция значима на уровне p<0,05; ** – корреляция значима на уровне p<0,001*
*Notes: * – correlation is significant at the level of p<0,05; ** – correlation is significant at the level of p<0,01*

(ρ=-0,514, p=0,00), отрицательная сильная связь между КГ и роговично-компенсированным ВГД (ρ=-0,711, p=0,00).

Показана достоверная положительная умеренная связь между ФРР и КГ (ρ=0,451, p=0,001), достоверная отрицательная умеренная связь определена между показателем ФРР и ВГД при бесконтактной тонометрии (ρ=-0,391, p=0,003), ВГД по Гольдману (ρ=-0,331, p=0,015), роговично-компенсированным ВГД (ρ=-0,462, p=0,00), средней силы связь с ВГД при тонометрии по Маклакову (ρ=-0,510, p=0,00).

Результаты и их обсуждение

Полученные в нашем исследовании результаты ORA-тонометрии и ЦТР по стадиям глаукомы согласуются с данными других авторов [12–14].

Так, в исследовании Costin B.R. et al. не было выявлено различий в показателях ЦТР между больными с I и II стадиями ПОУГ и лицами группы контроля [15]. Наряду с этим отмечены достоверные различия в показателях тонометрии с использованием ORA (ReichertInc., США), а также тонометрии по другим методикам (по Гольдману, при динамической контурной тонометрии Паскаля).

Нами продемонстрирована слабая отрицательная корреляционная связь между КГ и возрастом, а также сильная положительная корреляция между КГ и ФРР с ЦТР у пациентов с начальной стадией ПОУГ. Это предполагает, что более толстые роговицы могут отражать пониженную восприимчивость к высокому ВГД в глазу, а также установленный факт, что более толстые роговицы могут приводить к ложно повышенным показаниям ВГД.

В группе глаз с развитой стадией глаукомы выявлена умеренная положительная связь ВГД, измеренного по методу Маклакова, и роговично-компенсированным ВГД, в группе с начальной ПОУГ наблюдалась лишь тенденция зависимости между данными показателями. Такая же картина наблюдалась при сравнении ВГД, измеренного бесконтактным методом с ркВГД, что можно объяснить высокой степенью корреляции между уровнем ВГД по Маклакову и ВГД при бесконтактной тонометрии.

Нами установлены умеренная положительная связь ЦТР с уровнем ВГД при бесконтактной тонометрии по Маклакову и показателем ФРР, а также положительная связь средней силы с КГ при начальной стадии заболевания, что не наблюдалось при развитой стадии. По данным литературы роль ЦТР при различных стадиях глаукомы противоречива. Положительные корреляции установлены с параметрами ORA-тонометрии в исследованиях M. Detry-Morel et al. (2010), Lau W. et al. (2011) [16, 17]. В исследовании Costin B.R. et al. не было выявлено различий в показателях ЦТР между больными с I и II стадиями ПОУГ и лицами группы контроля [15]. Наряду с этим отмечены достоверные различия в показателях тонометрии с использованием ORA (Reichert Inc., США), а также тонометрии по другим методикам (по Гольдману, при динамической контурной тонометрии Паскаля).

Описанные в нашей работе различия по показателям ORA-тонометрии и их корреляционными связями при различных стадиях ПОУГ возможно объяснить тем, что вследствие патологического процесса наблюдаются различия в биомеханических свойствах фиброзной оболочки глаза. Доказано, что в глазах с глаукомой пропорционально стадии заболевания наблюдаются прогрессирующие нарушения состояния соединительнотканных структур корнеосклеральной оболочки и их вязкоэластических свойств [18, 19].

Данные особенности приводят к различиям показателей корреляционных связей основных тонометрических показателей между группами пациентов с глаукомой, а также снижению значимости показателя ЦТР в глазах с развитой стадией ПОУГ. Наши результаты подчеркивают важность изучения биомеханических свойств роговицы при интерпретации уровня ВГД при использовании различных методов тонометрии.

Выводы

При сравнении основных тонометрических показателей ORA – роговично-компенсированного ВГД, корнеального гистерезиса и фактора резистентности роговицы – на глазах с начальной и развитой стадиями ПОУГ получены достоверные различия в сравнении с показателями глаз без глаукомы. При сравнении показателей I и II стадий глаукомы при наличии разницы в тонометрических показателях отмечены также различия в показателях центральной толщины роговицы.

На глазах с начальной стадией ПОУГ установлена достоверная отрицательная умеренная связь между КГ и уровнем роговично-компенсированного ВГД (ρ=-0,344, p=0,021). Выявлена достоверная положительная средней силы связь между КГ и ФРР (ρ=0,516, p=0,00), а также положительная сильная корреляция ВГД по Гольдману с роговично-компенсированным ВГД (ρ=0,763, p<0,001).

На глазах с развитой стадией ПОУГ выявлена достоверная положительная умеренная связь между ФРР и КГ (ρ=0,451, p=0,001), установлена достоверная отрицательная средней силы связь между КГ и ВГД по Гольдману (ρ=-0,514, p=0,00), сильная связь между КГ и роговично-компенсированным ВГД (ρ=-0,711, p=0,00), а также достоверная отрицательная умеренная связь определена между показателем ФРР и ВГД при бесконтактной тонометрии (ρ=-0,391, p=0,003), роговично-компенсированным ВГД (ρ=-0,462, p=0,00), средней силы связь с ВГД при тонометрии по Маклакову (ρ=-0,510, p=0,00), умеренная положительная – с ВГД по Гольдману (ρ=-0,331, p=0,015).

Установлены умеренная положительная связь ЦТР с уровнем ВГД при бесконтактной тонометрии по методу Маклакова, показателем ФРР, положительная связь средней силы с КГ при начальной стадии ПОУГ, что не наблюдалось при развитой стадии заболевания.

Состояние биомеханических свойств роговицы и ее толщина являются значимыми параметрами для интерпретации уровня ВГД при использовании различных методов тонометрии в диагностике ПОУГ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макашова Н.В., Чжан Г., Васильева А.Е. Методы тонометрии и роль различных проб в ранней диагностике глаукомы (часть 1) // Нац. журнал Глаукома. — 2014. — №3. — С. 88–93.

2. Васина М.В., Егоров Е.А. Влияние толщины роговицы на уровень внутриглазного давления среди различных групп пациентов // Клиническая офтальмология. — 2006. — Т. 7. — №1. — С. 16–19.

3. Feltgen N., Leifert D., Funk J. Correlation between central corneal thickness, applanation tonometry, and direct intracameral IOP readings // Br J Ophthalmol. — 2001. — Vol. 851. — №1. — P. 85–87.

4. Deol M., Taylor D.A., Radcliffe N.M. Corneal hysteresis and its relevance to glaucoma // Cur Opin Ophthalmol. — 2015. — Vol. 26. — №2. — P. 96–102.

5. Yaoeda K., Fukushima A., Shirakashi M., Fukuchi T. Comparison of intraocular pressure adjusted by central corneal thickness or corneal biomechanical properties as measured in glaucomatous eyes using noncontact tonometers and the Goldmann applanation tonometer // Clin Ophthalmol. — 2016. — №10. — P. 829–834.

6. Pfeiffer N., Torri V., Miglior S. et al.Central corneal thickness in the European glaucoma prevention study // Ophthalmology. — 2007. — Vol. 114. — №3. — P. 454–459.

7. Brandt J.D., Beiser J.A., Kass M.A. et al. Central corneal thickness in the ocular hypertension treatment study (OHTS) // Ophthalmology. — 2001. — Vol. 108. — №10. — P. 1779–1788.

8. Brandt J. Central corneal thickness, tonometry, and glaucoma risk-a guide for the perplexed // Can J Ophthalmol. — 2007. — Vol. 42. — №4. — P. 562–566.

9. Abitbol O., Bouden J., Doan S. et al. Corneal hysteresis measured with the Ocular Response Analyzer in normal and glaucomatous eyes // Acta Ophthalmol. — 2010. — Vol. 88. — №1. — P. 116–119. DOI: 10.1111/j.1755-3768.2009.01554.x.

10. De Moraes C.V., Hill V., Tello C. et al. Lower corneal hysteresis is associated with more rapid glaucomatous visual field progression // J Glaucoma. — 2012. — Vol. 21. — №4. — P. 209–213.

11. Medeiros F.A., Meira-Freitas D., Lisboa R., et al. Corneal hysteresis as a risk factor for glaucoma progression:a prospective longitudinal study // Ophthalmology. — 2013. — Vol. 120. — №8. — P. 1533–1540.

12. Арчаков А.Ю. Диагностическое и прогностическое значение изменений корнеосклеральной оболочки глаза при первичной открытоугольной глаукоме: автореф. дис.… канд. мед наук. — М., 2017. — 25 с.

13. Страхов В.В., Алексеев В.В., Аль-Моррани А.М. Межокулярная асимметрия корнеального гистерезиса в норме и при первичной открытоугольной глаукоме // Практическая медицина. — 2012. — Т. 59. — №4. — С. 244–247.

14. Kamiya K., Shimizu K., Ohmoto F. Effect of aging on corneal biomechanical parameters using the ocular response analyzer // J Refract Surg. — 2009. — №25. — P. 888–893.

15. Costin B.R., Fleming G.P., Weber P.A. et al. Corneal biomechanical properties affect Goldmannapplanation tonometry in primary open-angle glaucoma // J Glaucoma. — 2014. — Vol. 23. — №2. — P. 69–74. DOI: 10.1097/IJG.0b013e318269804b.

16. Detry-Morel M., Jamart J., Pourjavan S. Evaluation of corneal biomechanical properties with the reichert ocular response analyzer // Eur J Ophthalmol. — 2010. — Vol. 21. — №2. — P. 138–148.

17. Lau W., Pye D. A clinical description of ocular response analyzer measurements // IOVS. — 2011. — Vol. 52. — №6. — P. 2911–2916.

18. Арутюнян Л.Л. Взаимоотношения структурно-функциональных параметров и уровня поперечной связанности коллагена склеры глаукомных глаз // Национальный журнал глаукома. — 2015. — Т. 14. — №4. — С. 5–12.

19. Журавлева А.Н., Андреева Л.Д., Нероев В.В. Коллагеновая теория старения и генетический код в патогенезе глаукомы // Клиническая геронтология. — 2009. — Т. 15. — №8–9. — С. 78.