



## БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФИБРОЗНОЙ ОБОЛОЧКИ У БОЛЬНЫХ ПЕРВИЧНОЙ ЗАКРЫТОУГОЛЬНОЙ ГЛАУКОМОЙ ПОСЛЕ ФАКОЭМУЛЬСИФИКАЦИИ КАТАРАКТЫ

© С. А. Кочергин, А. И. Самойленко, Ж. С. Бейсекеева

ГОУ ДПО Росздрава РМАПО, Москва

✧ **Цель:** оценить биомеханические свойства фиброзной оболочки глаза у больных с ПЗУГ до и после операции ФЭК + ИОЛ. **Материалы и методы:** 87 человек (155 глаз) с компенсированной и субкомпенсированной ПЗУГ и катарактой, которым была проведена ФЭК + ИОЛ. 1-я группа — без антиглаукоматозных операций ( $n = 107$ ), 2-я после фистулизирующих операций ( $n = 48$ ). Помимо стандартных методов обследования использовались ORA (Reichert, США), и ОКТ переднего отрезка (Optovue 100, США). Средний срок наблюдения после операции составил  $24,7 \pm 9,3$  месяцев. **Результаты:** средние значения ЦТР составили  $549 \pm 35,4$  мкм ( $459-644$  мкм), при этом доля «тонких» роговиц составила 20 %. В 1-й группе отмечалось достоверное снижение ВГД<sub>рог-комп.</sub> с  $23,1 \pm 4,3$  до  $15,1 \pm 0,4$  мм рт. ст. ( $p < 0,01$ ), во 2-й группе с  $23,6 \pm 4,7$  до  $14,2 \pm 3,7$  мм рт. ст. ( $p < 0,01$ ). Корнеальный гистерезис (КГ) прямо пропорционально зависит от показателей ЦТР ( $r = 0,62$ ,  $p < 0,05$ ) и обратно пропорционально зависит от предоперационного ВГД<sub>по Гольдману</sub> ( $r = -0,61$ ,  $p < 0,05$ ). КГ достоверно повышается при снижении ВГД после ФЭК + ИОЛ в обеих группах ( $p < 0,01$ ).

✧ **Ключевые слова:** глаукома; первичная закрытоугольная; фактоэмульсификация; центральная толщина роговицы; внутриглазное давление; корнеальный гистерезис.

### АКТУАЛЬНОСТЬ И ЦЕЛЬ

Изучение биомеханических свойств фиброзной оболочки глаза, страдающего глаукомой, и измерение показателей ВГД методом динамической двуправленной аппланации с помощью прибора Ocular Response Analyzer (ORA, США) актуально на сегодняшний день благодаря ряду преимуществ. Значения роговично-компенсированного ВГД (ВГД<sub>рог-комп.</sub>) менее всего зависят от центральной толщины роговицы (ЦТР), в отличие от обычной пневмотонометрии, тонометрии по Маклакову, по Паскалю и по Гольдману [2, 5, 17, 19]. Взаимосвязь ЦТР, корнеального гистерезиса (КГ) и индивидуальных значений ВГД отмечена во многих исследованиях [1, 8, 15–17]. Корнеальный гистерезис отражает вязкоэластические свойства фиброзной оболочки глаза, обратно пропорционально зависит от ВГД<sub>рог-комп.</sub> и снижается при прогрессировании глаукомного процесса [4, 6, 8, 10, 15, 18].

В литературе достаточно широко освещаются биомеханические свойства наружной оболочки глаза при различных формах первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ), и было отмечено, что значения КГ ниже 8,2 являются независимым фактором риска развития ПОУГ [3]. Но в то же время аналогичных данных при первичной закрытоугольной глаукоме (ПЗУГ) не достаточно. Однако отмечено достоверное повышение

КГ после гипотензивной терапии и трабекулэктомии у больных ПЗУГ [11]. Во многих исследованиях сообщается, что после фактоэмульсификации катаракты у больных ПЗУГ происходит ремоделирование переднего отрезка глаза и открывается дренажная сеть для оттока внутриглазной жидкости (ВГЖ), что приводит к нормализации внутриглазной гидродинамики [12–14].

Целью данного исследования является изучить биомеханические свойства фиброзной оболочки глаза у больных ПЗУГ и их изменение после фактоэмульсификации катаракты с имплантацией ИОЛ.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании участвовало 87 пациентов (155 глаз), средний возраст  $68,3 \pm 12,5$  лет (из них 85 % — женщины), страдающих хронической компенсированной и субкомпенсированной ПЗУГ и катарактой различной степени зрелости. Пациенты с фактоморфической и фактопической глаукомой в исследование не включались. Было выделено 2 группы больных: 1) без предварительных фистулизирующих антиглаукоматозных операций ( $n = 107$ ), из них 55 случаев без лазерной иридэктомии и 52 случая после лазерной иридэктомии; 2) после фистулизирующей антиглаукоматозной операции ( $n = 48$ ). Всем пациентам была проведена операция ФЭК + ИОЛ на аппаратах Infiniti, Legacy (Alcon,

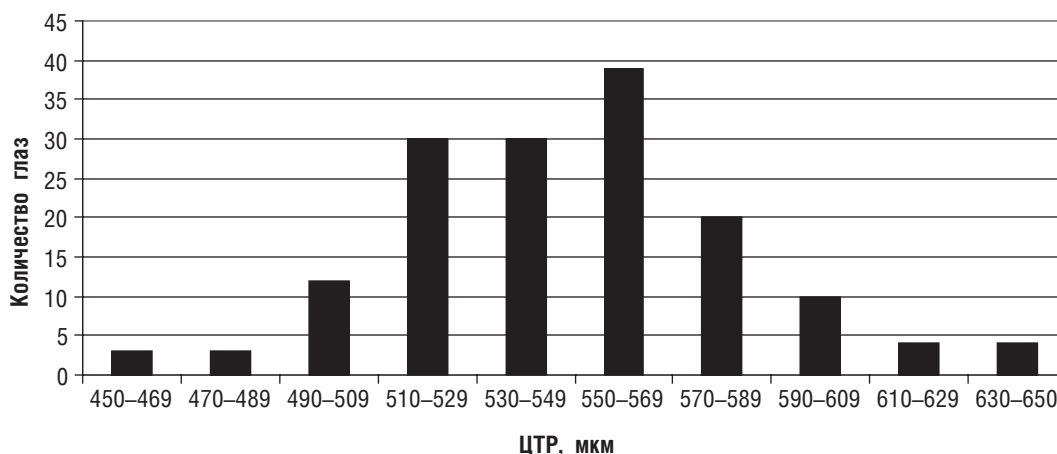


Рис. 1. Гистограмма распределения ЦТР у больных ПЗУГ

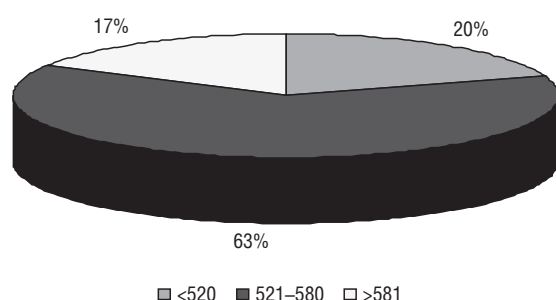


Рис. 2. ЦТР при ПЗУГ

США) по стандартной методике. Средний срок наблюдений после операции составил  $24,7 \pm 9,3$  месяца. Для обследования и динамического наблюдения помимо стандартных методов использовали бесконтактную тонометрию и определение вязко-эластических свойств на аппарате ORA (Reichert, США), измерение ЦТР на аппарате ОКТ переднего отрезка (Optovue 100, США). Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы Microsoft Office Excel 2003 с использованием методов параметрической статистики с учетом коэффициента достоверности Стьюдента ( $p < 0,05$ ).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные показатели ЦТР ( $n = 155$ ) у больных ПЗУГ были распределены на группы «тонких»  $< 520$  мкм, «толстых»  $> 581$  мкм и условно «средних»  $521–580$  мкм, и представлены на рис. 1 и 2. Среднее значение ЦТР составило  $549 \pm 35,4$  мкм ( $459–644$  мкм), при медиане  $549$  мкм и моде  $563$  мкм. По данным Фаттах О. (2009) средние значения ЦТР у здоровых гиперметропов составили  $539,21 \pm 31,15$  мкм, а при ПЗУГ ЦТР статистически значимо больше  $553,4 \pm 34,38$  мкм [9]. В то же время, по данным Васиной М. В. (2010) средние показатели ЦТР при гиперметропии у здоровых лиц составляют  $552,7 \pm 36,73$  мкм [7], что существенно не отличается от наших и других данных при ПЗУГ.

По нашим наблюдениям при ПЗУГ роговицы «среднего» значения встречались в 63 %, «тонкие» в 20 % случаев и «толстые» в 17 %. При этом интересно заметить, что и у 67 % здоровых гиперметропов показатели ЦТР относятся к «средним», но «тонкие» роговицы встречаются лишь в 7 % случаев, а «толстые», соответственно, в 26 % [7]. По данным других исследователей доля «тонких» роговиц у здоровых гиперметропов составила 35,5 %, а при ПЗУГ «тонкие» роговицы встречаются уже в 2,5 раза реже [9].

Взаимосвязь ЦТР со стадией глаукомы представлена на рис. 3–5, на которых видно, что третья стадия встречается чаще в группе больных с «тонкой» роговицей (52 %) и, наоборот, начальная стадия глаукомы встречается чаще в группе пациентов с «толстой» роговицей (69 %), что совпадает с аналогичными данными, полученными у больных ПОУГ [3, 4, 6–9]. Различия между показателями ЦТР при разных стадиях ПЗУГ статистически значимы ( $p < 0,01$ ). Пациентов с «тонкой» роговицей и начальной стадией глаукомного процесса, так же как и случаев «толстой» роговицы и далекозашедшей стадии хронической ПЗУГ, мы не наблюдали.

Динамика средних показателей КГ и ФРР после ФЭК+ИОЛ в группах наблюдений представлена на рисунках 6–9. Повышение ФРР и КГ после ФЭК+ИОЛ в обеих группах статистически достоверно ( $p < 0,01$ ).

Послеоперационные изменения ВГД<sub>рог-комп.</sub> в группах наблюдения представлены на рис. 10 и 11. В большинстве случаев наблюдений (95 %) 1-й группы ВГД снизилось с  $23,1 \pm 4,3$  мм рт. ст. до  $17,7 \pm 2,9$  мм рт. ст. на 10-й день после операции. Максимально низкое ВГД было отмечено через 6 месяцев после операции ФЭК+ИОЛ и составило  $14,2 \pm 2,5$  мм рт. ст. Через 18 месяцев ВГД составил  $15,1 \pm 0,4$  мм рт. ст. Разница между исходным ВГД и ВГД в различные сроки после операции статистически достоверна ( $p < 0,01$ ).

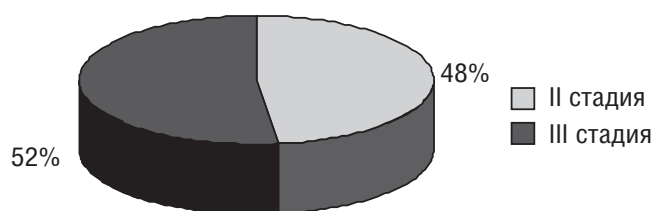


Рис. 3. ЦТР &lt; 520 мкм и стадии ПЗУГ

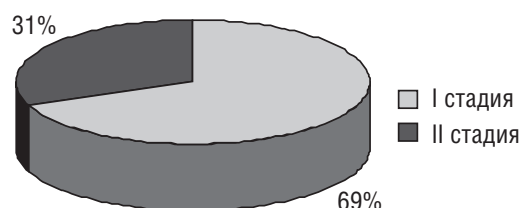


Рис. 5. ЦТР &gt; 581 мкм и стадии ПЗУГ

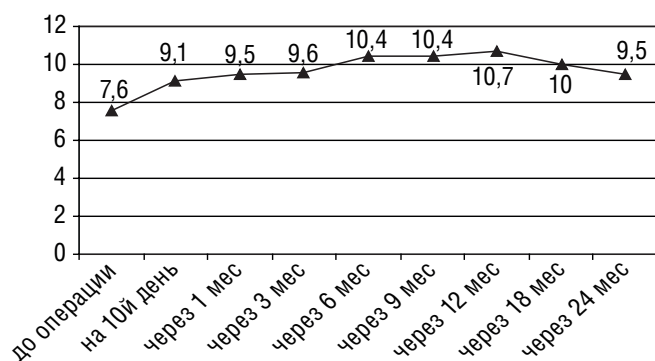


Рис. 7. Динамика КГ в 1-й группе

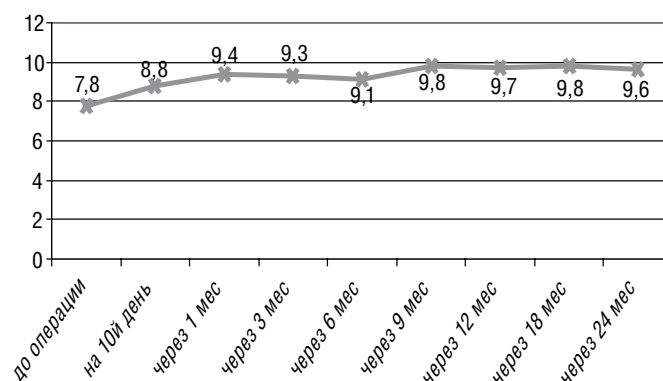


Рис. 9. Динамика КГ во 2-й группе

Во 2-й группе наблюдений так же отмечено достоверное ( $p < 0,01$ ) снижение ВГД с  $23,6 \pm 4,7$  мм рт. ст. до  $14,2 \pm 3,7$  мм рт. ст. в ранние сроки после ФЭК + ИОЛ.

В обеих группах наблюдения перед операцией ФЭК + ИОЛ отмечалась сильная обратная корреляционная связь между предоперационным ВГД<sub>по Гольд</sub>

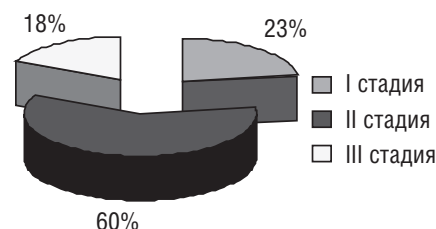


Рис. 4. ЦТР 521–580 мкм и стадии ПЗУГ

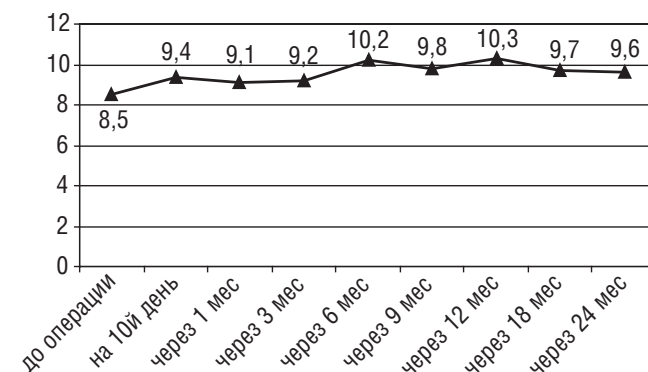


Рис. 6. Динамика ФРР в 1-й группе

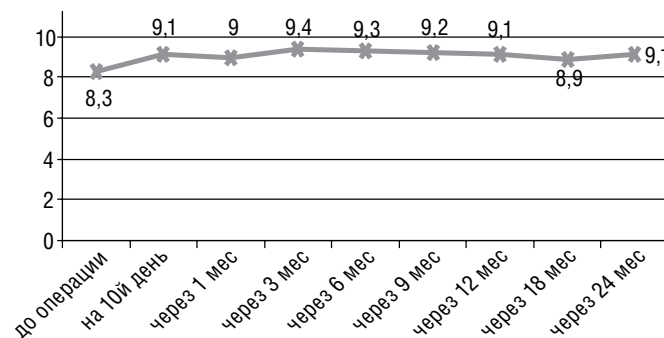


Рис. 8. Динамика ФРР во 2-й группе

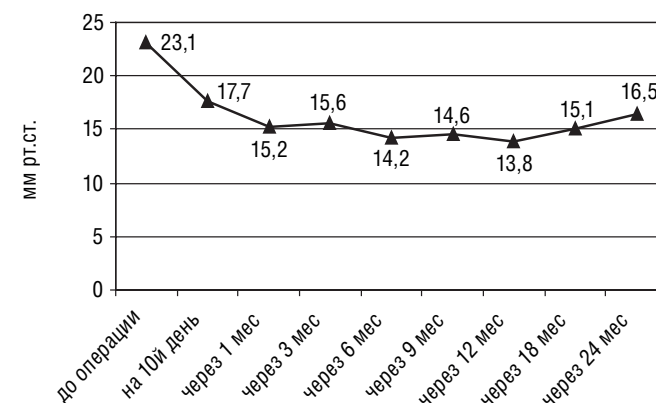


Рис. 10. Динамика ВГД рог-комп в 1-й группе

и КГ:  $r = -0,61$ ,  $r^2 = 0,37$ ,  $p < 0,05$ . После операции достоверной корреляционной связи между ВГД<sub>по Гольд</sub> и КГ в группах выявлено не было.

Взаимосвязь КГ и ЦТР, а также его изменение в группах наблюдений до и через месяц после операции ФЭК + ИОЛ отражены в таблице № 1 и на рисунке 12. При этом отмечается прямая пропор-

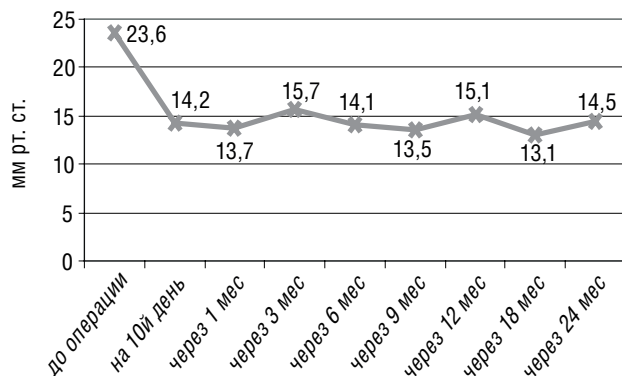


Рис. 11. Динамика ВГД рог-комп во 2-й группе

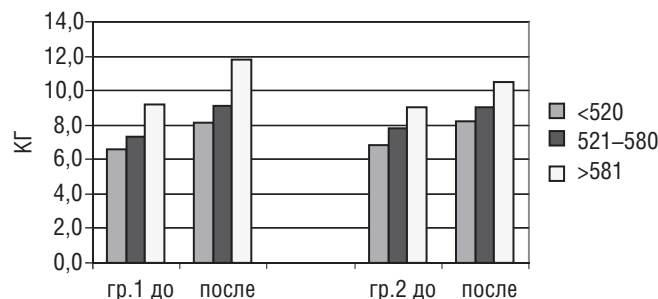


Рис. 12. Изменение КГ после ФЭК + ИОЛ в зависимости от ЦТР

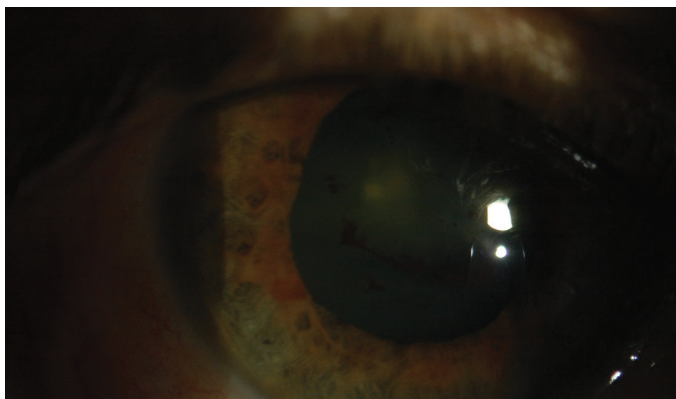


Рис. 13. Передний отрезок глаза пациента из 2-й группы а) до ФЭК + ИОЛ б) после

Таблица 1  
Изменение КГ в группах наблюдения в зависимости от ЦТР

| ЦТР, мкм | КГ                   |                 |                     |                 |
|----------|----------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
|          | Группа № 1 (n = 107) |                 | Группа № 2 (n = 48) |                 |
|          | до операции*         | после операции* | до операции*        | после операции* |
| < 520    | 6,59 ± 1,63          | 8,1 ± 0,74      | 6,81 ± 2,01         | 8,2 ± 1,45      |
| 521–580  | 7,30 ± 1,56          | 9,1 ± 1,6       | 7,8 ± 1,65          | 9,0 ± 1,86      |
| > 581    | 9,19 ± 1,76          | 11,8 ± 1,32     | 9,03 ± 1,89         | 10,5 ± 1,04     |

\* —  $p < 0,01$ 

циональная корреляционная зависимость между КГ и ЦТР ( $r = 0,62$ ,  $r^2 = 0,38$ ,  $p < 0,05$ ). Фотография переднего отрезка глаза пациента второй группы представлена на рисунке 13.

## Выводы

1. Среднее значение ЦТР у больных ПЗУГ соответствует  $549 \pm 35,4$  мкм, причем доля «тонких» роговиц составила 20 %.
2. При ПЗУГ с уменьшением показателей ЦТР отмечается увеличение числа глаз с далекозашедшей стадией глаукомы (52 % при «тонких» роговицах).
3. У больных ПЗУГ значения КГ прямо пропорционально зависят от показателей ЦТР ( $r = 0,62$ ,  $p < 0,05$ ).
4. Значения КГ у больных ПЗУГ обратно пропорционально зависят от ВГД по Гольдману до операции

ФЭК + ИОЛ, т. е. до нормализации офтальмотонуса ( $r = -0,61$ ,  $p < 0,05$ ).

5. Операция ФЭК + ИОЛ достоверно повышает исходные показатели КГ у всех больных ПЗУГ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аветисов С. Э., Бубнова И. А., Антонов А. А. Исследование биомеханических свойств роговицы у пациентов с нормотензивной и первичной открытоугольной глаукомой // Вестник офтальмологии. — 2008. — №5. — С. 14–16.
2. Аветисов С. Э., Петров С. Ю., Бубнова И. А., Антонов А. А., Аветисов К. С. Влияние центральной толщины роговицы на результаты тонометрии // Вестник офтальмологии. — 2008. — №5. — С. 3–7.
3. Арутюнян Л. Л. Роль вязко-эластических свойств глаза в определении давления цели и оценке развития глаукоматозного процесса: автореф. дисс.... канд. мед. наук. — М.: 2009. — 5 с.
4. Арутюнян Л. Л., Еричев В. П., Филлипова О. М. Акопян А. И. Вязко-эластические свойства роговицы при первичной открытоугольной глаукоме // Глаукома. — 2007. — №2. — С. 14–20.
5. Астахов Ю. С., Акопов Е. Л., Потемкин В. В. Сравнительная характеристика современных методов тонометрии // Вестник офтальмологии. — 2008. — №5. — С. 11–14.
6. Бибков М. М., Габдрахманова А. Ф., Оренбуркина О. И и др. Влияние толщины роговицы на показатели внутриглазного давления у больных глаукомой // Вестник офтальмологии. — 2008. — №5. — С. 7–10.

7. Васина М. В. Влияние центральной толщины роговицы на офтальмотонус и течение глаукомы: автореф. дисс.... канд. мед. наук. — М., 2010. — 9 с.
8. Еремина М. В. Биомеханические свойства роговицы при первичной открытоугольной глаукоме // Вестник офтальмологии. — 2008. — №5. — С. 16–19.
9. Фаттах О. Значение центральной толщины роговицы в диагностике, прогнозе и выборе тактики лечения больных первичных открытоугольной глаукомой: автореф. дисс. ... канд. мед. наук. — Самара, 2009. — 17 с.
10. Фатуллоева Н. Ф., Арутюнян Л. Л., Акопян А. И., Бессмертный А. М. Биомеханические свойства глаза у больных с псевдоэкссфолиативным синдромом, псевдоэкссфолиативной глаукомой и первичной открытоугольной глаукомой // VII Всерос. школа офтальмологов. Сб. науч. тр. — М., 2008. — С. 183–189.
11. Sun L., Shen M., Wang J., Fang A., Xu A., Fang H., Lu F. Recovery of corneal hysteresis after reduction of intraocular pressure in chronic primary angle-closure glaucoma // Am. J. Ophthalmol. — 2009. — Vol. 147, N 6. — P. 1061–1066.
12. Ge J., Guo Y., Liu Y. Preliminary clinical study on the management of angle-closure glaucoma by phacoemulsification with foldable posterior chamber intraocular lens implantation // Zhonghua Yan Ke Za Zhi. — 2001. — Vol. 37, N 5. — P. 355–358.
13. Lai J. S., Tham C. C., Chan J. C. The clinical outcomes of cataract extraction by phacoemulsification in eyes with primary angle-closure glaucoma (PACG) and co-existing cataract: a prospective case series // Glaucoma. — 2006. — Vol. 15, N 1. — P. 47–52.
14. Lee Y. H., Yun Y. M., Kim S. H. et al. Factors that influence intraocular pressure after cataract surgery in primary glaucoma // Can. J. Ophthalmol. — 2009. — Vol. 44, N 6. — P. 705–710.
15. Shen M., Wang J., Qu J. et al. Diurnal variation of ocular hysteresis, corneal thickness, and intraocular pressure // Optom. Vis. Sci. — 2008. — Vol. 85, N 12. — P. 1185–1192.
16. Iester M., Mete M., Figus M., Frezzotti P. Incorporating corneal pachymetry into the management of glaucoma // J. Cataract. Refract. Surg. — 2009. — Vol. 35, N 9. — P. 1623–1628.
17. Harada Y., Hirose N., Kubota T., Tawara A. The influence of central corneal thickness and corneal curvature radius on the intraocular pressure as measured by different tonometers: noncontact and goldmann applanation tonometers // Glaucoma. — 2008. — Vol. 17, N 8. — P. 619–625.
18. Kniestedt C., Lin S., Choe J. et al. Correlation between intraocular pressure, central corneal thickness, stage of glaucoma, and demographic patient data: prospective analysis of biophysical parameters in tertiary glaucoma practice populations // Glaucoma. — 2006. — Vol. 15, N 2. — P. 91–97.
19. Hager A., Loge K., Schroeder B. et al. Effect of central corneal thickness and corneal hysteresis on tonometry as measured by dynamic contour tonometry, ocular response analyzer, and Goldmann tonometry in glaucomatous eyes // Glaucoma. — 2008. — Vol. 17, N 5. — P. 361–365.

## BIOMECHANICAL PROPERTIES OF THE FIBROUS LAYER IN EYES WITH PRIMARY ANGLE-CLOSURE GLAUCOMA AFTER PHACOEMULSIFICATION

*Cochergin S. A., Samoylenko A. I., Beisekeeva J. S.*

✧ **Summary.** *Aim:* to evaluate biomechanical properties of the eye fibrous tunic in patients with PACG before and after phacoemulsification + IOL. *Methods:* 87 patients (155 eyes) with compensated PACG and cataract, in whom phacoemulsification + IOL was performed. In the 1st group (107 eyes), there was no previous antiglaucomatous surgery, and in the 2nd group (48 eyes) filtration antiglaucomatous surgery was performed beforehand. Besides standard examination methods, ORA (Reichert, USA) and anterior segment OCT (Optovue 100, USA) were used. Mean post-op follow-up period was  $24.7 \pm 9.3$  months. *Results:* mean central corneal thickness (CCT) was  $549 \pm 35.4$  mcm (459–644), at that «thin» corneas accounted for 20 % of all results. In the 1st group, a significant IOP decrease from  $23.1 \pm 4.3$  to  $15.1 \pm 0.4$  mm Hg ( $p < 0.01$ ) was found, and in the 2nd group — from  $23.6 \pm 4.7$  to  $14.2 \pm 3.7$  mm Hg ( $p < 0.01$ ). Corneal hysteresis (CH) is positively related to CCT ( $r = 0.62$ ,  $p < 0.05$ ) and inversely related to IOP (Goldmann tonometry) before phacoemulsification ( $r = -0.61$ ,  $p < 0.05$ ). There was significant recovery of CH at IOP reduction after phacoemulsification + IOL in both groups ( $p < 0.01$ ).

✧ **Key words:** glaucoma; primary angle-closure; phacoemulsification; central corneal thickness; intraocular pressure; corneal hysteresis.

### Сведения об авторах:

**Кочергин Сергей Александрович** — д. м. н., профессор кафедры офтальмологии.  
ГОУ ДПО «РМАПО Росздрава».  
Москва, Мамоновский пер., д. 7.  
E-mail: skdocent@rambler.ru.

**Самойленко Александр Игоревич** — аспирант кафедры.  
ГОУ ДПО «РМАПО Росздрава».  
Москва, Мамоновский пер., д. 7.  
E-mail: ophthalm@yandex.ru.

**Бейсекеева Жулдыз Сериковна** — аспирант кафедры.  
ГОУ ДПО «РМАПО Росздрава».  
Москва, Мамоновский пер., д. 7.  
E-mail: aspirantjb@gmail.com.

**Cochergin Sergey Alexandrovich** — doctor of medical science, professor. Department of Ophthalmology of Russian Medical Academy of the Post-Diploma Education.  
103001, Moscow, Mamonovsky per., 7.  
E-mail: skdocent@rambler.ru.

**Samoylenko Alexandr Igorevich** — ophthalmologist, aspirant. Department of Ophthalmology of Russian Medical Academy of the Post-Diploma Education. 103001, Moscow, Mamonovsky per., 7.  
E-mail: ophthalm@yandex.ru.

**Beisekeeva Juldys Serikovna** — ophthalmologist, aspirant. Department of Ophthalmology of Russian Medical Academy of the Post-Diploma Education. 103001, Moscow, Mamonovsky per., 7.  
E-mail: aspirantjb@gmail.com.