



# Особенности анатомо-топографических и гидродинамических параметров глаза после факоэмульсификации катаракты

Югай М.П. • Рябцева А.А. • Ширинова У.А.

**Югай Мария Павловна** – канд. мед. наук, врач офтальмологического отделения<sup>1</sup>  
 ✉ 125252, г. Москва, проезд Березовой Роши, 10–230, Российская Федерация.  
 Тел.: +7 (916) 093 75 10.  
 E-mail: mariayugay@inbox.ru

**Рябцева Алла Алексеевна** – д-р мед. наук, профессор, руководитель офтальмологического отделения<sup>1</sup>

**Ширинова Ульяяр Али-кызы** – аспирант кафедры хирургии факультета усовершенствования врачей<sup>1</sup>

**Актуальность.** Удаление нативного хрусталика вызывает изменение взаимного расположения структур переднего отдела глазного яблока, что влечет за собой колебания внутриглазного давления. Контроль внутриглазного давления важен для предотвращения осложнений в раннем послеоперационном периоде.

**Цель** – изучить изменения анатомо-топографических и гидродинамических показателей глазного яблока после неосложненной факоэмульсификации катаракты с имплантацией интраокулярной линзы.

**Материал и методы.** В исследование включены 75 больных (75 глаз), которым проведена неосложненная факоэмульсификация катаракты. Всем пациентам выполнялись ультразвуковая биомикроскопия, электронная тонография и исследование на анализаторе глазного ответа (до операции, через 2 недели, через 1 и 3 месяца после операции).

**Результаты и обсуждение.** Выявлено достоверное увеличение глубины передней камеры, расстояния «трабекула – радужка» в 500 мкм от склеральной шпоры, угла передней камеры, угла между склерой и радужкой и между склерой и цилиарными отростками. Топографическое давление до операции составляло  $15,67 \pm 0,85$  мм рт. ст., через

2 недели после операции –  $13,22 \pm 0,53$  мм рт. ст., через 1 месяц –  $13,21 \pm 0,55$  мм рт. ст., через 3 месяца –  $12,42 \pm 0,46$  мм рт. ст. Роговично-компенсированное давление до операции составляло  $15,91 \pm 0,69$  мм рт. ст., начиная с первых суток после операции повышалось и через 2 недели достигало максимума ( $19,37 \pm 1,52$  мм рт. ст.), через 1 месяц возвращалось к дооперационным значениям, через 3 месяца снижалось до  $14,4 \pm 0,70$  мм рт. ст. Внутриглазное давление по Гольдману изменялось аналогично роговично-компенсированному. Коэффициент легкости оттока водянистой влаги до операции составлял в среднем  $0,15$  мм<sup>3</sup>/мин/мм рт. ст., через 2 недели возрастал до  $0,24$  мм<sup>3</sup>/мин/мм рт. ст. и практически не изменялся при измерении через 1 и 3 месяца после операции –  $0,22$  мм<sup>3</sup>/мин/мм рт. ст.

**Заключение.** Через 3 месяца после факоэмульсификации катаракты анатомо-топографические изменения переднего отдела глазного яблока приводят к снижению внутриглазного давления на  $1,5$ – $2$  мм рт. ст. относительно дооперационного значения. Необходимо дальнейшее изучение зависимости величины повышения внутриглазного давления от исходных параметров глазного яблока.

**Ключевые слова:** факоэмульсификация, внутриглазное давление, анализатор глазного ответа, ультразвуковая биомикроскопия.

<sup>1</sup> ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского»; 129110, г. Москва, ул. Щепкина, 61/2, Российская Федерация

**Ф**акоэмульсификация катаракты (ФЭК) с имплантацией гибкой интраокулярной линзы (ИОЛ) сопровождается изменениями во взаимном расположении структур переднего отдела глазного яблока. Удаление нативного хрусталика и замена его на тонкую ИОЛ вызывают смещение корня радужки кзади и модификацию профиля угла передней камеры. В литературе описаны изменения

в переднем отделе глазного яблока после ФЭК – в основном глубины и угла передней камеры. В работе F.A. Pereira и S. Cronemberger отмечено увеличение глубины передней камеры в среднем на 850 мкм и увеличение угла передней камеры на 10 град. после ФЭК [1]. Многие авторы исследовали изменение топографии передней камеры после ФЭК у пациентов с закрытоугольной глаукомой [2]. В этом случае трансформация взаим-

ного расположения структур переднего отдела глаза приводит к устранению механизма повышения внутриглазного давления (ВГД), то есть ФЭК является патогенетически обоснованной гипотензивной операцией. У пациентов с открытым углом передней камеры проведение ФЭК вызывало снижение ВГД от 2 до 5 мм рт. ст. [3, 4]. По данным R. Suzuki и соавт., максимальное снижение ВГД от дооперационного уровня – 3 мм рт. ст. – наблюдалось через 3 месяца после ФЭК, через 6 месяцев снижение составило 2,8 мм рт. ст. [3].

Анатомо-топографические и гидродинамические изменения после ФЭК связаны между собой. A. Simsek и S. Siftci получили данные об увеличении глубины передней камеры с 2,7 до 3,7 мм и угла передней камеры с 27 до 42 град. при снижении ВГД с 14 до 11 мм рт. ст. [5].

Большой интерес представляют результаты обследования 999 больных, опубликованные в 2013 г. H.S. Yang и соавт. [6]. ВГД после ФЭК снижалось в среднем на 1,8 мм рт. ст., причем это снижение не зависело от длины глаза, толщины роговицы и радужки. Основное влияние на изменение ВГД оказывали его исходное значение, глубина передней камеры, угол передней камеры и толщина хрусталика. При этом величина изменений глубины передней камеры и угла передней камеры влияла на снижение ВГД после ФЭК более значительно, чем дооперационные значения ВГД и толщина хрусталика.

В этой связи мы решили проследить взаимосвязь изменений анатомо-топографических соотношений структур переднего отдела глаза и показателей ВГД у пациентов с неосложненной ФЭК через роговичный разрез с имплантацией мягкой ИОЛ.

### Материал и методы

В исследование включены 75 больных (75 глаз), которым выполнена неосложненная ФЭК с имплантацией мягкой ИОЛ. Пациенты с глаукомой и гипертонией, предшествующей травмой глаза, кераторефракционной хирургией, увеитом, а также интраоперационными осложнениями (незавершенный капсулорексис, разрыв задней капсулы, отрыв цинновых связок, ожог роговицы) были исключены из исследования.

Кроме общепринятых методов исследования (определение остроты зрения, тонометрия, ультразвуковое А- и В-сканирование глазного яблока, биомикроскопия) всем пациентам выполнялась ультразвуковая биомикроскопия глазного яблока на аппарате Aviso (Quantel Medical, Франция). Использовали датчик с частотой генерируемого

звука 50 МГц, перемещаемый линейно, область сканирования составила 16 мм, фокус – от 9 до 11 мм, максимальная разрешающая способность – 35 мкм, боковая разрешающая способность – 60 мкм. Измерения проводил один исследователь в меридиане с 6 до 12 часов в отсутствие медикаментозного мидриаза.

Для изучения гидродинамики всем пациентам выполнялись тонография с использованием глазного тонографа GlauTest-60, исследование роговично-компенсированного ВГД, ВГД по Гольдману на приборе Ocular Response Analyzer (ORA) (Reichert, США). Исследование ORA проводили до операции, в первые 2 суток, через 2 недели, 1 и 3 месяца после операции. Тонография выполнялась в те же сроки за исключением первых 2 суток после операции в связи с тем, что в раннем послеоперационном периоде проведение этого контактного исследования может нарушить архитектуру тоннельного разреза.

Факоэмульсификация выполнялась под субтеноновой анестезией через роговичный разрез 2–2,4 мм по стандартной методике с тщательной гидратацией тоннельного разреза и парацентезов роговицы. В послеоперационном периоде пациенты получали капельно антибиотики в течение 10 дней, глюкокортикостероиды и нестероидные противовоспалительные препараты в течение 1 месяца.

Статистическая обработка выполнялась с помощью программы SPSS Windows 11.5 с вычислением среднего значения, стандартного отклонения и парного критерия Стьюдента для сравнения до- и послеоперационных значений показателей у одного пациента.

### Результаты и обсуждение

Из анатомо-топографических показателей наиболее значимо изменилась глубина передней камеры (табл. 1). Статистически достоверное ( $p \leq 0,001$ ) увеличение этого показателя (с  $2,73 \pm 0,1$  мм до  $4,17 \pm 0,06$  мм) легко объяснимо: при удалении собственного хрусталика радужка отклоняется кзади, расстояние от эндотелия роговицы до плоскости зрачка возрастает. Аналогичные результаты получены и другими исследователями, отметившими, что после ФЭК глубина передней камеры увеличивается минимум на треть [7].

Вследствие увеличения расстояния «трабекула – радужка» до 500 мкм от склеральной шпоры облегчается доступ влаги передней камеры к зоне трабекулярного оттока, усиливается натяжение трабекулярной ткани и возрастает ее проницаемость.



Выраженное увеличение угла передней камеры глаза связано с тем, что объем, занимаемый ИОЛ, значительно меньше объема собственного хрусталика.

Еще одно анатомо-топографическое изменение, которое представляет несомненный интерес, – значительное и статистически достоверное увеличение угла «склера – радужка» и «склера – цилиарные отростки». После удаления хрусталика радужка уплощается и отклоняется кзади, поэтому угол между радужкой и склерой увеличивается. Увеличение угла «склера – цилиарные отростки» указывает на ротацию отростков кзади в послеоперационном периоде.

Повышение ВГД в раннем послеоперационном периоде (табл. 2) можно объяснить реактивным синдромом [6, 7], представляющим собой ответ тканей глаза (особенно радужки) на их травматизацию вследствие хирургического вмешательства.

Через 1 месяц после ФЭК истинное тонографическое давление (Po) практически не изменилось по сравнению с данными двухнедельного периода, роговично-компенсированное давление (IOPcc) вернулось к дооперационным значениям; ВГД, измеренное по Гольдману (IOPg), снизилось по сравнению с дооперационным показателем на 1 мм рт. ст. И, наконец, через 3 месяца Po стало ниже дооперационного значения на 3,23 мм рт. ст., IOPcc уменьшилось по сравнению с дооперационным показателем на 1,51 мм рт. ст., а IOPg – на 1,92 мм рт. ст. При анализе механизма снижения ВГД обращает на себя внимание изменение коэффициента легкости оттока водянистой влаги. До операции его среднее значение составляло 0,15 мм<sup>3</sup>/мин/мм рт. ст., через 2 недели возросло до 0,24 мм<sup>3</sup>/мин/мм рт. ст. и практически не изменилось через 1 и 3 месяца после операции – 0,22 мм<sup>3</sup>/мин/мм рт. ст. Усиление оттока водянистой влаги можно объяснить анатомо-топографическими изменениями в переднем отделе глазного яблока после ФЭК с имплантацией ИОЛ. В течение месяца воспалительные изменения стихают, и ВГД, достигнув дооперационного уровня, продолжает снижаться. Тonoграфическое исследование, проведенное через 3 месяца наблюдений, показало: ВГД снизилось на 3,23 мм рт. ст., роговично-компенсированное давление – на 1,51 мм рт. ст., и ВГД, измеренное по Гольдману, – на 1,91 мм рт. ст.

## Заключение

После ФЭК хрусталика с имплантацией ИОЛ достоверно увеличиваются глубина передней каме-

ры, дистанция «трабекула – радужка», угол передней камеры, угол «склера – радужка» и угол «склера – цилиарные отростки».

На фоне анатомо-топографических изменений коэффициент легкости оттока внутриглазной жидкости после ФЭК возрастает в 1,5 раза

**Таблица 1.** Изменение параметров переднего отдела глазного яблока после ФЭК с имплантацией ИОЛ

Показатель	До операции*	После операции*	Различие, абс. (%)	p
Глубина передней камеры, мм	2,73 ± 0,10	4,17 ± 0,06	+1,44 (53)	≤ 0,001
Дистанция «трабекула – радужка», мм	0,38 ± 0,02	0,47 ± 0,02	+0,09 (24)	≤ 0,001
Дистанция «трабекула – цилиарные отростки», мм	1,37 ± 0,06	1,38 ± 0,05	+0,01 (0,73)	0,801
Толщина радужки у корня, мм	0,36 ± 0,01	0,31 ± 0,01	-0,05 (14)	0,012
Максимальная глубина задней камеры, мм	0,70 ± 0,04	0,74 ± 0,04	+0,04 (5,7)	0,376
Максимальная толщина цилиарного тела, мм	0,59 ± 0,02	0,57 ± 0,04	-0,02 (3,4)	0,647
Толщина цилиарного тела в 1 мм от склеральной шпоры, мм	0,57 ± 0,02	0,56 ± 0,02	-0,01 (1,8)	0,936
Толщина цилиарного тела в 2 мм от склеральной шпоры, мм	0,42 ± 0,02	0,42 ± 0,02	0	0,825
Угол передней камеры, град.	28,69 ± 1,87	42,73 ± 1,56	+14,04 (48,9)	≤ 0,001
Угол «склера – радужка», град.	32,78 ± 1,39	41,36 ± 0,84	+8,58 (26,2)	≤ 0,001
Угол «склера – цилиарные отростки», град.	39,48 ± 1,29	45,30 ± 1,16	+5,82 (14,7)	≤ 0,001

\* Данные представлены в виде средних значений и стандартного отклонения (M ± SD)

**Таблица 2.** Изменение гидродинамических показателей оперированных глаз в разные сроки после ФЭК с имплантацией ИОЛ

Показатель	До операции	После операции			
		через 1 сутки	через 2 недели	через 1 месяц	через 3 месяца
Po, мм рт. ст.	15,68 ± 0,85	–	13,24 ± 0,53	13,22 ± 0,55	12,43 ± 0,46
C, мм <sup>3</sup> /мин/мм рт. ст.	0,15 ± 0,01	–	0,24 ± 0,02	0,22 ± 0,02	0,22 ± 0,02
ORA IOPcc, мм рт. ст.	15,92 ± 0,69	18,76 ± 0,92	19,38 ± 1,52	16,04 ± 1,35	14,41 ± 0,70
ORA IOPg, мм рт. ст.	14,50 ± 0,78	16,42 ± 0,75	17,51 ± 1,45	13,51 ± 1,12	12,58 ± 0,64

Po – истинное тонографическое давление, C – коэффициент легкости оттока, ORA IOPcc – роговично-компенсированное давление, ORA IOPg – внутриглазное давление, аналогичное измерению по Гольдману, измеряемое на приборе Ocular Response Analyzer

Данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения (M ± SD)



и остается повышенным в течение всего времени наблюдения (3 месяца).

ВГД сразу после операции кратковременно повышается на 3–3,5 мм рт. ст. После стихания реактивного синдрома наступает снижение этого показателя на 1,5–2 мм рт. ст. относительно до-операционных значений.

Выявленный подъем ВГД в течение первого месяца после операции является проявлением реактивного синдрома и требует тщательного наблюдения врачом-офтальмологом. Необходимо дальнейшее изучение зависимости величины повышения ВГД от исходных параметров глазного яблока. ☺

## Литература (References)

1. Pereira FA, Cronemberger S. Ultrasound biomicroscopic study of anterior segment changes after phacoemulsification and foldable intraocular lens implantation. *Ophthalmology*. 2003;110(9):1799–806.
2. Правосудова ММ, Балашевич ЛИ. Возможности операции факоэмульсификации в лечении больных с закрытоугольной глаукомой. В: Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии: сборник научных статей. М.: ФГУ МНТК «Микрохирургия глаза»; 2008. с. 206–10. (Pravosudova MM, Balashevich LI. The role of phacoemulsification surgery in the treatment of narrow-angle glaucoma. In: Modern technologies of cataract and refraction surgery: collection of scientific articles. Moscow: FGU MNTK "Mikrokhirurgiya glaza"; 2008. p. 206–10. Russian).
3. Suzuki R, Tanaka K, Sagara T, Fujiwara N. Reduction of intraocular pressure after phacoemulsification and aspiration with intraocular lens implantation. *Ophthalmologica*. 1994;208(5):254–8.
4. Jamil AZ, Iqbal K, Ur Rahman F, Mirza KA. Effect of phacoemulsification on intraocular pressure. *J Coll Physicians Surg Pak*. 2011;21(6):347–50.
5. Simsek A, Ciftci S. Evaluation of ultrasonic biomicroscopy results in anterior eye segment before and after cataract surgery. *Clin Ophthalmol*. 2012;6:1931–4.
6. Yang HS, Lee J, Choi S. Ocular biometric parameters associated with intraocular pressure reduction after cataract surgery in normal eyes. *Am J Ophthalmol*. 2013;156(1):89–94.e1.
7. Huang G, Gonzalez E, Peng PH, Lee R, Leeungurasatien T, He M, Porco T, Lin SC. Anterior chamber depth, iridocorneal angle width, and intraocular pressure changes after phacoemulsification: narrow vs open iridocorneal angles. *Arch Ophthalmol*. 2011;129(10):1283–90.

## Anatomo-topographic and hydrodynamic parameters of the eye after cataract phacoemulsification

Yugay M.P. • Ryabtseva A.A. • Shirinova U.A.

**Background:** Removal of the native lens alters spatial relationships between anterior eyeball structures and results in fluctuations in intraocular pressure. Intraocular pressure control is important for the prevention of early postoperative complications.

**Aim:** To study anatomic, topographic and hydrodynamic changes of the eyeball after uncomplicated cataract phacoemulsification with intraocular lens implantation.

**Materials and methods:** 75 eyes of 75 patients after uncomplicated cataract phacoemulsification were studied. All patients underwent ultrasound biomicroscopy, electronic tonography and biomechanics study on ocular response analyzer (before the surgery, in 2 weeks, 1 and 3 months after the surgery).

**Results:** We found significant increase in anterior chamber depth, distance trabecula-iris at 500 microns from the scleral spur, anterior chamber angle, angle between sclera and iris and angle between sclera and ciliary processes. Preoperatively, intraocular pressure was  $15.67 \pm 0.85$  mm Hg, in 2 weeks –  $13.22 \pm 0.53$  mm

Hg, after 1 month –  $13.21 \pm 0.55$  mm Hg, after 3 months –  $12.42 \pm 0.46$  mm Hg. Corneal-compensated pressure before surgery was  $15.91 \pm 0.69$  mm Hg, it increased from the first day after surgery, reached maximum  $19.37 \pm 1.52$  mm Hg after 2 weeks and returned to preoperative values at 1 month; in 3 months, corneal-compensated pressure decreased to  $14.4 \pm 0.70$  mm Hg. Goldmann intraocular pressure changes were similar with corneal-compensated intraocular pressure. Mean preoperative aqueous outflow easiness coefficient was  $0.15 \text{ mm}^3/\text{min}/\text{mm Hg}$ , increased after 2 weeks to  $0.24 \text{ mm}^3/\text{min}/\text{mm Hg}$  and stayed unchanged in 1 and 3 months after surgery ( $0.22 \text{ mm}^3/\text{min}/\text{mm Hg}$ ).

**Conclusion:** Changes of anatomy and topography of anterior part of the eyeball after cataract phacoemulsification lead to decrease of intraocular pressure by 1.5–2 mm Hg in 3 months after the surgery compared to preoperative values. Further studies of the relation between eyeball anatomy and intraocular pressure are needed.

**Key words:** phacoemulsification, intraocular pressure, ocular response analyzer, ultrasound biomicroscopy.

**Yugay Mariya Pavlovna** – MD, PhD, Ophthalmologist, Ophthalmology Department<sup>1</sup>  
✉ 10–230 Berezovoy Roshchi proezd, Moscow, 125252, Russian Federation.  
Tel.: +7 (916) 093 75 10.  
E-mail: mariayugay@inbox.ru

**Ryabtseva Alla Alekseevna** – MD, PhD, Professor, the Head of the Ophthalmology Department<sup>1</sup>

**Shirinova Ul'kyar Ali-kyzy** – PhD student, Surgery Department, Postgraduate Medical School<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Moscow Regional Research and Clinical Institute (MONIKI); 61/2 Shchepkina ul., Moscow, 129110, Russian Federation