



# Изменение биомеханических свойств роговицы после факоэмульсификации катаракты

Рябцева А.А. • Югай М.П.

**Актуальность.** Факоэмульсификация катаракты сопровождается изменениями биомеханических свойств роговицы. Корнеальный гистерезис характеризует вязкоэластические свойства роговицы и может быть исследован прижизненно.

**Цель** – изучение изменения корнеального гистерезиса в течение 3 месяцев после факоэмульсификации катаракты.

**Материал и методы.** В исследование включены 72 пациента (72 глаза) после неосложненной факоэмульсификации катаракты с имплантацией мягкой интраокулярной линзы. Всем пациентам до операции, в первые 2 суток, через 2 недели, через 1 и 3 месяца после операции выполнялись исследования

роговично-компенсированного внутриглазного давления, внутриглазного давления по Гольдману, а также роговичного гистерезиса на приборе Ocular Response Analyzer (Reichert, США).

**Результаты.** В первый день после операции корнеальный гистерезис снизился в среднем с  $9,85 \pm 0,30$  до  $8,91 \pm 0,31$  мм рт. ст., а через 2 недели – до  $7,97 \pm 1,51$  мм рт. ст. ( $p < 0,05$ ). Затем показатель стал возрастать и через 3 месяца вернулся к дооперационным значениям –  $9,68 \pm 0,45$  мм рт. ст. Внутриглазное давление сразу после факоэмульсификации возросло на 3–3,5 мм рт. ст. и продолжало расти, достигнув максимума через 2 недели, затем начало снижаться, упав до предоперационных значений

к концу первого месяца, а через 3 месяца после операции снизилось на 1,5–2 мм рт. ст.

**Заключение.** Снижение показателя корнеального гистерезиса можно расценивать как один из признаков реактивного синдрома после факоэмульсификации, а возвращение его к дооперационным значениям свидетельствует о восстановлении биомеханических свойств роговицы. Дальнейшее изучение динамики этого показателя важно для правильной клинической оценки тонометрического внутриглазного давления.

**Ключевые слова:** корнеальный гистерезис, внутриглазное давление, факоэмульсификация, биомеханические свойства глаза.

Факоэмульсификация катаракты сопровождается изменениями гидродинамических и биомеханических показателей глаза. В частности, существуют описания динамики внутриглазного давления (ВГД) после факоэмульсификации катаракты с имплантацией интраокулярной линзы [1–6].

Изучение и анализ тонометрического ВГД невозможны без учета корнеального гистерезиса. Корнеальный гистерезис – условная величина, характеризующая вязкоэластические свойства роговицы. До недавнего времени измерение биомеханических свойств роговицы *in vivo* представляло большие трудности. Сейчас для неинвазивного измерения корнеального гистерезиса используется анализатор глазного ответа Ocular Response Analyzer (ORA) (Reichert, США).

Корнеальный гистерезис снижается с возрастом и при некоторых глазных заболеваниях: например, при кератоконусе, причем значительно [7]. Снижение корнеального гистерезиса также отмечается при глаукоме и рассматривается в качестве прогностического фактора прогрессирования заболевания и изменения полей зрения. В литературе имеются данные о колебаниях значения роговичного гистерезиса при изменении ВГД. При повышении ВГД гистерезис уменьшался, а проведение гипотензивной терапии приводило к его увеличению. В этой связи представляется интересным изучить динамику этого показателя после факоэмульсификации катаракты.

## Материал и методы

В исследование вошли 72 больных (72 глаза), которым выполнена неосложненная факоэмульсифи-



Изменение показателей ВГД и роговичного гистерезиса в разные сроки после факоэмульсификации катаракты с имплантацией интраокулярной линзы

Показатель, мм рт. ст.	До операции	После операции			
		через 1 сутки	через 2 недели	через 1 месяц	через 3 месяца
СН	9,85 ± 0,30	8,91 ± 0,31	7,97 ± 1,51	8,79 ± 0,43	9,68 ± 0,45
ORA IOPg	14,50 ± 0,78	16,42 ± 0,75	17,51 ± 1,45	13,51 ± 1,12	12,58 ± 0,64
ORA IOPcc	15,92 ± 0,69	18,76 ± 0,92	19,38 ± 1,52	16,04 ± 1,35	14,41 ± 0,70

СН – корнеальный гистерезис; ORA IOPg – внутриглазное давление по Гольдману; ORA IOPcc – роговично-компенсированное давление

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

p < 0,05 между группами

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

**Югай Мария Павловна** – канд. мед. наук, врач офтальмологического отделения<sup>1</sup>

✉ 125252, г. Москва, проезд Березовой Рощи, 10–230, Российская Федерация.  
Тел.: +7 (916) 093 75 10.  
E-mail: mariayugay@inbox.ru

кация катаракты с имплантацией мягкой интраокулярной линзы. Из исследования исключали больных с глаукомой и гипертензией, с предшествующей травмой глаза, кераторефракционной хирургией, увеитом, а также интраоперационными осложнениями (незавершенный капсулорексис, разрыв задней капсулы, отрыв цинновых связок, ожог роговицы).

Предоперационное обследование включало стандартные методики. Всем пациентам выполнялись исследования роговично-компенсированного ВГД, ВГД по Гольдману и роговичного гистерезиса на приборе ORA. Исследование ORA проводили до операции, в первые 2 суток, через 2 недели, через 1 и 3 месяца после операции.

Факоэмульсификация выполнялась под субтеноновой анестезией через роговичный разрез 2–2,2 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

Данные, полученные в ходе исследования, представлены в таблице. Наблюдалась следующая динамика изученных показателей. Корнеальный гистерезис уменьшается после факоэмульсификации катаракты, причем снижение начинается уже в первые сутки после операции и продолжа-

ется до 2 недель. Затем корнеальный гистерезис возрастает, а по истечении 3 месяцев после операции возвращается к дооперационным значениям.

Отметим, что корнеальный гистерезис не является постоянной величиной. Его снижение после факоэмульсификации катаракты свидетельствует об изменении вязкоэластических свойств роговицы. Во время операции на роговицу оказывается значительное воздействие. На ее свойства влияют тоннельный разрез и парацентезы, выполняемые в начале операции. Величина тоннельного разреза составляет 2–2,2 мм (перед имплантацией интраокулярной линзы разрез может быть расширен), а парацентезов – 1 мм. Во время операции происходит оводнение разрезов, в ряде случаев образуется ультразвуковой ожог. Операция завершается гидратацией парацентезов, иногда – гидратацией тоннельного разреза.

Факоэмульсификация сопровождается снижением плотности эндотелия роговицы. Несмотря на защиту вискоэластиками, вихревые потоки жидкости в передней камере механически повреждают слой эндотелиальных клеток, уменьшение их плотности наблюдается и в послеоперационном периоде. Снижение плотности эндотелия может приводить к увеличению его проницаемости, развитию отека роговицы и увеличению ее толщины, что закономерно влияет на изменение показателя корнеального гистерезиса.

Что касается динамики ВГД, то начиная с первых суток после факоэмульсификации этот показатель возрастает и достигает максимума к 2 неделям, затем снижается. Повышение ВГД в раннем послеоперационном периоде объясняется реактивным синдромом, то есть реакцией тканей глаза на проведенное хирургическое вмешательство – на травматизацию и, возможно, остатки вискоэластиков и вещества хрусталика. Реактивный синдром стихает по истечении первого месяца после факоэмульсификации, чему соответствует возвращение ВГД к дооперационным значениям. В дальнейшем ВГД снижается на протяжении периода наблюдения.

Отметим, что изменения корнеального гистерезиса и ВГД имеют противоположное направление: во время первого месяца после операции ВГД возрастает, а гистерезис снижается. После стихания реактивного синдрома ВГД возвращается к дооперационным значениям, одновременно увеличивается числовое значение корнеального гистерезиса. Это согласуется с данными литературы о динамике показателя гистерезиса при глаукоме. Некоторые исследователи получили данные об изменении корнеального гистерезиса

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



при колебаниях ВГД: при повышении ВГД гистерезис снижался, и наоборот, гипотензивные мероприятия приводили к его увеличению [8, 9, 10]. Однако, согласно нашим данным, возвращение корнеального гистерезиса к исходным значениям – более длительный процесс, чем снижение ВГД: если ВГД возвращается к дооперационным показателям в течение 1 месяца после операции, то корнеальный гистерезис остается сниженным на протяжении 3 месяцев.

## Заключение

Снижение показателя корнеального гистерезиса можно расценивать как один из признаков реактивного синдрома после факоэмульсификации, а возвращение его к дооперационным значениям свидетельствует о восстановлении биомеханических свойств роговицы. Дальнейшее изучение динамики этого показателя важно для правильной клинической оценки тонометрического внутриглазного давления. ©

## Литература (References)

- 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.
- Bömer TG, Lagrèze WD, Funk J. Intraocular pressure rise after phacoemulsification with posterior chamber lens implantation: effect of prophylactic medication, wound closure, and surgeon's experience. *Br J Ophthalmol.* 1995;79(9):809–13.
- Coban-Karatas M, Sizmaz S, Altan-Yaycioglu R, Canan H, Akova YA. Risk factors for intraocular pressure rise following phacoemulsification. *Indian J Ophthalmol.* 2013;61(3):115–8.
- Khng C, Packer M, Fine IH, Hoffman RS, Moreira FB. Intraocular pressure during phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg.* 2006;32(2):301–8.
- Pohjalainen T, Vesti E, Uusitalo RJ, Laatikainen L. Intraocular pressure after phacoemulsification and intraocular lens implantation in nonglaucomatous eyes with and without exfoliation. *J Cataract Refract Surg.* 2001;27(3):426–31.
- 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.
- Ortiz D, Piñero D, Shabayek MH, Arnalich-Montiel F, Alió JL. Corneal biomechanical properties in normal, post-laser in situ keratomileusis, and keratoconic eyes. *J Cataract Refract Surg.* 2007;33(8):1371–5.
- Abitbol O, Bouden J, Doan S, Hoang-Xuan T, Gatineau D. Corneal hysteresis measured with the Ocular Response Analyzer in normal and glaucomatous eyes. *Acta Ophthalmol.* 2010;88(1):116–9.
- De Moraes CV, Hill V, Tello C, Liebmann JM, Ritch R. Lower corneal hysteresis is associated with more rapid glaucomatous visual field progression. *J Glaucoma.* 2012;21(4):209–13.
- Medeiros FA, Meira-Freitas D, Lisboa R, Kuang TM, Zangwill LM, Weinreb RN. Corneal hysteresis as a risk factor for glaucoma progression: a prospective longitudinal study. *Ophthalmology.* 2013;120(8):1533–40.

## Changes of biomechanical properties of the cornea after cataract phacoemulsification

Ryabtseva A.A. • Yugay M.P.

**Background:** Cataract phacoemulsification is accompanied by changes in biomechanical parameters of the eye. Corneal hysteresis is a characteristic of viscoelastic properties of the cornea which may be studied *in vivo*.

**Aim:** To assess the changes of corneal hysteresis in 3 months after phaco.

**Materials and methods:** We studied 72 eyes of 72 patients after uncomplicated phacoemulsification with soft intraocular lens implantation. Patients' examination included routine assessment of corneal compensated intraocular pressure (IOP), Goldman-correlated IOP and corneal hysteresis using Ocular Response Analyzer (Reichert, USA) before the procedure, on the first 2 days, in 2 weeks, 1 and 3 months after the procedure.

**Results:** Corneal hysteresis decreased from  $9.85 \pm 0.30$  mm Hg to  $8.91 \pm 0.31$  mm Hg on the first

day after the procedure and to  $7.97 \pm 1.51$  mm Hg ( $p < 0.05$ ) after 2 weeks. Later, corneal hysteresis begins to grow and returned to preoperative values in 3 months after the procedure ( $9.68 \pm 0.45$  mm Hg). Directly after the procedure, IOP raised by 3–3.5 mm Hg, reached maximum in 2 weeks, then decreased to preoperative values in 1 month after phaco with consequent decrease by 1.5–2 mm Hg in 3 months after phacoemulsification.

**Conclusion:** After phaco, decreased corneal hysteresis may reflect tissue response to the procedure. Return to preoperative values indicates recover of biomechanical properties of the cornea. Monitoring of corneal hysteresis may be useful for adequate clinical interpretation of the results of intraocular pressure measurement.

**Key words:** corneal hysteresis, intraocular pressure, phacoemulsification, biomechanical properties of the eye.

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

**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

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