

УДК 617.7-073.178

## О ВЛИЯНИИ КЕРАТОПАХИМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ТОНОМЕТРИЧЕСКОЕ ВНУТРИГЛАЗНОЕ ДАВЛЕНИЕ

© А.Б. Качанов, Л.И. Балашевич, Я.Н. Новак, С.М. Бауэр, Б.А. Зимин

*Ключевые слова:* ЛАЗИК; пневмотонометрия; тонометрия по Маклакову; центральная толщина роговицы; ВГД; миопия.

Операция ЛАЗИК по поводу миопии приводит к уменьшению толщины роговицы в ее центральной зоне и коррелирующему с этим уменьшению показателей пневмотонометрии и тонометрии по Маклакову. Установлено, что показатели пневмотонометрии изменяются в большей степени, чем показатели тонометрии по Маклакову, хотя в обоих случаях их уменьшение статистически значимо.

### АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

В связи с тем, что во всем мире отмечается устойчивый рост числа кераторефракционных операций и, главным образом, операций ЛАЗИК по поводу миопии, а также отмечается переход рефракционных пациентов в более старшую возрастную группу, возрастает необходимость изучения тонометрических показателей у лиц, подвергшихся эксимерным лазерным рефракционными операциям.

В последнее время появилось много работ, в которых обсуждается влияние толщины роговицы в ее центральной зоне на показатели пневмотонометрии и аппланационной тонометрии. Особенно эта зависимость может сильно проявляться после кераторефракционных операций [1–5]. Известны также работы по изменению показателей тонометрии по Гольдману после кераторефракционных операций [2; 6–7], однако в России и странах постсоветского пространства тонометрия по Гольдману проводится гораздо реже, чем, например, в западноевропейских клиниках, и основными способами тонометрии остаются тонометрия по Маклакову и пневмотонометрия. В работах Л.И. Балашевича с соавт. [8–11] предлагалось, в зависимости от толщины центральной зоны роговицы, полученной с помощью ультразвуковой (УЗ-) кератопахиметрии, выделить 5 основных кератопахиметрических групп: «ультратонкие» роговицы, толщина которых менее 480 мкм; «тонкие» роговицы с толщиной от 481 до 520 мкм; «нормальные» роговицы толщиной от 521 до 560 мкм; «толстые» роговицы толщиной от 561 до 600 мкм и «ультратолстые» роговицы, толщина которых более 601 мкм. Отмечалось, что показатели ВГД, измеренные при помощи пневмотонометра, увеличиваются по мере увеличения толщины роговицы. Построенная регрессионная зависимость позволила связать толщину роговицы с показателем ВГД, измеренным при помощи пневмотонометра. Проверка построенной регрессионной модели показала хорошую степень предсказания величины ВГД. В работе [10] исследование влияния толщины роговицы на показатели ВГД было продолжено, однако измерение ВГД на одном и том же глазу проводилось по двум разным методикам: бесконтакт-

ной пневмотонометрии на пневмотонометре СТ-60 (Торсон) и аппланационной тонометрии по методу Маклакова. Зависимость показателей тонометрического ВГД по Маклакову от толщины роговицы была значительно меньше, чем при определении пневмотонометрического ВГД, однако также средние показатели тонометрического ВГД по Маклакову также увеличивались по мере увеличения толщины роговицы.

**Целью** данной работы было изучение влияния изменений толщины роговицы после операции LASIK на показатели тонометрического ВГД, определяемого по Маклакову и путем пневмотонометрии. В соответствии с поставленной целью авторами решались следующие **задачи исследования:**

- 1) изучить влияние операции ЛАЗИК, выполненной для коррекции миопии, на показатели толщины роговицы и изменения показателей пневмотонометрии и тонометрии по Маклакову;
- 2) изучить особенности изменения данных пневмотонометрии относительно данных тонометрии по Маклакову до и после проведения операции ЛАЗИК по поводу миопии.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основная группа состояла из 562 пациентов (1032 глаза) с миопией слабой, средней и высокой степени, которым выполнялась операция ЛАЗИК по стандартной методике на современном высокоскоростном эксимерном лазере MEL-80 («Carl Zeis Meditec»). Проведен статистический анализ с использованием программы Statistica®. Пациентам выполнялось стандартное комплексное офтальмологическое обследование, включавшее измерение ВГД с использованием пневмотонометра и тонометра Маклакова и кератопахиметрию на А-скане/УЗ-кератопахиметре модели DGH 5100 до операции LASIK и через 1,5 года после нее.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В первую очередь авторами были определены среднестатистические показатели пневмотонометрии и

Таблица 1

Показатели пневмотонометрии и тонометрии по Маклакову у пациентов с различной толщиной роговицы до операции ЛАЗИК

Группы роговиц	Пневмотонометрия (мм рт. ст.)	Тонометрия по Маклакову (мм рт. ст.)
«Ультратонкие» (~3 %) 441–480 мкм	12,1 ± 2,0*	18,1 ± 1,0**
«Тонкие» (~20 %) 481–520 мкм	15,1 ± 2,7*	19,0 ± 0,9**
«Нормальные» (41 %) 520–560 мкм	16,1 ± 3,3*	19,3 ± 1,0**
«Толстые» (~30 %) 561–600 мкм	19,7 ± 3,2*	20,0 ± 1,4**
«Ультратолстые» (~6 %) 601–644 мкм	23,1 ± 3,3*	20,8 ± 1,9**

Примечание: \* – статистически достоверная разница ( $p < 0,01$ ); \*\* – статистически достоверная разница ( $p < 0,05$ ).

аппланационной тонометрии по Маклакову в зависимости от исходной толщины роговицы.

В табл. 1 показано распределение среднестатистических показателей тонометрического ВГД по данным пневмотонометрии и данным тонометрии по Маклакову у пациентов до операции LASIK в зависимости от исходной толщины роговицы в центре.

Интересно, что частота распределения роговиц по данным центральной УЗ-кератопахиметрии (центральной толщины роговицы – ЦТР), отмеченная в первом столбце табл. 1, практически совпадала с опубликованными литературными данными [9]. Так, в 41 % случаев встречались роговицы нормальной толщины и в 30 % – «толстые». Обращает на себя внимание также тот факт, что отмечалась статистически достоверная разница не только показателей пневмотонометрии у пациентов с различной толщиной роговицы ( $p < 0,01$ ), но и статистически достоверная разница тонометрического ВГД по Маклакову в этих же группах ( $p < 0,05$ ). Безусловно, правильная интерпретация данных тонометрии по Маклакову требует неукоснительного соблюдения этой методики, т. к. разница показателей в соседних сравниваемых группах небольшая – 0,3–0,9 мм рт. ст.

При изучении изменений тонометрических показателей после операции LASIK для правильной интерпретации полученных данных необходимо учитывать, что номинальная (расчетная) глубина абляции чаще всего больше, чем реальная. Так, реальное уменьшение толщины роговицы после операции ЛАЗИК по все совокупности пациентов было меньше на  $15,6 \pm 6,8$  мкм от запланированной номограммы эксимерного лазера MEL-80. После выполнения операции ЛАЗИК отмечалось статистически значимое истончение роговицы, составлявшее по всей группе пациентов  $71,5 \pm 33,3$  мкм ( $p < 0,001$ ). Изменение сферозэквивалента рефракции после операции ЛАЗИК по всей совокупности пациентов составляло  $4,9 \pm 2,5$  дптр ( $p < 0,001$ ).

Послеоперационные изменения сферозэквивалента рефракции и толщины роговицы напрямую коррелировали с уменьшением тонометрических показателей ВГД (коэффициенты корреляции  $r$  превышали 0,76).

На рис. 1 представлены изменения показателей ВГД при пневмотонометрии.

На рис. 2 представлены изменения показателей тонометрического ВГД по Маклакову.

Из приведенных выше данных видно, что показатели пневмотонометрии после проведения операции ЛАЗИК уменьшались на  $5,9 \pm 2,1$  мм рт. ст., а показатели тонометрии по Маклакову – на  $2,9 \pm 1,6$  мм рт. ст. Снижение тонометрических показателей в обоих случаях было статистически значимо ( $p < 0,01$ ).

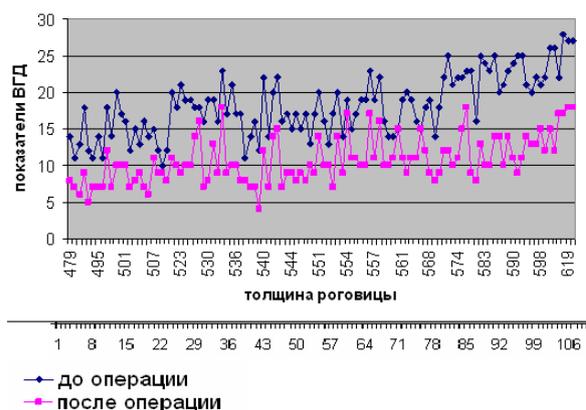


Рис. 1. Изменение показателей пневмотонометрии после проведения операции ЛАЗИК (верхняя кривая – показатели до операции, нижняя кривая – показатели после операции, нижняя шкала – номер исследования)

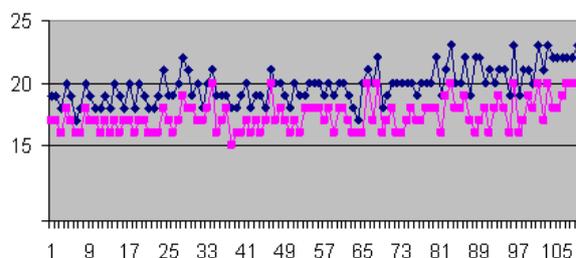


Рис. 2. Изменение показателей тонометрии по Маклакову после проведения операции ЛАЗИК (верхняя кривая – показатели до операции, нижняя кривая – показатели после операции, нижняя шкала – номер исследования)

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Анализ изменений тонометрических показателей ВГД убедительно демонстрирует, что у пациентов после операции ЛАЗИК по поводу миопии происходит статистически значимое уменьшение толщины роговицы в ее центральной зоне, которое напрямую коррелирует с уменьшением показателей пневмотонометрии и тонометрического ВГД по Маклакову. После проведения операции ЛАЗИК показатели пневмотонометрии изменяются в большей степени, чем показатели тонометрического ВГД по Маклакову, но и последние показатели также статистически значимо уменьшаются по сравнению с аналогичными дооперационными данными.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Широкое распространение операции ЛАЗИК привело к появлению большого числа пациентов с измененными параметрами роговицы. Операция ЛАЗИК по поводу миопии приводит к уменьшению толщины роговицы по сравнению с ее исходными значениями и, соответственно, к уменьшению тонометрических показателей ВГД как по данным пневмотонометрии, так и по данным аппланационной тонометрии по Маклакову. Необходимо учитывать этот факт при интерпретации тонометрических показателей рефракционных пациентов в будущем, особенно при патологии офтальмотонуса.

В результате выполненного исследования авторами сделаны следующие выводы.

1. Операция ЛАЗИК по поводу миопии приводит к статистически значимому уменьшению толщины роговицы в ее центральной зоне и уменьшению показателей пневмотонометрии и тонометрического ВГД по Маклакову.

2. После проведения операции ЛАЗИК по поводу миопии показатели пневмотонометрии изменяются в большей степени, чем показатели тонометрического ВГД по Маклакову, но последние показатели так же статистически значимо уменьшаются по сравнению с аналогичными дооперационными данными.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Потемкин В.В.* Толщина роговицы как фактор риска первичной открытоугольной глаукомы: автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2009.
2. *Faucher A., Gregoire J., Blondeau P.* Accuracy of Goldmann tonometry after refractive surgery // *J. Cataract Refract. Surg.* 1997. V. 23. P. 832-838.
3. *Langham M.E., O'Brein T.P.* Errors of Goldmann applanation tonometry following corneal Lasik surgery // *Офтальмология на рубеже ве-*

- ков: сб. науч. ст. Юбилейная научная конференция, посвящ. 80-летию проф. В.В. Волкова. СПб., 2001. С. 124.
4. *Emara B., Probst L.E. et al.* Correlation of intraocular pressure and central corneal thickness in normal myopic eyes and after laser in situ keratomileusis // *J. Cataract Refract. Surg.* 1998. V. 24. P. 1320-1325.
  5. *Eysteinson T., Jonasson F. et al.* Central corneal thickness, radius of the corneal curvature and intraocular pressure in normal subjects using noncontact techniques // *Acta Ophthalmologica Scandinavica: Reykjavic Eye Study.* 2002. V. 80. P. 11.
  6. *Балашевич Л.И., Литвин И.Б., Качанов А.Б.* Внутриглазное давление и толщина роговицы до и после эксимерлазерных вмешательств // ЕАКО-6: материалы 6 Евро-Азиатской конф. по офтальмохирургии. Екатеринбург, 2012. С. 68-69.
  7. *Тарутта Е.П., Еричев В.П., Ларина Т.Ю.* Контроль уровня ВГД после кераторефракционных операций // *Биомеханика глаза-2004.* М.: Ин-т глазных болезней им. Гельмгольца, 2004. С. 120-122.
  8. *Балашевич Л.И., Качанов А.Б., Никулин С.А., Головатенко С.П., Бауэр С.М., Зимин Б.А.* Влияние толщины роговицы на показатели внутриглазного давления // *Биомеханика глаза-004.* М.: Ин-т глазных болезней им. Гельмгольца, 2004. С. 89-91.
  9. *Балашевич Л.И., Качанов А.Б., Никулин С.А., Головатенко С.П., Бауэр С.М., Зимин Б.А.* Влияние толщины роговицы на пневмотонометрические показатели внутриглазного давления // *Офтальмохирургия.* 2005. № 1. С. 29-31.
  10. *Балашевич Л.И., Качанов А.Б., Новак Я.Н., Бауэр С.М., Зимин Б.А.* О влиянии толщины роговицы на показатели внутриглазного давления // *Биомеханика глаза-2005:* сб. трудов 1 конф. Моск. НИИ глазных болезней им. Гельмгольца. М., 2005. С. 119-120.
  11. *Faucher A. et al.* Accuracy of Goldmann tonometry after refractive surgery // *J. Cataract Refract. Surg.* 1997. V. 23. P. 832-838.

Поступила в редакцию 6 февраля 2015 г.

Kachanov A.B., Balashevich L.I., Novak Y.N., Bauer S.M., Zimin B.A. ABOUT INFLUENCE OF KERATOPAN AND METRICS ON TONOMETRIC IOP

Myopic surgery LASIK provokes the decreasing of central corneal thickness and correlates with the reducing of pneumotometry and Maklakoff tonometry. Was confirmed, that pneumotometry data are reducing faster, than Maklakoff one, but there is statistical significant reducing in both cases.

*Key words:* LASIK; pneumotometry; Maklakoff tonometry; central corneal thickness; IOP; myopia.

Качанов Андрей Борисович, Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, кандидат медицинских наук, доцент кафедры офтальмологии № 2; Санкт-Петербургский филиал МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, врач-офтальмохирург отдела рефракционной хирургии, e-mail: andrey\_kachanov@yahoo.com

Kachanov Andrey Borisovich, North-western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint-Petersburg, Russian Federation, Candidate of Medicine, Associate Professor of Ophthalmology Department №2; Academician S.N. Fyodorov FSBI IRTC "Eye Microsurgery", Saint-Petersburg branch, Saint-Petersburg, Russian Federation, Ophthalmologist-surgeon of Refractive Surgery Department, e-mail: andrey\_kachanov@yahoo.com

Балашевич Леонид Иосифович, Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, доктор медицинских наук, профессор кафедры офтальмологии № 2; Санкт-Петербургский филиал МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, директор, e-mail: andrey\_kachanov@yahoo.com

Balashevich Leonid Iosiphovich, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint-Petersburg, Russian Federation, Doctor of Medicine, Professor of Ophthalmology Department № 2; Academician S.N. Fyodorov FSBI IRTC "Eye Microsurgery", Saint-Petersburg branch, Saint-Petersburg, Russian Federation, Director, e-mail: andrey\_kachanov@yahoo.com

Новак Ярослав Николаевич, Санкт-Петербургский филиал МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, врач-офтальмохирург, e-mail: dr.novak@list.ru

Novak Yaroslav Nikolaevich, Academician S.N. Fyodorov FSBI IRTC "Eye Microsurgery", Saint-Petersburg branch, Saint-Petersburg, Russian Federation, Ophthalmologist-surgeon, e-mail: dr.novak@list.ru

Бауэр Светлана Михайловна, Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, доктор физико-математических наук, профессор кафедры гидроупругости, e-mail: s\_bauer@mail.ru

Bauer Svetlana Mikhailovna, Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russian Federation, Doctor of Physics and Mathematics, Professor of Hydroelasticity Department, e-mail: s\_bauer@mail.ru

Зимин Борис Александрович, Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории композиционных материалов, e-mail: borzim@mail.ru

Zimin Boris Aleksandrovich, Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russian Federation, Candidate of Physics and Mathematics, Senior Scientific Worker of Composite Materials Laboratory, e-mail: borzim@mail.ru