

УДК 617.7-007.681-07:617.7-073.178

# МЕТОДЫ ТОНОМЕТРИИ И РОЛЬ РАЗЛИЧНЫХ ПРОБ В РАННЕЙ ДИАГНОСТИКЕ ГЛАУКОМЫ (ЧАСТЬ 1)

**МАКАШОВА Н.В.**, д.м.н., старший научный сотрудник отдела глаукомы<sup>1</sup>;

**ЧЖАН ГОФАН**, аспирант<sup>1</sup>;

**ВАСИЛЬЕВА А.Е.**, ассистент кафедры глазных болезней<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт глазных болезней» РАМН, 119021, Российская Федерация, Москва, ул. Россолимо, 11 корп. А, Б;

<sup>2</sup>Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава РФ, 119991, Российская Федерация, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2.

Авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.  
Конфликт интересов: отсутствует.

## Резюме

В обзоре литературы представлены различные методы тонометрии, такие как: тонометрия по Маклакову, эластотонометрия, тонометрия по Гольдману, тонометрия на приборе Ocular Response Analyzer (ORA) и с помощью прибора ICare. Отображены результаты исследований эффективности и достоверности многих, особенно современных методик исследования внутриглазного давления (ВГД). Приводятся данные исследований различных авторов о зависимости ВГД от центральной толщины роговицы. Приведены работы многих зарубежных и отечественных исследователей, изучавших влияние вязко-эластических свойств фиброзной оболочки глаза (роговицы) на результаты некоторых методов тонометрии, а также проводивших анализ соотношения биомеханических показателей, зависимости корнеального гистерезиса и фактора

резистентности роговицы от уровня ВГД. Дан обзор различных проб в ранней диагностике глаукомы: разгрузочных проб (медикаментозные пробы с пилокарпином, эpineфрином, а также пробы на определение толерантного ВГД) и нагрузочных (нагрузка медикаментозным мидриазом, компрессионно-тонометрическая проба М.Б. Вургафта, позиционный тест (проба Хаймса), ортоклиностатическая проба М.М. Краснова, провокационный стероидный тест В. Веcker, W. Mills и другие), а также приведена история их разработки и внедрения в клиническую практику.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** глаукома, роговица, склера, фиброзная оболочка глаза, центральная толщина роговицы, фактор резистентности роговицы, внутриглазное давление, разгрузочные и нагрузочные пробы.

## ENGLISH

# TONOMETRY METHODS AND THE ROLE OF DIFFERENT SAMPLES IN THE EARLY DIAGNOSIS OF GLAUCOMA (PART 1)

**MAKASHOVA N.V.**, Med.Sc.D., Senior research associate of Glaucoma Department<sup>1</sup>;

**ZHANG GUOFANG**, Postgraduate<sup>1</sup>;

**VASSILIEVA A.E.**, Assistant professor<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Scientific Research Institute of Eye Diseases of the Russian Academy of Medical Sciences, Glaucoma Department, 11 Rossolimo st., Moscow, Russian Federation, 119021;

<sup>2</sup>I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ophthalmology Department, 8/2 Trubetskaya st., Moscow, Russian Federation, 119991.

Conflicts of Interest and Source of Funding: none declared.

## Для контактов:

**Макашова Надежда Васильевна**, e-mail: nvmakashova@mail.ru

## Abstract

This literature review depicts various tonometry methods (Maklakov, elastotometry, Goldmann tonometry, tonometry by means of Ocular Response Analyzer (ORA) and ICare). The efficacy and accuracy characteristics of different intraocular pressure measuring methods are presented. The article sums up current research on the interdependence of the intraocular pressure and central cornea thickness, the influence of viscoelastic characteristics of the fibrous membrane of the eye on results of some tonometry methods, the correlation of biomechanical indices and interrelation of corneal hysteresis, corneal resistance factor and intraocular pressure.

The review describes various stress tests (mydriatic test, Wurgaft compression tonometry test, Heims position test, Krasnov orthoclinostatic test, corticosteroid provocative testing by B. Becker, W. Mills etc.) and stress-relief tests (pilocarpine and epinephrine tests, determining individual tolerant intraocular pressure) used in early diagnostics of glaucoma and the history of their development and practical application.

**KEY WORDS:** glaucoma, cornea, sclera, fibrous eye cover, central corneal thickness, corneal resistance factor, intraocular pressure, stress tests, stress-relief tests.

**Н**есмотря на значительные успехи, достигнутые в лечении глаукомы, заболевание до настоящего времени остается одной из причин, приводящих к неизлечимой слепоте и инвалидности. В России доля глаукомы в нозологической структуре слепоты и слабовидения за последнее десятилетие выросла с 14 до 29% [1, 2].

Глаукома — это группа заболеваний, которые, как правило, связаны с повышенным внутриглазным давлением (ВГД). Глаукоматозное поражение заключается в гибели нервных клеток сетчатки и нервных волокон, составляющих зрительный нерв. В результате развиваются дефекты полей зрения, которые в начале заболевания остаются не замеченными пациентом. Раннее выявление глаукомы имеет решающее значение, так как позволяет вовремя начать соответствующее лечение [3, 4].

Как известно, диагностика этой патологии основана на трех основных признаках: повышение ВГД, изменения в поле зрения и изменения в диске зрительного нерва (ДЗН). Однако результаты исследований некоторых авторов [5, 6], свидетельствуют, что первые клинически определяемые изменения в поле зрения появляются только тогда, когда погибает около 40% нервных волокон зрительного нерва.

В то же время определить начальные изменения в зрительном нерве достаточно сложно из-за разнообразия индивидуальных особенностей ДЗН и невозможности сравнения с его предыдущим состоянием.

В связи с этим, регистрация повышенного ВГД является важнейшим первым признаком глаукомного процесса, так же как и снижение уровня офтальмотонуса является единственным подтвержденным способом профилактики и замедления прогрессирования глаукомной оптической нейропатии (ГОН) у больных глаукомой [3, 4, 7-9]

Вследствие вышеуказанного, очень важно точное измерение ВГД и правильная интерпретация показателей тонометрии для адекватной оценки уровня офтальмотонуса с целью ранней диагностики глаукомы, а в дальнейшем — для наблюдения за патологическим процессом.

## Методы тонометрии

Тонометрия — метод измерения величины ВГД. Его уровень (офтальмотонус) определяется соотношением между объемом глазного яблока и количеством его содержимого. Офтальмотонус возникает благодаря давлению, которое оказывает содержимое глаза (водянистая влага, стекловидное тело и кровь, находящаяся в сосудистом русле увеального тракта) на стенки глазного яблока [10, 11, 60].

Непосредственное влияние на величину ВГД оказывают такие факторы, как эластичность склеры, степень кровенаполнения и тонус сосудов внутри глаза, соотношение продукции и оттока водянистой влаги, регулирующие воздействия нервной системы [12, 13, 61].

Первый тонометр для исследования ВГД был предложен Грефе в 1863 г. До этого для исследования офтальмотонуса офтальмологи пользовались методом пальпации глазного яблока, предложенным Боуменом (Bowmen). Метод пальпации сохранил некоторое значение и до сих пор для приблизительной, ориентировочной оценки величины ВГД.

Тонометр Грефе был построен на принципе вдавления (импрессии) склеры. На этом же принципе были основаны и другие тонометры, предложенные рядом авторов вскоре после опубликования работы Грефе.

Эти приборы не нашли применения в клинике ввиду их несовершенства и неточности. Неточность показаний этих тонометров зависела как от несовершенства их конструкции, так и от недостатков, присущих самому методу импрессионной тонометрии.

В 1884 г. А.Н. Маклаков предложил тонометр, основанный на принципе сплющивания (аппланации) роговицы плоскостью. Этим было положено начало аппланационной тонометрии, обладающей принципиальными преимуществами по сравнению с импрессионной тонометрией. Важное значение имело также то обстоятельство, что при измерении ВГД А.Н. Маклаков предусматривал контакт тонометра не со склерой, а с роговицей, что способство-

вало значительному повышению точности метода. К достоинствам тонометрии А.Н. Маклакова относятся и простота конструкции прибора [14, 15].

Значение введенной А.Н. Маклаковым аппланационной тонометрии для клинической и экспериментальной офтальмологии трудно переоценить. С.Ф. Кальфа и М.Б. Вургафт (1959) справедливо указали на тот факт, что «лишь с исследований Маклакова начинается действительно объективное, точное клиническое изучение офтальмотонуса» [16].

Шиотц (Schiotz H., 1905) предложил импрессионный тонометр. Тонометр Шиотца применяется в настоящее время в зарубежных офтальмологических учреждениях, несмотря на очевидные преимущества тонометра Маклакова [16-18].

Единственный абсолютно точный метод измерения ВГД («истинного») — манометрический. Для измерения давления в переднюю камеру через роговицу вставляют иглу манометра, производя прямые замеры. Этот способ, естественно, неприменим в клинической практике.

Эластонометрия — метод определения ВГД набором тонометров различной массы. В нашей стране для этих целей чаще всего используется набор тонометров Маклакова весом 5, 7,5, 10 и 15 г (метод Филатова-Кальфа) [16, 19, 20]. Полученные показатели наносят на график: на оси абсцисс — масса тонометра в граммах, на оси ординат — значение тонометрического ВГД. Полученный график носит название эластонометрической кривой. При проведении этого исследования на здоровых глазах на графике получается практически прямая линия. Подъем эластокривой (разница между давлением, измеренным грузами 5 и 15 г) должен находиться в интервале 7-12 мм рт.ст. Высокое начало эластокривой (ВГД больше 21 мм рт.ст. при измерении грузом весом 5 г), а также укороченный или удлинённый типы эластокривых (размах менее 7 или более 12 мм рт.ст.) являются основанием для подозрения на глаукому.

Тонометрия по Гольдману отличается большой точностью и считается «золотым стандартом» измерения ВГД во всем мире. Метод аппланационный, основан на достижении фиксированного диаметра уплощения роговицы (3,06 мм). Малая сила воздействия на глаз (1 г на 10 мм рт.ст. давления) позволяет определять так называемое истинное ВГД [21].

Тонометрия с помощью прибора Icare сопоставима с результатами, получаемыми по Гольдману. Удобство данного тонометра в его портативности и возможности использования для обследования детей с раннего возраста без анестезии [22]. Тонометры Icare являются удобными для самостоятельного контроля ВГД пациентами в домашних условиях. Но высокая стоимость такого тонометра — 3000 евро (по данным представителей «Icare Finland Oy» в России) — делает его, к сожалению, труднодоступным для большинства пациентов.

## Центральная толщина роговицы (ЦТР)

В последние годы внимание офтальмологов привлекла центральная толщина роговицы (ЦТР) как источник существенной погрешности при измерении ВГД [21-34]. По мнению большинства исследователей, все существующие на сегодняшний день методы измерения ВГД имеют погрешность, связанную с индивидуальными особенностями значений толщины роговицы у каждого конкретного больного, причем наличие этой погрешности может вести как к гипердиагностике глаукомы (при «толстой» роговице) с назначением пожизненного лечения, так и к недооценке ее проявлений и, соответственно, поздней диагностике при «тонкой» роговице [35-38].

В последние годы появились исследования, предполагающие, что значение ЦТР у конкретного больного выходит за рамки простой погрешности при измерении ВГД. Ряд исследователей отнесли ЦТР к факторам риска развития и прогрессирования глаукомы, однако мнения исследователей по этому вопросу противоречивы [39, 40]. Следует констатировать, что клиническое значение такого показателя, как ЦТР, в диагностике глаукомы окончательно не определено и необходимо детализировать его практический смысл и прогностическое значение у больных ПОУГ.

В.В. Алексеев [41] показал, что сопротивление фиброзной оболочки глаза при тонометрии зависит от ряда факторов: гидратации роговицы, состава соединительной ткани, эластичности склеры, то есть всех биофизических свойств оболочек глаза.

В настоящее время зарубежные авторы [42-44] считают, что эластичность роговицы является параметром, который в большей степени, чем центральная толщина и рефракция, определяет ошибку при тонометрии. Для простоты понимания, роговицу с высокой эластичностью можно назвать мягкой, а с низкой — жесткой. При измерении ВГД у пациента с мягкой роговицей показатель тонометрии ниже истинного офтальмотонуса. Жесткая роговица приводит к завышению данных тонометров.

С биомеханическими свойствами фиброзной оболочки глаза связаны некоторые клинические ситуации, когда при достижении давления цели продолжается прогрессирование глаукомной нейропатии и, наоборот, при существенно повышенном ВГД не выявляются признаки глаукомного поражения. Кроме того, в ряде научных работ авторы выдвигают новые гипотезы патогенеза первичной открытоугольной глаукомы, которые связывают развитие и прогрессирование глаукомного процесса со свойствами роговицы и склеры, такими как толщина, ригидность и др. [45-49].

Существуют исследования, опровергающие взаимосвязь биомеханических свойств фиброзной оболочки глаза и глаукомы [50-51].

Фирма “Reichert” создала прибор Ocular Response Analyzer (ORA), с помощью которого стало возможным неинвазивно оценивать вязко-эластические свойства фиброзной оболочки глаза. Роговица, прогибаясь внутрь под воздействием воздушной струи и возвращаясь к первоначальному положению, дважды проходит стадию относительного уплощения, при этом определяется величина давления в обеих точках апланации. На основании этих данных рассчитывают показатель ВГД, близкий к такому при тонометрии по Гольдману (Goldmann Correlated Intraocular Pressure — IOPg), и роговично-компенсированное, то есть не зависящее от биомеханических свойств роговицы, ВГД (Corneal Compensated Intraocular Pressure — IOPcc), а также два параметра, отражающих биомеханические свойства фиброзной оболочки глаза: фактор резистентности роговицы (Corneal Resistance Factor — CRF), характеризующий ее упругие свойства и прямо коррелирующий с ее толщиной, и роговичный гистерезис (Corneal Hysteresis — CH), который отражает способность роговицы поглощать энергию воздушного импульса, то есть вязко-эластические свойства [Luce D.A., 2005] [52]. С 2006 г. применению ORA посвящен целый ряд научных работ, в которых, как правило, авторы уделяют основное внимание возможным патологическим изменениям вязко-эластических свойств роговицы [53-56]. По данным разных исследований, при глаукоме происходит увеличение коэффициента ригидности и снижение корнеального гистерезиса [57, 62].

Л.Л. Арутюнян (2009) указала на нарушение вязко-эластических свойств корнеосклеральной оболочки глаза при ПОУГ. Автор считает, что обратная зависимость между корнеальным гистерезисом и ВГД указывает на взаимное влияние вязко-упругих свойств корнеосклеральной капсулы и офтальмотонуса [58].

А.А. Антонов (2011) провел анализ соотношения данных биомеханических показателей. При увеличении ВГД фактор резистентности роговицы увеличивается, а CH — снижается. Применение гипотензивной терапии приводит к обратным изменениям этих показателей [59].

## Литература/References

1. Либман Е.С., Чумаева Е.А. Материалы VII съезда офтальмологов России. Москва; 2000; 226-227. [Liebman E.S., Chumayeva E.A. Materials of the VII Congress ophthalmologists of Russia. Moscow; 2000; 226-227. (In Russ.)].
2. Либман Е.С., Шахова Е.В. Тезисы докладов VIII съезда офтальмологов России. Москва; 2005; 78-79. [Liebman E.S., Shakhova E.V. Theses of reports of the VIII Congress of ophthalmologists of Russia. Moscow; 2005; 78-79. (In Russ.)].
3. Волков В.В. Глаукома открытоугольная. Москва: МИА; 2008; 348 с. [Volkov V.V. Glaukoma otkrytougol'naja. [Open-angle glaucoma]. Moscow: MIA, 2008; 348 p. (In Russ.)].
4. Еричев В.П. Патогенез, диагностика и лечение первичной открытоугольной глаукомы. *Российский медицинский журнал* 1998; 4:35-38. [Erichiev V.P. The pathogenesis, diagnosis, and treatment of primary open-angle glaucoma. *Russian medical journal* 1998; 4:35-38. (In Russ.)].
5. Anderson D.R., Patella V.M. Automated Static Perimetry. Mosby, 1998; Guedes V. [et al.] Optical coherence tomography measurement of macular and nerve fiber layer thickness in normal and glaucomatous human eyes. *Ophthalmology* 2003; 110(1):177-189.
6. Leske M., Heijli A. Factors for glaucoma progression and the effect of treatment: the Early Manifests Glaucoma Trial. *Arch Ophthalmol* 2003; 121(5):48-56.
7. Краснов М.М. Микрохирургия глауком. Москва: Медицина; 1980; 248 с. [Krasnov M.M. Mikrohirurgija glaukom. [Microsurgery of glaucoma.] Moscow: Medicine, 1980; 248 p. (In Russ.)].
8. Нестеров А.П., Егоров Е.А. Глаукома: спорные проблемы, возможности консенсуса. Тезисы докладов VIII съезда офтальмологов России. Москва; 2005; 142-143. [Nesterov A.P., Egorov E.A. Glaucoma: controversial problems, possibilities of consensus. Theses of reports of the VIII Congress of ophthalmologists of Russia. Moscow; 2005; 142-143. (In Russ.)].
9. Федоров С.Н. Патогенез и раннее хирургическое лечение открытоугольной глаукомы. Тезисы докладов Международной конференции офтальмологов городов-побратимов Одессы. Одесса; 1981; 226. [Fedorov S.N. Patogenesis and early surgical treatment of open-angle glaucoma. Theses of reports of the International conference of ophthalmologists of the twin-cities of Odessa. Odessa; 1981; 226. (In Russ.)].
10. Егоров Е.А. Глаукома. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2013; 818 с. [Egorov E.A. Glaukoma. [Glaucoma.]. М.: GEOTAR Media; 2013; 818 p. (In Russ.)].
11. Аветисов С.Э., Егоров Е.А., Мошетова Л.К., Нероев В.В. Офтальмология. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2008; 940 с. [Avetisov S.E., Egorov E.A. Moshetova L.K., Neroyev V.V. Oftalmologija. [Ophthalmology.]. М.: GEOTAR Media; 2008; 940 p. (In Russ.)].
12. Нестеров А.П. Глаукома. М.: МИА; 2008; 357 с. [Nesterov A.P. Glaukoma. [Glaucoma.]. М.: MIA; 2008; 357 p. (In Russ.)].
13. Нестеров А.П. Первичная глаукома. М.: Наука; 1982; 286 с. [Nesterov A.P. Pervichnaja glaukoma. [Primary glaucoma.]. М.: Science; 1982; 286 p. (In Russ.)].
14. Вургафт М.В. О калибровке тонометров Маклакова разного веса. *Офтальмологический журнал* 1965; 6:443-448. [Vurgaft M.V. On the realignment of different weights in Maklakov tonometry. *Medical journal* 1965; 6:443-448. (In Russ.)].
15. Маклаков А.Н. Офтальмотонометрия. М.: Печатня С.П. Яковлева; 1892; 2:35. [Maklakov A.N. Oftalmotonometriya. [Ocular tonometry.]. М.: Printing S.P. Yakovleva; 1892; 2:35. (In Russ.)].
16. Нестеров А.П., Вургафт М.Б. Калибровочные таблицы для эластотонометра Филатова-Кальфа. *Вестн офтальмол* 1972; 88 (2): 20-25. [Nesterov A.P. Vurgaft M.B. Calibration tables for Filatov-Kalf elastotonometer. *Vestn Oftalmol* 1972; 88(2): 20-25. (In Russ.)].
17. Moses R.A. Theory of the Schiotz tonometer and its empirical calibration. *Transactions of the American Ophthalmological Society* 1971; 69(1):494-562.
18. Friedenewald J.S. Contribution to the theory and practice of tonometry. *Amer J Ophthalmol* 1937; 20(3):985-1010.
19. Кальфа С.Ф. Эластотонометрия глаза. *Русский офтальмологический журнал* 1928; 8:250-262. [Kalfa S.F. Elastotonometriya. *Russian medical journal* 1928; 8:250-262. (In Russ.)].

20. Кальфа С.Ф., Вургафт М.Б., Грудский А.З. Пути развития и современное состояние эластонометрии глаза. *Офтальмологический журнал* 1959; 8:451-465. [Kalfa S.F., Vurgaft M.B., Grudsky A.Z. Ways of development and current state of elastotometry. *Medical journal* 1959; 8:451-462. (In Russ.)].
21. Kaufmann C., Bachmann L.M., Thiel M.A. Comparison of dynamic contour tonometry with goldmann applanation tonometry. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2004; 45(9):3118-3121.
22. European Glaucoma Society «Terminology and Guidelines for Glaucoma, 3rd Edition», 2008.
23. Алексеев В.Н., Литвин И.Б. Влияние толщины роговицы на уровень внутриглазного давления и прогноз при первичной открытоугольной глаукоме. *Клиническая офтальмология* 2008; 9(4):130-133. [Alekseev V.N., Lytvyn I.B. The influence of corneal thickness on the level of intraocular pressure and primary open-angle glaucoma prognosis. *Clinical Ophthalmology* 2008; 9(4):130-133. (In Russ.)].
24. Балашевич Л.И., Качанов А.Б., Новак Я.Н. и др. О влиянии толщины роговицы на показатели внутриглазного давления. Сборник трудов конференции «Биомеханика глаза 2005». 2005; 119-120. [Balashevich L.I., Kachanov A.B., Novak Y.N., et al. The effect of corneal thickness on intraocular pressure indicators. Proceedings of the Conference «Biomechanics eyes 2005». 2005; 119-120. (In Russ.)].
25. Еремина М.В., Еричев В.П., Якубова Л.В. Влияние центральной толщины роговицы на уровень внутриглазного давления в норме и при глаукоме. *Глаукома* 2006; 5(4):78-83. [Eremina M.V., Erichev V.P., Yakubova L.V. The influence of central corneal thickness on the level of intraocular pressure in normal and glaucomatous eyes. *Glaucoma* 2006; 5(4):78-83. (In Russ.)].
26. Grieshaber M.C., Schoetzau A., Zawinka C., et al. Effect of central corneal thickness on dynamic contour tonometry and Goldmann applanation tonometry in primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2007; 125(6): 740-744.
27. Huang Y., Tham C.C., Zhang M. Central corneal thickness and applanation tonometry. *J Cataract Refract Surg* 2008; 34(3):347.
28. Kohlhaas M., Boehm A.G., Spoerl E., et al. Effect of central corneal thickness, corneal curvature, and axial length on applanation tonometry. *Arch Ophthalmol* 2006; 124(4):471-476.
29. Lleo A., Marcos A., Calatayud M., et al. The relationship between central corneal thickness and Goldmann applanation tonometry. *Clin Exper Optom: journal of the Australian Optometrical Association* 2003; 86(2):104-108.
30. Martinez-de-la-Casa J.M., Garcia-Feijoo J., Vico E., et al. Effect of corneal thickness on dynamic contour, rebound, and goldmann tonometry. *Ophthalmology* 2006; 113(12):2156-2162.
31. Singh R.P., Goldberg I., Graham S.L., et al. Central corneal thickness, tonometry, and ocular dimensions in glaucoma and ocular hypertension. *J Glaucoma* 2001; 10(3):206-210.
32. Stodtmeister R. Applanation tonometry and correction according to corneal thickness. *Acta Ophthalmol Scand* 1998; 76(3):319-324.
33. Stodtmeister R. Central corneal thickness on GAT (Goldman applanation tonometry accuracy). *J Glaucoma* 2002; 11(6):543.
34. Tonnu P.A., Ho T., Newson T., et al. The influence of central corneal thickness and age on intraocular pressure measured by pneumotometry, non-contact tonometry, the Tono-Pen XL, and Goldmann applanation tonometry. *Br J Ophthalmol* 2005; 89(7):851-854.
35. Васина М.В., Егоров Е.А. Влияние толщины роговицы на уровень внутриглазного давления среди различных групп пациентов. *Клиническая офтальмология* 2006; 7(1):16-19. [Vasina M.V., Egorov E.A. Effect of the corneal thickness on the level of intraocular pressure in various groups of patients. *Clinical Ophthalmology* 2006; 7(1):16-19. (In Russ.)].
36. Ehlers N., Bramsen T., Sperling S. Applanation tonometry and central corneal thickness. *Acta Ophthalmol* (Copenh). 1975; 53(1):34-43.
37. Feltgen N., Leifert D., Funk J. Correlation between central corneal thickness, applanation tonometry, and direct intracameral IOP readings. *Br J Ophthalmol* 2001; 85(1):85-87.
38. Orsengo G.J., Pye D.C. Determination of the true intraocular pressure and modulus of elasticity of the human cornea in vivo. *Bull Mathematical Biology* 1999; 61(3):551-572.
39. Herndon L.W., Choudhri S.A., Cox T., et al. Central corneal thickness in normal glaucomatous and ocular hypertensive eyes. *Arch Ophthalmol* 1997; 115(9):1137-1141.
40. Konstas A.G., Irkec M.T., Teus M.A., Cvenkel B., Astakhov Y.S., Sharpe E.D., Hollo G., Mylopoulos N., Bozkurt B., Pizzamiglio C., Potyomkin V.V., Alemu A.M., Nasser Q.J., Stewart J.A., Stewart W.C. Mean intraocular pressure and progression based on corneal thickness in patients with ocular hypertension. *Eye* 2007; 23(1):73-78.
41. Алексеев В.В. Оценка влияния параметров роговой оболочки на результаты тонометрии в здоровой популяции. *Клиническая офтальмология* 2008; 9(4):128-130. [Alekseev V.V. Assessing the impact of corneal parameters on the tonometry results in a healthy population. *Clinical ophthalmology* 2008; 9(4):128-130. (In Russ.)].
42. Ang G.S., Bochmann F., Townend J., et al. Corneal biomechanical properties in primary open angle glaucoma and normal tension glaucoma. *J Glaucoma* 2008; 17(4):259-262.
43. Brown K.E., Congdon N.G. Corneal structure and biomechanics: impact on the diagnosis and management of glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol* 2006; 17(4):338-343.
44. Sun L., Shen M., Wang J., et al. Recovery of corneal hysteresis after reduction of intraocular pressure in chronic primary angle-closure glaucoma. *Am J Ophthalmol* 2009; 147(6) 1061-1066.
45. Акопян А.И. Дифференциально-диагностические критерии изменений диска зрительного нерва при глаукоме и миопии. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва; 2008; 24 с. [Akopyan A.I. Differential diagnostic criteria of the optic nerve changes in patients with glaucoma and myopia: dissertation abstract. M.; 2008:24 p. (In Russ.)].
46. Акопян А.И., Еричев В.П., Иомдина Е.Н. Ценность биомеханических параметров глаза в трактовке развития глаукомы, миопии и сочетанной патологии. *Глаукома* 2008; 1:9-14. [Akopyan A.I., Erichev V.P., Iomdina E.N. The value of biomechanical parameters of the eye in the treatment of glaucoma, myopia and comorbidity. *Glaucoma* 2008; 1:9-14. (In Russ.)].
47. Иомдина Е.Н., Игнатьева Н.Ю., Данилов Н.А. и др. Биохимические и структурно-биомеханические особенности матрикса склеры человека при первичной открытоугольной глаукоме. *Вестник офтальмологии* 2011; 6:10-14. [Iomdina E.N., Ignatyev N.Yu., Danilov N.A., et al. Biochemical, structural and biomechanical features of the matrix of the sclera in human primary open-angle glaucoma. *Vestn Oftalmol* 2011; 6:10-14. (In Russ.)].
48. Светлова О.В., Дроздова Г.А., Балашевич Л.И. и др. Морфофизиологические особенности строения склеры глаза человека как ключевого звена в формировании уровня внутриглазного давления в норме и при глаукоме. *Морфология* 2009; 136(5):5-10. [Svetlova O.V., Drozdov G.A., Balashevich L.I., et al. Morphological features of the structure of the human sclera as a key element in shaping the level of intraocular pressure in normal and glaucoma eyes. *Morphology* 2009; 136(5):5-10. (In Russ.)].

49. Страхов В.В., Алексеев В.В. Патогенез первичной глаукомы — все или ничего. *Глаукома* 2009; 2:40-52. [Strahov V.V., Alekseev V.V. The pathogenesis of primary glaucoma — all or nothing. *Glaucoma* 2009; 2:40-52. (In Russ.)].
50. Hirnei C., Neubauer A.S., Yu A., et al. Corneal biomechanics measured with the ocular response analyser in patients with unilateral open-angle glaucoma. *Acta Ophthalmologica* 2011; 89(2):189-192.
51. Mansouri K., Leite M.T., Weinreb R.N., et al. Association between corneal biomechanical properties and glaucoma severity. *Am J Ophthalmol* 2012; 153(3):419-427.
52. Luce D.A. Determining in vivo biomechanical properties of the cornea with an ocular response analyzer. *J Cataract Refract Surg* 2005; 31(1):156-162.
53. Ang G.S., Bochmann F., Townend J., et al. Corneal biomechanical properties in primary open angle glaucoma and normal tension glaucoma. *J Glaucoma* 2008; 17(4):259-262.
54. Аветисов С.Э., Бубнова И.А., Антонов А.А. Биомеханические свойства роговицы: клиническое значение, методы исследования, возможности систематизации подходов к изучению. *Вестник офтальмологии* 2010; 126(6):3-7. [Avetisov S.E., Bubnova I.A., Antonov A.A. Biomechanical properties of the cornea: clinical implications, research methods, the possibility of systematic approaches to the study. *Vestn Oftalmol* 2010; 126(6):3-7. (In Russ.)].
55. Brown K.E., Congdon N.G. Corneal structure and biomechanics: impact on the diagnosis and management of glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol* 2006; 17(4):338-343.
56. Sun L., Shen M., Wang J., et al. Recovery of corneal hysteresis after reduction of intraocular pressure in chronic primary angle-closure glaucoma. *Am J Ophthalmol* 2009; 147(6):1061-1066.
57. Detry-Morel M., Jamart J., Pourjavan S. Evaluation of corneal biomechanical properties with the Reichert Ocular Response Analyzer. *Eur J Ophthalmol* 2010.
58. Арутюнян Л.Л. Роль вязко-эластических свойств глаза в определении давления цели и оценке развития глаукоматозного процесса. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М.; 2009; 24 с. [Arutyunyan L.L. The role of visco-elastic properties of the eye pressure in determining target pressure and assessing the development of glaucomatous process: dissertation abstract. M.; 2009; 24 p. (In Russ.)].
59. Антонов А.А. Значение биомеханических свойств фиброзной оболочки глаза в диагностике и мониторинге глаукомы: Дис. ... канд. мед. наук. М.; 2011; 85 с. [Antonov A.A. Meaning of the biomechanical properties of the fibrous membrane of the eye in the diagnosis and monitoring of glaucoma. Dissertation. M.; 2011; 85 p. (In Russ.)].
60. Авдеев Р.В., Александров А.С., Басинский А.С., Блюм Е.А., Брежнев А.Ю., Волков Е.Н. и др. Клинико-эпидемиологическое исследование факторов риска развития и прогрессирования глаукомы. *Российский офтальмологический журнал* 2013; 6(3):4-11. [Avdeev R.V., Alexandrov A.S., Basinsky A.S., Blum E.A., Brezhnev A.Yu., Volkov E.N., Gaponko O.V., et al. Clinical and epidemiological study of risk factors of glaucoma development and progression. *Russian Ophthalmological Journal* 2013; 6(3):4-11. (In Russ.)].
61. Шмырева В.Ф., Зиангирова Г.Г., Мазурова Ю.В., Петров С.Ю. Клинико-морфологическая характеристика дренажной зоны склеры при глаукоме нормального внутриглазного давления. *Вестник офтальмологии* 2007; 6:32-35. [Shmyreva V.F., Ziangirova G.G., Mazurova Yu.V., Petrov S.Yu. Clinical and morphological characteristics of the scleral drainage area in normotensive glaucoma. *Vestn Oftalmol* 2007; 6:32-35. (In Russ.)].
62. Шмырева В.Ф., Петров С.Ю., Антонов А.А., Данилов С.С. Исследование суточных колебаний офтальмотонуса у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой при монотерапии тимололом, латанопростом и травопростом. *РМЖ. Клиническая офтальмология* 2010; 11(4):125-127. [Shmyreva V.F., Petrov S.Yu., Antonov A.A., Danilov S.S. Study of daily IOP fluctuations in patients with primary open-angle glaucoma as monotherapy with timolol, latanoprost and travoprost. *RMJ Clinical Ophthalmology* 2010; 11(4):125-127. (In Russ.)].

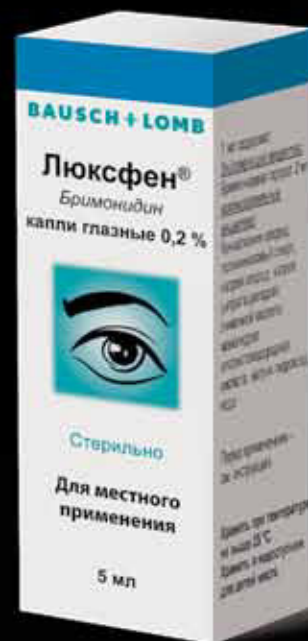
Поступила 04.02.2014

# Люксфен®

Бримонидин 0,2% 5 мл

## ТЬМА ОТСТУПАЕТ

- Снижение офтальмотонуса до 10-12 мм рт.ст., контроль 12 часов<sup>1</sup>
- Нейропротекторные свойства даже в условиях повышенного офтальмотонуса<sup>2,3,4</sup>
- Дополнительное увлажнение и регенерация клеток поверхности глаза за счет поливинилового спирта<sup>5</sup>
- Кратность применения – 2 раза в сутки<sup>1</sup>



Рег. номер: ЛП-001434 от 16.01.2012

**1.** Инструкция по применению лекарственного препарата ЛЮКСФЕН. **2.** Lambert W.S., Ruiz L., Crish S.D., Wheeler L.A., Calkins D.J. Brimonidine prevents axonal and somatic degeneration of retinal ganglion cell neurons. *Mol Neurodegener.* 2011; 6: 4. **3.** Lopez-Herrera M.P.L., Mayor-Torroglosa S., de Imperial J.M., Villegas-Perez M.P., Vidal-Sanz M. Transient ischemia of the retina results in altered retrograde axoplasmic transport: neuroprotection with brimonidine. *Exp Neurol.* 2002; 178: 243-258. **4.** Cun-Jian Dong, William A. Hare and Larry Wheeler, Neural Mechanisms Underlying Brimonidine's Protection of Retinal Ganglion Cells in Experimental Glaucoma, *Glaucoma – Basic and Clinical Concepts*, book edited by Shimon Rumelt, Published: November 11, 2011. **5.** Мальханов В.Б., Шевчук Н.Е., Синдром «сухого глаза»: диагностика, патогенез, лечение, ГУ «Уфимский НИИ глазных болезней» АН РБ, материалы Международной научно-практической конференции по офтальмохирургии «Восток-Запад» – 2011.

Информация предназначена для медицинских и фармацевтических работников.

Полную информацию Вы можете получить в ООО «ВАЛЕАНТ»: 115162, Россия, г. Москва, ул. Шаболовка, д. 31, стр. 5. Тел.: +7 (495) 510 28 79 [www.valeant.com](http://www.valeant.com)