

УДК [617.7-007.681:617.753.2]:617.71-07

КЛИНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БИОМЕХАНИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ФИБРОЗНОЙ ОБОЛОЧКИ У БОЛЬНЫХ ГЛАУКОМой В СОЧЕТАНИИ С МИОПИЧЕСКОЙ РЕФРАКЦИЕЙ

© 2015 М.В. Шевченко¹, О.В. Братко², Н.Е. Шугурова¹

¹ Самарский государственный медицинский университет

² Самарская областная клиническая офтальмологическая больница имени Т.И. Ерошевского

Статья поступила в редакцию 23.10.2015

Статья посвящена исследованию биомеханики фиброзной оболочки глаза у пациентов с глаукомой, миопией и при сочетании этих заболеваний. Особое внимание уделено клинической оценке эластичности и ригидности фиброзной капсулы методом эластотонометрии в сравнении с анализатором биомеханических свойств глаза (ORA). Проведено исследование морфометрических особенностей склеры и роговицы при указанных патологиях.

Ключевые слова: первичная открытоугольная глаукома, миопия, кератопахиметрия, эластотонометрия, корнеальный гистерезис, фактор резистентности роговицы.

ВВЕДЕНИЕ

Первичная открытоугольная глаукома (ПОУГ) остается главной причиной слепоты в большинстве стран мира, включая Россию. Одним из ведущих факторов риска ее развития является миопия, при которой риск развития глаукомы увеличивается в 2-3 раза.

Сочетание глаукомы и миопии не только значительно затрудняет раннюю диагностику глаукомы, но и утяжеляет ее клиническое течение. Таким образом, оценка биомеханических характеристик глаза и разработка на этой основе подходов к диагностике и лечению пациентов с глаукомой на фоне миопии крайне актуальна.

Целью работы явилось повышение эффективности диагностики первичной открытоугольной глаукомы у пациентов с миопической рефракцией на основе клинической оценки биомеханических особенностей фиброзной оболочки глазного яблока.

Материал представлен результатами обследования 536 человек (963 глаза), из которых 97 человек (194 глаза) – здоровые лица с эметропией без патологии гидродинамики, 88 человек (176 глаз) – пациенты с миопической рефракцией, 176 человек (349 глаз) – пациенты с ПОУГ на фоне эметропии, 175 человек (244 глаза) – пациенты с ПОУГ на фоне миопии.

В группу условно здоровых вошли лица, не имеющие повышения внутриглазного давления (ВГД) в анамнезе и отягощенной наследственности по глаукоме. Выборка была случайной и

включала пациентов от 51 до 82 лет. Критерии исключения из исследования были следующими: воспалительные заболевания переднего отрезка глаза, заболевания роговицы в прошлом и настоящем, роговичный астигматизм более 1,0 Д, ионизирующее излучение или интоксикации тяжелыми металлами в анамнезе, травмы органа зрения в анамнезе, наличие общесоматических заболеваний: бронхиальной астмы, ревматоидного артрита, сахарного диабета и других.

Методы исследования. Всем пациентам проводилась комплексная современная диагностика, включающая оценку остроты зрения, поля зрения, состояния глазного дна, биомикроскопию, гониоскопию. По показаниям назначалась рефрактометрия, ультразвуковая биометрия, электронная тонография, стандартная автоматизированная периметрия на компьютерном периметре PLC – 90 фирмы Opticon и анализаторе поля зрения Humphrey Field Analyser, конфокальная лазерная сканирующая офтальмоскопия (HRT II).

В работе применялись следующие методы исследования, позволяющие клинически оценить биомеханические характеристики глазного яблока: ультразвуковая кератопахиметрия, ультразвуковая биометрия, расчет корреляции центральной толщины роговицы (ЦТР) и переднезадней оси (ПЗО) глазного яблока, исследование на анализаторе биомеханических свойств глаза (ORA), эластотонометрия.

Ультразвуковая кератопахиметрия выполнялась в центральном отделе роговицы на автоматическом бесконтактном тонометре-пахиметре фирмы Reichert (США). При оценке толщины роговицы использовалась ее градация на пять групп: «ультратонкая» (менее 480 мкм), «тонкая» (481-520 мкм), «нормальная» (521-560 мкм), «толстая» (561-600) мкм и «ультратолстая» (более 600 мкм) по Балашевич Л.И. с соавт. (2004 г.). Эластотонометрия по Филатову-Кальфа выполнялась в

Шевченко Марина Владимировна, доктор медицинских наук, профессор кафедры офтальмологии.

E-mail: marina.v.shevchenko@yandex.ru

Братко Ольга Владимировна, кандидат медицинских наук, заведующая отделением. E-mail: bratko@inbox.ru

Шугурова Наталья Евгеньевна, ассистент кафедры офтальмологии. E-mail: ruzhovanatalya@mail.ru

классическом варианте. Оценивались начало и конец эластокривой, её форма и эластоподъём.

Измерение внутриглазного давления выполнялось методом бесконтактной пневмотонометрии на тонометре – пахиметре фирмы Reichert. Результаты измерения пересчитывались на ЦТР с использованием поправочных коэффициентов по Ehlers et al. (1975) в модификации Stodmeister (1998).

Морфологическая основа биомеханических нарушений фиброзной оболочки глазного яблока оценивалась на основании морфометрических исследований, которые включали оценку 40 фрагментов склеры, удаленных в процессе фильтрующей гипотензивной хирургии глаукомы и фрагментов склеры 20 глазных яблок, энуклеированных по поводу ограниченных внутриглазных опухолей (склера была интактной).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Средние значения ЦТР имели разные величины в контрольной группе у эметропов и при миопии. Меньшее значение этот показатель составлял в контрольной группе ($544,21 \pm 34,25$ мкм), большее – при миопии ($554,62 \pm 34,38$ мкм), ($p < 0,001$). Доля толстых роговиц у миопов встречалась чаще (45,19%), чем у эметропов (32,67%). Важно, что у 13,34% пациентов с миопией роговица была ультратолстой, что значительно чаще, чем при эметропии (5,88%). Доля тонких и ультратонких роговиц при миопии была несколько меньше, чем в контроле (17,8% и 21% соответственно).

При анализе ЦТР по степеням миопии выявлено статистически достоверно меньшее значение ЦТР при миопии слабой степени ($545,01 \pm 24,13$ мкм), чем при миопии средней и высокой степени ($559,92 \pm 33,26$ мкм и $556,26 \pm 38,75$ мкм соответственно). При всех степенях миопии доля толстых роговиц была больше, чем доля тонких.

Полученные результаты расходятся с общепринятыми представлениями об истончении фиброзной оболочки глаза при миопии во всех отделах, но согласуются с единичными исследованиями последних лет [5, 9, 10] и свидетельствуют о крайней важности кератопахиметрических измерений у каждого пациента с миопической рефракцией при исследовании гидродинамики.

С целью определения соотношения ЦТР и состояния всей фиброзной оболочки глаза при миопии проведен анализ корреляции ЦТР и ПЗО глазного яблока. Выявлены принципиальные отличия их корреляции при эметропии и миопии.

В целом, у пациентов с эметропической рефракцией выявлена положительная корреляция средней степени ЦТР и ПЗО глаза ($r=0,4$), при миопической рефракции – слабой степени ($r=0,153$).

Было обнаружено, что группа пациентов с миопической рефракцией очень неоднородна

по биомеханическим характеристикам глаза, поэтому глаукомный процесс на фоне миопии имеет разную биомеханическую основу, что должно найти отражение в индивидуализации диагностики и лечебного процесса при глаукоме в миопических глазах.

Эластотонометрия – простой и доступный в широкой клинической практике метод, но существует крайне мало работ, позволяющих оценить его информативность для исследования биомеханических свойств фиброзной оболочки глазного яблока.

В ряде исследований, посвященных эластотонометрии, высказано предположение о том, что ее результаты зависят от ригидности фиброзной оболочки глазного яблока [1, 2, 8].

Нами проведена клиническая апробация эластотонометрии в качестве метода, оценивающего биомеханические особенности фиброзной оболочки глаза, и проведено сравнение информативности эластотонометрии с результатами анализатора биомеханических свойств глаза (ORA).

Обследовано 110 пациентов (211 глаз). Пациенты были представлены тремя группами с заведомо различными биомеханическими свойствами роговицы: I группа – здоровые лица (72 глаза), II группа – пациенты с миопией (60 глаз), III группа – пациенты с первичной открытоугольной глаукомой (79 глаз).

Известно, что биомеханические свойства фиброзной оболочки глаза значительно изменяются как при миопии, так и при глаукоме, причем эти изменения носят разнонаправленный характер. И при том и при другом заболевании имеется растяжение склеры, но при миопии прочностные свойства склеры и ригидность снижаются, а при глаукоме, наоборот, увеличиваются [3, 4, 7].

Во всех исследуемых группах ВГД было компенсированным для исключения влияния фактора давления на результат исследования. В группе пациентов с миопией более чем у 50% больных ПЗО глаза превышало 25 мм.

Применение эластотонометрии позволило выявить как качественные, так и количественные различия между группами с миопией и глаукомой. При снижении ригидности склеры и повышении ее вязкости, свойственных миопии, было характерно уменьшение эластоподъема и сглаженность эластокривой. При повышении ригидности склеры, типичном для глаукомы, имели место увеличение эластоподъема и изломанная эластокривая.

При исследовании на аппарате ORA было выявлено некоторое снижение корнеального гистерезиса (КГ) (9,04 мм рт. ст. при миопии и 9,01 мм рт. ст. при глаукоме) и повышение фактора резистентности роговицы (ФРР) (10,64 мм рт. ст. при миопии и 10,42 мм рт. ст. при глаукоме) по сравнению с контролем. Корнеальный гистерезис в контроле составил 9,77 мм рт. ст., фактор резистентности роговицы – 10,13 мм рт.ст. Между

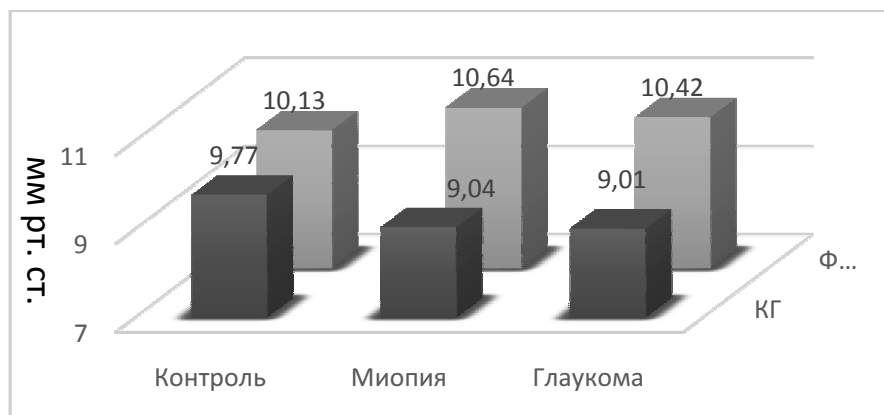


Рис. 1. Корнеальный гистерезис и фактор резистентности роговицы в исследуемых группах

группами с миопией и глаукомой КГ и ФРР практически не различались (рис. 1).

По результатам данного исследования анализатор биомеханических свойств глаза позволил лишь констатировать наличие биомеханических нарушений фиброзной оболочки глаза, но не дифференцировал их различный характер. Подобный результат описан Иомдиной Е.Н. с соавт. [6].

Таким образом, в отличие от ОРА, эластотонометрия реагирует не только на наличие изменений биомеханических свойств фиброзной оболочки глаза, но и на их тип. Её принцип может быть положен в основу разработки новых, доступных в широкой клинической практике методов оценки биомеханических свойств фиброзной оболочки глаза.

Было проведено сравнение биомеханических характеристик глаза при глаукоме на фоне миопии с другими исследуемыми группами, перечисленными ранее: здоровыми лицами с эмметропической рефракцией, пациентами с миопией и пациентами с глаукомой на фоне эмметропии.

Средняя толщина роговицы при ПОУГ на фоне эмметропии и на фоне миопии была почти одинаковой и составила $543,23 \pm 32,9$ мкм и $543,97 \pm 38,41$ мкм соответственно. Выявлено, что при ПОУГ на фоне миопии, так же как и при ПОУГ на фоне эмметропии, толщина роговицы

статистически достоверно уменьшается по мере увеличения стадии глаукомного процесса, причем при миопии в значительно большей степени.

При III стадии глаукомы доля тонких роговиц больше по сравнению с I стадией процесса, при эмметропии эта разница составила 13,6%, а при миопии - 29,2%. Доля толстых роговиц больше в I стадии процесса, чем в III стадии при эмметропии на 14,7%, при миопии на 27,8%.

Корреляция ЦТР и ПЗО глаза ни при ПОУГ на фоне эмметропии, ни при ПОУГ на фоне миопической рефракции в целом в группе не выявлена ($r=0,015$ и $r=(-)0,070$ соответственно).

Корреляция ЦТР и длины оси глаза у пациентов с глаукомой в зависимости от степени миопии аналогична миопии без глаукомы: выявлена положительная корреляция средней степени при миопии слабой степени ($r=0,53$) и слабая отрицательная корреляция при миопии средней степени ($r=(-)0,26$) и миопии высокой степени ($r=(-)0,3$).

При исследовании на анализаторе биомеханических свойств глаза установлено, что корнеальный гистерезис имел наименьшее значение (8,2 мм рт. ст.), а ФРР – наибольшее значение (10,70 мм рт. ст.) в группе с первичной открытоугольной глаукомой на фоне миопии, по сравнению с другими исследуемыми группами (рис. 3).

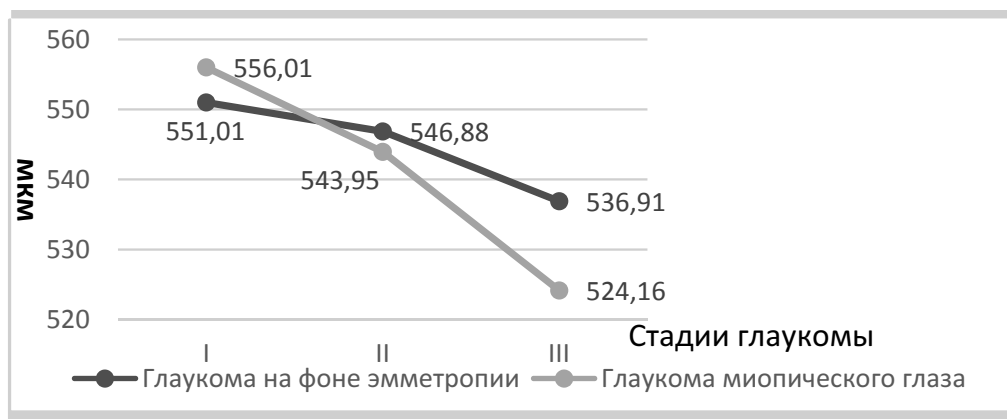


Рис. 2. Средние значения ЦТР в зависимости от стадии глаукомного процесса у пациентов с глаукомой на фоне эмметропии и глаукомой на фоне миопии

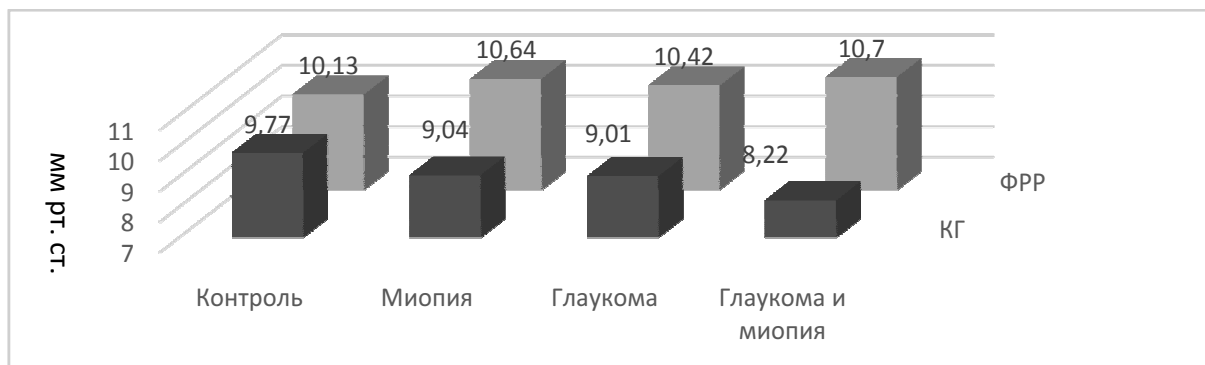


Рис. 3. Сравнение корнеального гистерезиса и фактора резистентности роговицы в исследуемых группах

Таким образом, эта методика также подтвердила, что при глаукоме на фоне миопии нарушение биомеханических характеристик фиброзной оболочки глаза существенно отличается от таковых как при миопии, так и при глаукоме на фоне эметропии. Следовательно, при глаукоме на фоне миопии происходит сочетание изменений биомеханических свойств фиброзной оболочки глаза, свойственных обоим процессам.

Проведенное нами в этой группе эластотонметрическое исследование также показало качественное и количественное отличие биомеханических нарушений при развитии глаукомы на фоне миопической рефракции от свойственных миопии и глаукоме в отдельности. Результаты эластотонметрии при ПОУГ на фоне миопи-

ческой рефракции имели признаки и миопии и глаукомы (рис. 4). Уровень ВГД при измерении всеми грузами приближался к группе пациентов с ПОУГ на фоне эметропии.

Эластоподъем был низким, что приближало эту группу к группе пациентов с миопией (рис. 5). Эластокривая имела форму, сглаженную по сравнению с ПОУГ на фоне эметропии, что также является признаком изменения фиброзной оболочки по миопическому типу.

Таким образом, показатели эластотонметрии в группе больных с ПОУГ в сочетании с миопией изменялись по разному типу. Часть из них (уровень ВГД) имела характеристики, типичные для глаукомы, другая часть (эластоподъем, форма эластокривой) – характеристики, типичные для миопии.

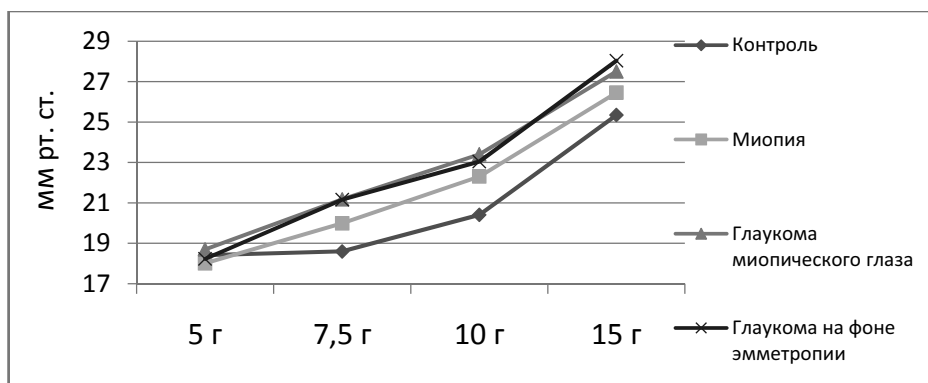


Рис. 4. Результаты эластотонметрии во всех исследуемых группах

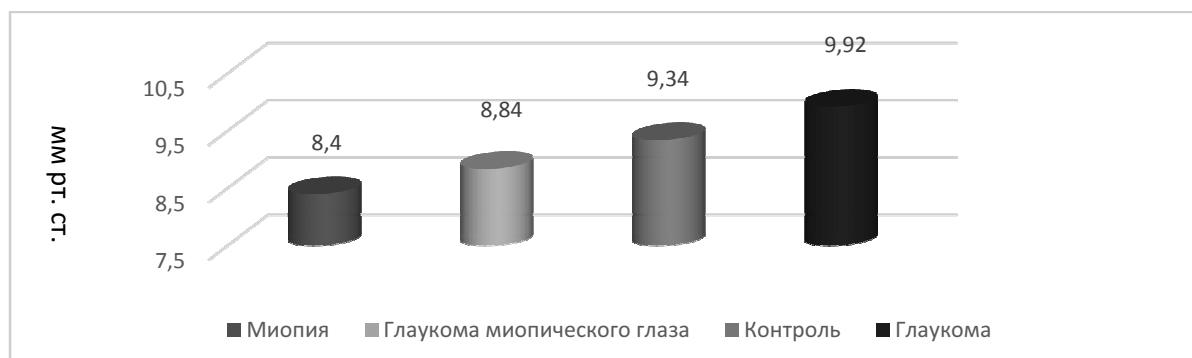


Рис. 5. Эластоподъем в исследуемых группах

Полученные результаты позволяют предположить, что уровень ВГД при проведении эластонометрии отражает состояние гидродинамики глаза, а эластоподъем и форма эластокривой – ригидность и эластичность фиброзной оболочки глаза.

Возможность преобладания вязких или ригидных характеристик фиброзной оболочки у конкретного больного с ПОУГ на фоне миопии обуславливают необходимость их индивидуальной оценки.

Для выявления морфологической основы биомеханических нарушений проведен сравнительный морфометрический анализ фрагментов склеры у больных с ПОУГ на фоне эмметропии и на фоне миопии, удаленных в процессе задней склерэктомии при фильтрующей хирургии глаукомы.

Контролем служили фрагменты склеры 20 глазных яблок, энуклеированных по поводу ограниченных внутриглазных опухолей (склера была интактной). Оценивалась толщина склеры (ТС) и толщина пучка склеры (ТПС), а также корреляция ТС с кератопахиметрической толщиной роговицы.

Нами выявлено уменьшение толщины склеры в параэкваatorialной зоне при глаукоме на фоне эмметропии ($1,68 \pm 0,07$ мм) и некоторое увеличение толщины склеры при глаукоме на фоне миопии ($1,78 \pm 0,05$ мм) по сравнению с контролем ($1,71 \pm 0,06$ мм). Различия статистически достоверны. При глаукоме, как на фоне эмметропии, так и на фоне миопии, происходит истончение склерального пучка по сравнению с контролем, однако при миопии оно более значительное, что также статистически достоверно ($0,88 \pm 0,02$ мкм – контроль, $0,67 \pm 0,03$ мкм – глаукома на фоне эмметропии, $0,55 \pm 0,06$ мкм – глаукома на фоне миопии).

Доля тонких склеральных пучков при глаукоме увеличивается как на фоне миопии, так и на фоне эмметропии, а доля толстых волокон уменьшается. Однако количественно эти процессы значительно различаются. Доля тонких пучков в 2,5 раза больше, а толстых – в 3 раза меньше при глаукоме на фоне миопии.

Можно предположить, что эти морфометрические изменения склеры в определенной степени обуславливают особые биомеханические характеристики, свойственные первичной открытоугольной глаукоме на фоне миопической рефракции. Кроме того, появляются участки склеры с нарушением параллельности коллагеновых пучков, их фрагментацией и распадом. Эти изменения более выражены при развитии глаукомного процесса на фоне миопии.

При сравнении толщины склеры в зависимости от ЦТР, определенной методом кератопахиметрии, выявлено, что при глаукоме, как на фоне эмметропии, так и на фоне миопии, толщина склеры в параэкваatorialной зоне коррелирует

с толщиной роговицы, то есть тонкой роговице соответствует тонкая склера и наоборот, при толстой роговице склера имеет большую толщину.

Таким образом, исследования основных биомеханических показателей фиброзной оболочки глаза клиническими методами, а также морфологическое исследование показали, что при глаукоме на фоне миопии биомеханические характеристики фиброзной оболочки глаза значительно отличаются от таковых при глаукоме на фоне эмметропии. Разнонаправленный характер этих изменений свидетельствует, что пациенты с глаукомой на фоне миопии нуждаются в их индивидуальной оценке для определения тактики диагностики и лечения.

ВЫВОДЫ

1. При глаукоме на фоне миопии происходит как количественное, так и качественное изменение биомеханических характеристик глазного яблока по сравнению с глаукомой на фоне эмметропии, требующее индивидуального учета и коррекции в процессе диагностики и лечения.

2. Центральная толщина роговицы и ее соотношение с переднезадней осью глаза при миопической рефракции характеризуются большим разбросом значений ЦТР; статистически значимым увеличением среднего значения ЦТР по сравнению с эмметропией увеличением доли толстых роговиц с 32,67% при эмметропии до 45,19% при миопии и уменьшением доли тонких роговиц при миопии по сравнению с эмметропией (17,8% и 21,0% соответственно). Корреляция ЦТР и ПЗО глаза при эмметропии и миопии имеет противоположную направленность.

3. Морфометрической основой биомеханических нарушений при глаукоме на фоне миопии является уменьшение толщины пучка склеры и увеличение доли тонких пучков склеры в 2,5 раза по сравнению с глаукомой на фоне эмметропии. Морфометрия склеры в параэкваatorialной зоне глазного яблока выявила ее истончение при глаукоме на фоне эмметропии по сравнению с контролем и некоторое увеличение при глаукоме на фоне миопии. В обеих группах выявлена прямая корреляция толщины склеры и кератопахиметрической толщины роговицы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аветисов С.Э., Бубнова И.А., Антонов А.А. Диагностические возможности эластонометрии // Глаукома: реальность и перспективы. Сборник научных статей. М., 2008. Т.2. С.81-85.
2. Аветисов С.Э., Бубнова И.А. Современные возможности прижизненной оценки биомеханических свойств роговицы // Современные методы диагностики и лечения заболеваний роговицы и склеры. Сборник научных статей научно-практической конференции М., 2007 С.236-239.

3. *Аветисов Э.С., Фридман Ф.Е., Саксонова Е.О., Тарутта Е.П.* Роль растяжения склеры в генезе миопических витреоретинальных дистрофий // Офтальмологический журнал. 1988. № 3 С. 137-138.
4. *Еричев В.П., Еремина М.В., Якубова Л.В., Арефьева Ю.А.* Анализатор биомеханических свойств глаза в оценке вязко-эластических свойств роговицы в здоровых глазах. // Глаукома. 2007. № 1. С.11-15.
5. *Еричев В.П., Еремина М.В., Якубова Л.В., Арефьева Ю.А.* Корнеальный гистерезис в норме и при некоторых видах офтальмопатологии // Сборник трудов конференции: «Биомеханика глаза 2007». М., 2007. С.82-87.
6. *Иомдина Е.Н., Игнатьева Н.Ю., Данилова Н.А., Арутюнян Л.Л., Киселёва О.А.* Биомеханика корнеосклеральной оболочки глаза при миопии и глаукоме: сходства и различия // Биомеханика глаза. 2009. Сборник трудов IV семинара. М., 2009. С.110-114.
7. *Иомдина Е.Н., Кораблев Д.О.* О исследовании зависимости «напряжение – деформация» в корнеосклеральной оболочке глаза // Материалы Всероссийской конференции «Биомеханика на защите жизни и здоровья человека». Т.1. Н. Новгород, 1994. С.98-100.
8. *Нестеров А.П.* Гидродинамика глаза. М.: Медицина, 1968. 144с.
9. *Нероев В.В., Ханджян А.Т., Зайцева О.В.* Новые возможности в оценке биомеханических свойств роговицы и измерении внутриглазного давления // Глаукома. 2006. № 1. С.51-58.
10. *Фаттах О.* Значение центральной толщины роговицы в диагностике, прогнозе и выборе тактики лечения больных первичной открытоугольной глаукомой: автореф. дис. канд. мед. наук. 14.00.08 Самара. 2009. 27 с.

CLINICAL EVALUATION OF BIOCHEMICAL PARAMETERS OF THE FIBROUS CAPSULE IN PATIENTS WITH GLAUCOMA AND MYOPIA

© 2015 M.V. Shevchenko¹, O.V.Bratko², N.E.Shugurova¹

¹Samara State Medical University

²Samara Clinical Ophthalmologic hospital named after T.I.Eroshevskii

The article is devoted to the study the biomechanics of fibrous membrane of the eye in patients with glaucoma, myopia, and the combination of these diseases. Clinical evaluation of elasticity and rigidity of the fibrous capsule by elastotometry compared with the ocular response analyzer is presented in the article. The authors carried out the investigation of the morphometric characteristics of the sclera and cornea in these pathologies.

Keywords: primary open angle glaucoma, myopia, keratopachimetry, elastotometry, corneal hysteresis, corneal resistance factor.

Marina Shevchenko, Doctor of Medical Sciences, Professor of Ophthalmology Department.

E-mail: marina.v.shevchenko@yandex.ru

Ol'ga Bratko, Candidate of Medical Sciences, the Head of the Department. E-mail: bratko@inbox.ru

Natalia Shugurova, Assistant of Ophthalmology Department. E-mail: ryzhovanatalya@mail.ru