

СИНДРОМ РАСТЯЖЕНИЯ ПЕРЕДНЕГО СЕГМЕНТА ГЛАЗНОГО ЯБЛОКА ПРИ МИОПИИ

В.А. Бреев, Е.Г. Солодкова, О.С. Кузнецова, С.В. Балалин

*ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова»
Минздрава России, г. Волгоград*

Статья посвящена оценке взаимосвязи между структурами передней камеры, нарушениями гидродинамики глаза и работы аккомодационного аппарата у пациентов с миопией. Обследовано 235 пациентов (235 глаз) с миопической рефракцией различных степеней. При миопической рефракции отмечен синдром растяжения переднего сегмента глазного яблока, который более выражен при миопии высокой степени и чаще сопровождается офтальмогипертензионным синдромом перенапряжения аккомодации.

Ключевые слова: миопия, нарушения аккомодации, строение угла передней камеры глаза.

DOI 10.19163/1994-9480-2020-4(76)-165-168

STRETCHING SYNDROME OF THE ANTERIOR SEGMENT OF THE EYEBALL WITH MYOPIA

V.A. Breev, E.G. Solodkova, O.S. Kuznetsova, S.V. Balalin

*The Volgograd of FSAI «NMRC «ISTC «Eye Microsurgery» named after academician S.N. Fedorov»
of Public Health Ministry of the Russian Federation*

To assess the relationship between the anterior chamber structures, eye hydrodynamics disorders and the accommodation disorders in patients with myopia. 235 patients (235 eyes) with myopic refraction of various degrees were examined. With myopic refraction, an anterior stretch of the eyeball was marked, which is more expressed in patients with high myopia and is more often accompanied by ophthalmic hypertension and excessive accommodation strain syndrome.

Key words: myopia, accommodation disorders, the structure of the angle of the anterior chamber of the eye.

Многочисленные исследования доказали ведущую роль гидродинамики глазного яблока и особенностей работы аккомодационного аппарата в обеспечении стабильности биомеханических свойств корнеосклеральной оболочки у детей [1–7]. Установлен безусловный приоритет системы управления аккомодацией над системой управления оттоком внутриглазной жидкости [8, 9]. В работах зарубежных исследователей получены неопровержимые доказательства того, что увеосклеральный путь оттока внутриглазной жидкости является, по меньшей мере, равнозначным трабекулярному [12]. Повышение тонуса основных порций аккомодационной мышцы – Мюллера и Брюкке активирует трабекулярный и уменьшает увеосклеральный пути оттока, напротив, расслабление этих порций приводит к улучшению увеосклерального пути оттока внутриглазной жидкости [8, 9]. Уже неоспоримым является влияние уровня офтальмотонуса на растяжение заднего отрезка глазного яблока. Дискутабельным остается вопрос о вовлечении в процесс растяжения структур переднего отрезка глазного яблока.

По мнению некоторых исследователей, передний отрезок при миопическом рефрактогенезе подвергается значительным изменениям – увеличивается глубина и объем передней камеры глаза, уменьшается плотность эндотелиальных клеток роговицы [10]. Ряд авторов считают описанные изменения следствием смещения структур переднего отрезка глазного яблока кзади из-за растяжения заднего полюса глаза [11]. В настоящее время

остаются неясными вопросы взаимосвязи изменения соотношения структур передней камеры, нарушения гидродинамики и работы аккомодационного аппарата.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Оценить взаимосвязь между структурами передней камеры, нарушениями гидродинамики глаза и работы аккомодационного аппарата у пациентов с миопией.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Обследовано 235 пациентов (235 глаз) с миопической рефракцией различных степеней. Средний возраст пациентов составил 27 лет (от 18 до 38 лет), мужчин – 101 человек, женщин – 125 человек (43 и 57 % соответственно). Были сформированы 3 группы наблюдения: в 1-ю группу вошли пациенты с миопией слабой степени (103 пациента, 103 глаза), во 2-ю группу – пациенты с миопией средней степени (92 пациента, 92 глаза) и в 3-ю группу – пациенты с миопией высокой степени (40 пациентов, 40 глаз). Критериями включения в исследование было отсутствие прогрессирования миопии с увеличением переднезадней оси (ПЗО) в течение двух лет, обязательное использование очковой или контактной коррекции, наличие элевации задней поверхности роговицы не более 18 мкм.

Пациентам проводилось офтальмологическое обследование, включающее визометрию

с определением некорригированной и максимально корригированной остроты зрения (НКОЗ и МКОЗ), рефрактометрию в обычных условиях и в условиях медикаментозной циклоплегии с определением сферозэквивалента рефракции (СЭР), оптическую биометрию с измерением величины переднезаднего размера глазного яблока (ПЗО) и глубины передней камеры, пахиметрию роговицы в центральной оптической зоне (ЦТР), кератотопографическое исследование с целью измерения среднего кератометрического значения в центральной оптической зоне (ЦОЗ) диаметром 3,0 мм – Kavg, элевации задней поверхности роговицы и исключения кератоконуса с помощью Шаймпфлюг-анализатора переднего отрезка глазного яблока («Sirius», Schwind, Германия), компьютерную аккомодографию (Righton Speedy-K ver. MF-1, RIGHT MFG. Co., Ltd, Япония) с определением коэффициента аккомодационного ответа (КАО) и коэффициента микрофлюктуаций аккомодации (КМФ), оценку вязко-эластических свойств роговицы с помощью анализатора роговичного ответа Ocular Response Analyzer ORA («Reichert», США) с определением значений роговично-компенсированного внутриглазного давления (IOPcc), корнеального гистерезиса (CH) и фактора резистентности роговицы (CRF). Определялся коэффициент корнеосклеральной ригидности (E) с помощью модифицированной методики дифференциальной тонометрии по Фриндельвальду – методом динамической дифференциальной тонометрии, которая проводилась датчиком тонографа ОТГ-Э [6, 7] с весом плунжера 5,5 и 10 г в течение 30 с. Вычисление коэффициента ригидности корнеосклеральной оболочки происходит автоматически каждые 5 с исследования. Гидродинамика глазного яблока также оценивалась с помощью тонографии. Всем пациентам проводилась ультразвуковая биомикроскопия с определением параметров угла передней камеры и анатомических соотношений перихрусталиковых структур.

Полученные результаты обрабатывались с применением пакетов прикладных программ «Microsoft Excel» и статистического пакета STATISTICA 10.0. и включала подсчет средних арифметических величин (M) и стандартных ошибок средних арифметических ($\pm m$), стандартного отклонения ($\pm \sigma$). Значимость различий вариационных рядов оценивали с помощью критерия Стьюдента (t). Статистически достоверными признавались различия, при которых уровень достоверности (p) составлял более 95,0 % ($p \leq 0,05$), в остальных случаях различия признавались статистически недостоверными ($p > 0,05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При обследовании 235 пациентов с миопией (235 глаз) выявлены 95 пациентов (95 глаз) с глубиной передней камеры более 3,6 мм (40,4 %). В группе 103 пациентов с миопией слабой степени

(103 глаза) глубина передней камеры более 3,6 мм определена на 44 глазах (42,7 %), у пациентов с миопией средней степени – на 32 глазах (34,8 %) и у пациентов с миопией высокой степени – на 19 глазах (47,5 %). Полученные результаты указывают на широкое распространение глубокой передней камеры глаза у пациентов с миопией: у каждого третьего пациента при миопии слабой и средней степени и почти у каждого второго пациента при миопии высокой степени.

У 95 пациентов с миопией (95 глаз), которые имели глубину передней камеры глаза более 3,6 мм, с увеличением степени близорукости отмечалось не только достоверное увеличение переднезаднего размера глазного яблока, но и увеличение глубины передней камеры глаза. Различия между средними значениями глубины передней камеры глаза между слабой ($3,8 \pm 0,2$) мм и средней степенями ($4,1 \pm 0,2$ мм миопии) было статистически достоверным ($t = 4,0$; $p < 0,01$), а также между средней и высокой ($4,2 \pm 0,3$ мм) степенями ($t = 4,2$; $p < 0,01$). Клинико-функциональные показатели в группах представлены в таблице.

Клинико-функциональные показатели пациентов с миопией с глубиной передней камеры более 3,6 мм, n = 95, (M \pm σ)

Показатели	Степень миопии		
	слабая (44 глаза)	средняя (32 глаза)	высокая (19 глаз)
1	2	3	4
Некорригированная острота зрения (НКОЗ)	0,10 \pm 0,04	0,04 \pm 0,03	0,03 \pm 0,01
Максимально корригированная острота зрения (МКОЗ)	1,00 \pm 0,06	0,97 \pm 0,07	0,75 \pm 0,16
Сферозэквивалент рефракции (СЭР), на фоне циклоплегии, Дптр	-2,2 \pm 0,6*	-4,1 \pm 1,17**	-9,2 \pm 2,7***
K avg, дптр	43,5 \pm 1,9	44,1 \pm 1,3	43,9 \pm 0,8
Переднезадний размер глазного яблока (ПЗО), мм	25,0 \pm 1,2*	25,5 \pm 0,7**	27,5 \pm 1,6***
Толщина роговицы в центральной зоне (ЦТР), мкм	550,5 \pm 37,3*	549,7 \pm 37,4	528,4 \pm 38,2**
Глубина передней камеры, мм	3,8 \pm 0,2*	4,1 \pm 0,2**	4,2 \pm 0,3***
Глубина задней камеры, мм	0,6 \pm 0,1	0,6 \pm 0,1	0,6 \pm 0,1
Величина УПК (12 ч)	40,2 \pm 2,1	40,5 \pm 3,8	40,6 \pm 3,8
Корнеальный гистерезис (CH), мм рт. ст.	11,0 \pm 1,9*	10,6 \pm 1,5*	9,3 \pm 1,9**
Роговично-компенсированное внутриглазное давление (P _{0cc}), мм рт. ст.	17,2 \pm 3,4*	18,4 \pm 2,9	19,2 \pm 3,2**
Коэффициент ригидности (E ₀), 1/мм ³	0,019 \pm 0,003*	0,015 \pm 0,002**	0,009 \pm 0,001***

Окончание табл.

1	2	3	4
Коэффициент микрофлюктуаций цилиарного тела (КМФ), частота в 1 мин.	54,4 ± 7,7*	58,7 ± 4,9**	64,9 ± 5,3***
Коэффициент аккомодационного ответа (КАО), Дптр	0,3 ± 0,2*	0,4 ± 0,3	0,5 ± 0,3**
Коэффициент легкости оттока внутриглазной жидкости (С), мм ³ /мин*мм рт. ст.	0,23 ± 0,03	0,21 ± 0,05	0,20 ± 0,05

Различие между средними значениями, отмеченные * и **, ** и ***, статистически достоверно ($t > 2,0$; $p < 0,05$).

Это означает, что у данных пациентов прогрессирование миопии сопровождалось увеличением глубины передней камеры глаза. Глубина задней камеры глаза оставалась стабильной.

Таким образом, с увеличением переднезаднего размера глаза у данных пациентов отмечалось растяжение переднего сегмента глазного яблока, которое характеризовалось также достоверным уменьшением показателя ригидности корнеосклеральной оболочки.

У пациентов с миопией высокой степени среднее значение роговично-компенсированного ВГД было достоверно выше, чем у пациентов с миопией слабой степени. Это было обусловлено достоверно более низкими значениями показателя корнеального гистерезиса.

При анализе клинико-функциональных показателей в группах обращает на себя внимание статистически достоверное различие средних значений коэффициента микрофлюктуации аккомодации в группах. Отмечается прямая зависимость величины КМФ от степени миопии. При миопии слабой и средней степени было выявлено по 1 случаю повышения КМФ более 60 в мин. В третьей группе при миопии высокой степени КМФ более 60 в мин был определен в 68 % случаев – у 13 пациентов (13 глаз из 19).

Сочетание повышения роговично-компенсированного внутриглазного давления более 21,0 мм рт. ст в группе с миопией слабой степени было отмечено в 1 случае (2,3 %), при миопии средней степени – в 3 случаях (9,4 %), при миопии высокой степени – в 6 случаях (31,5 %) – итого: на 10 глазах (в 10,5 % случаях).

При проведении гониоскопии угол передней камеры во всех случаях был открыт, средней ширины. У 95 пациентов с глубиной передней камеры более 3,6 мм выявлены элементы гониодизгенеза: переднее прикрепление радужной оболочки с 1-й степенью гониодизгенеза у 6 пациентов с миопией слабой степени (6 глаз, 13 %), у 8 пациентов с миопией средней степени (8 глаз, 25 %), а также у 11 пациентов с миопией высокой степени (11 глаз, 57 %). Провисание прикорневой зоны радужной оболочки без наличия экзогенной пигментации угла передней камеры глаза наблюдалось в подгруппе пациентов с глубиной передней камеры

более 3,6 мм у 3 пациентов с миопией слабой степени (3 глаза – 6 %), у 6 пациентов с миопией средней степени (6 глаз – 19 %), а также у 8 пациентов с миопией высокой степени (8 глаз – 43 %).

Достоверных нарушений со стороны гидродинамики глаза, наличия симптомов врожденной или ювенильной глаукомы не выявлено.

Таким образом, полученные в ходе исследований результаты подтвердили, что прогрессирование миопии характеризуется достоверным увеличением переднезаднего размера глазного яблока [1–3]. Однако среди обследуемых с миопией были выявлены пациенты, у которых увеличение переднезаднего размера глазного яблока сопровождалось также достоверным увеличением глубины передней камеры глаза при стабильных значениях задней камеры глаза.

Увеличение глубины передней камеры глаза сопровождалось тенденцией к уменьшению толщины роговицы в центральной оптической зоне. Различие между средними значениями ЦТР у пациентов с миопией слабой и высокой степенями было достоверным ($t > 2,0$; $p < 0,05$).

Известно, что увеличение переднезаднего размера глаза сопровождается снижением показателя ригидности корнеосклеральной оболочки и корнеального гистерезиса у пациентов с миопией [3, 4, 5]. Аналогичные результаты были получены в данном исследовании.

Прогрессирование миопии сопровождалось более выраженными нарушениями в работе аккомодации, что согласуется с данными других исследований [1, 7].

У пациентов с миопией с глубиной передней камеры глаза более 3,6 мм отмечалось увеличение встречаемости гониодизгенеза и провисания прикорневой зоны радужной оболочки: при миопии слабой степени в 6 % случаях, при миопии средней степени – в 19 % случаях и при миопии высокой степени – в 43 % случаях.

Таким образом, при прогрессировании миопии можно выделить синдром растяжения переднего сегмента глазного яблока, который характеризуется увеличением глубины передней камеры глаза, уменьшением толщины роговицы в центральной оптической зоне, уменьшением корнеального гистерезиса и ригидности корнеосклеральной оболочки, формированием провисания прикорневой зоны радужной оболочки на фоне гониодизгенеза при отсутствии экзогенной пигментации угла передней камеры глаза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При миопической рефракции выявлены изменения в переднем сегменте глазного яблока, которые связаны с углублением передней камеры, уменьшением толщины роговицы в центральной оптической зоне, уменьшением корнеального гистерезиса и показателя ригидности корнеосклеральной оболочки, формированием провисания прикорневой зоны радужной оболочки на фоне гониодизгенеза, что в совокупности характеризует

синдром растяжения переднего сегмента глазного яблока.

Растяжение переднего сегмента глазного яблока более выражено при миопии высокой степени и сопровождается офтальмогипертензионным синдромом с перенапряжением аккомодации в 10,5 % случаях.

Требуется выявление пациентов с синдромом растяжения переднего сегмента глазного яблока, сопровождающимся офтальмогипертензионным синдромом с перенапряжением аккомодации для определения правильной тактики коррекции миопии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Катаргина Л.А. Аккомодация: руководство для врачей. – М., 2012. – 136 с.
2. Аветисов Э.С. Близорукость. – М.: Медицина 1999. – 284 с.
3. Фокин В.П., Солодкова Е.Г., Кузнецова О.С., Балалин С.В. Анализ изменения аккомодации и вязко-эластических свойств роговицы до и после операций фемтолазик у пациентов с миопией // Современные технологии в офтальмологии. – 2019. – № 3. – С. 188–192.
4. Еричев В.П. Корнеальный гистерезис в норме и при некоторых видах офтальмопатологии // Биомеханика глаза. – 2004. – С. 120–122.
5. Тарутта Е.П. Контроль уровня ВГД после кераторефракционных операций // Биомеханика глаза. – 2007. – С. 68–70.
6. Труфанова Л.П., Балалин С.В. Влияние различных факторов на напряжение склеры при аметропии // Современные технологии в офтальмологии. – 2016. – № 5. – С. 198–201.
7. Балалин С.В., Труфанова Л.П. Офтальмогипертензионный синдром перенапряжения аккомодации как фактор риска прогрессирования миопии // Национальный журнал Глаукома. – 2019. – № 2. – С. 29–37.
8. Зиновьева Н.В., Светлова О.В., Яндрив Я.И., Яфай Ю.Р. Использование взаимосвязи механизмов аккомодации и оттока для профилактики глазных патологий // VIII Всероссийский съезд по теоретической и прикладной механике. – Пермь, 2001. – С. 278.
9. Кошиц И.Н., Светлова О.В. Механизм формирования адекватной длины глаза в норме и метаболическая теория приобретенной миопии // Офтальм. журнал. – 2011. – № 5. – С. 4–23.
10. Сергиенко Н.М., Рыков С.А., Даниленко А.С. Замечания к статье И.Н. Кошица и О.В. Светловой «Механизм формирования адекватной длины глаза в норме и метаболическая теория приобретенной миопии» // Глаз. – 2013. – № 1. – С. 13–15.
11. Кошиц И.Н., Светлова О.В. Развитие теории аккомодации Гельмгольца по результатам исследования исполнительных механизмов аккомодации // Вестник РАМН. – 2003. – № 2. – С. 3–12.
12. Shah S., Laiquzzaman M., Cunliffe I., Mantry S. The use of the reichert ocular response analyser to establish the relationship between ocular hysteresis, corneal resister factor and corneal central thickness in normal eyes // Cont. Lens. Anterior eye. – 2006. – Vol. 29 (5). – P. 257–362.

REFERENCES

1. Katargina L.A. Akkomodatsiya: Rukovodstvo dlya vrachev. [Accommodation: A Guide for Physicians]. Moscow, 2012. 136 p. (In Russ.; abstr. in Engl.).
2. Avetisov E.S. Blizorukost' [Myopia]. Moscow, 1999. 284 p. (In Russ.; abstr. in Engl.).
3. Fokin V.P., Solodkova E.G., Kuznetsova O.S., Balalin S.V. Analiz izmeneniya akkomodatsii i vyazko-elasticheskikh svoystv rogovitsy do i posle operatsiy femtolazik u patsiyentov s miopiyey [Analysis of changes in accommodation and viscoelastic properties of the cornea before and after surgery femtolasik in patients with myopia]. *Sovremennyye tekhnologii v oftal'mologii* [Modern technologies in ophthalmology], 2019, no. 3, pp. 188–192 (In Russ.; abstr. in Engl.).
4. Yerichev V.P. Korneal'nyy gisterезis v norme i pri nekotorykh vidakh oftal'mopatologii [Corneal hysteresis is normal and with some types of ophthalmopathology]. *Biomekhanika glaza* [Eye Biomechanics], 2004, pp. 120–122. (In Russ.; abstr. in Engl.).
5. Tarutta E.P. Kontrol' urovnya VGD posle keratorefractionnykh operatsiy [IOP control after keratorefractive operations]. *Biomekhanika glaza* [Eye biomechanics], 2007, pp. 68–70. (In Russ.; abstr. in Engl.).
6. Trufanova L.P., Balalin S.V. Vliyaniye razlichnykh faktorov na napryazheniye sklery pri ametropii [The influence of various factors on scleral stress during ametropia]. *Sovremennyye tekhnologii v oftal'mologii* [Modern technologies in ophthalmology], 2016, no. 5, pp. 198–201. (In Russ.; abstr. in Engl.).
7. Balalin S.V., Trufanova L.P. Oftal'moqipertenzionnyy sindrom perenapryazheniya akkomodatsii kak faktor riska progressirovaniya miopii [Ophthalmic hypertension accommodation syndrome as a risk factor for the progression of myopia]. *Natsional'nyy zhurnal Glaukoma* [Glaucoma National Journal], 2019, no. 2, pp. 29–37. (In Russ.; abstr. in Engl.).
8. Zinovieva N.V., Svetlova O.V., Yandriev Y.I., Yafai Yu.R. Ispol'zovaniye vzaimosvyazi mekhanizmov akkomodatsii i ottoka dlya profilaktiki glaznykh patologiy [Using the relationship of accommodation and outflow mechanisms for the prevention of ocular pathologies]. *VIII Vserossiyskiy s'yezd po teoreticheskoy i prikladnoy mekhanike* [VIII All-Russian Congress on Theoretical and Applied Mechanics]. Perm', 2001. P. 278. (In Russ.; abstr. in Engl.).
9. Koshits I.N., Svetlova O.V. Mekhanizm formirovaniya adekvatnoy dliny glaza v norme i metabolicheskaya teoriya priobretennoy miopii [The mechanism of formation of an adequate eye length is normal and the metabolic theory of acquired myopia]. *Oftal'm. zhurnal* [Ophthalmol. Journal], 2011, no. 5, pp. 4–23. (In Russ.; abstr. in Engl.).
10. Sergienko N.M., Rykov S.A., Danilenko A.S. Mekhanizm formirovaniya adekvatnoy dliny glaza v norme i metabolicheskaya teoriya priobretennoy miopii [The mechanism of formation of an adequate eye length is normal and the metabolic theory of acquired myopia]. *Glaz* [Eye], 2013, no. 1, pp. 13–15. (In Russ.; abstr. in Engl.).
11. Koshits I.N., Svetlova O.V. Razvitiye teorii akkomodatsii Gelmholtza po rezul'tatam issledovaniya ispolnitel'nykh mekhanizmov akkomodatsii [The development of the theory of accommodation Helmholtz according to the results of a study of the executive mechanisms of accommodation]. *Vestnik RAMN* [Bulletin of RAMS], 2003, no. 2, pp. 3–12. (In Russ.; abstr. in Engl.).
12. Shah S., Laiquzzaman M., Cunliffe I., Mantry S. The use of the reichert ocular response analyser to establish the relationship between ocular hysteresis, corneal resister factor and corneal central thickness in normal eyes. *Cont. Lens. Anterior eye*, 2006, vol. 29 (5), pp. 257–262.

Контактная информация

Балалин Сергей Викторович – д. м. н., заведующий научным отделом Волгоградского филиала ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России, e-mail: s.v.balalin@gmail.com