

Закономерности изменений морфометрических и биомеханических свойств роговицы при формировании периферических витреохориоретинальных дистрофий у детей с миопической рефракцией

А.В. Сергеева¹Н.В. Помыткина^{1,2}Е.Л. Сорокин^{1,2}¹ Хабаровский филиал ФГБУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова»Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Тихоокеанская, 211, Хабаровск, 680033, Российская Федерация² ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный медицинский университет»Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Муравьева-Амурского, 35, Хабаровск, 680000, Российская Федерация**РЕЗЮМЕ****Офтальмология. 2025;22(4):882–888**

Цель — выяснение закономерностей биомеханических и морфометрических свойств роговой оболочки у детей с наличием периферических витреохориоретинальных дистрофий (ПВХРД) на фоне миопической рефракции. **Пациенты и методы.** Клинический материал составили 20 детей от 9 до 17 лет (28 глаз) с прогностически опасными видами ПВХРД на фоне приобретенной миопии, преимущественно решетчатыми ПВХРД. Переднезадняя ось (ПЗО) глаза варьировала от 25,02 до 26,58 мм (основная группа). Группа сравнения (20 детей) включала 2 подгруппы: А — 12 детей (24 глаза) с миопией; Б — 8 детей (16 глаз) с эмметропической и слабо-гиперметропической рефракцией. Оценивались параметры кератотопографии, биомеханические свойства роговицы. **Результаты.** Выявлена статистически значимая разница ПЗО глаз между основной группой и подгруппой Б группы сравнения ($25,8 \pm 0,78$ мм против $23,6 \pm 0,5$ мм), $p < 0,01$. Отсутствовала статистически значимая разница пахиметрических значений оптической зоны роговицы между основной группой и группой сравнения, а также между обеими подгруппами группы сравнения. Средний показатель упругости роговицы в основной группе оказался статистически значимо ниже такового в подгруппах А и Б группы сравнения. Выявлена также статистически значимая разница показателей пиковой дистанции роговицы между основной группой и подгруппами А и Б групп сравнения. Выявленные закономерности свидетельствуют о наличии более «мягкой» роговицы в основной группе (наибольшая степень ее прогиба) в сравнении с более «жесткой» роговицей в обеих подгруппах сравнения. **Заключение.** Роговица у детей с ПВХРД на фоне миопической рефракции отличается сниженными биомеханическими свойствами по сравнению с детьми с миопией без ПВХРД.

Ключевые слова: периферические витреохориоретинальные дистрофии, биомеханические свойства роговицы, миопия, детский возраст

Для цитирования: Сергеева А.В., Помыткина Н.В., Сорокин Е.Л. Закономерности изменений морфометрических и биомеханических свойств роговицы при формировании периферических витреохориоретинальных дистрофий у детей с миопической рефракцией. *Офтальмология*. 2025;22(4):882–888. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-4-882-888>

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.



А.В. Сергеева, Н.В. Помыткина, Е.Л. Сорокин

Контактная информация: Сергеева Анна Васильевна pauka@hvmntk@mail.ru

Закономерности изменений морфометрических и биомеханических свойств роговицы...

Patterns of Changes in Morphometric and of the Cornea Biomechanical Properties during the Formation of Peripheral Vitreochorioretinal Dystrophies in Children with Myopic Refraction

A.V. Sergeeva¹, N.V. Pomytkina^{1,2}, E.L. Sorokin^{1,2}

¹The Khabarovsk Branch of S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Tikhookeanskaya str., 211, Khabarovsk, 680033, Russian Federation

²Far Eastern State Medical University
Murav'yeva-Amurskogo str., 35, Khabarovsk, 680000, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(4):882-888

Purpose: elucidation of the patterns of biomechanical and morphometric properties of the cornea in children with presence of peripheral vitreochorioretinal dystrophies (PVC RD) against the background of myopic refraction. **Patients and methods.** The clinical material consisted of 20 children with prognostically dangerous types of PVC RD against the background of acquired myopia from 9 to 17 years old (28 eyes), mainly lattice PVC RD. The anterior-posterior axis (APA) of the eyes varied from 25.02 to 26.58 mm (main group). The comparison group (20 children) included 2 subgroups: A — 12 children (24 eyes) with myopia; B — 8 children (16 eyes) with emmetropic and slightly hypermetropic refractions. Keratotopography parameters and biomechanical properties of the cornea were assessed. **Results.** A statistically significant difference in APA length of the eyes was found between the main group and subgroup B of the comparison group (25.8 ± 0.78 mm versus 23.6 ± 0.5 mm), $p < 0.01$. There was no statistically significant difference in the pachymetric values of the corneal optic zone between the main group and the comparison group, as well as between both subgroups of the comparison group. The average corneal elasticity index in the main group was statistically significantly lower than that in subgroups A and B of the comparison group. A statistically significant difference in the peak corneal distance indices was also found between the main group and subgroups A and B of the comparison group. The revealed patterns indicate the presence of a "softer" cornea in the main group (the greatest degree of its deflection), in comparison with a "rigid" cornea in both comparison subgroups. **Conclusion.** The cornea in children with PVC RD against the background of myopic refraction is characterized by reduced biomechanical properties, compared to children with myopia without PVC RD.

Keywords: peripheral vitreochorioretinal dystrophies, biomechanical properties of the cornea, myopia, childhood

For citation: Sergeeva A.V., Pomytkina N.V., Sorokin E.L. Patterns of Changes in Morphometric and of the Cornea Biomechanical Properties during the Formation of Peripheral Vitreochorioretinal Dystrophies in Children with Myopic Refraction. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(4):882-888. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-4-882-888>

Financial Disclosure: no author has a financial or property interests in any material or method mentioned.

There is no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема возрастных критериев формирования периферической витреохориоретинальной дистрофии (ПВХРД) у детей в последние годы становится все более актуальной. Это обусловлено тем, что прогностически опасные формы являются основным фактором возникновения регматогенной отслойки сетчатки (РОС) [1-5].

Хотя у детей РОС встречается редко (0,38-0,69 случая на 100 тыс. детей), составляя от 0,5 до 8 % всех случаев отслойки сетчатки различного генеза, но при этом ее исходы могут быть тяжелыми [6, 7].

Ранее нами было выявлено, что случаи ПВХРД имели место у 11 % детей с миопией из числа отобранных методом сплошной выборки, причем в 67 % они были представлены прогностически опасными формами [8].

По данным ряда авторов, минимальный возраст формирования ПВХРД у детей составляет 6-7 лет с пиком частоты встречаемости в возрастном промежутке 11-17 лет [7, 9, 10].

Наиболее частой прогностически опасной формой ПВХРД является «решетчатая» дистрофия, частота которой в общей популяции взрослого и детского населения колеблется от 2,6 до 8,0 % [7, 9, 11, 12].

При этом отмечаются особенности ее частоты при различных видах рефракции. Так, при эмметропической рефракции ПВХРД встречается в 4,5 % случаев, а при миопии ее частота возрастает до 19 %. Ряд авторов показывают, что при решетчатой форме ПВХРД частота миопической рефракции составляет от 63 до 94 % [6, 9, 10, 12, 13].

Ранее формирование ПВХРД связывали с удлинением переднезадней оси (ПЗО) глазного яблока, что характерно для миопии [10]. Об этом свидетельствуют А.В. Мягков и соавт., по мнению которых при осевой форме миопии решетчатая дистрофия встречается в 8,5 раза чаще, чем при рефракционной [11].

Пик частоты формирования ПВХРД в подростковом возрасте авторы связывают с периодом интенсивного роста

A.V. Sergeeva, N.V. Pomytkina, E.L. Sorokin

Contact information: Sergeeva Anna V. nauka@khvmtk@mail.ru

Patterns of Changes in Morphometric and of the Cornea Biomechanical Properties...

организма, а также с растяжением ора-экваториальных отделов склеры в ходе прогрессирования миопии [7, 10].

Однако к настоящему времени у лиц молодого возраста ставится под сомнение четкая зависимость частоты формирования ПВХРД от длины ПЗО глаза [1, 9, 14].

При этом высказывается мнение о важной роли изменений непосредственно морфометрических и биомеханических свойств фиброзной капсулы глаза при миопии, поскольку при их изменении происходит растяжение и истончение фиброзной оболочки [2, 9, 10, 12, 15].

Так, при различных видах рефракции выявлена существенная разница морфометрических параметров фиброзной оболочки глаза. В частности, у лиц с миопической рефракцией в сравнении с эмметропической и гиперметропической имеется статистически значимая разница между центральной толщиной роговицы и ее соотношением с ПЗО глаза [16]. Рядом авторов отмечена взаимосвязь гистерезиса роговицы с рефракцией глаза [16, 17]. В то же время Г. Немет и соавт., напротив, не выявили какой-либо существенной корреляции биомеханических свойств роговицы при различных видах рефракции [18].

Следует особо отметить, что все данные исследования морфометрических и биомеханических параметров роговицы во взаимосвязи с вариантами рефракции глаз проводились у взрослых пациентов.

Согласно современным представлениям прогрессирование близорукости у детей связано с ослаблением прочностных свойств фиброзной капсулы глаза, и прежде всего склеры. Это обуславливает нарушения ее структурных и биомеханических свойств [12, 19, 20].

Е.П. Таруттой и соавт. разработана методика прогнозирования риска формирования ПВХРД на основе длительных клинических исследований (10-летний период) акустической плотности склеры у детей [12].

Однако, на наш взгляд, данная методика имеет недостатки, поскольку данные акустической плотности склеры

могут значительно варьировать в зависимости от разрешающей способности УЗ-скана, его разновидности (А либо В), навыка исследователя, а также от возможности суждения о плотности склеральной капсулы в целом при исследовании параметра строго определенной зоны.

Поскольку роговая оболочка является составной частью фиброзной капсулы глаза, соответственно, ее клиническая оценка вполне способна дать объективное представление о биомеханическом состоянии фиброзной капсулы глаза в целом [15, 17].

В связи с появлением в клинической практике приборов, позволяющих оценивать биомеханические свойства роговицы, возникли широкие возможности ее изучения: объективно, количественно, с высокой степенью точности выяснять исследуемые параметры (разрешающие возможности изображения $M \times N \times I = 200 \times 576 \times 140$ пикселей). Такое исследование стало вполне доступным для обследования детей с раннего возраста.

Одним из косвенных параметров оценки биомеханической прочности роговицы может являться также толщина ее оптической зоны. Ряд авторов выявили взаимосвязь между толщиной роговицы и ее биомеханическими свойствами. Так, W. Long и соавт. показали различия количественных параметров толщины и биомеханических свойств роговицы у детей с различными видами рефракции в возрасте от 4 до 6 лет [16].

Нами не обнаружены сведения о состоянии биомеханических свойств роговицы у детей с ПВХРД, хотя они могли бы помочь более глубоко понять закономерности их формирования в детском возрасте в клинической практике, поскольку на их основе может быть разработан скрининг-прогноз формирования ПВХРД.

Цель исследования: выяснение закономерностей биомеханических и морфометрических свойств роговой оболочки у детей с наличием ПВХРД на фоне миопической рефракции.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Методом сплошной выборки были отобраны 20 детей с наличием прогностически опасных видов ПВХРД на фоне приобретенной миопии (28 глаз).

Критериями невключения являлись: заболевания глазной поверхности, затрудняющие оценку биомеханических свойств роговицы, роговичный астигматизм более 2,0 дптр, ортokerатологическое лечение в анамнезе, ретинопатия недоношенных.

Возраст отобранных детей варьировал от 9 до 17 лет, составив в среднем 12 лет. Среди них было 13 мальчиков, 7 девочек. У всех детей была выявлена миопическая рефракция от -1,5 до -9,0 дптр, в среднем -3,5 дптр. Эти пациенты составили основную группу.

При офтальмоскопии экваториальных и периферических отделов сетчатки в 14 глазах выявлено наличие решетчатых форм ПВХРД (рис. 1 а, б) в виде локальных беловато-желтых

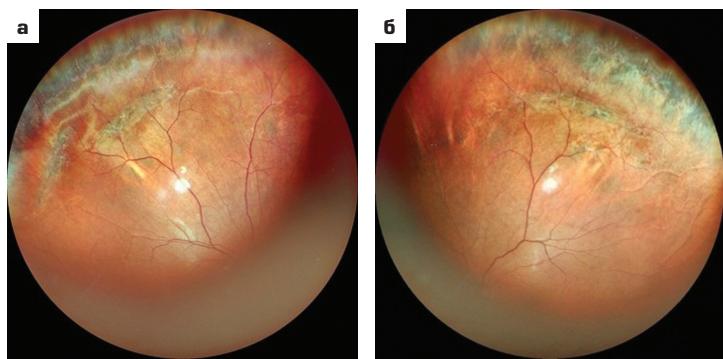


Рис. 1. Мальчик, 12 лет: а — на правом глазу в верхневисочном квадранте видна зона периферической витреохориоретинальной дистрофии по типу решетки; б — на левом глазу зона периферической витреохориоретинальной дистрофии по типу решетки в верхневисочном квадранте

Fig. 1. Boy, 12 years old: a — right eye, in the superior temporal quadrant, a zone of peripheral vitreochorioretinal dystrophy of the lattice type is visible; b — left eye, a zone of peripheral vitreochorioretinal dystrophy of the lattice type is visible in the superior temporal quadrant

А.В. Сергеева, Н.В. Помыткина, Е.Л. Сорокин

Контактная информация: Сергеева Анна Васильевна nauka@hvmntk@mail.ru

Закономерности изменений морфометрических и биомеханических свойств роговицы...



Рис. 2. Девочка, 9 лет. На правом глазу выявлена зона периферической витреохориоретинальной дистрофии «след улитки» в нижневисочном квадранте

Fig. 2. Girl, 9 years old. A zone of peripheral vitreochorioretinal dystrophy "snail track" was detected in the lower temporal quadrant of the right eye

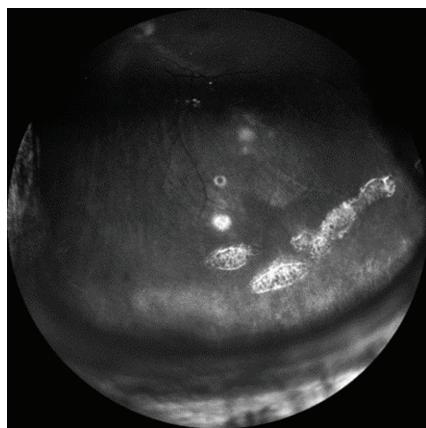


Рис. 3. Мальчик, 11 лет. На левом глазу зона периферической витреохориоретинальной дистрофии «след улитки» в нижневисочном квадранте

Fig. 3. Boy, 11 years old. left eye there is a zone of peripheral vitreochorioretinal dystrophy "snail track" in the inferior temporal quadrant



Рис. 4. Девочка, 15 лет. Периферическая витреохориоретинальная дистрофия «атрофический разрыв» в нижневисочном квадранте

Fig. 4. Girl, 15 years old. Peripheral vitreochorioretinal dystrophy "atrophic gap" in the inferior temporal quadrant

чуть ворсинчатых блестящих полос, располагающихся линейно, параллельно экватору. Из их числа в 7 глазах они не превышали одного квадранта (нижненаружного либо верхненаружного).

В 10 глазах ПВХРД выглядела в виде белесоватых блестящих белых пятен, напоминающих солевые россыпи, с многочисленными несквозными поверхностными дефектами по типу «след улитки» (рис. 2, 3), в 4 случаях они захватывали два квадранта: нижненаружный, верхненаружный.

В трех глазах были выявлены атрофические бессимптомные разрывы сетчатки округлой формы (рис. 4), в одном глазу — витреоретинальный пучок в виде небольшого серовато-белого образования (глиальная гиперплазия) с тусклым цветом и неровностями с витреальным прикреплением и тракцией.

Из всех выявленных зон ПВХРД в большинстве случаев (18 глаз) они локализовались в области экватора, проходя вдоль концевых ретинальных сосудов и сопровождаясь пигментацией по ходу сосудов и вдоль их краев.

Размер ПЗО глаза у детей с миопической рефракцией варьировал от 25,02 до 26,58 мм, составив в среднем 25,9 мм.

Группа сравнения была сформирована из 20 детей со-поставимого возраста, пола, без наличия ПВХРД (40 глаз), было выделено две подгруппы. Подгруппа А включала 12 детей (24 глаза) с наличием миопии от -1,5 до -9,0 дптр, ПЗО — 24,4–25,02 мм, в среднем — 24,7 мм. Подгруппа Б включала 8 детей (16 глаз) с эмметропической и слабогиперметропической рефракцией (от +0,5 до +2,5 дптр), ПЗО глаз — от 23,1 до 24,1 мм, в среднем — 23,7 мм.

У всех детей, помимо стандартного офтальмологического обследования, проводилась оценка параметров

кератотопографии, биомеханических свойств роговицы. Во всех случаях исследование выполнялось однократно.

Кератотопография осуществлялась с помощью сканирующего проекционного кератотопографа Pentacam (Oculus, Германия). Степень разрешения была высокой — до 5 мкм. Использовалась скрининговая программа Белина/Амброзио (Belin/Ambrosio Enhanced Ectasia Display — BAD), предусматривающая автоматическое измерение толщины оптической зоны [13, 18, 21].

Исследование биомеханических свойств роговицы проводилось с помощью прибора Corvis ST (Oculus, Германия). Это бесконтактный тонометр, совмещенный с пахиметром. Изучались показатели биомеханического ответа роговицы (прямая и обратная апланация (AL1, AL2), прямая и обратная скорость прогиба (AV1, AV2), пикивая дистанция (PEAK), обратный вписанный радиус (RADIUS), амплитуда деформации (DefAmpl), центральная толщина роговицы (Pachy), внутриглазное давление). Эти значения определялись автоматически с помощью отчетной компьютерной программы Dynamic Corneal Response [22].

Проведен сравнительный анализ исследуемых показателей между основной и обеими подгруппами группы сравнения. Статистическая обработка данных выполнялась с использованием программы IBM SPSS Statistics 20. Критерием достоверности разницы были взяты значения $p < 0,01$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Полученные результаты отражены в таблице.

Как следует из данных таблицы, средние показатели пахиметрических значений оптической зоны роговицы не выявили статистически значимой разницы между основной и обеими подгруппами группы сравнения.

Таблица. Сравнительная характеристика исследуемых показателей в группах**Table.** Comparative characteristics of studied parameters in the groups

Группы (N — кол-во глаз) / Groups (N — number of eyes)		ПЗО глаз / APA of the eye	Показатели биомеханических свойств роговицы / Indicators of biomechanical properties of the cornea						Кератотопографические показатели / Keratotopographic parameters
			AL1	AL2	AV1	AV2	PEAK	DefAmpl	
Основная группа N = 28 / Main group N = 28		25,80 ± 0,78	2,10 ± 0,30	1,90 ± 0,40	0,14 ± 0,02	-0,27 ± 0,04	5,20 ± 0,40	1,10 ± 0,10	555,8 ± 22,3
Группа сравнения Comparison group	Подгруппа А N = 24 / Subgroup A N = 24	24,80 ± 0,40	2,10 ± 0,05	1,90 ± 0,40	0,14 ± 0,02	-0,21 ± 0,02*	4,50 ± 0,20*	1,10 ± 0,20	564,0 ± 9,1
	Подгруппа Б N = 16 / Subgroup B N = 16	23,60 ± 0,50**	2,02 ± 0,07	1,90 ± 0,10	0,14 ± 0,02	-0,20 ± 0,02*	4,20 ± 0,10*	1,08 ± 0,10	579,1 ± 7,7

Примечание: * — статистически значимые отличия от основной группы, ($p < 0,01$); ** — от группы сравнения ($p < 0,01$).

Note: * — statistically significant differences from the main group ($p < 0,01$); ** — from the comparison group ($p < 0,01$).

При сравнительном анализе показателей ПЗО глаз также отсутствовала статистически значимая разница между основной группой и подгруппой А ($24,8 \pm 0,4$ против $25,8 \pm 0,78$ мм, $p < 0,05$). При этом определена статистически значимая разница между основной группой и подгруппой Б ($25,8 \pm 0,78$ против $23,6 \pm 0,5$ мм, $p < 0,01$). Мы не выявили статистически значимой разницы показателей ПЗО глаз между обеими подгруппами группы сравнения ($24,8 \pm 0,4$ против $23,6 \pm 0,5$ мм, $p < 0,01$).

Отсутствовали также статистически значимые различия ряда показателей биомеханических свойств роговицы между основной группой и обеими подгруппами группы сравнения. В частности, это касается значений показателя аplanationации роговицы внутрь (AL1 $2,10 \pm 0,30$ против $2,10 \pm 0,05$ мм против $2,02 \pm 0,07$ мм соответственно и AL2 $1,90 \pm 0,40$ против $1,90 \pm 0,40$ мм против $1,90 \pm 0,10$ мм соответственно, $p < 0,05$), показателя скорости прогиба роговицы внутрь.

Показатель AV1, характеризующий вязкость роговицы как в основной группе, так и в обеих подгруппах группы сравнения, оказался сопоставимым — значения одинаковы в всех исследуемых подгруппах ($0,14 \pm 0,02$ м/с).

При этом была выявлена статистически значимая разница показателя упругости роговицы AV2, характеризующего скорость прогиба роговицы наружу, между основной группой и подгруппой сравнения А ($-0,27 \pm 0,04$ м/с против $-0,21 \pm 0,02$ м/с, $p < 0,01$). Таким образом, средний показатель упругости роговицы в основной группе оказался статистически значимо ниже такового в подгруппах А и Б группы сравнения. Оба данных показателя свидетельствуют о том, что чем выше скорость прогиба, тем выше упругость роговицы.

Кроме того, нами также была выявлена статистически значимая разница показателей пиковой дистанции роговицы между основной группой и подгруппами А и Б группы сравнения ($5,2 \pm 0,4$ и $4,5 \pm 0,2$ мм; $5,2 \pm 0,4$ и $4,2 \pm 0,1$ мм соответственно, $p < 0,01$). Данный показатель характеризует дистанцию между двумя

наивысшими точками роговицы (темпоральной и наружной) при максимальном прогибе роговицы во время ее наибольшего вдавливания.

Выявленные закономерности свидетельствуют о более «мягкой» роговице в основной группе (наибольшая степень ее прогиба) в сравнении с более «жесткой» роговицей в обеих подгруппах сравнения [5].

Не обнаружено статистически значимой разницы показателей амплитуды деформации роговицы в основной и обеих подгруппах сравнения, косвенно характеризующих показатель мягкости роговицы ($p > 0,01$).

ОБСУЖДЕНИЕ

Проблема своевременного выявления детей группы риска формирования ПВХРД является актуальной. Несмотря на наличие ряда исследований ригидности фиброзной капсулы у детей с наличием ПВХРД на фоне миопии [12], работ по оценке состояния биомеханических показателей роговицы при ПВХРД мы не обнаружили. Изучение вязко-эластических свойств роговицы при ПВХРД позволяет объективно, количественно проводить оценку биомеханических свойств фиброзной капсулы, что имеет практическую значимость, поскольку выявленные закономерности могли бы помочь в прогнозировании риска формирования ПВХРД. Это, в свою очередь, необходимо для своевременного выполнения лечебных мероприятий по профилактике отслойки сетчатки.

Полученные нами данные состояния вязкоэластических и морфометрических показателей роговицы у детей с ПВХРД позволили выявить следующие закономерности. Оказалось, что у детей с фоновой миопической рефракцией и ПВХРД (основная группа) упругость роговицы оказалась статистически значимо ниже в сравнении с детьми с миопией и гиперметропией без ПВХРД ($-0,27 \pm 0,04$ м/с против $-0,21 \pm 0,02$ и $-0,20 \pm 0,02$ м/с соответственно). Данную закономерность подтверждали также показатели, свидетельствующие о большей степени «мягкости» роговицы в основной группе в сравнении с группами детей с миопией и гиперметропией без ПВХРД ($5,2 \pm 0,4$ и $4,5 \pm 0,2$ мм; $5,2 \pm 0,4$ и $4,2 \pm 0,1$ мм соответственно, $p < 0,01$).

Таким образом, исследование показало, что роговица у детей с ПВХРД на фоне миопической рефракции имеет четкую тенденцию к снижению упругости, становится более «мягкой», подверженной деформации, в сравнении с детьми без наличия ПВХРД с миопической, эмметропической и гиперметропической рефракцией. Полученные данные о снижении биомеханических свойств роговицы у детей с ПВХРД на фоне миопии вполне согласуются с подобными данными у взрослых пациентов при сочетании миопии и ПВХРД [5, 23, 24].

ВЫВОДЫ

- Показатели упругости роговицы у детей с ПВХРД на фоне миопической рефракции оказались статистически

значимо ниже в сравнении с детьми без ПВХРД с миопической и гиперметропической рефракцией.

- Поскольку роговица является частью фиброзной капсулы глаза, вероятно, одним из факторов риска формирования ПВХРД у детей на фоне миопической рефракции может являться снижение упругости и жесткости роговицы.

- Полученные данные следует учитывать при прогнозировании риска ПВХРД у детей с миопией.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Сергеева А.В. — сбор данных, анализ и интерпретация результатов, написание текста;
Помыткина Н.В. — концепция и дизайн исследования, научное редактирование;
Сорокин Е.Л. — научное редактирование, окончательное утверждение рукописи для публикации.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Аветисов СЭ, Кащенко ТП, Шамшинова АМ. Визуальные функции и их коррекция в детском возрасте. М.: Медицина, 2006. 872 с.
Avetisov SE, Kashchenko TP, Shamshinova AM. Visual functions and their correction in childhood. Moscow: Medicine, 2006. 872 p. (In Russ.).
- Коленко ОВ, Сорокин ЕЛ, Егоров ВВ. Взаимосвязь конституционального типа системной гемодинамики с формированием периферических витреохориоретинальных дистрофий в период беременности. Вестник офтальмологии. 2002;3:20–23.
Kolenko OV, Sorokin EL, Egorov VV. Relationship between constitutional type of systemic hemodynamics and formation of peripheral vitreochoroidal dystrophies during pregnancy. Russian Annals of Ophthalmology. 2002;3:20–23 (In Russ.).
- Пшеничнов МВ, Егоров ВВ, Коленко ОВ, Сорокин ЕЛ. Способ определения признаков прогностической опасности периферических витреоретинальных дистрофий. Вестник офтальмологии. 2016;132(4):54–61. doi: 10.17116/ofalta2016132454-60.
Pshenichnov MV, Egorov VV, Kolenko OV, Sorokin EL. Objective method to recognize warning signs in peripheral vitreoretinal dystrophies. Russian Annals of Ophthalmology. 2016;132(4):54–61 (In Russ.). doi: 10.17116/ofalta2016132454-60.
- Шаймова ВА, Поздеева ОГ, Шаймов ТБ, Галин АЮ, Шаймов РВ, Шаймова ТА, Золотова АВ, Фомин АВ. Оптическая когерентная томография в диагностике периферических ретинальных разрывов. Вестник офтальмологии. 2013;129(6):51–57.
Shaimova VA, Pozdeeva OG, Shaimov TB, Galin AYu, Shaimov RB, Shaimova TA, Zolotova AV, Fomin AV. Optical coherence tomography in the diagnosis of peripheral retinal tears. Russian Annals of Ophthalmology. 2013;129(6):51–57 (In Russ.).
- Del Buey MA, Lavilla L, Ascaso FJ, Lanchares E, Huerva V, Cristóbal JA. Assessment of corneal biomechanical properties and intraocular pressure in myopic spanish healthy population. J Ophthalmol. 2014;2014:905129. doi: 10.1155/2014/905129.
- Поздеева ОГ, Дульбы ОР. Особенности кровотока в сосудах глаза у пациентов с риск-формами периферических хориоретинальных дистрофий. Российский офтальмологический журнал. 2013;6(3):71–75.
Pozdeeva OG, Dulyba OR. Features of blood flow in the vessels of the eye in patients with risk forms of peripheral chorioretinal dystrophies. Russian Ophthalmological Journal. 2013;6(3):71–75 (In Russ.).
- Поздеева ОГ. Периферические витреохориоретинальные дистрофии у лиц молодого возраста: особенности клиники, диагностика, патогенез, комплексное лечение: автореф. дисс. ... д-ра мед. наук. М., 2005. 39 с.
Pozdeeva OG. Peripheral vitreochoroidal dystrophies in young people: clinical features, diagnostics, pathogenesis, complex treatment: author's abstract: diss. ... doctor of medical sciences. Moscow, 2005. 39 p. (In Russ.).
- Коленко ОВ, Сорокин ЕЛ, Сергеева АВ. Изучение частоты и нозологической структуры клинических разновидностей периферической витреохориоретинальной дистрофии у детей и подростков. Офтальмология. 2023;20(3):491–496. doi: 10.18008/1816-5095-2023-3-491-496.
Kolenko OV, Sorokin EL, Sergeeva AV. Study of Frequency and Nosology of Clinical Varieties of Retinal Dystrophies in Children and Adolescents. Ophthalmology in Russia. 2023;20(3):491–496 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2023-3-491-496.
- Поздеева ОГ, Солянникова ОВ. Особенности кровотока сосудов глаза и орбиты при осложненных формах периферических витреохорио-ретинальных дистрофий у лиц молодого возраста. Рефракционная хирургия и офтальмология. 2005;5(4):48–52.
Pozdeeva OG, Solyannikova OV. Features of blood flow in the vessels of the eye and orbit in complicated forms of peripheral vitreochoroidal dystrophies in young people. Refractive surgery and ophthalmology. 2005;5(4):48–52 (In Russ.).
- Тарутта ЕП, Кушнаревич НЮ, Иомдина ЕН. Прогнозирование осложненного течения миопии у детей. Вестник офтальмологии. 2004;120(3):19–22.
Tarutta EP, Kushnarevich NYu, Iomdina EN. Prediction of the complicated course of myopia in children. Russian Annals of Ophthalmology. 2004;120(3):19–22 (In Russ.).
- Мягков АВ, Серебренникова ЕА, Поскребышева ЖН, Шароглазова МВ. Периферическая витреохориоретинальная дистрофия у пациентов с различными типами миопии. ГЛАЗ. 2020;22(2):12–15. doi: 10.33791/2222-4408-2020-2-12-15.
Myagkov AV, Serebrennikova EA, Poskrebysheva ZN, Sharoglazova MV. Peripheral vitreochoroidal dystrophy in patients with various types of myopia. The EYE GLAZ. 2020;22(2):12–15 (In Russ.). doi: 10.33791/2222-4408-2020-2-12-15.
- Тарутта ЕП, Максимова МВ, Кружкова ГВ, Ходжабекян НВ, Маркосян ГА. Акустическая плотность склеры как фактор прогноза развития периферических витреохориоретинальных дистрофий при миопии: результаты 10-летнего динамического наблюдения. Вестник офтальмологии. 2013;129(1):16–20.
Tarutta EP, Maksimova MV, Kruzhkova GV, Khodjabekyan NV, Markosyan GA. Acoustic density of the sclera as a predictor of the development of peripheral vitreochoroidal dystrophies in myopia: results of a 10-year dynamic observation. Russian Annals of Ophthalmology. 2013;129(1):16–20 (In Russ.).
- Циу К, Лу Х, Чанг Р, Ванг Г, Чанг М. Корnea biomechanics determination in healthy myopic subjects. J Ophthalmol. 2016;2016:2793516. doi: 10.1155/2016/2793516.
- Кудинова-Савченко НА, Веснина НА, Крыжкова НН. Периферические витреохориоретинальные дистрофии у пациентов с разными видами аметропии. Современные технологии лечения витреоретинальной патологии — 2009. М., 2009.
Kudinova-Savchenko NA, Vesnina NA, Kryzhova NN. Peripheral vitreochoroidal dystrophies in patients with different types of ametropia. Modern technologies of treatment of vitreoretinal pathology — 2009. Moscow, 2009 (In Russ.).
- Иомдина ЕН. Биомеханические и биохимические нарушения склеры при прогрессирующющей близорукости и методы их коррекции. В кн.: Зрительные функции и их коррекция у детей. Под ред. С.Э. Аветисова, Т.П. Кащенко, А.М. Шамшиновой. М., 2005:163–183.
Iomdina EN. Biomechanical and biochemical disorders of the sclera in progressive myopia and methods of their correction. In: Visual functions and their correction in children. Edited by S.E. Avetisov, T.P. Kashchenko, A.M. Shamshinova. Moscow, 2005:163–183 (In Russ.).
- Лонг В, Чжоу Я, Ху Я, Ли З, Чжанг Х, Чжоу В, Янг Х, Чуй Д, Триер К. Characteristics of Corneal Biomechanics in Chinese Preschool Children With Different Refractive Status. Cornea. 2019;38(11):1395–1399. doi: 10.1097/ICO.00000000000001971.
- Анисимов СИ, Анисимова СЮ, Смотрич ЕА, Завгородняя ТС, Золоторевский КА. Кератотензотопография — новые диагностические возможности изучения биомеханических свойств роговицы. Офтальмология. 2011;8(4):13–17.
Anisimov SI, Anisimova SYu, Smotrich EA, Zavgorodnyaya TS, Zolotorovskiy KA. Keratotenzotopografiy — new diagnostic possibilities for studying the biomechanical properties of the cornea. Ophthalmology in Russia. 2011;8(4):13–17 (In Russ.).
- Немет Г, Шзалаи Е, Хассан З, Липец А, Флако З, Модис Л. Corneal biomechanical data and biometric parameters measured with Scheimpflug-based devices on normal corneas. Int J Ophthalmol. 2017;10(2):217–222. doi: 10.1824/ijo.2017.02.06.
- Тарутта ЕП. Возможности профилактики прогрессирующей и осложненной миопии в свете современных знаний о ее патогенезе. Вестник офтальмологии. 2006;122(1):43–47.
Tarutta EP. Possibilities of prevention of progressive and complicated myopia in light of modern knowledge about its pathogenesis. Russian Annals of Ophthalmology. 2006;122(1):43–47 (In Russ.).
- Тарутта ЕП, Саксонова ЕО. Состояние периферических отделов глазного дна при высокой прогрессирующей близорукости. Вестник офтальмологии 1991;107(1):54–58.
Tarutta EP, Saxonova EO. State of the peripheral parts of the fundus in high progressive myopia. Russian Annals of Ophthalmology. 1991;107(1):54–58 (In Russ.).
- Шевченко МВ, Братко ОВ, Шугурова НЕ. Клиническая оценка биомеханических особенностей фиброзной оболочки у больных глаукомой в сочетании

A.V. Sergeeva, N.V. Pomytkina, E.L. Sorokin

Contact information: Sergeeva Anna V. nauka@khvmtk@mail.ru

Patterns of Changes in Morphometric and of the Cornea Biomechanical Properties...

- с миопической рефракцией. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015;17(5-3):898–903.
- Shevchenko MV, Bratko OV, Shugurova NE. Clinical evaluation of biomechanical features of the fibrous membrane in patients with glaucoma combined with myopic refraction. Izvestiya of Samara scientific center of the Russian Academy of Sciences. 2015;17(5-3):898–903 (In Russ.).
22. Ataş F, Arikian G, Söylev Bajin M, Kaya M, Yaman A. Evaluation of the corneal biomechanical properties and corneal thickness in patients with Graves' orbitopathy. Int Ophthalmol. 2023;43(7):2257–2263. doi: 10.1007/s10792-022-02621-x.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сергеева Анна Васильевна
врач-офтальмолог детского офтальмологического отделения
<https://orcid.org/0000-0003-1564-8478>

Помыткина Наталья Викторовна
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог отделения лазерной хирургии;
ассистент кафедры общей и клинической хирургии
<https://orcid.org/0000-0003-3757-8351>

Сорокин Евгений Леонидович
доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе; профессор кафедры общей и клинической хирургии
<https://orcid.org/0000-0002-2028-1140>

23. Антонюк ВД, Кузнецова ТС. Исследование биомеханических свойств роговицы на приборе CORVIS ST (Oculus, Германия) у пациентов с миопией и миопическим астигматизмом. Офтальмохирургия. 2020;4:20–28. doi: 10.25276/0235-4160-2020-4-20-28.
- Antonuk VD, Kuznetsova TS. Investigation of corneal biomechanical properties using the CORVIS ST device (Oculus, Germany) in patients with myopia and myopic astigmatism. Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2020;4:20–28 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2020-4-20-28.
24. Duppels WJ Jr. Biomechanical modeling of corneal ectasia. J Refract Surg. 2005;21(2):86–90. doi: 10.3928/1081-597X-20070101-19.

ABOUT THE AUTHORS

Sergeeva Anna V.
ophthalmologist of the Pediatric Ophthalmological Department
<https://orcid.org/0000-0003-1564-8478>

Pomytkina Natalia V.
PhD, ophthalmologist of the Laser Surgery Department; assistant of the General and Clinical Surgery Department
<https://orcid.org/0000-0003-3757-8351>

Sorokin Evgenii L.
MD, Professor, deputy head for Scientific Work; Professor of the General and Clinical Surgery Department
<https://orcid.org/0000-0002-2028-1140>