

Динамика периферической рефракции и формы глаза на фоне ношения ортокератологических линз у детей с прогрессирующей миопией

Е.П. Тарутта, Е.Н. Иомдина, Р.Р. Толорая, Г.В. Кружкова

ФГБУ «Московский НИИ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России

Изучено изменение периферической рефракции и формы 52 миопических глаз 26 пациентов в возрасте от 8 до 16 лет (в среднем $10,4 \pm 0,9$ года) в результате применения ортокератологических (ОК) линз в ночном режиме; срок наблюдения составил в среднем $3,2 \pm 0,9$ года. Выявлено, что использование ОК-линз приводит к формированию относительной периферической миопии; величина последней коррелировала с исходной степенью миопии и составила в среднем $-1,4 \pm 0,13$, $-1,9 \pm 0,17$ и $-4,4 \pm 0,13$ дптр при слабой, средней и высокой миопии соответственно. Коэффициент отношения длины передне-задней оси (ПЗО) к поперечному диаметру (ПД) глаза (ПЗО/ПД) изменился от исходного значения, равного в среднем $1,01 \pm 0,06$ (при слабой степени — $1,000 \pm 0,002$, средней — $1,010 \pm 0,008$, высокой — $1,020 \pm 0,003$), до $0,980 \pm 0,006$ (при слабой — $0,940 \pm 0,001$, средней — $0,980 \pm 0,007$, высокой — $1,000 \pm 0,006$) к концу срока ношения ОК-линз. Такая динамика ПЗО/ПД свидетельствует об изменении формы глазного яблока в результате длительного использования ОК-линз в сторону сжатого эллипсоида, при этом отмечено формирование миопического периферического дефокуса.

Ключевые слова: ортокератология, миопия, периферическая рефракция глаза.

Российский офтальмологический журнал, 2016; 1: 62–66

В настоящее время ортокератологию используют в основном для коррекции миопии, которая составляет наиболее значительную долю всех нарушений рефракции. При этом ортокератология хорошо зарекомендовала себя во всем мире, в том числе и в России, не только как метод коррекции, но и лечения (стабилизации) прогрессирующей миопии у детей [1]. Однако до настоящего времени публикации о механизмах влияния ортокератологии на течение миопии немногочисленны, а в России — единичны.

В последние годы в исследованиях постнатального рефрактогенеза у детей большое значение придают так называемой периферической рефракции. Под этим понятием подразумевают преломление лучей, проецирующихся на парацентральные и периферические участки сетчатки в пределах 15–30–60° от центра фовеолы [2–5]. В связи с известной неравномерностью профиля сетчатки в фовеолярной области и отклоняющимся от сферы контуром

оболочек в области заднего полюса глазного яблока рефракция в центре центральной ямки сетчатки и вне ее (периферическая рефракция) может быть различной. Предполагают, что кривизна («крутизна») сетчатки существенно влияет на постнатальный рефрактогенез [6], поскольку в зависимости от знака и величины разницы между центральной и периферической рефракцией в парацентральной зоне наблюдается либо гиперметропическая, либо миопическая дефокусировка. Потенциальная возможность влияния периферической рефракции на рефрактогенез и развитие миопии обосновывает диагностическую и прогностическую значимость ее исследования у детей с прогрессирующей миопией на фоне ношения ортокератологических (ОК) линз.

Периферическая рефракция тесно связана с формой глаза. Доказано, что глаза с высокой миопией имеют гиперметропический периферический дефокус и удлиненную, «вытянуто-эллипсоидную»

форму, а гиперметропические глаза, напротив, миопический дефокус и «сплюснuto-эллипсоидную» форму [7, 8]. Для определения формы глаза использовали различные методики, включая компьютерную и магнитно-резонансную томографию (МРТ). Наиболее доступным, хотя и уступающим в точности МРТ, является метод ультразвукового (А-сканирование) измерения передне-задней оси (ПЗО) и поперечного диаметра (ПД) по В.П. Можеренкову [9] с последующим вычислением отношения ПЗО/ПД. Величина этого коэффициента, близкая к 1,0 (от 1,01 до 0,97), свидетельствует о шаровидной форме глазного яблока, меньше этих значений — о сжато-эллипсоидной, больше — о вытянуто-эллипсоидной форме [7, 8].

ЦЕЛЬЮ работы явилось изучение изменения периферической рефракции миопических глаз и формы глазного яблока в результате использования ОК-линз в ночном режиме.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование периферической рефракции было проведено на 52 глазах 26 пациентов, из них 19 девочек и 7 мальчиков, в возрасте 8–16 лет (в среднем $10,4 \pm 0,9$ лет), до и в среднем через $3,2 \pm 0,9$ года после начала ношения ОК-линз. Исходно миопия слабой степени отмечалась на 16 глазах, средней степени — на 32 и высокой — на 4.

Исследование периферической рефракции проводили по разработанной в МНИИ ГБ им. Гельмгольца методике с помощью авторефрактометрии (Торсон RM-A6500), определяя рефракцию в центре и в двух горизонтальных периферических зонах сетчатки [10].

Согласно разработанному способу, рефракцию измеряли при таком отклонении направления взгляда от точки фиксации, которое соответствует $12\text{--}15^\circ$ от центра фовеа к носу и к виску.

Для измерения рефракции в определенных периферических меридианах к экрану авторефрактометра Торсон RM-A6500 прикладывали координатную (масштабную) сетку, равную по площади экрану авторефрактометра, с вертикальными и горизонтальными линиями, нанесенными

на прозрачную пластинку (рис. 1). Была вычислена цена одного деления в масштабе реального диаметра роговицы и соответствующий угол отклонения взгляда.

В условиях циклоплегии определяли рефракцию в центральном положении взгляда, а также при отведении взгляда кнаружи и кнутри до его совпадения с нужным делением координатной сетки, соответственно, в назальной и темпоральной стороне от центра. При этом при отведении взгляда кнаружи через парацентральную назальную зону роговицы определяли рефракцию в парацентральной темпоральной точке сетчатки и, наоборот, при отведении взгляда кнутри через парацентральную темпоральную зону роговицы определяли рефракцию в парацентральной назальной точке сетчатки.

После определения рефракции в трех направлениях (центральном, назальном и темпоральном) вычисляли разницу между сферическими эквивалентами соответствующей периферической и центральной рефракции:

$\Delta R = R_{\text{парацентральная}} - R_{\text{центральная}} = \text{периферическая рефракция}$.

Эта разница (ΔR) и характеризует величину и знак относительной периферической рефракции. Если периферическая рефракция слабее центральной, то имеется относительная периферическая гиперметропия, если сильнее, то это соответствует относительной периферической миопии. Например, если $R_{\text{центральная}} = \text{миопия } -6,0 \text{ дптр}$, а $R_{\text{парацентральная}} = \text{миопия } -5,5 \text{ дптр}$, то $R_{\text{периферическая}} = R_{\text{парацентральная}} - R_{\text{центральная}} = (-5,5 \text{ дптр}) - (-6,0 \text{ дптр}) = +0,5 \text{ дптр}$, т. е. имеется относительная периферическая гиперметропия в 0,5 дптр.

С помощью ультразвуковой биометрии проведено также определение ПЗО и ПД глазного яблока. Измерение ПД проводили в горизонтальной проекции, при этом ультразвуковой зонд устанавливали в области экватора перпендикулярно ПЗО при максимальном отклонении глаза кнутри. Затем вычисляли отношение ПЗО к ПД и рассматривали этот показатель (коэффициент) как характеристику формы глазного яблока [8].

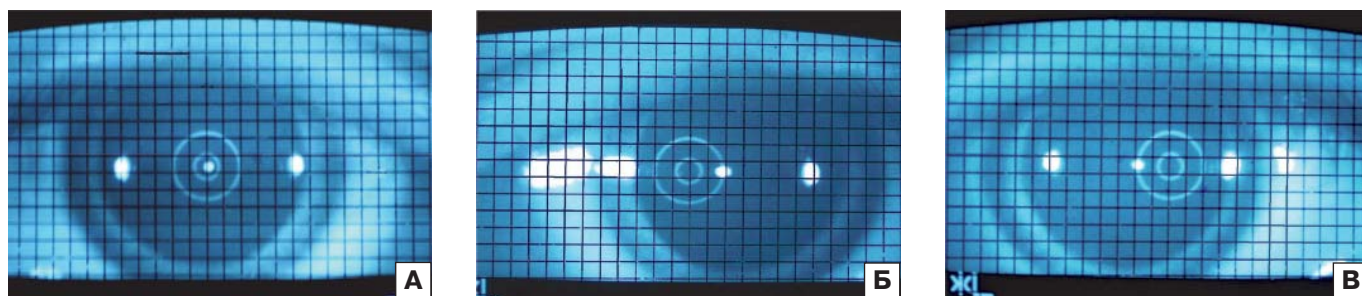


Рис. 1. Определение периферической рефракции (R) левого глаза на авторефрактометре Торсон RM-A6500 с помощью координатной сетки. А – R при центральном направлении взгляда; Б – R при отклонении взгляда кнутри (в темпоральной зоне); В – R при отклонении взгляда кнаружи (в назальной зоне).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты определения периферической рефракции в назальной и темпоральной зоне в группах детей с различной клинической рефракцией до и после использования ОК-линз представлены в таблице 1.

Установлено, что у пациентов с миопией слабой степени до ношения ОК-линз в исследованных зонах наблюдалась относительная миопическая периферическая рефракция в 100 % глаз. После ношения ОК-линз величина относительной миопии достоверно увеличилась как в темпоральной, так и назальной области, в среднем с $-0,70 \pm 0,23$ до $-1,40 \pm 0,13$ дптр ($p < 0,05$).

В группе пациентов с миопией средней степени до ношения ОК-линз относительная миопическая периферическая рефракция наблюдалась в 30 % глаз, относительно гиперметропическая — в 10 %. В остальных 60 % случаев отмечалась смешанная периферическая рефракция: относительно миопическая, гиперметропическая или эметропическая в разных периферических зонах глазного дна. После ношения ОК-линз сформировалась относительная периферическая миопия в 100 % глаз (рис. 2). В среднем величина относительной миопии увеличилась с $-0,2 \pm 0,2$ до $-1,95 \pm 0,17$ дптр (различие высоко достоверно, $p < 0,001$).

В группе пациентов с миопией высокой степени до ношения ОК-линз относительная миопическая периферическая рефракция наблюдалась в 29 %, относительная гиперметропическая — в 15 %. В остальных 56 % случаев отмечалась смешанная

периферическая рефракция. После ношения ОК-линз в группе пациентов с миопией высокой степени относительная миопическая периферическая рефракция отмечена в 100 % случаев. Ее величина достоверно возросла в среднем с $-0,29 \pm 0,17$ до $-4,4 \pm 0,2$ дптр ($p < 0,001$).

Результаты исследования биометрических параметров представлены в таблице 2.

За весь срок наблюдения (в среднем $3,2 \pm 0,9$ года) по всей группе больных, как видно из таблицы 2, ПЗО увеличилась в среднем на $0,23 \pm 0,04$ мм ($p < 0,05$), что соответствует прогрессированию миопии на 0,7 дптр. При этом в группе слабой миопии ПЗО увеличилась на $0,17 \pm 0,05$ мм ($p < 0,05$) (что соответствует прогрессированию миопии на

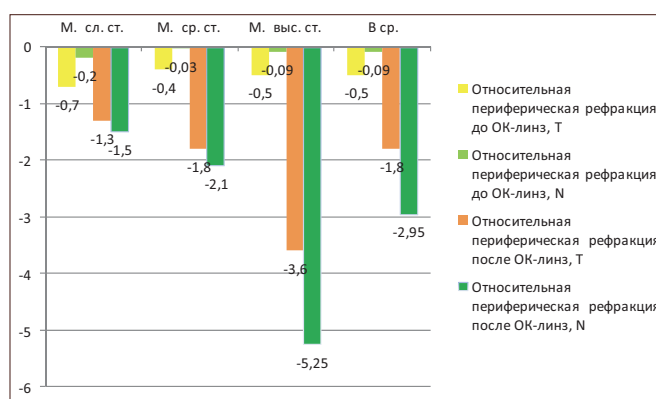


Рис. 2. Величина относительной периферической миопии до и после ОК-коррекции глаз с миопией различной степени (Т — темпоральная зона, N — носовая зона, В ср. — в среднем).

Таблица 1. Результаты определения периферической рефракции в группах детей с различной клинической рефракцией до и после использования ОК-линз

Вид рефракции	Число пациентов (глаз)	Относительная периферическая рефракция до ОК-линз, дптр		Относительная периферическая рефракция после ОК-линз, дптр	
		Т	N	Т	N
М сл. ст.	8 (16)	$-0,70 \pm 0,21$	$-0,20 \pm 0,26$	$-1,30 \pm 0,10^*$	$-1,50 \pm 0,16^*$
М ср. ст.	16 (32)	$-0,40 \pm 0,23$	$-0,03 \pm 0,18$	$-1,80 \pm 0,16^{**}$	$-2,10 \pm 0,19^{**}$
М выс. ст.	2 (4)	$-0,50 \pm 0,19$	$-0,09 \pm 0,10$	$-3,6 \pm 0,20^{***}$	$-5,25 \pm 0,21^{***}$
Всего	26 (52)	$-0,50 \pm 0,21$	$-0,09 \pm 0,10^*$	$-1,80 \pm 0,10^{**}$	$-2,95 \pm 0,16^{**}$

Примечание. N — назальная зона, Т — темпоральная зона сетчатки; достоверность различия между соответствующими показателями до и после ношения ОК-линз статистически достоверны: * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$.

Таблица 2. Биометрические параметры глаза у детей с миопией различной степени до и на фоне ношения ОК-линз

Показатели	Миопия сл. ст.	Миопия ср. ст.	Миопия выс. ст.	Миопия в среднем
ПЗО до ОК-линз, мм	$24,35 \pm 0,05$	$25,03 \pm 2,10$	$25,81 \pm 0,16$	$25,06 \pm 0,07$
ПЗО после ОК-линз, мм	$24,52 \pm 0,04^*$	$25,12 \pm 1,90$	$26,23 \pm 0,20^*$	$25,29 \pm 0,05^*$
ПД до ОК-линз, мм	$24,31 \pm 0,12$	$24,74 \pm 2,10$	$25,32 \pm 0,10$	$24,79 \pm 0,07$
ПД после ОК-линз, мм	$26,00 \pm 0,14^{***}$	$25,55 \pm 1,95^*$	$26,12 \pm 0,13^{***}$	$25,89 \pm 0,09^{**}$
ПЗО/ПД до ОК-линз	$1,000 \pm 0,002$	$1,010 \pm 0,008$	$1,020 \pm 0,003$	$1,010 \pm 0,006$
ПЗО/ПД после ОК-линз	$0,940 \pm 0,001^*$	$0,980 \pm 0,007^*$	$1,000 \pm 0,005^*$	$0,980 \pm 0,006^*$

Примечание. * — различие статистически достоверно, $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$.

0,5 дптр), при средней — на $0,09 \pm 2,10$ мм ($p > 0,05$) (прогрессирование на 0,25 дптр), при высокой — на $0,42 \pm 0,16$ мм ($p < 0,05$) (прогрессирование на 1,25 дптр). Отличие ПЗО от исходных данных статистически достоверно ($p < 0,05$) в группах с миопией слабой и высокой степени. Указанная закономерность отмечена, но в значительно большей степени, и в отношении ПД глазного яблока. ПД увеличился в среднем по группе на $1,10 \pm 0,07$ мм, ($p < 0,01$): при миопии слабой степени — на $1,69 \pm 0,12$ мм ($p < 0,01$), при миопии средней степени — на $0,81 \pm 2,10$ мм ($p < 0,05$), при высокой степени — на $1,61 \pm 0,10$ мм ($p < 0,01$). Полученные результаты изменения ПД статистически достоверны во всех группах.

Исходные значения показателя ПЗО/ПД составили в среднем $1,010 \pm 0,006$ (при миопии слабой степени — $1,000 \pm 0,002$, средней — $1,010 \pm 0,008$, высокой — $1,020 \pm 0,003$), в конце наблюдения — $0,980 \pm 0,006$ (слабой — $0,940 \pm 0,001$, средней — $0,98,000 \pm 0,007$, высокой — $1,000 \pm 0,005$). Это свидетельствует о тенденции к изменению формы глазного яблока в сторону сжатого эллипсоида.

Таким образом, у детей и молодых лиц с миопией в исходном состоянии на периферии выявлялась незначительная по величине относительная миопия. Это совпадает с выявленной нами шаровидной формой глазного яблока (показатель ПЗО/ПД в среднем равнялся $1,010 \pm 0,006$), при которой на периферии рефракция близка к осевой, т. е. относительная периферическая рефракция близка к эмметропической.

ОБСУЖДЕНИЕ

После использования ОК-линз, как известно, изменяется форма и профиль роговицы с уплощением ее центра и относительным выпячиванием парацентральной зоны [1, 11]. Это приводит к более сильному преломлению лучей этой зоной и, как следствие, к формированию относительной периферической миопии (см. рис. 2). Обращает на себя внимание увеличение значений формирующейся относительной периферической миопии по мере усиления клинической рефракции. Так, при коррекции слабой близорукости величина относительной периферической миопии составила в среднем $-1,40 \pm 0,13$ дптр; в группе средней близорукости $-1,95 \pm 0,17$ дптр; в группе высокой близорукости $-4,4 \pm 0,2$ дптр. Разница значений высокодостоверна для группы высокой миопии. Этот эффект закономерен и объясняется тем, что ортокератологический метод дозированно и целенаправленно изменяет профиль роговицы в соответствии с необходимым уровнем коррекции исходной близорукости. Это приводит к наибольшим изменениям рефракции центральных-парацентральных зон роговицы при высокой исходной миопии и, как следствие, к наибольшей относительной периферической миопии. Подобный же эффект отмечен недавно в работе A. Queiros и соавт. [12].

Периферическая рефракция изменяется сразу после начала ношения ОК-линз и адаптации к ним. Изменение же формы глазного яблока (коэффициента отношения ПЗО/ПД) происходит позже, постепенно, в течение года и более, вследствие неравномерного роста ПЗО и ПД. По нашему мнению, это позволяет считать эти изменения вторичными и, возможно, вызванными изменениями периферической рефракции, индуцированными измененной ОК-линзами оптикой глаза.

Таким образом, исследование изменений анатомо-оптических параметров глаза в процессе ношения ОК контактных линз позволило выявить торможение роста ПЗО и прогрессирования миопии слабой и средней степени у детей. В то же время активно продолжается рост горизонтального диаметра, что приводит к изменению формы глазного яблока в сторону сжатого эллипсоида (ПЗО/ПД $< 1,02$). Подобный эффект — торможение роста ПЗО и продолжение роста ПД — был отмечен в работе Е.П. Тарутты и соавт. [13] у детей с псевдомиопией, носивших постоянную слабомиопическую дефокусировку «плюсовыми» очковыми линзами. Авторы считали этот эффект ключевым в тормозящем воздействии данного метода на прогрессирование миопии и объясняли его с позиций изменений периферической рефракции, индуцированных положительной сферической аберрацией, наведенной плюсовыми линзами.

ВЫВОДЫ

1. Использование ОК-линз приводит к формированию миопического периферического дефокуса.
2. Величина дефокуса коррелирует с исходной степенью миопии и составляет в среднем $-1,40 \pm 0,13$, $-1,95 \pm 0,17$ и $-4,4 \pm 0,2$ дптр при слабой, средней и высокой миопии соответственно.
3. Ношение ОК-линз сопровождается торможением роста ПЗО (увеличение составило $0,23 \pm 0,04$ мм за $3,2 \pm 0,9$ года наблюдения) при продолжающемся росте ПД (на $1,10 \pm 0,07$ мм за $3,2 \pm 0,9$ года).
4. Коэффициент ПЗО/ПД за $3,2 \pm 0,9$ года снизился в среднем с $1,010 \pm 0,006$ до $0,980 \pm 0,006$, что соответствует изменению формы глаза в сторону сжатого эллипсоида.

Литература

1. Тарутта Е.П., Вержанская Т.Ю. Возможные механизмы тормозящего влияния ортокератологических линз на прогрессирование миопии. Российский офтальмологический журнал. 2008; 1(2): 26–30.
2. Ferre C.E., Rand G., Hardy C. Refraction for the peripheral field of vision. Arch. Ophthalmol. 1931; 5: 717–31.
3. Ferre C.E., Rand G., Hardy C. Refractive asymmetry in the temporal and nasal halves of the visual field. Am. J. Ophthalmol. 1932; 15: 513–22.
4. Klyce S.D., Karon M.D., Smolek M.K. Advantages and disadvantages of the Zernike expansion for representing wave aberration of the normal eye. J. Refract. Surg. 2004; 20: 537–41.
5. Muti D.O., Sholtz R.I., Friedman N.E., Zadnik K. Peripheral refraction and ocular shape in children. Invest. Ophthalmol. Vis Sci. 2000; 41: 1022–30.
6. Stone R., Flitcroft D. Ocular shape and myopia. Ann. Acad. Med. Singapore. 2004; 33(1): 7–15.

7. Аветисов Э.С. Охрана зрения детей. Москва: Медицина; 1975.
8. Аветисов Э.С. Близорукость. Москва: Медицина; 1999.
9. Можеренков В.П. Форма глаза в зависимости от вида и степени рефракции по данным ультразвукового исследования. Офтальмологический журнал. 1974; 2: 127–30.
10. Тарутта Е.П., Иомдина Е.Н., Кварацхелия Н.Г., Филинова О.Б. Способ исследования периферической рефракции глаза. Патент РФ № 2367333; 2009.
11. Вержанская Т.Ю., Тарутта Е.П., Манукян И.В., Толорая Р.Р. Влияние ортокератологических контактных линз на структуры переднего отрезка глаза. Российский офтальмологический журнал. 2009; 2(2): 30–4.
12. Queiros A., Gonzalez-Mejome J.M., Jorge J., Villa-Collar C., Gutierrez A.R. Peripheral refraction in myopic patients after orthokeratology. Optometry and Vision Science. 2010; 87(5): 323–9.
13. Тарутта Е.П., Ходжабекян Н.В., Филинова О.Б., Кружкова Г.В. Влияние постоянной дозированной слабомиопической дефокусировки на постнатальный рефрактогенез. Вестник офтальмологии. 2008. 124(6): 21–4.

The Dynamics of Peripheral Refraction and Eye Shape in Children with Progressive Myopia Wearing Orthokeratology Lenses

E.P. Tarutta, E.N. Iomdina, R.R. Toloraya, G.V. Kruzhkova

Helmholtz Research Institute of Eye Diseases, Moscow, Russia
elenatarutta@mail.ru

The change of peripheral refraction and the shape of 52 myopic eyes of 26 patients aged 8 to 16 (averagely, 10.4 ± 0.9 years) resulting from overnight wearing of orthokeratology lenses was followed up for 3.2 ± 0.9 years on average. The use of Ortho-k lenses was found to form relative peripheral myopia, whose value correlated with the initial degree of myopia and was averagely equal to -1.4 ± 0.13 D, -1.9 ± 0.17 D and -4.4 ± 0.13 D, respectively for low, moderate and high myopia. The ratio coefficient APA/HD between the length of the anteroposterior axis (APA) and the horizontal diameter (HD) of the eye changed from the initial value, which was averagely equal to 1.01 ± 0.06 (1.00 ± 0.002 for low myopia, 1.01 ± 0.008 for moderate myopia, and 1.02 ± 0.003 for high myopia), to -0.98 ± 0.006 (-0.94 ± 0.001 for low myopia, 0.98 ± 0.007 for moderate myopia, and -1.00 ± 0.006 for high myopia) by the end of lens wearing term. This dynamics of APA/HD variation is an evidence of eyeball shape change as a result of prolonged use of ortho-k lenses toward the shape of a oblate ellipsoid. This is accompanied by the formation of a peripheral myopic defocus.

Keywords: orthokeratology, myopia, peripheral refraction of the eye.

Russian Ophthalmological Journal, 2016; 1: 62–6

References

1. Tarutta E.P., Verzhanskaya T.Yu. Possible mechanisms of orthokeratological contact lenses inhibiting impact on myopia progression. Russian Ophthalmological Journal. 2008; 1(2): 26–30 (in Russian).
2. Ferre C.E., Rand G., Hardy C. Refraction for the peripheral field of vision. Arch. Ophthalmol. 1931; 5: 717–31.
3. Ferre C.E., Rand G., Hardy C. Refractive asymmetry in the temporal and nasal halves of the visual field. Am. J. Ophthalmol. 1932; 15: 513–22.
4. Klyce S.D., Karon M.D., Smolek M.K. Advantages and disadvantages of the Zernike expansion for representing wave aberration of the normal eye. J. Refract. Surg. 2004; 20: 537–41.
5. Mutti D.O., Sholtz R.I., Friedman N.E., Zadnik K. Peripheral refraction and ocular shape in children. Invest. Ophthalmol. Vis Sci. 2000; 41: 1022–30.
6. Stone R., Flitcroft D. Ocular shape and myopia. Ann. Acad. Med. Singapore. 2004; 33(1): 7–15.
7. Avetisov E.S. Vision protection in children. Moscow: Meditsina; 1975 (in Russian).
8. Avetisov E.S. Myopia. Moscow: Meditsina; 1999 (in Russian).
9. Mozherenkov V.P. Ocular shape depending on the refraction type and degree according ultrasound study. Oftal'mologicheskij zhurnal. 1974; 2: 127–30 (in Russian).
10. Tarutta E.P., Iomdina E.N., Kvaratskheliya N.G., Filinova O.B. The method of the examination of peripheral refraction. Patent №2367333; 2009 (in Russian).
11. Verzhanskaya T.Yu., Tarutta E.P., Manukjan I.V., Toloraja R.R. The impact of orthokeratologic contact lenses on the eye anterior chamber structures. Russian Ophthalmological Journal. 2009; 2(2): 30–4 (in Russian).
12. Queiros A., Gonzalez-Mejome J.M., Jorge J., Villa-Collar C., Gutierrez A.R. Peripheral refraction in myopic patients after orthokeratology. Optometry and Vision Science. 2010; 87(5): 323–9.
13. Tarutta E.P., Khodjabekjan N.V., Filinova O.B., Kruzhkova G.V. Impact of continuous dosed low myopic defocus on postnatal refractogenesis. Vestnik oftal'mologii. 2008. 124(6): 21–4 (in Russian).

Адрес для корреспонденции: 105062 Москва, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19; ФГБУ «Московский НИИ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России
elenatarutta@mail.ru