

УДК 617.753.25

Эффективность применения ортокератологических линз в зависимости от топографического диаметра зрачка и размера оптической зоны линзы

Р. А. Пархомец, аспирант, врач-офтальмолог

Харьковский национальный
медицинский университет

Центр детской
офтальмологии «Радужка»

Харьков (Украина)

E-mail: radaparhomets@gmail.com

Ключевые слова:

миопия, рефракционная терапия,
ортокератологические линзы,
кератотопография, диаметр зрачка

Введение. Прогрессирующий характер миопии является ведущей проблемой в современной оптометрии и офтальмологии в целом. В последние годы среди методов контроля прогрессирования близорукости популярность получил метод рефракционной терапии ортокератологическими линзами (ОКЛ).

Цель – определить эффективность применения ортокератологических линз в зависимости от топографического диаметра зрачка и оптической зоны линзы.

Материал и методы. Под нашим наблюдением находилось 60 детей (117 глаз) с диагнозом неосложненная миопия слабой и средней степени. Всем детям проводилось полное офтальмологическое обследование, а также кератотопография роговицы, пуллометрия. Проведен статистический анализ корреляций между диаметром зрачка и приростом аксиальной длины глаза. Для динамического контроля миопии проведено сравнение эффективности использования меньшего диаметра оптической зоны линзы со стандартным.

Результаты. Получена обратная корреляционная связь ($r = -0,48, p < 0,001$) между диаметром зрачка и увеличением передне-заднего размера глаза (ПЗО) при миопии слабой степени и ($r = -0,7, p < 0,001$) – при средней степени миопии. При использовании оптической зоны линзы диаметром 5,5 мм отмечается замедление роста аксиальной длины глаза в сравнении со стандартным диаметром той же зоны 6,0 мм.

Заключение. При обследовании ребенка с прогрессирующей миопией важно обращать внимание на диаметр зрачка в фотопических условиях, так как его размер может быть предиктором прогрессирования миопии и влиять на выбор коррекции индивидуально. Ортокератологические линзы с меньшей оптической зоной (5,5 мм) более эффективны в контроле миопии, что важно учитывать, при выборе дизайна линз для детей.

Введение. В последние годы в нашей стране и за рубежом отмечается тенденция к увеличению частоты миопии, приобретающая в некоторых странах характер пандемии [1-7]. Так, частота миопии у школьников Швеции, Франции достигает 13%, Италии – 15%, Швейцарии – 24%, США – 25%, а в странах Азии – 85% [1]. В структуре офтальмологической патологии Украины среди населения 18 лет и старше миопия составляет 12,38%, занимая второе место среди заболеваний органа зрения [1, 4]. Статистические данные за 2014-2017 годы свидетельствуют о том, что среди детей до 6 лет миопия встречается у 3,68 на 1000 детей соответствующего возраста, у детей 7-14 лет – в 10 раз чаще (35,57 на 1000 детей соответствующего возраста), у подростков 15-17 лет – в 23 раза чаще (84,86 на 1000 подростков соответствующего возраста) [3]. Кроме того, прогрессирующая миопия является одним из самых распространенных заболеваний в структуре детской инвалидности, составляя 80% от всего числа выявленной патологии глаз и 32,7% в структуре детской слепоты в Украине [6, 8, 9].

В последние годы среди методов контроля прогрессирования близорукости популярность получил метод рефракционной терапии ортокератологическими линзами (ОКЛ) различных дизайнов. Предполагают, что существует несколько механизмов их тормозящего влияния на миопию, одним из которых является сдвиг периферической рефракции в сторону миопического дефокуса. Под миопическим дефокусом понимают преломление лучей, проецирующихся на парацентральные и периферические участки сетчатки. Если рефракция на периферии сильнее, чем в центре, то говорят о миопическом периферическом дефокусе; если, наоборот, периферическое преломление слабее центрального – то о гиперметропическом [11, 12, 13, 14]. Так, размер зрачка определяет сколько света действительно попадает в глаз. Узкий зрачок преимущественно блокирует периферические световые лучи. Прошлые исследования показали, что ОКЛ вызывают

смещение периферического дефокуса в миопическую сторону в более отдаленной периферии (то есть ± 30 градусов). С этой точки зрения, размер зрачка может влиять на относительный вклад периферического миопического дефокуса на эффективность рефракционной терапии ОКЛ. В работах зарубежных авторов исследовали влияние диаметра зрачка на прирост осевой длины у пациентов с миопией после использования ОКЛ. Так, Zhi Chen с соавторами пришли к выводу, что больший диаметр зрачка увеличивает эффективность ОКЛ и замедляет осевую прирост длины глаза при миопии [14, 15]. Вопреки этому Downie L.E., Lowe R. [16] между размером зрачка и степенью ослабления прогрессирования миопии у детей значимой связи не выявили.

Таким образом, в новых конструкциях ОКЛ делается попытка увеличить периферический миопический дефокус и учесть зависимость размера зрачка при аберрациях более высокого порядка [17-18]. Эти линзы разрабатываются с меньшей оптической зоной в попытках достичь более мощного средне-периферического кольца на роговице ближе к зоне зрачка. Есть только два опубликованных исследования, в которых изучается влияние дизайна линз на роговицу [19-20]. Целью исследования Carracedo G. с соавторами [20] было оценить топографический эффект изменения диаметра оптической зоны в ОКЛ у пациентов с миопией высокой степени (от -4,00 D до -7,00 D) и изучить влияние на качество зрения. Так, было установлено, что ОКЛ с меньшим диаметром оптической зоны вызывают значительно другой кератометрический профиль, с более выраженной разницей между центральной роговицей и периферическим кольцом, что, в свою очередь, вызывает большие аберрации высшего порядка. То есть, эта разница в профиле означает, что меньшая оптическая зона дает более узкую зону влияния и более широкое и крутое периферическое кольцо на роговице, что охватывает зону проекции зрачка. Однако, ввиду ограниченного количества исследований, посвященных этому вопросу, возникла необходимость в дальнейшем исследовании.

Цель исследования – определить эффективность применения ортокератологических линз в зависимости от топографического диаметра зрачка и оптической зоны линзы.

Материал и методы

Исследование проведено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации. Перед включением пациентов в исследование было получено письменное согласие родителей детей на участие в исследовании и использование их данных.

Под нашим наблюдением находилось 60 детей (117 глаз) с диагнозом неосложненная миопия слабой и средней степени. Возраст наблюдаемых был от 7 до 15 лет. Среди них лиц женского пола – 37 человек (61,7%), мужского пола – 23 человека (38,3%). По степени ми-

опии пациенты распределились следующим образом: со слабой степенью (до 3,0 дптр) – 15 человек (27 глаз – 23,1 %), со средней степенью (3,25 – 6,0 дптр) – 45 пациентов (90 глаз – 76,9 %).

Все исследуемые являлись пользователями рефракционной терапии ортокератологическими линзами комбинированного дизайна. Длительность наблюдения составила 2 года. В начале исследования проводилось полное офтальмологическое обследование, которое включало визометрию с помощью проектора знаков (Huvitz, Корея), определение субъективной и объективной рефракции, авторефрактометрию проводили с помощью авторефрактометра (OptoChekplus, Reichert, США). Рефрактометрия проводилась в первой половине дня. Рефракция измерялась отдельно для каждого глаза до и после медикаментозной циклоплегии (через 40 минут после первой инстилляцией), которую достигали путем двукратной инстилляцией 1% раствора Циклопентолата в соответствии с инструкцией по применению данного препарата. Биометрию глазного яблока проводили с помощью ультразвукового сканера (А-скан, ECHO-SONS.A. «PIROP», Польша), офтальмоскопия с линзой 90 дптр и биомикроскопия переднего отрезка глаза проводилась на щелевой лампе CSO (Италия). Кроме стандартного офтальмологического осмотра проведена кератопография (кератопограф «Oculus Easygraph», Германия) до назначения ортокератологических линз и каждый раз при визите по стандартному графику наблюдений пациентов с ОКЛ. С помощью программного обеспечения Easygraph полученные результаты визуализировались на четырех топографических картах, одновременно проводились кератометрия и пуллометрия, измерялись эксцентриситет роговицы в плоском и крутом меридиане, диаметр роговицы.

Исследование состояло из двух этапов. I – определение влияния диаметра зрачка на рост аксиальной длины глаза, II – сравнение эффективности оптических зон ОКЛ разного диаметра в контроле миопии.

Статистическую обработку данных проводили с использованием программного обеспечения «Statistica 10.0». Соответствие рассматриваемых параметров закона нормального распределения оценивали по значениям тестов Колмогорова-Смирнова, Лиллиефорса и W-критерия Шапиро-Уилки. Поскольку в большинстве случаев распределение не соответствовало закону нормального распределения, данные представлены в виде количества наблюдений в группе, медианы и интерквартильного размаха. Оценку статистической значимости различий показателей в сравниваемых группах проводили с использованием непараметрического критерия для независимых групп – рангового критерия Манна-Уитни. Величину уровня значимости p принимали равной 0,05, что соответствует критериям, принятым в медико-биологических исследованиях. Если значение p было меньше 0,001, то p указывали в формате $p < 0,001$.

Результаты

Начальный диаметр зрачков, по данным пупиллометрии, колебался от 2,78 до 6,30 мм; средний диаметр зрачка составлял 4,52 мм [4,07; 5,02].

В зависимости от диаметра зрачка все пациенты были разделены на две подгруппы: подгруппа А – 30 детей (57 глаз – 48,7%), у которых диаметр зрачка был ниже среднего (< 4,52 мм), подгруппа В – 30 детей (60 глаз – 51,3%), у которых диаметр зрачка выше среднего (> 4,52 мм).

По результатам анализа, у пациентов со слабой степенью миопии базовый диаметр зрачка имел сильную обратную корреляционную связь с годовым градиентом прогрессии (ГГП), то есть, чем меньшим был диаметр зрачка, тем прирост ПЗО за период наблюдения мы получили, и наоборот, чем большим был размер зрачка, тем прогресс миопии был меньше (табл. 1).

У пациентов со средней степенью миопии результаты были похожими. Наиболее сильная обратная корреляционная связь определена в подгруппе А с размерами зрачка меньше среднего, где коэффициент корреляции составил -0,94 ($p < 0,001$) (табл. 2).

Полученные результаты мы объясняем тем, что чем больше размер зрачка, тем больше света проникает на периферию сетчатки. Предполагая, что ОКЛ вызывают смещение периферического дефокуса в миопическую сторону в более отдаленной периферии, то размер зрачка может влиять на формирование этого процесса. Также, учитывая роль аберраций высшего порядка в торможении миопии, то именно при большем диаметре зрачка эти вызванные аберрации на фоне использования ОКЛ имеют значения в контроле миопии (рис. 1 – см. 3 стр. обложки).

Далее, во II этапе исследования, были отобраны пациенты, у которых диаметр зрачка был меньше средне-

го (<4,52 мм) – 30 человек (57 глаз) и, соответственно, контроль миопии был менее эффективным. Так, на второй год наблюдения им были подобраны ОКЛ индивидуального дизайна с диаметром оптической зоны (ОЗ) 5,5 мм. В дальнейшем проводилось сравнение эффективности контроля миопии у одних и тех же пациентов на первом году использования ОКЛ со стандартным диаметром оптической зоны 6,0 мм и на втором году использования ОКЛ с диаметром оптической зоны 5,5 мм. Пациенты и первый и второй год наблюдения имели оптимальную посадку и адекватную центрацию линз.

Под воздействием ОКЛ, как известно, роговица запрограммировано изменяется топографически в виде уплощения в центральной части и усиления преломления по периферическому кольцу в 6 мм зоне. Данные изменения показаны на дифференциальной топографической карте роговицы до и после воздействия (рис. 2, 3 – см. 3 стр. обложки).

На рисунке 2 представлены топографические карты (аксиальная, тангенциальная, рефракционная, элевационная) неизменной роговицы до подбора ОКЛ.

На рисунке 3 представлены топографические карты после воздействия ОКЛ с формированием оптической зоны и периферического рефракционного кольца, соответствующего возвратной зоне линзы.

У каждого пациента в зависимости от используемого диаметра оптической зоны линзы формируется свой кератометрический профиль роговицы, который в последующем, как мы считаем, имеет основное влияние на формирование периферического дефокуса.

Кератометрический или топографический профиль роговицы для каждой конструкции ОЗ линз изображен на графиках (рис. 4 А, В).

Таблица 1. Корреляционная связь между базовым диаметром зрачка и годовым градиентом прогрессирования (ГГП) миопии под действием ОКЛ в группе со слабой степенью миопии

Подгруппы больных	ГГП (Ме)	Коэффициент корреляции	Уровень значимости
Подгруппа А Диаметр зрачка <4,52 мм 30 детей – 57 глаз	0,15 [0,08; 0,2] *	-0,53	$p=0,001$
Подгруппа В Диаметр зрачка >4,52 мм 30 детей – 60 глаз	0,03 [0,01; 0,05] *	-0,48	$p=0,0000$ ($p < 0,001$)

Примечание: * в квадратных скобках представлен интерквартильный размах

Таблица 2. Корреляционная связь между базовым диаметром зрачка и годовым градиентом прогрессирования (ГГП) миопии под действием ОКЛ в группе со средней степенью миопии

Подгруппы больных	ГГП (Ме)	Коэффициент корреляции	Уровень значимости
Подгруппа А Диаметр зрачка <4,52 мм 30 детей – 57 глаз	0,26 [0,15; 0,28] *	-0,94	$p=0,0000$ ($p < 0,001$)
Подгруппа В Диаметр зрачка >4,52 мм 30 детей – 60 глаз	0,06 [0,04; 0,08] *	-0,7	$p=0,004$

Примечание: * в квадратных скобках представлен интерквартильный размах

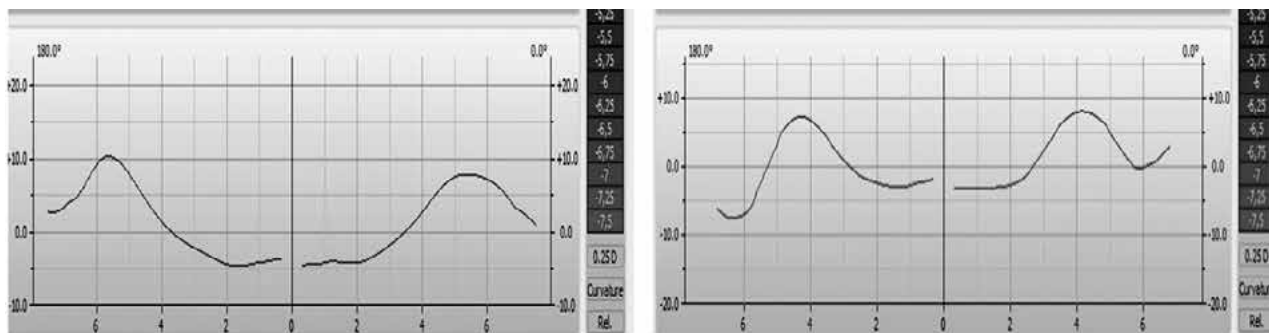


Рис. 4. Топографический профиль линз с разной оптической зоной

Дизайн ОЗ 5,5 мм дал большее центральное уплощение и значительнее изменение в средней периферии роговицы в проекции кольца возвратной зоны, чем 6-миллиметровый дизайн ОЗ, что отображает вышеуказанный график.

Если отследить соответствие «крутой» зоны роговицы по периферическому кольцу (возвратная зона линзы) диаметру зрачка пациента (см. рис. 5, 6 – см. 3 стр. обложки), то можем видеть, что при ОЗ 6 мм зрачок частично находится в зоне воздействия, а при зрачке диаметром ниже среднего не находится вообще. У пациентов с ОЗ 5,5 мм зрачок находится полностью в зоне воздействия, что позволяет сделать предположение о более эффективном контроле миопии.

Оценивая градиент прогрессии миопии по данным прироста аксиальной длины, определено, что на первом году использования рефракционной терапии ОКЛ с диаметром оптической зоны 6,0 прирост ПЗО за год составил 0,16 мм [0,1; 0,23]. При этом, на втором году использования у этих же пациентов линз с меньшей оптической зоной этот показатель составил 0,12 мм [0,1; 0,2] (рис. 7).

Обсуждение

Полученные нами результаты сопоставимы с последними исследованиями в мировой литературе. Так, G. Carracedo [19] было установлено, что ОКЛ с меньшим диаметром оптической зоны вызывают другой кератометрический профиль, что, в свою очередь, вызывает большие абберации высшего порядка. То есть, эта разница в профиле означает, что меньшая оптическая зона линзы формирует более широкое и крутое периферическое кольцо на роговице, которое полностью охватывает зону проекции зрачка и, предположительно, повышает влияние аббераций высших порядков на стабилизацию миопии. Однако мы считаем, что выбирая такой параметр, как диаметр оптической зоны линзы, у детей наиболее важно учитывать диаметр зрачка пациента, так как его можно считать значимым прогностическим фактором эффективного использования ОКЛ в контроле прогрессирования миопии.

По наши данным, при прогрессирующей форме миопии и базовом размере зрачка меньше 4,52 мм наиболее эффективным методом контроля является назначение рефракционной терапии ортокератологически-

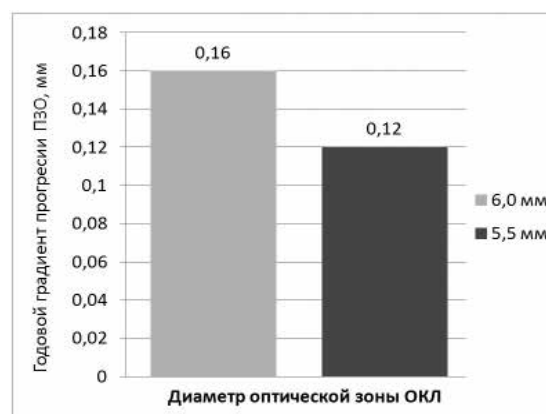


Рис. 7. Значения годового увеличения передне-задней оси глаза при разном диаметре оптической зоны ортокератологической линзы.

ми линзами. Ортокератологические линзы с меньшей оптической зоной (5,5 мм) оказывают большее тормозящее влияние на прирост аксиальной длины глаза и, соответственно, более эффективны в контроле миопии, что важно учитывать, при выборе дизайна линз для детей. В целом, при обследовании ребенка с прогрессирующей миопией важно обращать внимание на диаметр зрачка в фотопических условиях, размер которого может быть предиктором прогрессирования миопии.

Литература

1. Pan C. W., Ramamurthy D., Saw S. M. World wide prevalence and risk factors for myopia // *Ophthalmic Physiol Opt.* – 2012. – Vol. 32 (1). – P. 3-16.
2. Смирнова И. Ю., Ларшин А. С. Современное состояние зрения школьников: проблемы и перспективы // *Глаз.* – 2011. – №3. – С. 2-8
3. Офтальмологічна допомога в Україні за 2014-2017 роки: аналітично-статистичний довідник / Р. О. Моїсєєнко, М. В. Голубчиков, В. М. Михальчук, С. О. Риков. – Кропивницький : ПОЛІУМ, 2018. – 314 с.
4. Повешенко Ю. Л. Клінічна характеристика інвалідизуючої короткозорості // *Медичні перспективи.* – 1999. – №3. – С. 66-69. 37.
5. Мингазова Э. М., Самойлов А. Н., Шиллер С. И. Роль медико-социальных факторов в развитии миопии // *Казан. мед. журн.* – 2012. – №6. – С. 958.

6. Частота ретинальних ускладнень при міопії високого ступеня / Л. М. Литвинчук, А. М. Сергієнко, Г. Ріхард та ін. // Укр. мед. альманах. – 2012. – №5. – С. 109–110.
7. Вітовська О. П., Савіна О. М. Структура та частота хвороб ока та придаткового апарату у дітей в Україні // Медичні перспективи. – 2015. – №3. – С. 133–138.
8. Риков С. О., Варивончик Д. В. Дитяча сліпота та слабкозорість в Україні: Ситуаційний аналіз. – К.: Логос, 2005. – 80 с.
9. Повещенко Ю. Л. Клінічна характеристика інвалідизуючої короткозорості // Медичні перспективи. – 1999. – № 3. – С. 66–69.
10. Lee E.J. Association of axial length growth and topographic change in orthokeratology / E.J. Lee, D.H. Lim, T.Y. Chung, J. Hyun, J. Han // Eye Contact Lens. – 2018. – Vol. 44. – P. 292–298.
11. Chakraborty, R. Hyperopic defocus and diurnal changes in human choroid and axial length / R. Chakraborty, S.A. Read, M.J. Collins // Optom. Vis. Sci. – 2013. – Vol. 90 (11). – P. 1187–1198.
12. Charman W.N. Longitudinal changes in peripheral refraction with age / W.N. Charman, J.A. Jennings // Ophthalmic Physiol Opt. – 2006. – Vol. 26. – P. 447–455.
13. Charman W.N. Peripheral refraction and the development of refractive error: a review / W.N. Charman, H. Radhakrishnan // Ophthalmic Physiol Opt. – 2010. – Vol. 30. – P. 321–338.
14. Chen X. Characteristics of peripheral refractive errors of myopic and nonmyopic Chinese eyes / X. Chen, P. Sankaridurg, L. Donovan [et al.] // Vision Res. – 2010. – Vol. 50. – P. 31–35.
15. Chen Z. Impact of pupil diameter on axial growth in orthokeratology / Zhi Chen, Niu Lingling, Feng Xue, Xiaomei Qu, Zimei Zhou, Xingtao Zhou // Optom Vis Sci. – 2012. – Vol. 89(11). – P. 1636–40.
16. Downie L.E., Lowe R. Corneal Reshaping Influences Myopic Prescription Stability (CRIMPS): an analysis of the effect of orthokeratology on childhood myopic refractive stability // Eye Contact Lens. – 2013. – Vol. 39. – P. 303–310.
17. Faria-Ribeiro M. Effect of Pupil Size on Wavefront Refraction during Orthokeratology / M. Faria-Ribeiro [et al.] // Optom Vis Sci. – 2016. – Vol. 93(11). – P. 1399–1408.
18. Faria-Ribeiro M. Peripheral refraction and retinal contour in stable and progressive myopia / M. Faria-Ribeiro [et al.] // Optom and Vis Sci. – 2013. – Vol. 90 (1). – P. 9–15.
19. Marcotte-Collard R., Simard P., Michaud L. Analysis of two orthokeratology lens designs and comparison of their optical effects on the cornea // Eye Contact Lens. – 2018. – Vol. 44 (5). – P. 322–329.
20. Carracedo, G. The Topographical Effect of Optical Zone Diameter in Orthokeratology Contact Lenses in High Myopes / G. Carracedo, T.M. EspinosaVidal, I. Martínez-Alberquilla, L. Batres // J Ophthalmol. – 2019. – Vol. 2. – 1082472.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів, які могли б впливати на їхнє ставлення до предмета або матеріалів, описаних у цій рукописі.

Поступила 29.06.2021

Ефективність застосування ортокератологічних лінз в залежності від топографічного діаметра зіниці і розміру оптичної зони лінзи

Пархомець Р. О.

Харківський національний медичний університет; Харків (Україна)

Центр дитячої офтальмології «Радужка»; Харків (Україна)

Актуальність. Прогресуючий характер міопії є провідною проблемою в сучасній оптометрії та офтальмології в цілому. В останні роки серед методів контролю прогресування короткозорості популярність отримав метод рефракційної терапії ортокератологічними лінзами (ОКЛ).

Мета: дослідити ефективність використання ортокератологічних лінз в залежності від топографічного діаметра зіниці та оптичної зони лінзи

Матеріал та методи. Під нашим спостереженням перебувало 60 дітей (117 очей) з діагнозом неускладнена міопія слабкого і середнього ступеня. Всім дітям проводилося повне офтальмологічне обстеження, а також кератотопографія розівки, пупілометрія. Проведено статистичний аналіз кореляцій між діаметром зіниці та приростом аксіальної довжини ока. Для динамічного контролю міопії проведено по-

рівняння ефективності застосування ОКЛ з розміром оптичної зони лінзи 6,0 мм та 5,5 мм.

Результати. Отримано зворотній кореляційний зв'язок $r = -0,48$ ($p < 0,001$) між діаметром зіниці і збільшенням передньо-заднього розміру ока (ПЗР) при міопії слабкого ступеня і $r = -0,7$ ($p < 0,001$) при середньому ступені міопії. При використанні оптичної зони лінзи діаметром 5,5 мм відзначається уповільнення зростання аксіальної довжини ока в порівнянні зі стандартним діаметром тієї ж зони 6,0 мм.

Висновок. При обстеженні дитини з прогресуючою міопією важливо звертати увагу на діаметр зіниці в фотопічних умовах, так як її розмір може бути предиктором прогресування міопії і впливати на вибір корекції індивідуально. Ортокератологічні лінзи з меншою оптичною зоною 5,5 мм більш ефективні в контролі міопії, що важливо враховувати, при виборі дизайну лінз для дітей.

Ключові слова: міопія, рефракційна терапія, ортокератологічні лінзи, кератотопографія, діаметр зіниці