

УДК 617.7

# Ортокорнеальная терапия: настоящее и перспективы



**О. С. Аверьянова,**

канд. мед. наук, врач-офтальмолог,  
директор клиники «АИЛАЗ»  
(Киев, Украина)



**Э. И. Сайдашева,**

д-р мед. наук, зав. кафедрой  
детской офтальмологии  
СЗГМУ им. И. И. Мечникова,  
главный детский офтальмолог  
Комитета по здравоохранению  
Санкт-Петербурга  
и Северо-Западного ФО РФ  
(Санкт-Петербург)



**К. Копп,**

проф. оптометрии, главный  
консультант научно-методического  
центра компании Raagon (Финикс,  
США)

## Аннотация

Статья посвящена одному из новых перспективных направлений в консервативном лечении аномалий рефракции – ортокорнеальной терапии. Интерес к использованию жестких газопроницаемых контактных линз в целях изменения клинической рефракции глаза в оптометрии и офтальмологии прогрессивно возрастает, все большее количество специалистов в области рациональной коррекции зрения практически применяют ортокорнеальные линзы. Проблемы ортокорнеальной терапии широко обсуждаются на международных симпозиумах и конгрессах. Формируются неформальные организации специалистов по ортокератологии. В этих условиях представляется целесообразным вновь обратиться к истокам, привести новые данные о патогенезе лечебного воздействия линзы на роговицу.

**Ключевые слова:** ночные линзы обратного профиля, ортокератология, ортокорнеальные линзы, ОК-терапия, стабилизации миопии, кислородная проницаемость

## Введение

Миопия является одной из самых частых причин снижения зрения [1\*]. В развитых странах близорукость не только «молодеет» – увеличивается тенденция ее прогрессирования до высоких степеней. Известно, что при близорукости выше  $-6,00$  дптр резко возрастают риски развития таких осложнений, как миопический хориоретинит и периферическая дегенерация сетчатки [2]. Высокие и средние степени близорукости также повышают зависимость от коррекции и ограничивают людей молодого возраста в выборе профессии и активном комфортном образе жизни. У детей необходимость поль-

зоваться очками вызывает психологические проблемы. Именно поэтому развитие новых технологий коррекции близорукости является актуальным вопросом офтальмологии.

Ортокорнеальная терапия в историческом и хронологическом аспектах является самым молодым видом коррекции зрения, который в настоящее время переживает стремительное развитие, однако, как любая новая технология, она вызывает и бурные дискуссии [3]. В настоящей статье мы хотим дать краткий очерк истории развития ортокорнеальной терапии, рассказать об эволюции метода, его преимуществах и недостатках, а также перспективах.

\* Список литературы рассылается по запросу.

## Историческая справка

Первые данные о возможности изменить рефракцию глаза путем изменения профиля роговицы появились в середине XX века. Было замечено, что после непродолжительного ношения жестких линз с бóльшим, чем роговица, радиусом кривизны степень миопии уменьшается, а острота зрения, соответственно, повышается. Такой эффект коррекции миопии без операции и без ношения экстраокулярных средств коррекции сохраняется несколько часов благодаря временному ослаблению оптической силы роговицы в центральной зоне.

Некоторые активные специалисты в области коррекции сложных видов аномалий рефракции предпринимали попытки использовать этот эффект для коррекции зрения своих пациентов. Следует особо отметить работы таких авторов, как Р. Дж. Моррисон (R. J. Morrison), [4] и Р. Л. Кернс (R. L. Kerns) [5], в которых приведены обширные (более 1000 наблюдений) и длительные (до трех лет) наблюдения за пациентами, использующими для коррекции близорукости более плоские жесткие контактные линзы. Однако кропотливость метода, непредсказуемость результата коррекции, кратковременность эффекта и отсутствие научного объяснения феномена, безусловно, сдерживали интерес специалистов и тормозили развитие технологии.

Идейным отцом ортокератологии заслуженно считается Дж. Ессен (G. Jessen), который впервые в 1964 году представил технологию «ортофокус» на II международном конгрессе специалистов в области контактной коррекции зрения в Чикаго. Он предложил использовать жесткие линзы с нулевой рефракцией, но с бóльшим, чем у роговицы, радиусом базовой кривизны для формирования эффекта уплощения роговицы, что приводило к уменьшению ее оптической силы [6].

Разработка, внедрение в производство и практику роговичных топографов, создание материалов, способных беспрепятственно пропускать кислород, для производства жестких контактных линз и реализация идеи линз обратной геометрии дали новый толчок развитию ортокератологии.

Визуализация изменений профиля роговицы, возможность перенести идею ортокератологических линз в формат ночного использования и достижение быстрого (акселерированного) и предсказуемого эффекта коррекции, безусловно, послужили основанием для развития современной ортокератологии. Официально эра ночной ортокератологии началась в 2002 году, когда компания Paragon (США) получила разрешение FDA на использование линз в ночное время. Свою методику компания назвала «рефракционная терапия роговицы» (corneal refractive therapy, CRT).

За прошедшее десятилетие было проведено большое количество работ по изучению принципа действия ортокератологических линз, а также гистологических, гистохимических и биохимических изменений, происходящих в роговице в ходе коррекции.

Современная ортокератология динамично развивается. Основные усилия компаний-производителей сосредоточены на вопросах оптимизации дизайна и разработки материалов с повышенной кислородной проницаемостью. Оба этих вопроса являются краеугольным камнем для обеспечения безопасного и эффективного применения «ночных» линз.

Изготавливают такие линзы из материалов с высокой кислородной проницаемостью (обычно не ниже 100 Баррер). Наиболее популярными являются материалы Boston (100 Баррер при температуре 35 °С) и пафлюфкон (торговая марка CHD 100) производства Paragon (145 Баррер при температуре 35 °С). Самый кислородопроницаемый и совершенный из всех современных материалов – Menicon (145 Баррер при температуре 35 °С); в России из этого материала доступны линзы Z-CRT компании Paragon.

Важной характеристикой ортокератологических линз является не только кислородная проницаемость их материала  $Dk$ , но и показатель пропускания кислорода  $Dk/t$  – способность линзы проводить к роговице кислород в соотношении с ее толщиной.  $Dk/t$  – очень важная характеристика ортокератологических линз, поскольку в ночное время создаются предпосылки для относительной гипоксии в связи с отсутствием фронтальной диффузии кислорода из атмосферы (условия физи-

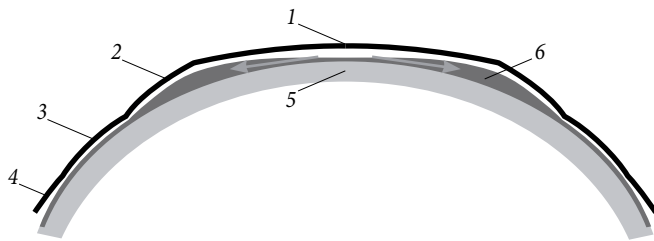


Рис. 1. Ортокератологическая линза обратной геометрии:

1 – центральная зона; 2 – вторичная зона (зона накопления); 3 – центрирующая зона (зона выравнивания); 4 – периферическая зона; 5 – строма роговицы; 6 – эпителий роговицы

Ортокератологический эффект обусловлен миграцией поверхностного эпителия роговицы (показано стрелками)

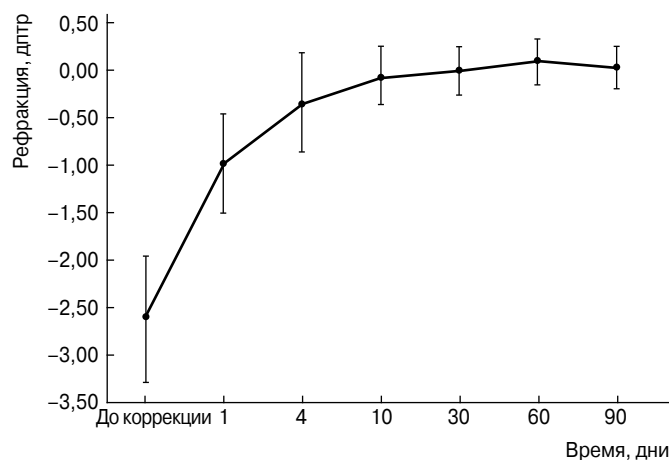


Рис. 2. Изменение рефракции глаза под воздействием ортокератологических линз

Результаты через 10 ч после снятия линз

Источник: А. Алхарби (А. Alharbi), Х. А. Сворбрик (H. A. Swarbrick), 2003

ологической гипоксии при сомкнутой глазной щели). Чем выше кислородная проницаемость материала и тоньше линза, тем выше уровень ее безопасности с точки зрения индуцированной гипоксии.

В настоящее время в ортокератологии использует линзы обратной геометрии сложной конструкции, имеющие 4–5 зон с различными соотношениями ширины и кривизны. Идея линз обратной (реверсивной) геометрии заключается в противопоставлении плоской центральной части линзы более крутой роговице (формирующей оптические изменения) и в обеспечении более глубокой периферической части, возвращающей линзу к роговице для поддержания ее центрации и стабильности (рис. 1).

В настоящее время большинство исследователей сошлись в представлениях о механизме лечебного действия ортокератальных линз, который заключается в следующем: линзы изменяют рефракцию роговицы за счет мягкого и дозированного воздействия микрокапиллярных сил, создаваемых в толще слезы под линзой. Наличие у линзы центральной зоны с большим радиусом кривизны и периферической зоны с меньшим радиусом кривизны обеспечивает перераспределение профиля слезы под ней с более тонким слоем в центре и более толстым в парацентральной части линзы (см. рис. 1). Жидкость стремится к состоянию баланса, что и создает положительное микрокапиллярное давление в центре и отрицательное – в прилежащей части. Микрокапиллярное давление воздействует на роговицу, уплотняя ее центральную зону и тем самым дозированно ослабляя рефракцию глаза.

Многочисленные гистологические и гистохимические исследования на животных, а также данные конфокальной микроскопии роговицы человека показали, что уплощение центральной части роговицы происходит за счет ее истончения в пределах эпителия. При этом не было отмечено существенного изменения в процессах гликолиза и гидролиза, что свидетельствует об отсутствии выраженной гипоксии и воспаления [7].

## Подбор ортокератальных линз

Основными задачами в подборе ортокератальных линз являются:

- Использование такой базовой кривизны линзы, чтобы она смогла изменить форму роговицы для получения результирующих геометрических параметров, которые приводит к эметропизации глаза.

- Обеспечение высокой точности центрации линзы.

- Создание соответствующего профиля слезы под линзой, обеспечивающего достаточное и адекватное микрокапиллярное воздействие на поверхности роговицы.

- Обеспечение достаточного обмена слезы под линзой.

- Повышение зрительных функций как при надетой на глаз линзе, так и без нее.

Успешность достижения этих целей во многом зависит от дизайна линз, соотношения зон и возможности их изменения исходя из параметров конкретной роговицы. Ортокератологические линзы позволяют корректировать миопию степенью от 0,50 до 10,00 дптр (официальные рекомендации FDA до 6,00 дптр) в комбинации с роговичным астигматизмом до  $-3,50$  дптр. Как правило, стабилизация максимального рефракционного эффекта достигается к 10–12-му дню пользования линзами и сохраняется на протяжении всего периода их использования (рис. 2.)

## Динамическое наблюдение

Известно, что наиболее активные изменения профиля роговицы происходят на протяжении первой недели пользования линзами (рис. 3), поэтому очень важно иметь возможность наблюдать пациента в этот период. Как правило, пациент осматривается после первой ночи пользования линзами, через неделю и через месяц. Если врач оценивает линзу как неадекватно подобранную, то у него есть возможность ее оперативной замены. В случае если линза не имеет центральной и стабильной посадки, рефракционный эффект, скорее всего, не будет достигнут, а пациент будет жаловаться на дискомфорт и нечеткое зрение. В дальнейшем, когда центрация и рефракционный эффект достигнуты, пациент может осматриваться специалистом один раз в три месяца.

Успешность, эффективность и безопасность ортокератологических линз требуют правильного выбора пациентов и знания противопоказаний. К последним относятся:

- воспалительные заболевания переднего отрезка глаза: конъюнктивиты, кератиты, склериты, увеиты;
- непроходимость слезных путей, дакриоциститы;
- лагофтальм;
- дистрофические заболевания роговицы;
- кератоконус, кератоглобус, крайние отклонения в центральной кривизне роговицы (менее 40,00 дптр и более 47,00 дптр).

Относительным противопоказанием к ортокератологической коррекции являются некоторые общие и системные заболевания, которые

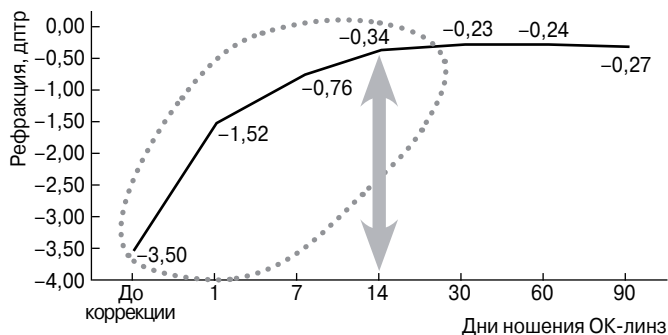


Рис. 3. Динамика изменения рефракции под действием ортокератологических линз CRT 100 (Paragon)

потенциально могут повысить риски осложнений при пользовании ОК-линзами.

Как и при любой контактной методике, ортокератологическая коррекция может иметь осложнения [13]. Наиболее частыми и специфическими для ортокератологии являются недокоррекция и формирование индуцированного астигматизма. Причинами данных осложнений являются неправильный подбор линз (неадекватная сагиттальная глубина линзы и несоответствие диаметра линзы размерам роговицы могут приводить к смещению линзы, нарушению микрокапиллярных сил под линзой и к нарушению клиренса слезы) и неадекватный выбор пациентов (пациенты с слишком плоской и крутой роговицей, с высокой степенью роговичного астигматизма, ригидной глазной щелью).

Неправильный подбор линзы, сопровождающийся потерей ее центрации и стабильности, может приводить к эпителиопатии разной степени тяжести. Безусловно, вероятность эпителиопатии возрастает при использовании менее кислородопроницаемых и более толстых линз. Известно, что при кислородной проницаемости материала, составляющей 80 Баррер, утренняя эпителиопатия встречается у 22% пользователей линз, а при  $Dk = 100$  Баррер — у 11% [8]. Именно поэтому вопрос качества ортокератологических линз является краеугольным камнем безопасной коррекции.

Эпителиопатия, приводящая к изменению плотности поверхностного слоя эпителия и нарушению его барьерных и защитных функций, в сочетании с несоблюдением правил гигиены и ухода за линзами может повлечь за собой развитие кератита. Известно, что контамина-

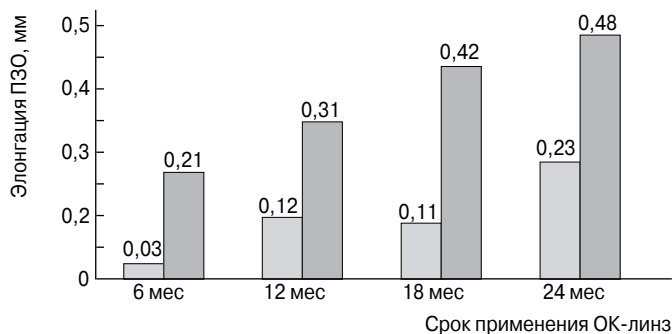


Рис. 4. Динамика элонгации передне-задней оси (ПЗО) глаза:

■ – при использовании ортокератологическими линзами CRT 100 (Paragon);  
 ■ – в контрольной группе миопов (данные COOKI)

ция бактерий на поверхности жестких газопроницаемых линз значительно меньше, чем на поверхности мягких линз. На 45-м Европейском конгрессе по контактологии (ECLSO) была приведена официальная статистика по частоте кератитов при различных видах контактной коррекции зрения. Так, частота встречаемости случаев кератита на каждые 10 000 при использовании жестких контактных линз составила 1,2; силикон-гидрогелевых линз дневного ношения – 11,9; силикон-гидрогелевых линз пролонгированного ношения – 25,4; гидрогелевых линз дневного ношения – 11,0; силикон-гидрогелевых линз пролонгированного ношения – 19,5.

Обзор имеющейся литературы указывает на то, что основными причинами развития кератитов были нарушение правил пользования линзами (и в частности, ношение пары ОК-линз более чем 1 год) и применение ортокератологических линз при высоких степенях близорукости. Средний возраст пациентов с кератитами составил 15,8 года, при этом более 75 % всех случаев были зарегистрированы в Восточной Азии. Наиболее частым видом возбудителей были акантамеба и псевдомонады.

Соблюдение правил гигиены и ухода за линзами является наиболее критичным для безопасного использования ортокератологических линз, поэтому вопросу обучения пациентов правилам безопасной эксплуатации и манипуляциям с линзами и контроля за соблюдением режима визитов к врачу должно уделяться особое значение.

В последние годы растет популярность ортокератологии среди пациентов с миопи-

ей детского возраста. Это связано с эффектом ортокератологических линз замедлять развитие близорукости. В 2006 году на конгрессе Британской ассоциации контактологов было впервые официально заявлено, что ортокератология замедляет развитие близорукости у детей и подростков. Подтверждением этого мнения стали результаты ряда мультицентровых исследований. Наиболее известные из них – CLAMP (Contact Lens and Myopia Progression – «Контактные линзы и прогрессирование миопии»), 2001 год; COOKI (Children's Overnight Orthokeratology Investigation – «Исследование применения ортокератологических линз у детей»), 2004 год (рис. 4); CRAYON (Corneal Reshaping and Yearly Observation of Nearsightedness – «Изменение формы роговицы и годовое наблюдение близорукости»), 2008–2010 годы; SMART (Stabilizing Myopia by Accelerated Reshaping Technique – «Стабилизация миопии с помощью ускоренного метода изменения формы роговицы»), 2009–2013 годы.

Многие исследования продолжаются и в настоящее время. Сегодня факт стабилизации близорукости при использовании рефракционной терапии не вызывает сомнений. Установлено, что использование ортокератологическими линзами в два раза замедляет развитие близорукости и увеличение передне-задней оси глаза. Так, Е. П. Тарутга и Т. Ю. Вержанская (2008) опубликовали результаты собственных наблюдений за 58 пациентами (113 глаз), использующими ОК-линзы: за два года заметного роста аксиальной длины глаза не было обнаружено. Исследование Д. С. Мирсаяфова с соавт. (2010) было посвящено анализу результатов применения ортокератологических линз у 572 детей с миопией (1133 глаза) в возрасте до 15 лет, имеющих миопию и использовавших ОК-коррекцию в среднем 3,76 года. Авторами установлена стабилизация близорукости у абсолютного большинства пациентов (88%). Результаты исследований зарубежных коллег также доказывают эффективность ОК-терапии в торможении прогрессирования миопии у детей, в частности снижение у них роста аксиальной длины глаза в течение двух лет наблюдения по сравнению с контрольной группой (см. таблицу).

Механизм стабилизации близорукости с помощью ОК-линз продолжает дискутиро-

## Влияние ОК-терапии на изменение аксиальной длины глаза у пациентов с прогрессирующей миопией (после двух лет ношения ОК-линз)

Исследование	Вид коррекции	Возраст пациентов, лет	Количество пациентов, чел.	Снижение роста аксиальной длины глаза, %
П. Чо (P. Cho), 2005	Очки	7–12	35	46
Дж. Валлин (J. Walline), 2009	МКЛ	8–11	28	55
Т. Какита (T. Kakita), 2011	Очки	8–16	42	36
Т. Хираока (T. Hiraoka) с соавт., 2012	Очки	8–12	22	11
Дж. Сантодоминго-Рубидо (J. Santodomingo-Rubido), 2012	Очки	6–12	29	32
П. Чо, С. Ченг (P. Cho, S. Cheung), 2013	Очки	7–10	37	43
А. Ковалев (A. Kovalev), 2012	Очки	14–23	1234	62

ваться. В настоящее время наиболее активно обсуждаются две теории. Первая базируется на депривационном эффекте развития близорукости, где стабилизирующее действие ОК-линз объясняется созданием миопического периферического дефокуса [11], вторая – на идее развития резервов аккомодации [9] и формирования отрицательных сферических аберраций [12]. Карты аберраций высшего порядка до рефракционной терапии и в ее процессе подставлены на рис. 5.

Возможно, основой тормозящего влияния ортокератологии на миопию является миопический характер периферической рефракции (в парамакулярной зоне – за пределами 20–25° от центральной оси). П. Чо (P. Cho) [13] и Т. Хираока (T. Hiraoka) с соавт. [14] показали, что именно периферическая рефракция определяет скорость аксиального роста глаза, тогда как центральная рефракция не столь важна. Гиперметропический характер периферической фокусировки ускоряет аксиальный рост глаза, а миопический, наоборот, замедляет. Задний полюс глаза как бы стремится соответствовать периферической фокусировке.

В этой связи интересно, что обычная очковая и контактная коррекция зрения, обеспечивая центральную эмметропизацию, создает гиперметропию на периферии [15]. При использовании ОК-линз в случае центральной эмметропизации у пациентов возникает периферическая миопия – очевидно, за счет увеличения кривизны роговицы в среднепериферической зоне [16].

Отечественные авторы убедительно показали, что при использовании ортокератологиче-



Рис. 5. Карта аберраций высшего порядка до рефракционной терапии (слева) и в ее процессе (справа)

Показано формирование отрицательных сферических аберраций в процессе коррекции миопии ночными линзами CRT 100 (А. И. Ковалев, 2012)

скими линзами резервы аккомодации у детей значительно повышаются [9]. Механизм развития резервов аккомодации некоторые исследователи [12] видят в индуцировании отрицательных сферических аберраций, которые уменьшают глубину фокуса и тем самым, по мнению автора, инициируют развитие резервов аккомодации.

Механизм стабилизации близорукости при пользовании ночными ортокератологическими линзами продолжает дискутироваться, но сам факт этого феномена уже не подлежит сомнению.

## Заключение

Современная ортокератология – высокотехнологичный и предсказуемый вид коррекции зрения. Пройдя многолетний путь развития и научных исследований, ортокератология подтвердила свое право на равнозначное место среди других видов коррекции зрения [18].

Ночная коррекция зрения с помощью линз специального дизайна стала возможной благодаря объединению научных достижений в топографии роговицы, созданию полимерных материалов с высокой кислородной проницаемостью, совершенствованию дизайна линз обратной геометрии и новым возможностям высокотехнологичных станков для производства линз [17]. Механизм действия линз, гистологические и гистохимические изменения, происходящие в роговице, на сегодня хорошо изучены.

Способность ортокератологических линз замедлять прогрессирование близорукости вывела методику в последнее десятилетие в круг наиболее обсуждаемых и актуальных тем офтальмологии и оптометрии.

Несмотря на высокий уровень энтузиазма и растущую популярность ортокорнеальных линз, вопросы качества материалов и правил соблюдения пациентами гигиены являются крайне актуальными с точки зрения безопасности их здоровья и требуют своего дальнейшего развития и организации.

#### Orthocorneal therapy, its present and future

The article is devoted to one of the new promising areas in the conservative treatment of refractive errors – orthocorneal therapy. Interest in the use of rigid gas-permeable contact lenses to alter eye refraction in clinical optometry and ophthalmology progressively increases, a growing number of experts in the field of a rational vision correction practically apply ortho-k lenses. Problems of orthocorneal therapy widely discussed at international symposia and congresses. Informal organizations of experts on orthokeratology are formed. In these circumstances, it seems appropriate to revisit the basics, bring new data on the pathogenesis of the therapeutic effects of the lens on the cornea.

**Keywords:** cornea, corneal topography, epithelium, orthokeratologyrefraction therapy.

Оксана Сергеевна Аверьянова,  
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог, директор клиники «АИЛАЗ» (Киев, Украина)  
E-mail: averiluminat@gmail.com

Эльвира Ирековна Сайдашева,  
доктор медицинских наук, заведующая кафедрой детской офтальмологии Северо-Западного государственного медицинского университета (СЗГМУ) им. И. И. Мечникова, главный детский офтальмолог Комитета по здравоохранению Санкт-Петербурга и Северо-Западного ФО РФ (Санкт-Петербург)  
E-mail: esaidasheva@mail.ru

Кен Копп (Ken Kopp),  
профессор оптометрии, главный консультант научно-методического центра компании Paragon (Феникс, США)  
E-mail: kenkopp@paragonvision.com