

Замедление прогрессирования миопии с помощью мягких контактных линз



В дискуссии по ведению пациентов с миопией в настоящее время происходит концептуальный сдвиг от простой коррекции рефракционной ошибки к замедлению прогрессирования миопии. Результаты проведенных исследований заставляют практиков задуматься над тем, достаточно ли сегодня простой коррекции рефракции у детей с прогрессирующей миопией или же следует с самого начала рекомендовать детям и их родителям имеющиеся варианты замедления прогрессирования миопии.

Авторы: д-р Никола Анстиц, д-р Филип Тернбулл, д-р Эндрю Коллинз, д-р Джон Филлипс

Миопия – наиболее распространенное зрительное нарушение, и она обычно является следствием аномального удлинения глаза. Хотя зрение вдаль может быть улучшено с помощью различных методов, например, очков, контактных линз или лазерной рефракционной операции, эти методы не оказывают влияния на чрезмерное удлинение глаза.

Миопия создает проблемы как для отдельного человека, так и для всего общества. Она является основным корригируемым видом нарушений зрения, и связанные с ее оптической коррекцией расходы весьма значительны. Миопия высокой степени (выше $-6D$) ассоциируется с такими угрожающими зрению состояниями, как миопическая макулопатия, отслойка сетчатки, катаракта и глаукома.¹ Однако этот порог является относительным, и в настоящее время считают, что миопия даже слабой или умеренной степени повышает риск

развития нарушений зрения. Основной причиной нарушений зрения в миопическом глазу, по-видимому, является чрезмерная аксиальная длина. Риск развития нарушений зрения повышается с 3,8% в глазах с аксиальной длиной меньше 26 мм до 25% в глазах с аксиальной длиной больше 26 мм и до более чем 90% для пациентов с аксиальной длиной глаза больше 30 мм.^{2,3}

Кроме того, хотя считается, что миопия высокой степени имеет в большей степени генетическое происхождение, чем ассоциирована с влиянием окружающей среды, быстрый рост распространенности миопии в странах Восточной и Юго-Восточной Азии в течение последних десятилетий выявил новую модель развития миопии высокой степени.⁴ Согласно этой модели, миопия высокой степени формируется в возрасте около 11 лет из-за развития школьной миопии в возрасте 6 или 7 лет и связана с от-

носительно высокой скоростью прогрессирования – больше $-1D$ в год. Эта форма быстропрогрессирующей миопии, по-видимому, связана с внедрением продолжительной и интенсивной системы образования. Хотя сегодняшняя «эпидемия» миопии наблюдается, главным образом, в странах Азии, связь между интенсивным академическим образованием и миопией была впервые отмечена более 150 лет назад немецким офтальмологом Германом Коном.⁵ Поскольку в развитии и прогрессировании миопии играют роль как генетические, так и факторы окружающей среды, то выявление «подверженных риску» детей является важной частью любой стратегии замедления прогрессирования миопии. Хотя рефракционную ошибку в несколько диоптрий можно рассматривать как определенное преимущество, когда развивается пресбиопия, цель замедления прогрессирования миопии заключает-

ся в выявлении прогрессирования миопии у детей на ранней стадии и применении подходящего метода для снижения скорости ее прогрессирования и аксиального удлинения глаза для уменьшения конечной степени рефракционной ошибки в зрелом возрасте. Существующие методы с доказанным влиянием на замедление прогрессирования миопии можно разделить на оптические (ортокератология, мультифокальные мягкие контактные линзы, прогрессивные очковые линзы и бифокальные линзы Executive) и фармакологические (атропин, обычно в низких концентрациях) методы.⁶

В данном обзоре обсуждается в основном использование мягких контактных линз для замедления прогрессирования миопии. Другие методы замедления прогрессирования миопии включены для сравнения и не являются предметом рассмотрения в статье.

ДЕТИ И МЯГКИЕ КОНТАКТНЫЕ ЛИНЗЫ

Появляется все больше свидетельств того, что дети в возрасте 8 лет успешно носят контактные линзы.^{7,8} Однако доля детей, которым подбирают контактные линзы, значительно варьирует в разных странах в зависимости от клинических показаний, доступности контактных линз и опытности и уверенности специалистов, а также от отношения к ним родителей и их опыта ношения линз. В таких странах, как Новая Зеландия и Австралия около 10%-15% всех контактных линз назначают детям и подросткам.⁹

Ношение однофокальных контактных линз детьми и подростками не оказывает какого-либо влияния на прогрессирование миопии, аксиальное удлинение глаза или изменение кривизны роговицы в сравнении со сверстниками, использующими очки.^{10,11} Тем не менее обычные однофокальные мягкие контактные линзы помимо коррекции зрения обладают определенными преимуществами. Преимущества ношения контактных линз для детей состоят в более высокой самооценке в отношении своего внешнего вида, в возможности заниматься спортом и в оценке восприятия себя другими людьми. Поэтому при использовании мягких контактных линз специалистами также следует

учитывать, кроме возможности замедлять развитие миопии, эти социальные преимущества раннего ношения контактных линз^{11,12}.

ПЕРИФЕРИЧЕСКИЙ РЕТИНАЛЬНЫЙ ДЕФОКУС И ЗАМЕДЛЕНИЕ ПРОГРЕССИРОВАНИЯ МИОПИИ

Оптические стратегии по коррекции миопии традиционно основывались на концепции управления задержкой аккомодации (lag) при работе на близком расстоянии.¹⁴ Однако сегодня более распространена альтернативная гипотеза, согласно которой торможения прогрессирования миопии можно достичь, изменяя ретиальный дефокус для всех зрительных расстояний.¹⁴ Роль периферического ретиального дефокуса в контроле развития рефракции подтверждается рядом исследований на животных.^{15,17}

В этих работах показано, что расположение фокальной плоскости за сетчаткой (гиперметропический ретиальный дефокус) способствует аксиальному удлинению глаза, приводящему к формированию миопической рефракционной ошибки. И, наоборот, относительный миопический периферический дефокус (плоскость изображения перед сетчаткой) замедляет аксиальный рост глаза и развитие миопии, причем даже когда в области фoveолы сформирован гиперметропический дефокус. На основе этих результатов были разработаны оптические методы, включая мягкие контактные линзы новых дизайнов, предназначенных для индукции на сетчатке относительного миопического периферического дефокуса с целью уменьшения прогрессирования миопии.

Доказательная база для замедления прогрессирования миопии

Сообщение о применении мягких контактных линз с целью замедления прогрессирования миопии впервые было опубликовано в 2008 г. в отчете о близнецах, один из которых носил однофокальные линзы, а второй – бифокальные линзы Acuvue.¹⁸ В первый год ношения линз у ребенка, использующего однофокальные линзы, прогрессирование миопии было на 1,32D больше, чем у близнеца, и прогрессирование прекратилось, когда ребенок

был переведен на бифокальные линзы.

Недавно мы опубликовали результаты «paired-eye» исследования¹⁹ (с линзами разного дизайна на глазах одного пациента) контактных линз с двойным фокусом (ротационно-симметричные мягкие мультифокальные контактные линзы с центральной зоной для коррекции зрения вдаль, окруженной терапевтическими концентрическими зонами для формирования миопического дефокуса +2,00 D). Глаза, которые случайным образом были отобраны для ношения линз с двойным фокусом, продемонстрировали более слабое прогрессирование миопии (-0,44±0,33D), чем глаза с однофокальными линзами (-0,69±0,38D). Это замедление сопровождалось соответствующим ослаблением аксиального удлинения глаза с линзой с двойным фокусом по сравнению с однофокальной линзой (0,11±0,09 мм против 0,22±0,10 мм). Эта линза с двойным фокусом стала основой для дизайна линзы MiSight 1 day компании CooperVision, и данные трехлетнего клинического исследования, проведенного компанией CooperVision, показали устойчивое торможение прогрессирования рефракционной ошибки на 59% и замедление аксиального роста глаза на 52% при использовании MiSight 1 day по сравнению с однофокальной линзой.²⁰ Дети, использующие линзы с двойным фокусом, имели нормальные показатели аккомодации, что позволяет предположить, что торможение прогрессирования миопии связано не с изменением задержки аккомодации, а с наличием миопического дефокуса на сетчатке.

Аналогичные результаты были продемонстрированы и для других мультифокальных линз. Линзы Proclear Multifocal D дизайна, рекомендованные для коррекции пресбиопии, снижали прогрессирование рефракционной ошибки на 50% и замедляли осевое удлинение глаза на 29% у детей в возрасте от 8 до 11 лет.²¹ В рандомизированном клиническом исследовании бифокальных контактных линз Acuvue Bifocal в этнически неоднородной группе пациентов от 8 до 18 лет обнаружено более высокое торможение миопии: замедление прогрессирования рефракционной ошибки на 72% и уменьшение аксиального удлинения глаза на

80%.²² Хотя отобранные в исследование участники имели эзофиксационную диспаратность, не было никакой связи между прогрессированием миопии и начальной фиксационной диспаратностью или ассоциированной форией в период ношения линз.

Были также разработаны и исследованы на детской популяции новые индивидуальные мягкие контактные линзы. У школьников Гонконга прогрессирование миопии было замедлено на 46% в группе детей, носивших линзы DISC (Defocus Incorporated Soft Contact) в течение пяти или более часов в день.²³ Аналогично, изменение рефракционной ошибки и осевое удлинение глаза были замедлены на треть у когорты китайских детей, которым подобрали мягкие контактные линзы, уменьшающие относительный периферический гиперметропический дефокус, по сравнению с детьми, пользовавшимися очками.²⁴

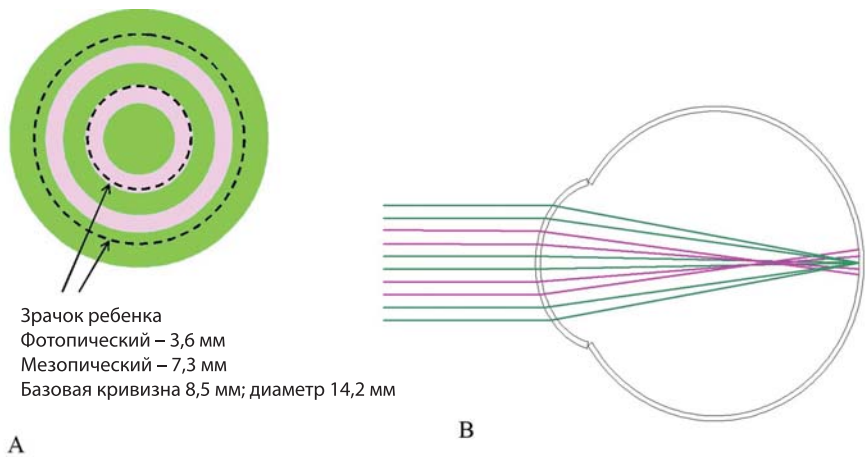
ВОЗМОЖНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ

Широко распространенным объяснением эффективности мультифокальных мягких контактных линз в отношении замедления прогрессирования миопии является формирование миопического дефокуса на сетчатке. Исследования на животных показывают, что даже кратковременных периодов действия миопического ретинального дефокуса, индуцируемого положительными линзами, достаточно, чтобы замедлить рост глаза.²⁵

Линза с двойным фокусом/MiSight имеет центральную зону для коррекции зрения вдаль, которая окружена серией чередующихся терапевтических (создающих дефокус +2,00D) и корректирующих зон, которые формируют две фокальные плоскости (рис.1).

Оптическая сила корректирующих зон соответствует рефракционной ошибке пациента, в то время как терапевтические зоны одновременно создают миопический ретинальный дефокус 2,00 D. Диаметры зон были специально выбраны с учетом зависимости диаметра зрачка от возраста,^{26,27} чтобы гарантировать, что аккомодация все еще используется детьми для зрения вблизи, и обеспечивается хорошая острота зрения вдаль.

Измерения рефракции по горизонтальному меридиану для контактной



Зрачок ребенка
Фотопический – 3,6 мм
Мезопический – 7,3 мм
Базовая кривизна 8,5 мм; диаметр 14,2 мм

A

B

Рисунок 1. Оптические зоны линзы с двойным фокусом (А) и фокальные точки, формируемые в глазу (В). Зеленые области – зоны для коррекции зрения вдаль, розовые – терапевтические зоны для индуцирования миопического дефокуса.

линзы Proclear D показали, что эти линзы индуцируют на сетчатке миопический дефокус.²⁸ Однако только аддидации +3,00D и +4,00D формировали значительные изменения периферической ретинальной рефракции.²⁹

Линзы Proclear D с аддидацией +1,00D не оказывали эффекта ни на центральный, ни на периферический ретинальный дефокус, тогда как линзы с аддидацией +2,00 D индуцировали одинаковый миопический дефокус во всех измеренных точках (приблизительно +0,87D как в центре, так и на периферии). Однако следует отметить, что некоторые монофокальные мягкие контактные линзы также формируют относительную миопическую рефракцию на периферии^{30,31}, поэтому мы не можем считать, что эффект торможения прогрессирования миопии связан только лишь с изменением периферического ретинального фокуса.³² Другие факторы, например, одновременный центральный миопический ретинальный дефокус, также могут быть важны в способности мультифокальных мягких контактных линз замедлять прогрессирование миопии.

Снижение требуемого аккомодационного ответа

Другой возможный механизм замедления прогрессирования миопии линзами подобного типа может быть связан с уменьшением требуемого аккомодационного ответа (следовательно, и требуемой конвергенции). На уменьшении аккомодационных усилий основывалось исследование COMET,³³ в котором сравнивали прогрессирование миопии у детей, носящих очки с однофокальными или прогрессивными

ми линзами. Через 3 года был получен статистически достоверный, однако не имеющий клинического значения результат: прогрессирование миопии у детей, носящих прогрессивные очки, было медленнее на 0,20D за 3 года.³⁴

Последующий анализ показал, что эффект замедления прогрессирования миопии прогрессивными линзами был выше у детей с задержкой аккомодации, имеющих эзофорию вблизи, поэтому второе исследование было посвящено именно этой группе детей. Однако результаты COMET2 оказались похожими: у детей, носивших прогрессивные очки, миопия прогрессировала всего на 0,28D меньше за три года исследования по сравнению с контрольной группой, в которой дети носили обычные очки.³⁵

Хотя мягкие контактные линзы с положительной добавкой оптической силы на периферии могут быть использованы для уменьшения аккомодационного ответа вблизи, у нас мало доказательств того, что дети используют эту добавку при зрительной работе вблизи.¹⁹ Однако, есть некоторые свидетельства того, что у молодых пациентов, использующих ортокератологические линзы, которые, как было показано, формируют относительный миопический периферический ретинальный дефокус,³⁶ меньше задержка аккомодации и больше экзофория по сравнению с пользователями того же возраста мягкими контактными линзами.³² Более того, дети, носящие мягкие контактные линзы с радиальным градиентом оптической силы, также имели более низкую задержку аккомодации.

Это уменьшение может быть ча-

стично связано с положительными сферическими аберрациями, индуцированными этими линзами, которые защищают от повышенных отрицательных сферических аберраций, возникающих при аккомодации.³⁷

Количественная оценка аккомодационного ответа при ношении мультифокальных мягких контактных линз сложна по своей природе и зависит от метода измерений и используемых методов расчета. Вака Раю et al³⁸ оценили ошибку аккомодации (избыток или недостаток аккомодации) с использованием осевой аберрометрии волнового фронта у 40 молодых пациентов с миопией через однофокальные, бифокальные и мультифокальные контактные линзы. В то время как пиковый аккомодационный ответ был вдвое выше в однофокальных линзах в сравнении с би- или мультифокальными, измеренная ошибка аккомодации сильно зависела от используемого метода вычислений. Необходимы дальнейшие исследования значимости различных потенциальных «противомиопических» механизмов.

ОБСУЖДЕНИЕ ВОПРОСОВ ПРИМЕНЕНИЯ МЯГКИХ КОНТАКТНЫХ ЛИНЗ

Качество зрения в мягких контактных линзах для замедления прогрессирования миопии

Сообщается, что нет существенных различий в остроте зрения в условиях хорошего освещения и высокой контрастности между очковой коррекцией и мягкими линзами для замедления прогрессирования миопии.³⁹ Однако в условиях пониженной освещенности и низкого контраста в мультифокальных линзах острота зрения меньше на одну строку по шкале logMAR по сравнению с очковой коррекцией для дали, средних расстояний и вблизи; пациенты также дают несколько более низкие оценки качества зрения.³⁹ Другие исследования показывают небольшие различия высококонтрастной остроты зрения вдаль в мультифокальных контактных линзах в сравнении с однофокальными,^{40,41} но эти различия клинически незначительны и лежат в пределах вариабельности результатов измерений с применением стандартных таблиц остроты зрения.⁴²

Субъективные оценки качества

зрения были хуже с мультифокальными линзами: линзами с наибольшим изменением оптической силы по профилю линзы (с центром для зрения вблизи) и линзами, которые плохо центрированы.⁴⁰ Следовательно, хорошее центрирование линз, обеспечение адекватной оверкоррекции и достижение высоких субъективных оценок качества зрения являются важными этапами в назначении мультифокальных линз для замедления прогрессирования миопии.

«Хорошее центрирование линз, обеспечение адекватной оверкоррекции и достижение высоких субъективных оценок качества зрения являются важными этапами в назначении мультифокальных контактных линз для замедления прогрессирования миопии»

Размер зрачка

Размер зрачка также является важным фактором при назначении контактных линз для замедления прогрессирования миопии. Анализ оптического профиля линзы MiSight предполагает, что при зрачке менее 4 мм будет индуцирован минимальный миопический дефокус, что может снизить эффективность лечения.⁴³ Изменения динамики зрачка также влияют на эффективность мультифокальных линз, так как диаметр зрачка играет решающую роль в качестве рефракционного действия этих линз.⁴⁴ Поэтому при подборе мягких мультифокальных контактных линз для замедления прогрессирования миопии важно учитывать как размер зрачка при разных условиях освещения, так и оптический профиль линзы. Хотя в некоторых публикациях сообщается, что мультифокальные линзы с концентрическими терапевтическими зонами имеют достаточные зоны действия как для коррекции зрения вдаль, так и для замедления прогрессирования миопии^{19,23}, опубликовано мало работ по

оптимизации размеров лечебных зон по диаметру зрачка у детей.

Риск язвенного кератита

Ретроспективный анализ показал, что пользователи контактными линзами в возрасте от 8 до 15 лет демонстрируют меньше воспалительных и инфилтративных осложнений, чем в возрасте 15-25 лет.^{45,46} В целом, риск инфилтративных и воспалительных явлений увеличивался с возрастом с 1,6% у детей от 8 до 13 лет до 4,8% у пациентов 20-27 лет, и поэтому в самой молодой группе наименее вероятен вынужденный отказ от ношения контактных линз⁴⁶.

Другие факторы риска, вызывающие увеличение нежелательных явлений: общий стаж ношения мягких контактных линз, использование многофункционального раствора, силикон-гидрогелевые линзы и пролонгированный режим ношения. Таким образом, вероятно, у детей моложе 14 лет меньше побочных эффектов, и использование либо однодневных, либо гидрогелевых контактных линз может дополнительно снизить этот риск.

СРАВНЕНИЕ С ДРУГИМИ МЕТОДАМИ ЗАМЕДЛЕНИЯ ПРОГРЕССИРОВАНИЯ МИОПИИ

Хотя продемонстрированная эффективность мягких контактных линз для замедления прогрессирования миопии варьирует в разных исследованиях, недавно проведенный мета-анализ оценил эффективность в 30%-50% за два года.⁴⁷ Мультифокальные линзы с концентрическими зонами (такие как линзы MiSight и Acuvue Bifocal) были более эффективны, чем линзы с аддидацией на периферии. Средний эффект линз с двойным фокусом с концентрическими зонами составил: замедление увеличения рефракционной ошибки на 0,31D при одновременном замедлении аксиального удлинения на 0,12 мм. При использовании бифокальных контактных линз с периферической аддидацией соответствующие показатели равны 0,22D и 0,1 мм.

Хотя закапывание атропина в концентрациях 0,5% и 1% в значительной степени тормозит прогрессирование миопии,^{48,50} побочные эффекты и ускоренное прогрессирование миопии после прекращения использования атропина⁵¹ делают проблематичным широкое применение атропина в этих

концентрациях. Низкие дозы атропина (обычно 0,01%) имеют минимальное воздействие на аккомодацию, зрение вблизи и размер зрачка, и хотя они менее эффективны, чем высокие дозы атропина, все же они достоверно замедляют прогрессирование миопии в сравнении с контрольной группой.^{52,53} Однако отсутствие коммерческих препаратов атропина в концентрации 0,01% ограничивает сегодня его распространение в клинической практике.

Недавно проведенный мета-анализ показал, что ортокератология эффективно замедляет осевой рост глаза – примерно на 0,14 мм в год (45%) – в сравнении с контролем.^{54,55} Это немного меньше эффективности низких доз атропина (59%), но ортокератология имеет дополнительные преимущества, обеспечивая хорошее зрение вдаль и вблизи в течение дня без средств коррекции.

Более 100 случаев микробного кератита были связаны с ношением ортокератологических линз в период с 2004 по 2008 год,⁵⁶ однако ни одного такого случая не было выявлено в исследованиях, в которых ортокератологические линзы специально использовали для замедления прогрессирования миопии. Недавно проведенный мета-анализ показал, что из-за сложности

подбора ортокератологических линз и потенциального риска развития кератита, угрожающего зрению, низкие дозы атропина и изменяющие фокус мягкие контактные линзы с клинической точки зрения являются наиболее важными методами замедления прогрессирования миопии.⁶

«Специалисты должны также учитывать социальные преимущества раннего ношения контактных линз, помимо потенциальной возможности замедлить развитие миопии, которые можно получить при использовании мягких контактных линз определенных дизайнов»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Последние клинические данные свидетельствуют о том, что мягкие мультифокальные контактные линзы так же эффективны в замедлении прогресси-

рования миопии, как ортокератологические линзы.^{57,58} Подбор мягких линз гораздо проще ортокератологических, он занимает меньше времени для обследования⁵⁹ и не требует применения специального оборудования, такого как корнеотопограф. Долгосрочная эффективность мягких контактных линз для замедления прогрессирования миопии достаточно надежна, и этот вид «безочковой» коррекции рефракции также имеет для детей и подростков психосоциальные преимущества, включая повышенную самооценку и уверенность в себе. Клинические испытания надежно подтверждают эффективность использования стратегий замедления прогрессирования миопии у детей, и роль специалиста сегодня состоит в том, чтобы информировать детей и их родителей о доступных вариантах.

Д-р Никола Анстиц (Nicola Anstice), BOptom (Hons) PhD CertOcPharm, является старшим преподавателем Школы оптометрии и науки о зрении Оклендского университета. С 2018 года руководит новой программой оптометрии в Университете Канберры. Тема ее докторской диссертации связана с изучением новых контактных линз для замедления прогрессирования миопии у детей. В настоящее время ее исследовательские интересы включают сбор данных по детскому зрению и его развитию, а также бинокулярное зрение.

Д-р Филип Тернбулл (Philip Turnbull), BOptom (Hons) PhD, Школа оптометрии и науки о зрении Оклендского университета. Научные интересы сосредоточены на новых технологиях, способных улучшить оптометрическую практику и наше понимание механизмов зрения, включая разработку более объективных показателей зрения с использованием таких методов, как инфракрасное слежение за глазами, виртуальная реальность, электрофизиология и МРТ. Работал директором Клиники контроля миопии.

Д-р Эндрю Коллинз (Andrew Collins), BOptom MSc (Hons) PhD CertOcPharm, является академическим директором Школы оптометрии и науки о зрении Оклендского университета. Изучает влияние света на развитие миопии. Преподает клиническую оптометрию и глазные болезни.

Д-р Джон Филлипс (John Phillips), BSc(MechMech Eng), BSc(Optom), MSc PhD MCOptom, старший преподаватель Школы оптометрии и науки о зрении Оклендского университета и главный исследователь Оклендской лаборатории миопии. Исследования этой группы включают клинические исследования развития и прогрессирования миопии у детей, а также физиологических процессов, которые контролируют размер глаза и обеспечивают эмметрическую рефракцию в процессе роста глаза.

Литература

1. Saw, S.-M., Gazzard, G., Shih-Yen, E. C., & Chua, W.-H. (2005). Myopia and associated pathological complications. *Ophthalmic & Physiological Optics: The Journal of the British College of Ophthalmic Opticians*, 25(5), 381–391.
2. Cheng, S. C. K., Lam, C. S. Y., & Yap, M. K. H. (2013). Prevalence of myopia-related retinal changes among 12-18 year old Hong Kong Chinese high myopes. *Ophthalmic & Physiological Optics: The Journal of the British College of Ophthalmic Opticians*, 33(6), 652–660.
3. Tideman, J. W. L., Snabel, M. C. C., Tedja, M. S., van Rijn, G. A., Wong, K. T., Kuijpers, R. W. A. M., ... Klaver, C. C. W. (2016). Association of Axial Length With Risk

ОЦЕНКА МЕТОДОВ

В настоящее время врачам доступно много различных методов замедления прогрессирования миопии. Учитывая сопутствующие заболевания миопического глаза, риск которых увеличивается с каждой дополнительной диоптрией, ценность представляет даже замедление прогрессирования миопии. Без сомнения, сегодня оптометристы, являющиеся первичным звеном в оказании оптических услуг, обязаны предлагать молодым пациентам с прогрессирующей миопией методы ее контроля. Некоторые методы замедления прогрессирования миопии требуют повышения уровня квалификации (например, ортокератология), дополнительных материальных затрат (на приобретение корнеотопографа, диагностического набора) или обращения в аптеку, для изготовления глазных капель с атропином низкой концентрации. В то же время мягкие контактные линзы являются не менее эффективным вариантом замедления прогрессирования миопии, и их применение связано с минимальными изменениями в сложившейся практике.

Кроме того, подбор детям однодневных мягких контактных линз не связан с рисками, как некоторые могут полагать, а вместо этого дает ребенку большую свободу. Ношение контактных линз также требует более частых повторных осмотров, что позволит выявлять любые изменения рецептурных значений и обеспечивать максимальное зрение. Родители могут поддержать более регулярные осмотры, так как отпадает необходимость постоянно заменять детские очки.

of Uncorrectable Visual Impairment for Europeans With Myopia. *JAMA Ophthalmology*, 134(12), 1355–1363.

4. Holden, B. A., Fricke, T. R., Wilson, D. A., Jong, M., Naidoo, K. S., Sankaridurg, P., ... Resnikoff, S. (2016). Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*, 123(5), 1036–1042.

5. Cohn, H. L. (1883). The hygiene of the eye in schools.

6. Huang, J., Wen, D., Wang, Q., McAlinden, C., Flitcroft, L., Chen, H., ... Qu, J. (2016). Efficacy Comparison of 16 Interventions for Myopia Control in Children: A Network Meta-analysis. *Ophthalmology*, 123(4), 697–708.

7. Li, L., Moody, K., Tan, D. T. H., Yew, K. C., Ming, P. Y., & Long, Q. B. (2009). Contact lenses in pediatrics study in Singapore. *Eye & Contact Lens*, 35(4), 188–195.

8. Walline, J. J., Long, S., & Zadnik, K. (2004). Daily disposable contact lens wear in myopic children. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 81(4), 255–259.

9. Efron, N., Morgan, P. B., Woods, C. A., & The International Contact Lens Prescribing Survey Consortium. (2011). Survey of Contact Lens Prescribing to Infants, Children, and Teenagers. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 88(4), 461.

10. Horner, D. G., Soni, P. S., Salmon, T. O., & Swartz, T. S. (1999). Myopia progression in adolescent wearers of soft contact lenses and spectacles. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 76(7), 474–479.

11. Walline, J. J., Jones, L. A., Sinnott, L., Manny, R. E., Gaume, A., Rah, M. J., ... ACHIEVE Study Group. (2008). A randomized trial of the effect of soft contact lenses on myopia progression in children. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 49(11), 4702–4706.

12. Rah, M. J., Walline, J. J., Jones-Jordan, L. A., Sinnott, L. T., Jackson, J. M., Manny, R. E., ... ACHIEVE Study Group. (2010). Vision specific quality of life of pediatric contact lens wearers. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 87(8), 560–566.

13. Walline, J. J., Jones, L. A., Sinnott, L., Chitkara, M., Coffey, B., Jackson, J. M., ... ACHIEVE Study Group. (2009). Randomized trial of the effect of contact lens wear on self-perception in children. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 86(3), 222–232.

14. Bernsten, D. A., Barr, C. D., Mutti, D. O., & Zadnik, K. (2013). Peripheral defocus and myopia progression in myopic children randomly assigned to wear single vision and progressive addition lenses. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 54(8), 5761–5770.

15. Benavente-Pérez, A., & Nour, A. (2014). Error Development Can Be Modified by Exposing the Peripheral Retina to Relative Myopic or Hyperopic Defocus/Peripheral Defocus Can Alter Central Eye ... *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. Retrieved from <http://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2212598>

16. Smith, E. L., 3rd, Hung, L.-F., & Huang, J. (2009). Relative peripheral hyperopic defocus alters central refractive development in infant monkeys. *Vision Research*, 49(19), 2386–2392.

17. Smith, E. L., 3rd, Kee, C.-S., Ramamirtham, R., Qiao-Grider, Y., & Hung, L.-F. (2005). Peripheral vision can influence eye growth and refractive development in infant monkeys. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 46(11), 3965–3972.

18. Aller, T. A., & Wildsoet, C. (2008). Bifocal soft contact lenses as a possible myopia control treatment: a case report involving identical twins. *Clinical & Experimental Optometry: Journal of the Australian Optometrical Association*, 91(4), 394–399.

19. Anstice, N. S., & Phillips, J. R. (2011). Effect of dual-focus soft contact lens wear on axial myopia progression in children. *Ophthalmology*, 118(6), 1152–1161.

20. Pascal. (2017, June 13). MIsight presented at BCLA 2017 | myopiare.com/mIsight-presented-bcla-2017/

21. Walline, J. J., Greiner, K. L., McVey, M. E., & Jones-Jordan, L. A. (2013). Multifocal contact lens myopia control. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 90(11), 1207–1214.

22. Aller, T. A., Liu, M., & Wildsoet, C. F. (2016). Myopia Control with Bifocal Contact Lenses: A Randomized Clinical Trial. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 93(4), 344–352.

23. Lam, C. S. Y., Tang, W. C., Tse, D. Y.-Y., Tang, Y. Y., & To, C. H. (2014). Defocus Incorporated Soft Contact (DISC) lens slows myopia progression in Hong Kong Chinese schoolchildren: a 2-year randomised clinical trial. *The British Journal of Ophthalmology*, 98(1), 40–45.

24. Sankaridurg, P., Holden, B., Smith, E., 3rd, Naduvilath, T., Chen, X., de la Jara, P. L., ... Ge, J. (2011). Decrease in rate of myopia progression with a contact lens designed to reduce relative peripheral hyperopia: one-year results. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 52(13), 9362–9367.

25. Park, T. W., Winawer, J., & Wallman, J. (2005). In a matter of minutes, the eye can know which way to grow. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. Retrieved from <http://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2182565>

26. MacLachlan, C., & Howland, H. C. (2002). Normal values and standard deviations for pupil diameter and interpupillary distance in subjects aged 1 month to 19 years. *Ophthalmic & Physiological Optics: The Journal of the British College of Ophthalmic Opticians*, 22(3), 175–182.

27. Winn, B., Whitaker, D., Elliott, D. B., & Phillips, N. J. (1994). Factors affecting light-adapted pupil size in normal human subjects. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 35(3), 1132–1137.

28. Kang, P., Fan, Y., Oh, K., Trac, K., Zhang, F., & Swarbrick, H. A. (2013). The effect of multifocal soft contact lenses on peripheral refraction. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 90(7), 658–666.

29. Lopes-Ferreira, D., Ribeiro, C., Maia, R., Garcia-Porta, N., Queirós, A., Villa-Collar, C., & González-Méjome, J. M. (2011). Peripheral myopization using a dominant design multifocal contact lens. *Journal of Optometry*, 4(1), 14–21.

30. Backhouse, S., Fox, S., Ibrahim, B., & Phillips, J. R. (2012). Peripheral refraction in myopia corrected with spectacles versus contact lenses. *Ophthalmic & Physiological Optics: The Journal of the British College of Ophthalmic Opticians*, 32(4), 294–303.

31. Chung, J., Bakaraju, R. C., Fedtke, C., Ehrmann, K., Falk, D., Ozkan, J., ... Holden, B. A. (2014). Horizontal and vertical peripheral refraction profiles with single-vision and multifocal contact lenses. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 55(13), 4677–4677.

32. Gifford, K., Gifford, P., Hendicott, P. L., & Schmid, K. L. (2017). Near binocular visual function in young adult orthokeratology versus soft contact lens wearers. *Contact Lens & Anterior Eye: The Journal of the British Contact Lens Association*, 40(3), 184–189.

33. Gwiazda, J., Marsh-Tootle, W. L., Hyman, L., Hussein, M., Norton, T. T., & COMET Study Group. (2002). Baseline refractive and ocular component measures of children enrolled in the correction of myopia evaluation trial (COMET). *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 43(2), 314–321.

34. Gwiazda, J., Hyman, L., Hussein, M., Everett, D., Norton, T. T., Kurtz, D., ... Scheinman, M. (2003). A randomized clinical trial of progressive addition lenses versus single vision lenses on the progression of myopia in children. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 44(4), 1492–1500.

35. Correction of Myopia Evaluation Trial 2 Study Group for the Paediatric Eye Disease Investigator Group. (2011). Progressive-addition lenses versus single-vision lenses for slowing progression of myopia in children with high accommodative lag and near esophoria. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 52(5), 2749–2757.

36. González-Méjome, J. M., Faria-Ribeiro, M. A., Lopes-Ferreira, D. P., Fernandes, P., Carracedo, G., & Queiros, A. (2016). Changes in Peripheral Refractive Profile after Orthokeratology for Different Degrees of Myopia. *Current Eye Research*, 41(2), 199–207.

37. Pauné, J., Thivent, S., Armengol, J., Quevedo, L., Faria-Ribeiro, M., & González-Méjome, J. M. (2016). Changes in Peripheral Refraction, Higher-Order Aberrations, and Accommodative Lag With a Radial Refractive Gradient Contact Lens in Young Myopes. *Eye & Contact Lens*, 42(6), 380–387.

38. Bakaraju, R. C., Fedtke, C., Ehrmann, K., Falk, D., Chung, J., Ho, A., & Holden, B. A. (2014). Accommodation error with single vision, bifocal and multifocal soft commercial contact lenses. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 55(13), 3760–3760.

39. Kollbaum, P. S., Jansen, M. E., Tan, J., Meyer, D. M., & Rickert, M. E. (2013). Vision performance with contact lens designed to slow myopia progression. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 90(3), 205–214.

40. Fedtke, C., Bakaraju, R. C., Ehrmann, K., Chung, J., Thomas, V., & Holden, B. A. (2016). Visual performance of single vision and multifocal contact lenses in non-presbyopic myopic eyes. *Contact Lens & Anterior Eye: The Journal of the British Contact Lens Association*, 39(1), 38–46.

41. Fedtke, C., Ehrmann, K., Thomas, V., & Bakaraju, R. C. (2016). Visual performance with multifocal soft contact lenses in non-presbyopic myopic eyes during an adaptation period. *Clinical Optometry*, 37.

42. Anstice, N. S., & Thompson, B. (2014). The measurement of visual acuity in children: an evidence-based update. *Clinical & Experimental Optometry: Journal of the Australian Optometrical Association*, 97(1), 3–11.

43. Ruiz-Alcocer, J. (2016). Analysis of the power profile of a new soft contact lens for myopia progression. *Journal of Optometry*. <https://doi.org/10.1016/j.optom.2016.08.003>

44. Madrid-Costa, D., Ruiz-Alcocer, J., García-Lázaro, S., Ferrer-Blasco, T., & Montés-Micó, R. (2015). Optical power distribution of refractive and aspheric multifocal contact lenses: Effect of pupil size. *Contact Lens & Anterior Eye: The Journal of the British Contact Lens Association*, 38(5), 317–321.

45. Chalmers, R. L., Wagner, H., & Mitchell, G. L. (2011). Age and other risk factors for corneal infiltrative and inflammatory events in young soft contact lens wearers from the Contact Lens Assessment in Youth (CLAY ... & Visual Science. Retrieved from <http://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2188092>

46. Wagner, H., Chalmers, R. L., Mitchell, G. L., Jansen, M. E., Kinoshita, B. T., Lam, D. Y., ... CLAY Study Group. (2011). Risk factors for interruption to soft contact lens wear in children and young adults. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 88(8), 973–980.

47. Li, S.-M., Kang, M.-T., Wu, S.-S., Meng, B., Sun, Y.-Y., Wei, S.-F., ... Wang, N. (2017). Studies using concentric ring bifocal and peripheral add multifocal contact lenses to slow myopia progression in school-aged children: a meta-analysis. *Ophthalmic & Physiological Optics: The Journal of the British College of Ophthalmic Opticians*, 37(1), 51–59.

48. Chou, A. C., Shih, Y. F., Ho, T. C., & Lin, L. L. (1997). The effectiveness of 0.5% atropine in controlling high myopia in children. *Journal of Ocular Pharmacology and Therapeutics: The Official Journal of the Association for Ocular Pharmacology and Therapeutics*, 13(1), 61–67.

49. Chua, W., Balakrishnan, V., Tan, D., Chan, Y., Group, A. S., & Others. (2003). Efficacy results from the atropine in the treatment of myopia (ATOM) study. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 44(13), 3119–3119.

50. Chua, W.-H., Balakrishnan, V., Chan, Y.-H., Tong, L., Ling, Y., Quah, B.-L., & Tan, D. (2006). Atropine for the treatment of childhood myopia. *Ophthalmology*, 113(12), 2285–2291.

51. Tong, L., Huang, X. L., Koh, A. L. T., Zhang, X., Tan, D. T. H., & Chua, W.-H. (2009). Atropine for the treatment of childhood myopia: effect on myopia progression after cessation of atropine. *Ophthalmology*, 116(3), 572–579.

52. Chia, A., Chua, W.-H., Cheung, Y.-B., Wong, W.-L., Lingham, A., Fong, A., & Tan, D. (2012). Atropine for the treatment of childhood myopia: safety and efficacy of 0.5%, 0.1%, and 0.01% doses (Atropine for the Treatment of Myopia 2). *Ophthalmology*, 119(2), 347–354.

53. Chia, A., Lu, Q.-S., & Tan, D. (2016). Five-Year Clinical Trial on Atropine for the Treatment of Myopia 2: Myopia Control with Atropine 0.01% Eye Drops. *Ophthalmology*, 123(2), 391–399.

54. Si, J.-K., Tang, K., Bi, H.-S., Guo, D.-D., Guo, J.-G., & Wang, X.-R. (2015). Orthokeratology for myopia control: a meta-analysis. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 92(3), 252–257.

55. Sun, Y., Xu, F., Zhang, T., Liu, M., Wang, D., Chen, Y., & Liu, Q. (2015). Orthokeratology to control myopia progression: a meta-analysis. *PloS One*, 10(4), e0124535.

56. Van Meter, W. S., Musch, D. C., Jacobs, D. S., Kaufman, S. C., Reinhart, W. J., Udell, I. J., & American Academy of Ophthalmology. (2008). Safety of overnight orthokeratology for myopia: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*, 115(12), 2301–2313.e1.

57. Gifford, P., & Gifford, K. L. (2016). The Future of Myopia Control Contact Lenses. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 93(4), 336–343.

58. Turnbull, P. R. K., Munro, O. J., & Phillips, J. R. (2016). Contact Lens Methods for Clinical Myopia Control. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 93(9), 1120–1126.