

<https://doi.org/10.33791/2222-4408-2021-1-7-14>УДК [617.726-009.17-053.2+
617.753.2-053.2]:617.7-089.243

Динамика показателей аккомодации у детей, использующих в качестве коррекции бифокальные мягкие контактные линзы с высокой аддидацией

Тарутта Елена П., Милаш Сергей В.*, Епишина Марина В.

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, 105062, Российская Федерация, Москва, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19

Резюме

Цель: оценить в динамике субъективные и объективные параметры аккомодации у детей, использующих для коррекции миопии бифокальные мягкие контактные линзы (БМКЛ) с аддидацией 4 дптр. **Материал и методы:** в исследовании приняли участие 22 пациента (44 глаза) в возрасте $10,1 \pm 1,46$ лет с миопией $-3,21 \pm 1,23$ дптр. Пациентам были подобраны БМКЛ Prima BIO Bi-focal (Окей Вижен Ритейл, Россия). Всем пациентам проводили исследование циклоплегической рефракции (ARK 530A, Nidek, Япония), длины передне-задней оси (ПЗО) глаза (IOL Master 500, Carl Zeiss, Германия), запасов относительной аккомодации (ЗОА) без линз и в линзах, бинокулярного (БАО) и монокулярного (МАО) аккомодационного ответа на расстоянии 33 см (WAM-5500 Grand Seiko, Япония) в сроки до начала, через 3, 6 и 12 месяцев после начала ношения БМКЛ. **Результаты:** на фоне постоянного ношения БМКЛ объективные параметры аккомодации без линз – БАО и МАО на расстоянии 33 см – не изменились ($p > 0,05$) в сроки

3, 6 и 12 месяцев. ЗОА без линз достоверно изменился только через 12 месяцев ($p < 0,05$). ЗОА в линзах в сроки 3, 6 и 12 месяцев высоко достоверно ($p < 0,001$) отличался от исходных значений. Показатели ЗОА в линзах были значительно выше, чем без линз в сроки 3, 6 и 12 месяцев, при сравнении получена достоверная разница ($p < 0,05$). Корреляция изменений длины ПЗО глаза ($0,09 \pm 0,17$ мм) и циклоплегической рефракции ($0,3 \pm 0,43$ дптр) за 12 месяцев на фоне коррекции БМКЛ с исходными параметрами БАО и МАО оказалась слабой. **Заключение:** объективные параметры аккомодации (БАО и МАО) миопических глаз на расстоянии 33 см не изменяются на фоне ношения БМКЛ с высокой аддидацией. Повышение ЗОА (субъективный параметр) без коррекции БМКЛ через 12 месяцев может быть связано с тренировкой аккомодации в условиях полной коррекции вдаль. Постепенное повышение ЗОА в БМКЛ, вероятно, указывает на адаптацию к использованию пациентами зоны аддидации линзы при чтении таблицы для близи.

Ключевые слова: миопия, бифокальные мягкие контактные линзы, аккомодация

Конфликт интересов: один из авторов является членом редколлегии журнала и был отстранен от процесса коллегиального рассмотрения и вынесения решения о принятии этой статьи.

Финансирование: авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.

Для цитирования: Тарутта Е.П., Милаш С.В., Епишина М.В. Динамика показателей аккомодации у детей, использующих в качестве коррекции бифокальные мягкие контактные линзы с высокой аддидацией. The EYE ГЛАЗ. 2021;23(1):7–14. <https://doi.org/10.33791/2222-4408-2021-1-7-14>

Поступила: 02.09.2020

Принята после доработки: 03.02.2021

Опубликована: 30.03.2021

© Тарутта Е.П., Милаш С.В., Епишина М.В., 2021.

Accommodation Dynamics in Children Wearing Bifocal Soft Contact Lenses with High Addition Power

Elena P. Tarutta, Sergey V. Milash*, Marina V. Epishina

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya Str., Moscow, 105062, Russian Federation

Abstract

Purpose: to evaluate dynamics of subjective and objective accommodation in children wearing bifocal soft contact lenses (BSCLs) for myopia control with +4.00 D addition power. **Methods:** the study involved 22 patients (44 eyes). Mean age amounted to 10.1 ± 1.46 years and mean myopic refraction amounted to -3.21 ± 1.23 D. Patients were fitted Prima BIO Bi-focal BSCLs (OKVision Retail, Russia). All patients underwent cycloplegic refraction assessed with Auto Ref/Keratometer ARK 530A (Nidek, Japan), had axial length measured with IOL Master 500 optical biometry device (Carl Zeiss, Germany), had positive relative accommodation (PRA) assessed with and

without lenses and had binocular (BAR) and monocular (MAR) accommodative response assessed at a distance of 33 cm with WAM-5500 Binocular Accommodation Auto Ref/Keratometer (Grand Seiko, Japan) prior to wearing BSCLs as well as 3, 6 and 12 months after wearing BSCLs. **Results:** neither MAR nor BAR measured without lenses changed after 3, 6 and 12 months of wearing BSCLs ($p > 0,05$). A change in PRA evaluated without lenses was noted after 12 months ($p < 0,05$). PRA evaluated with lenses after 3, 6 and 12 months differed from baseline significantly ($p < 0,001$). Over 12 months of wearing BSCLs, changes in AL (0.09 ± 0.17 mm) and cycloplegic refraction (0.3 ± 0.43 D) correlated with baseline BAR and MAR loosely.

Conclusion: objective accommodation (MAR and BAR) did not change in the course of wearing BSCLs with +4.00 D addition power. Increase in PRA evaluated without BSCLs may be associated with improvement of accommodation

Key words: myopia, bifocal soft contact lenses, accommodation

Conflicts of Interest: one of the authors is the member of the editorial board of the journal and recused herself from review process and from making decision regarding acceptance of this article.

Funding: the authors received no specific funding for this work.

For citation: Tarutta E.P., Milash S.V., Epishina M.V. Accommodation dynamics in children wearing bifocal soft contact lenses with high addition power. The EYE GLAZ. 2021;23(1):7–14. <https://doi.org/10.33791/2222-4408-2021-1-7-14>

Received: 02.09.2020

Accepted: 03.02.2021

Published: 30.03.2021

© Tarutta E.P., Milash S.V., Epishina M.V., 2021.

За последние несколько десятков лет распространенность миопии в России и за рубежом резко увеличилась [1–3]. Высокие показатели распространенности представляют собой серьезную проблему для общественного здравоохранения из-за потенциального риска увеличения частоты опасных осложнений миопии, таких как катаракта, глаукома, отслоение сетчатки, миопическая макулопатия и хориоидальная неоваскуляризация [4]. В настоящее время замедление прогрессирования миопии является одной из важнейших задач в офтальмологии.

Были предложены эффективные стратегии профилактики развития и прогрессирования близорукости, включающие применение фармакологических препаратов [5], очков специальной конструкции [6], ортокератологических линз (ОКЛ) [7] и мультифокальных мягких контактных линз (МФ МКЛ) [8].

МФ МКЛ различного дизайна (бифокальные МКЛ или МФ МКЛ с прогрессивным дизайном) становятся популярным методом коррекции с целью снижения темпов прогрессирования миопии. МКЛ хорошо переносятся детьми, комфортны, просты в подборе и уходе. В ряде рандомизированных контролируемых исследований (РКИ) была показана высокая эффективность МФ МКЛ в торможении прогрессирования миопии при сравнении с группой контроля в монофокальных МКЛ и в очках [8–10]. В недавнем крупном трехлетнем РКИ однодневных МФ МКЛ была продемонстрирована эффективность контроля близорукости по данным циклоплегической рефракции и оптической биометрии, аналогичная ортокератологии, у пациентов 8–12 лет с миопией от $-0,75$ до $-4,0$ дптр [9]. В трехлетнем исследовании BLINK скорость прогрессирования близорукости в МФ МКЛ с высокой аддидацией ($-0,6$ дптр) была меньше по сравнению с МФ МКЛ со средней аддидацией ($-0,89$ дптр) и монофокальными МКЛ ($-1,05$ дптр) [10]. Эффект «отскока» (возобновление прогрессирования) после отмены ношения МФ МКЛ не был выявлен [11].

Механизм влияния МФ МКЛ на скорость роста глаза точно неизвестен. Предполагают, что он может быть связан с уменьшением гиперметропического или наведением миопического периферического дефокуса зоной аддидации линзы.

due to a full correction in the optic zone. The gradual increase in PRA evaluated with BSCLs probably indicates an adaptation of patients to addition zone in near vision conditions.

В процессе ношения линз дети могут использовать периферическую часть оптики линзы с более сильной рефракцией для работы на близком расстоянии, что косвенно может повлиять на показатели аккомодации [12]. Слабость аккомодации индуцирует наведение гиперметропического дефокуса на периферию сетчатки и может служить триггером развития миопии. В различных работах влияние МФ МКЛ на аккомодацию описано по-разному. В одних исследованиях было выявлено достоверное повышение аккомодации у пользователей МФ МКЛ [13, 14]. Авторы других исследований, наоборот, обнаружили достоверное снижение аккомодации [12, 15–18]. В ряде работ аккомодация не изменялась [19, 20].

В России недавно была разработана новая МФ МКЛ с бифокальным дизайном с достаточно высокой аддидацией $-4,0$ дптр [21]. С увеличением диоптрийной силы периферической части линзы, очевидно, будет прямо пропорционально изменяться миопический дефокус на периферии сетчатки и одновременно увеличиваться вероятность использования данной зоны при работе на близком расстоянии. В пилотном исследовании С.Э. Аветисова и соавторов такая линза значительно повышала субъективные параметры аккомодации – объем абсолютной и запас относительной аккомодации (ЗОА) – и замедляла рост передне-задней оси (ПЗО) глаза [14]. Однако авторы не проводили исследование объективной аккомодации на фоне ношения данной линзы.

Цель нашей работы – оценить в динамике субъективные и объективные параметры аккомодации у детей, использующих в качестве коррекции бифокальные МКЛ (БМКЛ) с аддидацией $4,0$ дптр.

Материал и методы

В исследовании приняли участие 22 пациента (44 глаза) с миопией от $-0,75$ до $-5,25$ дптр (в среднем $-3,21 \pm 1,23$ дптр) в возрасте от 7 до 12 лет (в среднем $10,1 \pm 1,46$ лет).

Исследование проводилось в строгом соответствии с принципами Хельсинкской декларации и было одобрено этическим комитетом НМИЦ ГБ им. Гельмгольца. Пациенты и их родители/законные представители были информированы об уча-

стии в исследовании. Информированное письменное согласие было получено от родителей/законных представителей всех участников исследования.

Каждому пациенту были подобраны БМКЛ Prima BIO Bi-focal (Окей Вижен Ритейл, Россия), изготовленные из материала хайоксифилкон А, радиус кривизны 8,4 мм, диаметр 14,2 мм, аддидация +4,0 дптр, диаметр оптической зоны около 2,5 мм, срок замены 30 дней. Было рекомендовано носить БМКЛ не менее 8 часов в день.

Всем пациентам проводили исследование остроты зрения без коррекции, с оптимальной коррекцией и с коррекцией БМКЛ; циклоплегической рефракции; длины ПЗО глаза; ЗОА; бинокулярного (БАО) и монокулярного (МАО) аккомодационного ответа на расстоянии 33 см в сроки до, через 3, 6 и 12 месяцев после начала ношения БМКЛ.

Циклоплегическую рефракцию измеряли на авторефрактометре ARK 530A (Nidek, Япония) через 40 мин после двукратных (с интервалом 15–20 мин) инстилляций 1% циклопентолата.

Длину ПЗО глаза измеряли с помощью частично когерентной интерферометрии на оптическом биомере IOL Master 500 (Carl Zeiss, Германия) до применения циклоплегических препаратов.

ЗОА измеряли по методике, описанной в руководстве для врачей «Аккомодация» под редакцией Катаргиной Л.А. [22].

Объективное измерение БАО и МАО проводили на аппарате Grand Seiko Binocular Open Field Autorefkeratometer WAM-5500 (Япония) на расстоянии 33 см без линз, с полной коррекцией пробными стеклами по методике, описанной ранее [23].

Статистическая обработка. Стандартную статистическую обработку осуществляли при помощи программы Microsoft Excel, в качестве основных показателей для сравнительного анализа применяли среднее значение (М) и стандартное отклонение (σ). Уровень достоверности различий определяли по стандартному критерию Стьюдента. Для анализа связей между показателями использовали коэффициент корреляции Пирсона (r).

Результаты

Динамика изменений данных функциональных и анатомо-оптических параметров представлена в табл. 1.

Острота зрения без коррекции и с оптимальной коррекцией достоверно не изменилась ($p > 0,05$) через 3, 6 и 12 месяцев. Острота зрения в БМКЛ была высокой и не отличалась от исходной и оптимально скорректированной ($p > 0,05$) в сроки через 3, 6 и 12 месяцев.

На фоне постоянного ношения БМКЛ объективные параметры аккомодации – БАО и МАО на расстоянии 33 см – не изменились ($p > 0,05$) в сравнении с исходными в сроки 3, 6 и 12 месяцев.

Исходное значение ЗОА несколько ниже в БМКЛ ($-2,5 \pm 1,0$ дптр), чем без линз ($-2,95 \pm 1,2$ дптр) ($p = 0,18$). Показатели ЗОА в линзах были значительно выше, чем без линз в сроки 3, 6 и 12 меся-

цев, при сравнении получена достоверная разница ($p < 0,05$). В динамике, на фоне ношения БМКЛ, ЗОА без линз постепенно повышался, составив через 3 месяца $-3,45 \pm 0,88$ дптр ($p = 0,12$), через 6 месяцев $-3,36 \pm 0,83$ дптр ($p = 0,19$) и достоверно увеличился через 12 месяцев: $-3,86 \pm 1,23$ дптр ($p < 0,05$). ЗОА с БМКЛ на фоне их постоянного ношения высоко достоверно ($p < 0,001$) отличался от исходных значений, составив через 3 месяца $-4,1 \pm 1,16$ дптр, через 6 месяцев $-4,25 \pm 1,15$ дптр и через 12 месяцев $-4,6 \pm 1,0$ дптр.

Циклоплегическая рефракция на фоне постоянного ношения БМКЛ незначительно увеличилась от исходного значения $-3,21 \pm 1,23$ дптр через 3, 6 и 12 месяцев на $0,09 \pm 0,23$ дптр, $0,15 \pm 0,36$ дптр и $0,3 \pm 0,43$ дптр соответственно ($p > 0,05$).

Длина ПЗО глаза на фоне постоянного ношения БМКЛ также недостоверно увеличилась от исходного значения $24,84 \pm 0,94$ мм через 3, 6 и 12 месяцев на $0,01 \pm 0,07$ мм, $0,03 \pm 0,15$ мм и $0,09 \pm 0,17$ мм соответственно ($p > 0,05$).

Результаты корреляционного анализа изменений за 12 месяцев циклоплегической рефракции и роста ПЗО глаза с исходными показателями БАО и МАО на расстоянии 33 см представлены на рис. 1. Взаимосвязь изменений ПЗО глаза за 12 месяцев и исходных показателей объективной аккомодации на расстоянии 33 см была слабой, коэффициент корреляции составил для БАО – $r = 0,31$, для МАО – $r = 0,24$. Взаимосвязь изменений циклоплегической рефракции за 12 месяцев и исходных данных объективной аккомодации на расстоянии 33 см была слабой, коэффициент корреляции составил $r = 0,27$ для БАО, $r = 0,23$ для МАО.

Обсуждение

Аккомодация является одним из важнейших факторов в патогенезе и профилактике прогрессирования миопии, в том числе с помощью оптических средств коррекции. Целью нашей работы стала динамическая оценка объективных (БАО, МАО) и субъективных (ЗОА) параметров аккомодации у детей, использующих в качестве коррекции БМКЛ с достаточно высокой аддидацией (+4,0 дптр).

БМКЛ способны одновременно корригировать осевую рефракцию и перемещать плоскость фокуса кпереди от сетчатки, создавая кольцо миопического периферического дефокуса за счет изменения оптики линзы [24]. Высокая аддидация и меньшая оптическая зона МФ МКЛ, как предполагают, повысят эффективность контроля прогрессирования миопии, благодаря увеличению площади миопического периферического дефокуса, но при этом неизбежно повлияют на функциональные показатели глаз [25].

В нашем исследовании, несмотря на значительную аддидацию в +4,0 дптр, острота зрения вдаль в БМКЛ была высокой на протяжении всего периода наблюдения и не отличалась от остроты зрения с оптимальной очковой коррекцией ($p > 0,05$). Мы предполагаем, что значительная расфокусировка вокруг маленькой по диаметру оптической

Таблица 1. Динамика функциональных и анатомо-оптических параметров у пациентов на фоне ношения БМКЛ
Table 1. Dynamics of functional and anatomical-optical parameters in patients in the course of wearing BSCLs

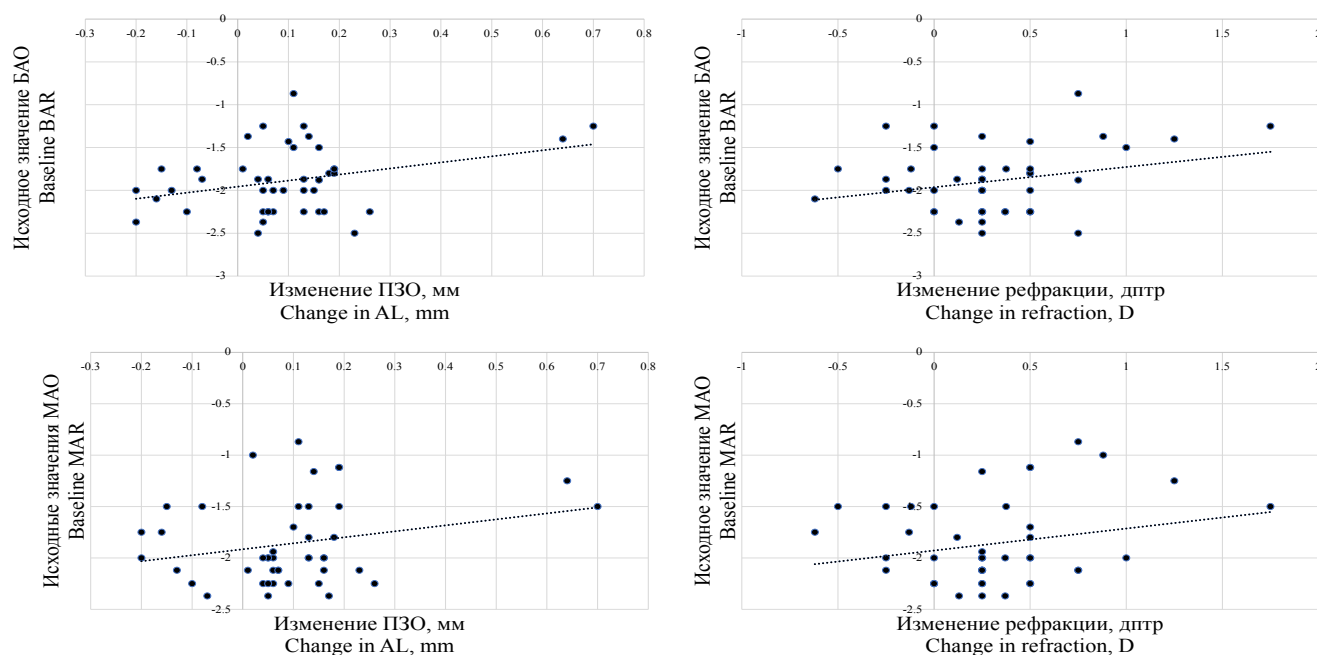
	Исходные значения Baseline values	Через 3 месяца ношения БМКЛ After 3 months of wearing BSCLs	Через 6 месяцев ношения БМКЛ After 6 months of wearing BSCLs	Через 12 месяцев ношения БМКЛ After 12 months of wearing BSCLs
Циклоплегическая рефракция, дптр, $n = 44$ Cycloplegic refraction (D), $n = 44$	$-3,21 \pm 1,23$	$-3,3 \pm 1,26$	$-3,36 \pm 1,26$	$-3,51 \pm 1,21$
ПЗО, мм, $n = 44$ AI, mm, $n = 44$	$24,84 \pm 0,94$	$24,85 \pm 0,95$	$24,87 \pm 0,97$	$24,93 \pm 0,95$
ЗОА, дптр, $n = 22$ Positive relative accommodation (PRA) (D), $n = 22$	$-2,95 \pm 1,2$	$-3,45 \pm 0,88$	$-3,36 \pm 0,83$	$-3,86 \pm 1,23^*$
ЗОА в БМКЛ, дптр, $n = 22$ Positive relative accommodation (PRA) with BSCLs (D), $n = 22$	$-2,5 \pm 1,0$	$-4,1 \pm 1,16^{**}$	$-4,25 \pm 1,15^{**}$	$-4,6 \pm 1,0^{**}$
БАО, дптр, $n = 44$ Binocular accommodative response (D), $n = 44$	$-1,89 \pm 0,38$	$-1,97 \pm 0,3$	$-1,91 \pm 0,35$	$-1,95 \pm 0,23$
МАО, дптр, $n = 44$ Monocular accommodative response (D), $n = 44$	$-1,86 \pm 0,4$	$-2,01 \pm 0,34$	$-1,9 \pm 0,37$	$-1,98 \pm 0,28$
Острота зрения вдаль без коррекции, $n = 44$ Uncorrected visual acuity, $n = 44$	$0,16 \pm 0,1$	$0,14 \pm 0,08$	$0,15 \pm 0,1$	$0,13 \pm 0,05$
Острота зрения вдаль в БМКЛ, $n = 44$ Visual acuity with BSCLs, $n = 44$	$0,98 \pm 0,04$	$0,96 \pm 0,07$	$0,97 \pm 0,06$	$0,96 \pm 0,08$
Острота зрения с оптимальной коррекцией, $n = 44$ Best spectacle-corrected visual acuity, $n = 44$	$0,99 \pm 0,05$	$0,98 \pm 0,06$	$0,98 \pm 0,04$	$0,99 \pm 0,06$

Примечание: * – разница достоверна при сравнении с исходным значением ($p < 0,05$);

• – разница достоверна при сравнении ЗОА в БМКЛ и ЗОА без линз ($p < 0,05$).

Note: * – the difference is significant, comparison with the baseline value ($p < 0,05$);

• – the difference is significant, comparison of PRA with and without lenses ($p < 0,05$).

**Рис. 1.** Корреляция изменений циклоплегической рефракции (дптр) и длины ПЗО (мм) за 12 месяцев и исходных параметров БАО и МАО на расстоянии 33 см**Fig. 1.** Correlation of changes in cycloplegic refraction (D) and AL (mm) with BAR and MAR baseline parameters over 12 months

зоны создает подобие диафрагмы и способствует высокой остроте зрения. Чем больше периферическая расфокусировка, тем больше пациент ее игнорирует и тем меньше она влияет на остроту зрения вдаль. В недавно проведенных исследованиях в аналогичных по аддидации линзах была также показана высокая острота зрения и вдаль, и вблизи [25, 26]. Линзы с меньшей аддидацией значительно больше влияли на остроту зрения вдаль, чем линзы с высокой добавочной силой.

За счет разницы в преломляющей силе между центром и периферией оптики МФ МКЛ значительно увеличивается уровень аберраций высшего порядка, прежде всего за счет сферической аберрации [24]. Как известно, повышение аберраций волнового фронта в значительной степени увеличивает глубину фокуса и способствует эффекту псевдоаккомодации. Дети могут использовать зону аддидации с более сильной рефракцией и эффект псевдоаккомодации для уменьшения затрат собственной аккомодации при работе вблизи [27]. В этом случае центральная зона линзы будет индуцировать гиперметропический дефокус.

Измерение объективного аккомодационного ответа на авторефрактометре открытого поля непосредственно с надетой БМКЛ с маленькой оптической зоной (2,5 мм) и высокой добавочной силой не представляется возможным. При измерении рефракции в линзе авторефрактометр показывает случайные, колеблющиеся данные: миопию и астигматизм, что препятствует адекватному вычислению динамической рефракции, т. е. аккомодационного усилия. Данный артефакт связан с тем, что линза не статична относительно оптической оси глаза, и зона аддидации попадает в измерительное кольцо авторефрактометра (диаметром 2,4 мм).

В этом исследовании показатели БАО и МАО на расстоянии 33 см исходно были высокими и на фоне постоянного ношения БМКЛ достоверно не изменились через 3, 6 и 12 месяцев ($p > 0,05$). Нормальные показатели БАО и МАО на протяжении всей работы и достоверное увеличение ЗОА без линз через 12 месяцев от исходного значения предусматривают минимальное влияние добавочной зоны на аккомодационную функцию и даже ее возможную тренировку в условиях полной коррекции вдаль. Anstice N.S. и соавторы предполагают, что дети могут нормально адаптироваться к использованию центральной зоны линз с двойным фокусом для аккомодации [28]. БМКЛ Prima BIO Bi-focal (Окей Вижен Ритейл, Россия) была специально сконструирована для контроля миопии (создания миопического периферического дефокуса в пределах зрачка или по его краю) и, в отличие от конструкций для коррекции пресбиопии, имеет маленькую оптическую зону – около 2,5 мм и резкий перепад в рефракционной силе в 4,0 дптр в зоне аддидации. Приближение добавочной зоны БМКЛ к оптическому центру минимизирует ее использование при работе на близком расстоянии. В сравнительном исследовании Kropacz-Sobkowiak S. et

al. пришли к аналогичным выводам. «Lag» аккомодации был значительно выше в МФ МКЛ с диаметром центральной зоны 4,5 мм вне зависимости от силы аддидации при сравнении с монофокальными МКЛ, но не с МФ МКЛ с размером центральной зоны 3 мм [26]. Авторы считают, что причина этого может заключаться в том, что высокая по силе зона аддидации, расположенная ближе к центру поля зрения, может быть легче «проигнорирована» зрительной системой, чем зона с более низкой аддидацией, расположенная на большем расстоянии от центра поля зрения.

Полностью исключить использование детьми добавочной зоны при работе на близком расстоянии нельзя. При исследовании ЗОА в линзах и без линз через 3, 6 и 12 месяцев нами получена достоверная разница между показателями, хотя изначальные значения (до начала постоянного ношения) не отличались ($p = 0,18$). ЗОА в линзе достоверно увеличился от исходных значений и достиг максимума через 12 месяцев: $-4,6 \pm 1,0$ дптр. Возможным объяснением значительно больших показателей ЗОА в линзах и их постепенному достоверному увеличению является адаптация детей к использованию зоны аддидации при чтении таблицы для близи. Точно оценить аккомодационное поведение конкретного ребенка с надетой линзой достаточно трудно. В недавней работе была предпринята попытка обучения пользователей МКЛ и МФ МКЛ с целью повышения точности аккомодации и уменьшения ее отставания с помощью слуховой биологической обратной связи [18]. Даже короткий период тренировок, хоть и незначительно, все же уменьшал аккомодационную задержку у 42 % пользователей МФ МКЛ. Однако тренировки были менее предсказуемы с МФ МКЛ из-за противоречивых сигналов, индуцируемых от разных зон линзы. В клинической практике необходимо исследовать функцию аккомодации у детей, пользующихся МФ МКЛ, до начала ношения и при динамическом наблюдении. Исходно низкие значения аккомодации могут снизить тормозящий прогрессирование миопии эффект БМКЛ. Возможно, следует разработать дифференциальные показания к назначению МФ МКЛ с учетом данных аккомодации.

В предыдущих исследованиях МФ МКЛ различных дизайнов влияли на функцию аккомодации по-разному. В работах, проведенных Montés-Micó R. et al. [20] и Madrid-Costa D. et al. [19], МФ МКЛ, как и в проведенном нами исследовании, статистически значимо не изменяли аккомодационный ответ. Madrid-Costa D. et al. отмечают, что МФ МКЛ по своему влиянию на систему аккомодации не отличались от монофокальных МКЛ [19]. В более раннем исследовании Tarrant J. et al. показали, что в БМКЛ с аддидацией 1,5 дптр аккомодационный ответ даже увеличивался [13]. В работе Аветисова С.Э. и соавторов также использовали БМКЛ Prima BIO Bi-focal и было отмечено достоверное повышение ЗОА и объема абсолютной аккомодации на фоне её ношения при сравнении

со сферической МКЛ [14]. Авторы связывают позитивные эффекты БМКЛ с «наведением» периферического миопического дефокуса.

В ряде исследований последних лет, проведенных у детей и молодых взрослых, использующих в качестве коррекции МФ МКЛ, отмечено значительное снижение аккомодационного ответа на фоне ношения линз [12, 15–18]. В продольном исследовании Cheng X. et al. изучали влияние МКЛ с положительной сферической аберрацией на состояние аккомодации у детей и проводили корреляцию между прогрессированием миопии и аккомодационной реакцией глаза на фоне ношения этих линз [12]. Данные линзы снижали аккомодационный ответ и вызывали экзофорию через 1 неделю и 1 год по сравнению с исходным уровнем и контрольной группой в сферических МКЛ. Интересно, что снижение аккомодации коррелирует с большим прогрессированием близорукости. Авторы объясняют эту взаимосвязь индукцией гиперметропического дефокуса при использовании добавочной зоны линзы. Отставание аккомодации является известным фактором риска прогрессирования миопии, но не во всех исследованиях это было доказано, так как «lag» аккомодации может проявляться индивидуально на различных расстояниях. В своей работе мы провели корреляцию изменений роста длины ПЗО глаза и циклоплегической рефракции с исходными показателями БАО и МАО на расстоянии 33 см. Корреляция оказалась слабой. Отсутствие ассоциации может быть связано с исходно нормальными значениями объективного аккомодационного ответа, минимальным ростом длины ПЗО глаза (0,09

$\pm 0,17$ мм) и усилением рефракции ($0,3 \pm 0,43$ дптр) за 12 месяцев, а также минимальным влиянием зоны аддидации исследуемой БМКЛ при работе вблизи.

Заключение

Объективные параметры аккомодации миопических глаз на расстоянии 33 см не изменяются на фоне ношения БМКЛ с высокой аддидацией. Повышение ЗОА без коррекции БМКЛ через 12 месяцев может быть связано с тренировкой аккомодации в условиях полной коррекции вдаль.

Постепенное повышение ЗОА в БМКЛ, вероятно, указывает на адаптацию к использованию пациентами зоны аддидации линзы при чтении таблицы для близи.

Вклад авторов: авторы внесли равный вклад в эту работу.

Концепция и дизайн исследования: Е.П. Тарутта, С.В. Милаш.

Сбор и статистическая обработка материала: С.В. Милаш, М.В. Епишина.

Анализ и интерпретация данных, написание текста: Е.П. Тарутта, С.В. Милаш.

Финальное редактирование: Е.П. Тарутта.

Authors' contributions: authors have contributed equally to this work.

Research concept and design: E.P. Tarutta, S.V. Milash.

Data collection and statistical processing: S.V. Milash, M.V. Epishina.

Data analysis and interpretation, text writing: E.P. Tarutta, S.V. Milash.

Final editing: E.P. Tarutta.

Литература

1. Fricke T.R., Jong M., Naidoo K.S. et al. Global prevalence of visual impairment associated with myopic macular degeneration and temporal trends from 2000 through 2050: systematic review, meta-analysis and modelling. *Br. J. Ophthalmol.* 2018;102(7):855–862. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2017-311266>
2. Morgan I.G., French A.N., Ashby R.S. et al. The epidemics of myopia: aetiology and prevention. *Progress in retinal and eye research.* 2018;62:134–149. <https://doi.org/10.1016/j.pretyeres.2017.09.004>
3. Проскурина О.В., Маркова Е.Ю., Бржеский В.В. и др. Распространенность миопии у школьников некоторых регионов России. *Офтальмология.* 2018;15(3):348–453. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2018-3-348-353>
4. Ikuno Y. Overview of the complications of high myopia. *Retina.* 2017;37(12):2347–2351. <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000001489>
5. Zhao C., Cai C., Ding Q., Dai H. Efficacy and safety of atropine to control myopia progression: a systematic review and meta-analysis. *BMC Ophthalmol.* 2020;20(1):478. <https://doi.org/10.1186/s12886-020-01746-w>
6. Lam C.S.Y., Tang W.C., Tse D.Y., Lee R.P.K., Chun R.K.M., Hasegawa K., Qi H., Hatanaka T., To C.H. Defocus Incorporated Multiple Segments (DIMS) spectacle lenses slow myopia progression: a 2-year randomised clinical trial. *Br. J. Ophthalmol.* 2020;104(3):363–368. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2018-313739>
7. Si J.K., Tang K., Bi H.S., Guo D.D., Guo J.G., Wang X.R. Orthokeratology for myopia control: a meta-analysis.

References

1. Fricke T.R., Jong M., Naidoo K.S. et al. Global prevalence of visual impairment associated with myopic macular degeneration and temporal trends from 2000 through 2050: systematic review, meta-analysis and modelling. *Br. J. Ophthalmol.* 2018;102(7):855–862. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2017-311266>
2. Morgan I.G., French A.N., Ashby R.S. et al. The epidemics of myopia: aetiology and prevention. *Progress in retinal and eye research.* 2018;62:134–149. <https://doi.org/10.1016/j.pretyeres.2017.09.004>
3. Proskurina O.P., Markova E.Y., Brzheskij V.V. et al. The Prevalence of myopia in schoolchildren in some regions of Russia. *Ophthalmology in Russia.* 2018;15(3):348–353. (In Russ.). <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2018-3-348-353>
4. Ikuno Y. Overview of the complications of high myopia. *Retina.* 2017;37(12):2347–2351. <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000001489>
5. Zhao C., Cai C., Ding Q., Dai H. Efficacy and safety of atropine to control myopia progression: a systematic review and meta-analysis. *BMC Ophthalmol.* 2020;20(1):478. <https://doi.org/10.1186/s12886-020-01746-w>
6. Lam C.S.Y., Tang W.C., Tse D.Y., Lee R.P.K., Chun R.K.M., Hasegawa K., Qi H., Hatanaka T., To C.H. Defocus Incorporated Multiple Segments (DIMS) spectacle lenses slow myopia progression: a 2-year randomised clinical trial. *Br. J. Ophthalmol.* 2020;104(3):363–368. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2018-313739>
7. Si J.K., Tang K., Bi H.S., Guo D.D., Guo J.G., Wang X.R. Orthokeratology for myopia control: a meta-analysis. *Op-*

- Optom. Vis. Sci. 2015;92:252–257. <https://doi.org/10.1097/oxp.0000000000000505>
8. Li S.M., Kang M.T., Wu S.S. et al. Studies using concentric ring bifocal and peripheral add multifocal contact lenses to slow myopia progression in school-aged children: a meta-analysis. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 2017;37:51–59. <https://doi.org/10.1111/opo.12332>
 9. Chamberlain P. et al. A 3-year randomized clinical trial of MiSight lenses for myopia control. *Optometry and Vision Science.* 2019;96(8):556–567. <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000001410>
 10. Walline J.J., Walker M.K., Mutti D.O., Jones-Jordan L.A., Sinnott L.T., Giannoni A.G., Bickle K.M., Schulle K.L., Nixon A., Pierce G.E., Berntsen D.A. BLINK Study Group. Effect of high add power, medium add power, or single-vision contact lenses on myopia progression in children: the BLINK Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2020;324(6):571–580. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.10834>
 11. Ruiz-Pomeda A., Prieto-Garrido F.L., Hernández Verdejo J.L., Villa-Collar C. Rebound effect in the misight assessment Study Spain (Mass). *Curr. Eye Res.* 2021;24(1):1–4. <https://doi.org/10.1080/02713683.2021.1878227>
 12. Cheng X., Xu J., Brennan N.A. Accommodation and its role in myopia progression and control with soft contact lenses. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 2019;39(3):162–171. <https://doi.org/10.1111/opo.12614>
 13. Tarrant J., Severson H., Wildsoet C.F. Accommodation in emmetropic and myopic young adults wearing bifocal soft contact lenses. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 2008;28(1):62–72. <https://doi.org/10.1111/j.1475-1313.2007.00529.x>
 14. Аветисов С.Э., Мягков А.В., Егорова А.В. Коррекция прогрессирующей миопии бифокальными контактными линзами с центральной зоной для дали: изменения аккомодации и переднезадней оси (предварительное сообщение). *Вестник офтальмологии.* 2019;135(1):42–46. <https://doi.org/10.17116/oftalma201913501142>
 15. Kang P., Wildsoet C.F. Acute and short-term changes in visual function with multifocal soft contact lens wear in young adults. *Cont. Lens Anterior Eye.* 2016;39(2):133–140. <https://doi.org/10.1016/j.clae.2015.09.004>
 16. Gong C.R., Troilo D., Richdale K. Accommodation and phoria in children wearing multifocal contact lenses. *Optom. Vis. Sci.* 2017;94(3):353–360. <https://doi.org/10.1097/oxp.0000000000001044>
 17. Altoaimi B.H., Almutairi M.S., Kollbaum P.S., Bradley A. Accommodative behavior of young eyes wearing multifocal contact lenses. *Optom. Vis. Sci.* 2018;95(5):416–427. <https://doi.org/10.1097/oxp.0000000000001214>
 18. Wagner S., Schaeffel F., Troilo D. Changing accommodation behaviour during multifocal soft contact lens wear using auditory biofeedback training. *Sci. Rep.* 2020;10(1):5018. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61904-4>
 19. Madrid-Costa D., Ruiz-Alcocer J., Radhakrishnan H., FerrerBlasco T., Montes-Mico R. Changes in accommodative responses with multifocal contact lenses: a pilot study. *Optom. Vis. Sci.* 2011;88:1309–1316. <https://doi.org/10.1097/oxp.0b013e31822be35a>
 20. Montés-Micó R., Madrid-Costa D., Radhakrishnan H., Charman W.N., Ferrer-Blasco T. Accommodative functions with multifocal contact lenses: a pilot study. *Optom. Vis. Sci.* 2011;88(8):998–1004. <https://doi.org/10.1097/oxp.0b013e31821c0ed8>
 21. Патент РФ на изобретение №2657854 от 13.01.17 г. Бюл. № 17. Мягков А.В., Листратов С.В., Парфенова Н.П. Способ лечения прогрессирующей миопии и линза для лечения прогрессирующей миопии. Ссылка активна на 1.02.2021 г. https://yandex.ru/patents/doc/RU2657854C1_20180615
 22. Аккомодация: Руководство для врачей. Под редакцией Катаргиной Л.А., М.: Апрель; 2012. 136 с.

- tom. Vis. Sci. 2015;92:252–257. <https://doi.org/10.1097/oxp.0000000000000505>
8. Li S.M., Kang M.T., Wu S.S. et al. Studies using concentric ring bifocal and peripheral add multifocal contact lenses to slow myopia progression in school-aged children: a meta-analysis. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 2017;37:51–59. <https://doi.org/10.1111/opo.12332>
 9. Chamberlain P. et al. A 3-year randomized clinical trial of MiSight lenses for myopia control. *Optometry and Vision Science.* 2019;96(8):556–567. <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000001410>
 10. Walline J.J., Walker M.K., Mutti D.O., Jones-Jordan L.A., Sinnott L.T., Giannoni A.G., Bickle K.M., Schulle K.L., Nixon A., Pierce G.E., Berntsen D.A. BLINK Study Group. Effect of high add power, medium add power, or single-vision contact lenses on myopia progression in children: the BLINK Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2020;324(6):571–580. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.10834>
 11. Ruiz-Pomeda A., Prieto-Garrido F.L., Hernández Verdejo J.L., Villa-Collar C. Rebound effect in the misight assessment Study Spain (Mass). *Curr. Eye Res.* 2021;24(1):1–4. <https://doi.org/10.1080/02713683.2021.1878227>
 12. Cheng X., Xu J., Brennan N.A. Accommodation and its role in myopia progression and control with soft contact lenses. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 2019;39(3):162–171. <https://doi.org/10.1111/opo.12614>
 13. Tarrant J., Severson H., Wildsoet C.F. Accommodation in emmetropic and myopic young adults wearing bifocal soft contact lenses. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 2008;28(1):62–72. <https://doi.org/10.1111/j.1475-1313.2007.00529.x>
 14. Avetisov S.E., Myagkov A.V., Egorova A.V. Correcting progressive myopia with bifocal contact lenses with central zone for distant vision: changes in accommodation and axial length (a preliminary report). *Vestnik oftal'mologii.* 2019;135(1):42–46. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/oftalma201913501142>
 15. Kang P., Wildsoet C.F. Acute and short-term changes in visual function with multifocal soft contact lens wear in young adults. *Cont. Lens Anterior Eye.* 2016;39(2):133–140. <https://doi.org/10.1016/j.clae.2015.09.004>
 16. Gong C.R., Troilo D., Richdale K. Accommodation and phoria in children wearing multifocal contact lenses. *Optom. Vis. Sci.* 2017;94(3):353–360. <https://doi.org/10.1097/oxp.0000000000001044>
 17. Altoaimi B.H., Almutairi M.S., Kollbaum P.S., Bradley A. Accommodative behavior of young eyes wearing multifocal contact lenses. *Optom. Vis. Sci.* 2018;95(5):416–427. <https://doi.org/10.1097/oxp.0000000000001214>
 18. Wagner S., Schaeffel F., Troilo D. Changing accommodation behaviour during multifocal soft contact lens wear using auditory biofeedback training. *Sci. Rep.* 2020;10(1):5018. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61904-4>
 19. Madrid-Costa D., Ruiz-Alcocer J., Radhakrishnan H., FerrerBlasco T., Montes-Mico R. Changes in accommodative responses with multifocal contact lenses: a pilot study. *Optom. Vis. Sci.* 2011;88:1309–1316. <https://doi.org/10.1097/oxp.0b013e31822be35a>
 20. Montés-Micó R., Madrid-Costa D., Radhakrishnan H., Charman W.N., Ferrer-Blasco T. Accommodative functions with multifocal contact lenses: a pilot study. *Optom. Vis. Sci.* 2011;88(8):998–1004. <https://doi.org/10.1097/oxp.0b013e31821c0ed8>
 21. Patent RF на изобретение №2657854 от 13.01.17 г. Бюл. № 17. Myagkov A.V., Listratov S.V., Parfenova N.P. Method for treatment of progressive myopia and lens for treatment of progressive myopia. Accessed 1.02.2021. (In Russ.). https://yandex.ru/patents/doc/RU2657854C1_20180615
 22. Accommodation: a Practical guide. red. Katargina L.A. Moscow: April; 2012. 136 p. (In Russ.).

23. Тарутта Е.П., Филинова О.Б., Тарасова Н.А. Новые методы объективной аккомодометрии. Российская педиатрическая офтальмология. 2012;1:45–48.
24. Fedtke C., Ehrmann K., Bakaraju R. C. P. Peripheral refraction and spherical aberration profiles with single vision, bifocal and multifocal soft contact lenses. J. Optom. 2020;13:15–28. <https://doi.org/10.1016/j.optom.2018.11.002>
25. Przekoracka K. et al. Contrast sensitivity and visual acuity in subjects wearing multifocal contact lenses with high additions designed for myopia progression control. Contact Lens and Anterior Eye. 2020;43(1):33–39. <https://doi.org/10.1016/j.clae.2019.12.002>
26. Kropacz-Sobkowiak S., Przekoracka-Krawczyk A., Michalak K., Michalski A., Kujawa K., Olszewski J. The influence of high addition soft multifocal contact lenses on visual performance. Klin. Oczna Acta Ophthalmol. Pol. 2020,122:92–99. <https://doi.org/10.5114/ko.2020.94754>
27. Altoaimi B.H., Almutairi M.S., Kollbaum P.S., Bradley A. Accommodative Behavior of Young Eyes Wearing Multifocal Contact Lenses. Optom. Vis. Sci. 2018;95(5):416–427. <https://doi.org/10.1097/oxp.0000000000001214>
28. Anstice N.S., Phillips J.R. Effect of dual-focus soft contact lens wear on axial myopia progression in children. Ophthalmology. 2011;118(6):1152–1161. <https://doi.org/10.1016/j.ophttha.2010.10.035>
23. Tarutta E.P., Filinova O.B., Tarasova N.A. New methods of objective accommodation. Rossijskaya pediatricheskaya oftal'mologiya. 2012;1:45–48. (In Russ.).
24. Fedtke C., Ehrmann K., Bakaraju R. C. P. Peripheral refraction and spherical aberration profiles with single vision, bifocal and multifocal soft contact lenses. J. Optom. 2020;13:15–28. <https://doi.org/10.1016/j.optom.2018.11.002>
25. Przekoracka K. et al. Contrast sensitivity and visual acuity in subjects wearing multifocal contact lenses with high additions designed for myopia progression control. Contact Lens and Anterior Eye. 2020;43(1):33–39. <https://doi.org/10.1016/j.clae.2019.12.002>
26. Kropacz-Sobkowiak S., Przekoracka-Krawczyk A., Michalak K., Michalski A., Kujawa K., Olszewski J. The influence of high addition soft multifocal contact lenses on visual performance. Klin. Oczna Acta Ophthalmol. Pol. 2020,122:92–99. <https://doi.org/10.5114/ko.2020.94754>
27. Altoaimi B.H., Almutairi M.S., Kollbaum P.S., Bradley A. Accommodative Behavior of Young Eyes Wearing Multifocal Contact Lenses. Optom. Vis. Sci. 2018;95(5):416–427. <https://doi.org/10.1097/oxp.0000000000001214>
28. Anstice N.S., Phillips J.R. Effect of dual-focus soft contact lens wear on axial myopia progression in children. Ophthalmology. 2011;118(6):1152–1161. <https://doi.org/10.1016/j.ophttha.2010.10.035>

Информация об авторах

Тарутта Елена Петровна, доктор медицинских наук, профессор, начальник отдела патологии рефракции бинокулярного зрения и офтальмоэргономики ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России. <https://orcid.org/0000-0002-8864-4518>.

Милаш Сергей Викторович*, научный сотрудник отдела патологии рефракции бинокулярного зрения и офтальмоэргономики ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России. <https://orcid.org/0000-0002-3553-9896>. sergey_milash@yahoo.com

Епишина Марина Викторовна, кандидат медицинских наук, заведующая отделом контактной коррекции зрения ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России. <https://orcid.org/0000-0002-6402-7742>.

Information about the authors

Elena P. Tarutta, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of Department of Binocular Vision Pathology and Ophthalmic Ergonomics of Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases. <https://orcid.org/0000-0002-8864-4518>.

Sergey V. Milash*, Research officer, Department of Binocular Vision Pathology and Ophthalmic Ergonomics of Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases. <https://orcid.org/0000-0002-3553-9896>. sergey_milash@yahoo.com

Marina V. Epishina, Cand. Sci. (Med.), Head of the Contact Lens Vision Correction Department of Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases. <https://orcid.org/0000-0002-6402-7742>.