

## *О возможном влиянии недокоррекции на прогрессирование миопии у детей*

Д. Адлер, отдел Оптометрии Технологического Колледжа, г.Иерусалим (Израиль),  
М. Миллодот, Школа Оптометрии и офтальмологии Университет г.Кардифф  
(Великобритания)

Если у детей появилась миопия, то она обычно прогрессирует примерно до 20 лет (1). Были предприняты многочисленные попытки найти способ замедлить скорость прогрессирования миопии у пациентов, чувствительных к воздействию внешних факторов, в отличие от тех пациентов, у которых прогрессирование миопии «запрограммировано» генетически. Эти терапевтические методы рассмотрены в ряде публикаций (2). Один из многочисленных предложенных методов состоит в подборе однофокальных линз с недокоррекцией. Логическое обоснование данной методики коррекции состоит в том, что она снижает аккомодационную нагрузку при работе вблизи. Более того, в исследованиях на животных было установлено, что миопическая дефокусировка (когда изображение объекта формируется перед сетчаткой) замедляет увеличение длины оси глаза и соответственно тормозит прогрессирование миопии у цыплят (3), землероек (4), мартышек (5) и детенышей обезьян (6). Однако, экстраполировать результаты экспериментов на животных, у которых миопия была искусственно вызвана, на детей с существующей миопией, следует с большой осторожностью, особенно потому, что многие из экспериментов на животных проводились монофокально (7), т.е. без учета влияния бинокулярности.

Настоящая публикация является переводом статьи D. Adler, M. Millodot «The possible effect of undercorrection on myopic progression in children», опубликованной в журнале Clin Exp Optom 2006; 89: 5: 315–321. Печатается с разрешения журнала Clin Exp Optom.

Тем не менее, удивительно, что так мало исследований было посвящено недокоррекции, как возможному методу замедления прогрессирования миопии. Клиническое исследование, проведенное Токого и Kabe (8), выявило значительно меньшую скорость прогрессирования миопии при недокоррекции по сравнению с полной коррекцией в течение трехлетнего периода. Однако данное исследование не является корректным из-за смешения нескольких факторов, т.к. некоторые участники исследования кроме ношения очков получали фармакологическое лечение. Противоположные результаты получили Roberts и Banford (9), которые проанализировали данные из своей собственной оптики и не обнаружили значительной разницы между двумя большими группами детей, в одной из которых применялась полная коррекция, а в другой – недокоррекция. В исследовании Chung, Mohidin и O'Leary (10), в котором хорошо контролировались все факторы, было установлено, что недокоррекция, действительно, привела к небольшому, но статистически значимому увеличению миопии (на 0,23 D к концу двухлетнего периода) по сравнению с полной коррекцией. Кроме того, Ong с коллегами (11) не обнаружил разницы в прогрессировании миопии в течение трехлетнего периода среди детей с миопией, которые носили свои очки для дали в режиме постоянного ношения, только для дали или не носили совсем. Следовательно, как отметили Zhu,

**D. Adler, M. Millodot. The possible effect of undercorrection on myopic progression in children.**

This study support the evidence that undercorrection does not represent an effective therapy to slow the rate of early-onset myopic progression, regardless of near heterophoria.

Winamer и Wallman (7), «по всей видимости, этот вопрос остается нерешенным в настоящее время». До сих пор за полную коррекцию миопии у детей выступают многие детские врачи-офтальмологи (12–19). Эти врачи рекомендуют полную коррекцию для постоянного ношения потому что, как пишет Saw (20), «основная цель коррекции миопии с помощью очков и контактных линз – это достижение оптимального зрения», и следует отметить, что полная коррекция согласуется с нормальным бинокулярным зрением.

Цель данного исследования – получить больше данных о влиянии недокоррекции на прогрессирование миопии на ранней стадии у детей (21). Кроме того, во внимание принимались также степень миопии и наличие гетерофории.

### **Методы**

В исследовании принимали участие 62 школьника в возрасте от 6 до 15 лет, которые были приглашены для наблюдения в течение 18 месяцев. 12 человек выбыло из исследования на различных стадиях по разным причинам: трое согласились носить очки только некоторое время и были исключены, двое, использующие очки с недокоррекцией, жаловались на затуманенное зрение,

близнецы, рожденные преждевременно, также были исключены из исследования из-за корреляции между миопией и недоношенностью (22), а остальные также выбыли по тем или иным причинам. Оставшиеся 48 человек (34 мальчика, 14 девочек) приняли участие в исследовании, которое продолжалось 18 месяцев.

Критериями для исключения являлись:

1. Косоглазие
2. Амблиопия
3. Острота зрения < 6/9 (0,65)
4. Сферический эквивалент для одного из глаз больше -6,00 D или меньше 0,50 D
5. Астигматизм в каком-либо глазу > 1,50 D
6. Анизометропия > 1,50 D
7. Разница между объективной и субъективной рефракцией 0,75 D или больше
8. Наличие глазных заболеваний.

Родители и дети были информированы об исследовании, его возможных рисках и преимуществах. Родители подписали информированное согласие на участие в исследовании в соответствии с Хельсинкской Декларацией. Затем было проведено полное оптометрическое обследование детей.

Исследование проводилось в одной из городских частных оптометрических клиник. Все дети прошли обследование у одного из врачей. Большинство детей, участвующих в исследовании, были ортодоксальными евреями. Соответственно, эти школьники учатся круглый год без летних каникул и отдыхают только во время традиционных еврейских праздников. Эти праздники проходят в разное время в течение года, и поэтому дети подвержены зрительной нагрузке вблизи в течение более длительного периода, чем дети в обычной школе. Другим отличительным аспектом данного исследования является принятая в этих школах форма обучения, при которой ученики покачиваются взад и вперед во время занятий, что может оказывать влияние на связь аккомодации с конвергенцией во время чтения.

Объективная и субъективная рефракции оценивались без циклоплегии. Объективная рефракция оценивалась методом статической скиаскопии, а субъективная рефракция оценивалась по достижению наилучшей остроты зрения с максимально положительной линзой. Гетерофория вблизи исследовалась методом попеременного теста прикрытия (альтернирующий Cover Test, АСТ) с использованием мишени размером 6/9 (Jaeger 2), которая располагалась на расстоянии 40 см от глаз исследуемого (аналогичная процедура используется в исследовании СОМЕТ (23)). Пациенты, у которых была выявлена эзофория 5 и более пр. дптр., классифицировались как «эзофоры», а те, у кого эзофория была меньше 5 пр. дптр. или отсутствовала эзофория, рассматривались как «ортофоры», а те, у кого наблюдалась эзофория любой степени, классифицировались как «эзофоры».

После того, как пациент был включен в исследование, врач, не участвующий в проекте, определял его в группу полной коррекции (F) или в группу некоррекции (U). Пациентов записывали в ту или иную группу случайным образом. Из 48 пациентов 23 попали в группу F и 25 в группу U.

Пациенты использовали очки в режиме постоянного ношения, а

родителей попросили проконтролировать это. Субъективную рефракцию, остроту зрения и латеральную форию вблизи (АСТ) измеряли каждые 6 месяцев.

Перед каждым повторным обследованием сотрудники клиники просили ребенка и родителей не обсуждать с исследователем качество зрения и комфортность. Оптометристу, проводившему исследование, не сообщали ни о предыдущей оценке зрения, ни о предыдущих результатах. Только после того, как необходимые данные были зарегистрированы в архиве пациента, исследователю разрешалось открыть файл и обсудить, есть ли необходимость изменить данные рецепта. Это делалось, если полученные данные пациента изменились, по крайней мере, на 0,50 D (сферический эквивалент) на одном или обоих глазах.

Анализ результатов проводил M. Millodot после того, как были собраны все сведения. В соответствии с мнением Ray, O'Day (24), а также Murdoch, Morris, Cousens (25), утверждающих, что анализ результатов следует проводить для каждого глаза отдельно, при анализе всех полученных данных в этом исследовании использовались средние значения для двух глаз (10, 26). Все данные о рефракционной ошибке были переведены в сферический эквивалент (сила сферы плюс половина

Таб. 1. Характеристики двух экспериментальных групп на начало исследования

	Полная коррекция	Некоррекция	Значимость
Общее число	23	25	
<b>Возраст в начале исследования, (лет)</b>			
Диапазон возрастов	6,6 – 14,5	7,0-15	
Средний возраст ± SD	10,24 ± 2,18	9,93 ± 2,66	t-тест; СНД
Мужской пол	17	17	
Женский пол	6	8	Хи-квадрат; СНД
<b>Начальная фория вблизи (D)</b>			
Эзофория	11	11	
Ортофория	7	9	
Экзофория	5	5	Хи-квадрат; СНД
<b>Начальная рефракция (D)</b>			
Диапазон рефракций	-1,06 до -4,5	-1,37 до -5,3	
Средняя рефракция ±SD	-2,82 ± 1,06	-2,95 ± 1,25	M-W; СНД
≤3D	-1,83 ± 0,50, n=11	-2,08 ± 0,44, n=15	M-W; СНД
>3D	-3,72 ± 0,37, n=12	-4,25 ± 0,85, n=10	M-W; СНД

M-W: критерий Манна-Уитни (Mann-Whitney); СНД: разница статистически недостоверна: p>0,05



силы цилиндра). Статистическая значимость различий оценивалась с помощью статистического пакета программ (SPSS) для Windows, использующего тест ANOVA с критерием Bonferroni для непрерывных переменных (возраст, рефракция) и с критерием Стьюдента, а также соответствующими непараметрическими тестами, включая критерий Хи-квадрат и тест Манна-Уитни (Mann-Whitney Test) для случаев, когда распределение данных было отлично от нормального. Значения достоверности  $p < 0,05$  считались статистически значимыми.

**Результаты**

Различия между двумя экспериментальными группами (F и U) в начале исследования приведены в Таблице 1. Не выявлена статистически значимая разница между группами по среднему возрасту (критерий Стьюдента,  $p > 0,05$ ) и средней рефракции (критерий Манна-Уитни,  $p > 0,05$ ), а также по рефракционной ошибке. Не было значительной разницы также в распределении фории или пола по группам (критерий Хи-квадрат,  $p > 0,05$ ).

В таблице 2 представлены средние результаты изменения миопии через 18 месяцев в группе с полной коррекцией (n=23) и в группе с недокоррекцией (n=25). Ни у одного пациента изменения не являются статистически значимыми по критерию Манна-Уитни (критерий был применен, т.к. распределение данных отличалось от нормального). «Эзофоры» и «ортофоры» были включены в одну группу,

**Таб. 2.** Средние результаты изменения миопии (D) через 18 месяцев исследования двух экспериментальных групп

	Полная коррекция	Недокоррекция	Разница	Значимость*
Все пациенты	0,82 ± 0,10	0,99 ± 0,09	0,17	СНД
Женский пол	0,82 ± 0,26	1,02 ± 0,19	0,20	СНД
Мужской пол	0,87 ± 0,11	0,97 ± 0,11	0,10	СНД
<b>Степень миопии</b>				
<3D	0,77 ± 0,18	0,90 ± 0,13	0,13	СНД
≥3D	0,93 ± 0,10	1,12 ± 0,12	0,19	СНД
<b>Фория вблизи</b>				
Эзофория	0,78 ± 0,16	0,97 ± 0,16	0,19	СНД
Ортофория +Экзофория	0,86 ± 0,14	0,99 ± 0,11	0,13	СНД

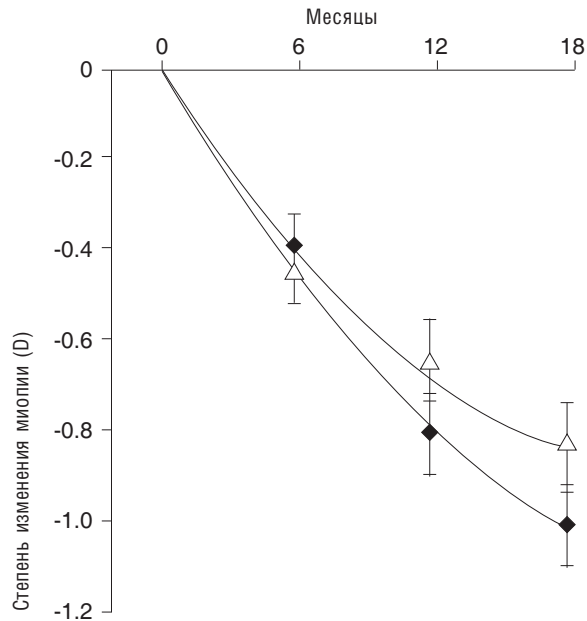
\* критерий Манна-Уитнея (Mann-Whitney), СНД: разница статистически недостоверна:  $p > 0,05$

т.к. их было недостаточно для статистического анализа.

В группе с полной коррекцией было 12 пациентов с миопией 3,00 D или больше, для них средняя прогрессия миопии за 18 месяцев составила 0,93 D; и 11 пациентов с миопией меньше 3,00 D, для них средняя прогрессия составила 0,77 D. В группе с недокоррекцией было 10 пациентов с миопией 3,00 D и больше, для них средняя прогрессия за 18 месяцев была 1,12 D, и 15 человек с миопией меньше 3,00 D со средней прогрессией 0,90 D. Хотя данные

по обеим группам показывают тенденцию к более быстрой прогрессии миопии у пациентов с более высокой степенью миопии по сравнению с пациентами с низкой степенью миопии, эти различия в каждой группе не были статистически значимыми (критерий Манна-Уитни,  $p > 0,05$ ).

На рисунке 1 показаны изменения средней рефракционной ошибки в группах с полной коррекцией и с недокоррекцией за период 18 месяцев. Изменение определяется как разница между средними значениями через 6, 12 и 18 месяцев и средним исходным значением. В конце 18-ти месячного периода среднее значение изменения степени миопии в группе с полной коррекцией составило  $-0,82 \pm 0,11$  D (SEM), а в группе с недокоррекцией  $-0,99 \pm 0,1$  D, т.е. разница составила 0,17 D. Было выявлено заметное изменение рефракции во время исследования в каждой экспериментальной группе (одновариантный критерий ANOVA,  $F=50,6$ ,  $p < 0,01$ ). Анализ с использованием критерия Bonferroni показал, что степень миопии по сравнению с



**Рис. 1.** Среднее изменение миопии в группе с полной коррекцией (треугольник) и в группе с недокоррекцией (черный ромб) в течение 18-ти месяцев исследования. Вертикальные отрезки показывают стандартную ошибку ( $\pm 1$  SEM).



первоначальной рефракцией в трех последующих измерениях достоверно изменилась ( $p < 0,01$ ), а изменение между 12 и 18 месяцами было недостоверным ( $p = 0,058$ ). Не было обнаружено значительной разницы в скорости прогрессирования между группами с полной коррекцией и недокоррекцией (одновариантный критерий ANOVA, примененный к обоим видам коррекции,  $F = 0,3$ ,  $p = 0,51$ ).

Также был проведен анализ с целью выявления, имеется ли разница в изменении миопии для разных групп детей: с низкой степенью миопии (меньше 3,00 D) и со средней степенью миопии (3,00 D и более). Показано, что у детей, имеющих на начало исследования более высокую степень миопии (таблица 2), влияние недокоррекции было незначительным (0,06 D). Аналогично, недокоррекция имела очень незначительное влияние на детей с эзофорией по сравнению с детьми в группе с ортофорией и экзофорией (0,06 D).

### Обсуждение

Данные настоящего исследования показывают, что у детей с миопией, случайным образом распределенных в группы с полной коррекцией (группа F) или недокоррекцией (группа U) (группы слабо различались по своим характеристикам), миопия за 18 месяцев прогрессировала на 0,17 D больше в группе с недокоррекцией, чем в группе с полной коррекцией. Достоверные различия между группами U и F через 18 месяцев лежали в диапазоне от -0,11 D до 0,45 D (95% доверительный интервал): это означает, что недокоррекция может иногда дать очень небольшое улучшение, но в основном она приводит к прогрессированию миопии. Хотя эта разница не была статистически значимой, она сравнима с более значительной разницей 0,23 D, обнаруженной Chung, Mohidin и O'Leary (10) после 24 месяцев с количеством исследуемых пациентов в два раза больше, чем в настоящем исследовании. Следовательно, недокоррекция не может рассматриваться как эффективное терапевтическое вмешательство для замедления прогрессирования миопии. Кроме того, недокоррекция миопии и недостаточная острота зрения на больших расстояниях могут быть помехой во многих обстоятельствах. Поэтому многие авторы (12-19) рекомендуют полную коррекцию миопии, несмотря на состояние гетерофории вблизи.

Отметим также, что наибольшее изменение проявляется в первый год и сохраняется примерно на таком же уровне в течение следующих шести месяцев (рис.1). Этот результат совпадает с результатом, полученным в трехлетнем исследовании COMET (23), в котором основные изменения также наблюдались в течение первого года. Результаты Chung, Mohidin и O'Leary (10) также показали, что разница между 18 и 24 месяцами была незначительная. Это может отражать предел, в рамках которого генетические и внешние факторы могут

ограничивать влияние любого профилактического воздействия на прогрессирование выявленной на начальной стадии миопии.

Скорость прогрессии для двух экспериментальных групп, выраженная в диоптриях за год, составила 0,55 D/год для группы с полной коррекцией и 0,66 D/год для группы с недокоррекцией. Эти значения выше, чем результаты, полученные Chung, Mohidin и O'Leary (10), которые составили 0,38 D/год и 0,5 D/год для групп с полной коррекцией и недокоррекцией, соответственно. В исследовании COMET, проведенном в различных регионах США, увеличение средней прогрессии в группе, где пациенты носили однофокальные линзы, подобранные с полной коррекцией, составило 0,49 D/год (26). Причиной более высокой скорости прогрессии, обнаруженной в этом исследовании может быть тот факт, что дети проводили долгое время за чтением книг, напечатанных мелким шрифтом, в отличие от светских школ, а также в том, что в ортодоксальных еврейских школах при обучении очень редко используют черную доску. Установлено, что прогрессирование миопии связано с длительной работой на близких расстояниях: Parssinen, Hemminki и Klemetti (27) показали, что чем больше дети ежедневно выполняют работу на близком расстоянии от глаз в возрасте от 9 до 11 лет в течение трех лет, тем больше скорость прогрессирования миопии. Кроме того, перекрестное исследование, проведенное в младшей группе детей (от 7 до 9 лет), показало четкую связь между работой на близком расстоянии и развитием миопии (28). Исследуемая группа детей происходила из популяции, которая, как было выявлено ранее, была очень предрасположена к миопии, и в которой распространенность миопии к 18-19 годам составила 32,2% для девочек и 81,3% для мальчиков.

Эти цифры сравнимы с данными для других предрасположенных к миопии популяций. Так, например, в Гонконге скорость прогрессирования миопии у детей, которым применяли полную коррекцию однофокальными линзами, составила 0,62 D/год (29) и 0,63 D/год (30). В этой популяции распространенность миопии также достигала высоких значений в позднем подростковом возрасте (31).

В соответствии с исследованиями на животных недокоррекция зрения вдаль должна приводить к снижению скорости прогрессирования миопии, т.к. недокоррекция вызывает дефокусировку миопического типа (32). Smith и Hung (35) обнаружили, что плюсовые линзы, подобранные бинокулярно детенышам обезьян, приводят к уменьшению роста глаза и миопии. Однако манипуляции с формированием изображения на сетчатке у эмметропичных обезьян отличается от длительного процесса развития миопии, который возникает у детей. Кроме того, нельзя сравнивать зрительные задачи, выполняемые животными на близких расстояниях,



с чтением книг с маленьким печатным шрифтом, которые используют школьники. Тот факт, что недокоррекция приводит к увеличению скорости прогрессирования миопии (10) или к статистически недостоверному увеличению, полученному в данном исследовании, ставит под сомнение обоснованность применения результатов исследований на животных к людям.

Тот факт, что в группах с полной коррекцией и с недокоррекцией выявлено прогрессирование миопии, может быть следствием гиперметропической дефокусировки, которая вызывает размытие ретинального изображения близкорасположенного объекта. Более того, было показано, что у миопов с полной коррекцией (34) и с недокоррекцией (35) наблюдается, хотя и в разной степени, недостаточность аккомодации при ее стимулировании, связанная с размытием ретинального изображения. Ong с коллегами (11) доложили об аналогичном прогрессировании миопии в течение трехлетнего периода вне зависимости от того, носили ли дети очки для зрения вдаль постоянно, неполный день или не носили совсем. Таким образом, при недокоррекции почти всегда стимулом для глаз является нечеткое изображение, и это может объяснять значительно большую скорость прогрессирования миопии, обнаруженную Chung, Mohidin и O'Leary (10).

Было показано, что размытые ретинальные изображения у детей связаны с депривационной формой миопии, являющейся следствием таких серьезных патологий, как катаракта (36), кровоизлияние в стекловидное тело (37), птоз (38), помутнение роговицы (39), последствиями избыточной окклюзии (40), или с заболеваниями, связанными с нарушением периферического зрения (например, при пигментном ретините), или с нарушениями периферического и центрального зрения (41) (например, при ретинопатиях или атрофии зрительного нерва).

Депривационная форма миопии у обезьян известна давно (42,43). Более того, наблюдение, что ношение бифокальных или мультифокальных линз ведет к более быстрому прогрессированию миопии у детей с экзофорией вблизи по сравнению с детьми с экзофорией вблизи (26, 44, 45), может объясняться тем фактом, что у первых обычно присутствует слабость (lead) аккомодации, которая может вызывать миопическую дефокусировку, а у вторых обычно имеется усиленная (lag) аккомодация, которая может быть компенсирована аддацией для зрения вблизи.

Детей с экзофорией вблизи, участвующих в двух экспериментальных группах, было достаточно много (48 и 44%). Jensen (46) исследовал прогрессирование миопии у 156 датских детей приблизительно одного возраста (в среднем 10,9 лет) и с одной степенью миопии (среднее значение 2,91 D), и сообщил, что только у 17% пациентов был стандартный уровень экзофории вблизи. Мы не можем объяснить причину этого расхождения, только отметим, что все дети в этом исследовании проводили большое количество времени в классе за чтени-

ем книг с очень мелким шрифтом, а не смотрели на доску, что вызывает напряжение конвергенции и аккомодации в течение длительного времени на близких расстояниях. Известно, что экзофория является предшественником миопии (47,48), и, возможно, она распространена у детей, склонных к миопии. В конце 18-месячного периода у одного из детей, ранее имевшего экзофорию вблизи, развилась экзофория вблизи, а у двух других ребят, у которых изначально наблюдалась экзофория вблизи, появилась ортофория. Ни у кого не было изменений в сторону экзофории.

Сообщалось, что экзофория вблизи связана с более быстрым прогрессированием миопии (43,49). Недавно было показано, что это относится в основном к случаям с экзофорией вблизи при значительной слабости аккомодации (26). Настоящие данные для группы детей с экзофорией вблизи показали более сильное прогрессирование миопии, чем в группе, где были дети с ортофорией и экзофорией (0,19 D против 0,13 D), хотя эта разница и незначительна. Поскольку аккомодация не измерялась у этих детей, невозможно подтвердить, оказала ли слабость аккомодации влияние на результаты.

Большинство исследований показывают, что у девочек достижение предельной миопии происходит быстрее, чем у юношей, и, следовательно, у них миопия быстрее прогрессирует (23, 46, 50, 51). Провести сравнение с данными настоящего исследования не представляется возможным, т.к. в нем девочек было очень мало. Тот факт, что в данном исследовании прогрессирование миопии у девочек и мальчиков было примерно одинаковым, может быть связано с тем, что у мальчиков в этом исследовании миопия развивалась в позднем подростковом возрасте гораздо чаще, чем у девочек (81,3% против 36,2%) (21).

Немного более высокая скорость прогрессирования миопии наблюдалась у детей, у которых миопия на момент начала исследования была 3,00 D и больше, по сравнению с теми детьми, у кого миопия была меньше 3,00 D. Это отличие было статистически незначимым, хотя оно и согласуется с результатами исследования Jensen (46). Он разделил группы на границе 2,75 D и не обнаружил статистически значимой разницы. Также не было обнаружено разницы в исследовании СОМЕТ (26), возможно, потому, что была взята граница 2,25 D.

### **Выводы**

Наши результаты выявили тенденцию, подтверждающую уже установленный факт, что недокоррекция миопии на начальной стадии не является успешным терапевтическим методом профилактики миопии, и что для коррекции миопии следует применять полную коррекцию.

*Список литературы приведен на сайте [www.optometry.ru](http://www.optometry.ru)*

*Редакция благодарит к.м.н. М.А.Трубину за помощь в научном редактировании перевода статьи*