

УДК 617.7

DOI: 10.20310/1810-0198-2016-21-4-1607-1612

СОСТОЯНИЕ АККОМОДАЦИИ У ШКОЛЬНИКОВ НАЧАЛЬНЫХ И СРЕДНИХ КЛАССОВ, ИМЕЮЩИХ НОРМАЛЬНОЕ ЗРЕНИЕ

© В.А. Львов²⁾, В.А. Мачехин^{1,2)}

¹⁾ Тамбовский филиал МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова Минздрава России
392000, Российская Федерация, г. Тамбов, Рассказовское шоссе, 1

²⁾ Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина
392000, Российская Федерация, г. Тамбов, ул. Интернациональная, 33
E-mail: naukatmb@mail.ru

Цель: провести анализ аккомодационной функции глаз у школьников, имеющих нормальное зрение, в условиях создания искусственного напряжения при работе глаз на близком расстоянии и последующей релаксации.

Материал и методы: обследовано 23 школьника (12 мальчиков и 11 девочек) в возрасте от 7 до 14 лет, которым проведено исследование запаса относительной аккомодации и функции цилиарной мышцы с помощью аппарата Speedy – К (Япония).

Результаты: выявлено только 7 глаз из 46, имеющих нормальную аккомодограмму, а в 39 глазах наблюдалось заметное количество высокочастотных микрофлюктуаций волокон цилиарного тела, количество которых увеличивалось после нагрузки и возвращалось к исходному состоянию после релаксации.

Выводы: различные методы релаксации цилиарной мышцы должны использоваться постоянно и регулярно, начиная с первых дней поступления в школу.

Ключевые слова: аккомодация; аккомодография; коэффициент аккомодативного ответа; микрофлюктуации волокон цилиарного тела

АКТУАЛЬНОСТЬ

У новорожденных детей длина оси глаза несоразмерно мала по сравнению с преломляющей силой оптической системы глаза, чем и обусловлено очень низкое зрение в течение первого года жизни. Однако по мере роста, постепенного увеличения глаза и формирования его внутренних структур ребенок получает возможность не только четко видеть окружающий его мир, но и мельчайшие предметы на близком расстоянии от глаза. Обычно такое зрение формируется в возрасте 6–7 лет, и именно в этом возрасте наиболее часто выявляется гиперметропия слабой и средней степени и эметропия [1–5].

Однако проблемы со зрением начинаются у детей с поступлением в школу, и эта тревожная тенденция выявляется сегодня во всем мире. Так, к примеру, на Тайване распространение близорукости у подростков за последнее десятилетие возросло в 4 раза, и в результате 84 % школьников к 18 годам страдает миопией. В Китае 55 % девушек и 38 % юношей становятся близорукими к 16 годам. В Японии у 60 % молодых людей к 18 годам развивается миопия. В Испании и России эта цифра превышает 40 % [6].

Нет сомнения, что как частота, так и степень миопии неизменно возрастают по мере продолжения образовательного процесса. Об этом упоминают и старые источники [1], и современные. Так, в Германии при обследовании более 10 тыс. учащихся в реальных училищах миопия была выявлена менее чем у 1 % обследованных, в гимназии – 30–35 % и в профессиональных школах – 53–64 %.

Термины «ложная близорукость», «школьная близорукость», «компьютерная близорукость» практически являются синонимами, отражающими ту эпоху, в которой они возникли. Так, повсеместное и доступное школьное обучение, тяга подростков к чтению книг в прошлом веке сменились в настоящее время подлинным «бумом» компьютеризации в школах, продолжительной работой школьников за монитором. Частота приобретенной миопии в развитых странах мира практически мало изменилась за прошедшие полвека, поскольку в основе лежит одна причина – расстройство аккомодации.

Слабость аккомодации, проявляющаяся снижением запасов относительной аккомодации, приводит к дезадаптации аккомодационно-конвергенционного аппарата, в результате чего происходит формирование синдрома хронического зрительного утомления, которое считается основой формирования близорукости [7–11].

В течение многих десятилетий и вплоть до последнего времени в амбулаторно-поликлинической практике применялись и применяются такие простые и доступные методы исследования относительной аккомодации, как динамическая скиаскопии, проксиметрия, определение ближайшей и дальнейшей точек ясного видения, определение объема аккомодации, резерва относительной и абсолютной аккомодации с помощью набора корректирующих линз [12]. Появились более сложные аппараты типа эргографов и эргометров различной конструкции, но они не нашли широкого распространения.

В настоящее время используется отечественный аппарат «Форбис», разработанный научно-производ-

ственным предприятием «Лазма», с помощью которого относительная аккомодация проверяется под контролем бинокулярного зрения, что обеспечивает более достоверную информацию по сравнению с предыдущими методами.

Долгое время объективная аккомодография была доступна лишь в лабораторных условиях, но с появлением автоматической аккомодографии стало возможным массовое клиническое исследование характеристик аккомодационного ответа. Первым таким прибором стал аккомодограф AA-2000 Nidek, который оценивал аккомодационный ответ в двух режимах. Первый режим – «шаговой» – это оценка быстрого аккомодационного ответа (БАО), второй – «линейный» – оценка аккомодационного слежения (АС). Но при использовании данной методики не учитывалось состояние микрофлюктуаций (микродвижений) цилиарной мышцы в единицу времени.

Для объективной регистрации аккомодационного ответа и глубокого изучения качественных характеристик состояния цилиарной мышцы был создан автоматический аккомодограф Speedy-K ver MF-1 японского производства [13–15]. Таким образом, используя современную аппаратуру, появилась возможность более глубокого и объективного анализа состояния цилиарной мышцы, которая рассматривается всеми исследователями как главная причина развития приобретенной близорукости.

Цель работы: провести анализ аккомодационной функции глаз у школьников, имеющих нормальное зрение, в условиях создания искусственного напряжения при работе глаз на близком расстоянии и последующей релаксации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

По согласованию с родителями (сотрудниками Тамбовского филиала МНТК «Микрохирургия глаза») было обследовано 23 школьника (12 мальчиков и 11 девочек) в возрасте от 7 до 14 лет, имеющих нормаль-

ное зрение на обоих глазах. Помимо традиционного офтальмологического обследования, включающего визометрию, рефрактометрию, офтальмоскопию, биометрию, проводились специальные методы, такие как исследование отрицательного и положительного запасов относительной аккомодации на аппарате Форбис (НПП «Лазма») и аккомодографию правого и левого глаза на аппарате японской фирмы Speedy-K. При этом исследовались следующие показатели: коэффициент роста (КР), коэффициент аккомодационного ответа (КАО) и коэффициент микрофлюктуации (МКФ) отдельно правого и левого глаза. Статистическая обработка материала проведена с помощью парного непараметрического теста Wilcoxon.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При отборе исследуемой группы возникли некоторые трудности, поскольку из предложенного нам списка из 39 человек были отобраны только 23. Остальные не подошли по соответствующим критериям: острота зрения меньше 0,8 и рефракция, превышающая $\pm 1,5$ D, а также астигматизм более $\pm 0,75$ D. Клиническая характеристика обследованных школьников представлена в табл. 1.

Острота зрения без коррекции в 34 глазах (74 %) была равна 1,0, в остальных 12 глазах соответствовала 0,8–0,9. Рефракция также в 36 глазах (78 %) соответствовала $\pm 0,75$ D. В остальных 10 глазах имела место слабая миопия. Что касается длины оси глаза, то она у большинства школьников соответствовала норме для эметропических глаз, но в 10 глазах превышала эту норму на 1,0–1,5 мм, однако заметной корреляции с имеющейся в этих глазах рефракцией не выявлено [16]. Исследования относительной и абсолютной аккомодации проводились до и после зрительной нагрузки, заключающейся с работой школьников на компьютере в течение 40 минут и затем после релаксации с использованием компьютерной программы Relax («Астроинформ СПЕ», г. Москва).

Таблица 1

Клиническая характеристика обследованных школьников

Показатели	Возраст, $n = 23$	Острота зрения, $n = 46$	Рефракция, $n = 46$	Длина оси глаза, $n = 46$
$M \pm \Omega$	$10,7 \pm 2,2$	$0,97 \pm 0,06$	$-0,33 \pm 0,71$	$23,67 \pm 0,74$
мин. – макс.	7–14	0,8–1,0	-1,5; 0,87	22,0–25,74

Таблица 2

Результаты исследования относительной аккомодации в условиях дополнительной нагрузки на зрение и после релаксации

Показатель	$M \pm m$	Статистическая значимость различий с состоянием «до»	Статистическая значимость различий с состоянием «после»
Отрицательный до	$3,11 \pm 0,10$	–	–
Отрицательный после	$2,89 \pm 0,14$	$1,51 / p = 0,149$	–
Отрицательный релакс	$3,28 \pm 0,15$	$-1,19 / p = 0,149$	$-3,29 / p = 0,004$
Положительный до	$-4,86 \pm 0,39$	–	–
Положительный после	$-4,44 \pm 0,41$	$1,59 / p = 0,131$	–
Положительный релакс	$-5,56 \pm 0,53$	$-1,94 / p = 0,069$	$-3,66 / p = 0,002$

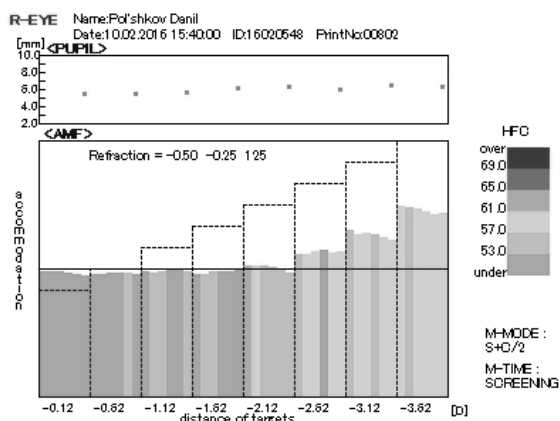


Рис. 1. Аккомодограмма нормального глаза

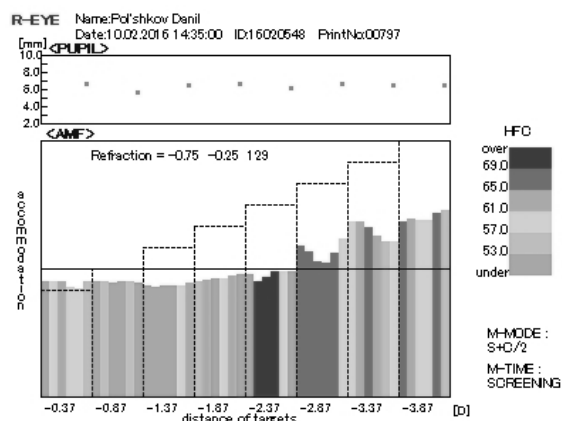


Рис. 3. До нагрузки

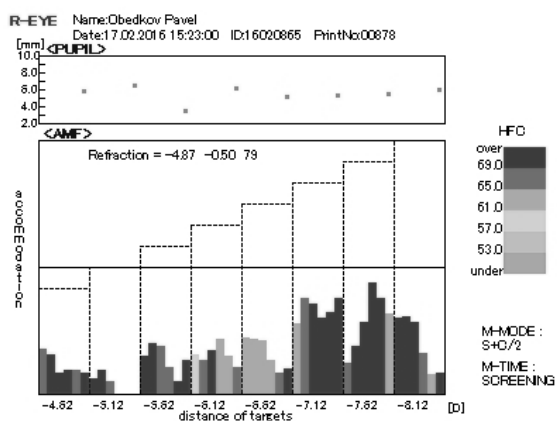


Рис. 2. Аккомодограмма глаза при миопии средней степени

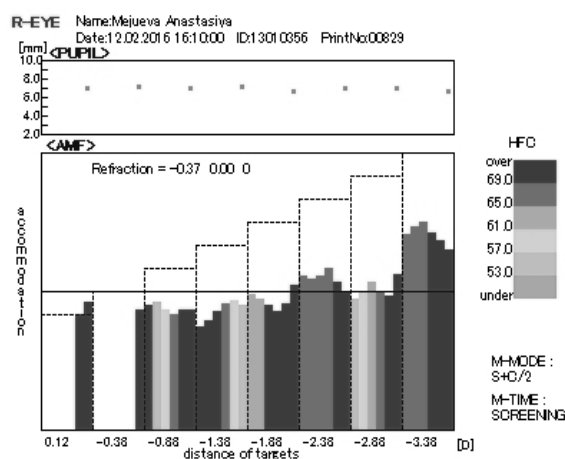


Рис. 4. После нагрузки

Результаты исследования относительной аккомодации, представленные в табл. 2, показали, что величина отрицательной и положительной части относительной аккомодации во всех случаях, как до и после нагрузки, так и после релаксации, остается в диапазоне нормы, которая по данным авторов [12] составляет для этой возрастной группы 3–5 диоптрий. Однако если уменьшение величины отрицательной части (с 3,11 до 2,89 D) и положительной части относительной аккомодации (с 4,86 до 4,44 D) до и после нагрузки остается статистически недостоверным, то после релаксации отмечается статистически достоверное их увеличение по сравнению с предыдущим исследованием (степень достоверности представлена в последнем столбце таблицы). При этом величина этих показателей после релаксации заметно превышает их величину до нагрузки.

Исследование абсолютной аккомодации проводилось отдельно для каждого глаза. Анализировались 3 параметра: КАО – коэффициент аккомодационного ответа, КР – коэффициент роста и МКФ – состояние аккомодационной микрофлюктуации. Показатель КАО оценивает способность аккомодации фиксировать объект на различном расстоянии от глаза и определяется как соотношение величины аккомодационного ответа к величине аккомодационного стимула. В норме аккомодационный ответ на 0,3–1,0 D меньше аккомодационного стимула.

Для оценки роста (убывания) аккомодограммы используется коэффициент роста (КР). Чем выше этот показатель, тем более нарастающий вид имеет график, свидетельствующий о гармоничной работе цилиарной мышцы.

Исследованиями последнего времени доказано, что тонус волокон цилиарной мышцы все время колеблется [13; 15]. Эти колебания называются аккомодационными микрофлюктуациями, которые имеют определенную частоту и состоят из низкочастотных и высокочастотных компонентов. Различная частота микрофлюктуаций отображается на аккомодограмме столбиками разного цвета: зеленым отображается диапазон 50–56 микрофлюктуаций в минуту, желтым – 58–62 микрофлюктуаций в минуту, оранжевыми и красными – 64 и выше. Самими физиологичными считаются зеленые и желтые столбики (частоты от 50 до 62), а более высокая частота (64–68 мкф/мин. и более) является признаком патологического состояния цилиарной мышцы.

На рис. 1–4 показаны аккомодограммы при различном состоянии цилиарного тела.

На рис. 1 представлена аккомодограмма нормального глаза с преобладанием зеленых и желтых столбиков, которые на рисунке представлены светлыми и светло-серыми тонами, с нарастающей их высотой по

мере увеличения аккомодационного стимула. Следует отметить, что в нашей исследуемой группе таких глаз оказалось не так много (7 из 46).

На рис. 2 показана аккомодограмма глаза с миопией 4 D, которая была выявлена среди наших школьников, но не вошедшая в разработку. Видна явная слабость цилиарной мышцы с преобладанием высокочастотных микрофлюктуаций волокон цилиарного тела, окрашенных в столбиках красным цветом (на рисунке они выглядят черным цветом). В нашей группе школьников с нормальным зрением и рефракцией такой аккомодограммы не наблюдалось.

В большинстве глаз имелась аккомодограмма, представленная на рис. 3 и 4, в которых обнаружилось разнообразное сочетание низкочастотных и высокочастотных аккомодативных микрофлюктуаций, а также показателей КАО и КР. Мы попытались делить наш небольшой материал на такие группы, как правые и левые глаза, мальчики и девочки, возрастные группы 7–10 и 11–14 лет. Результаты статистического анализа представлены в табл. 3 и 4.

Показатель КАО обнаружил статистическую достоверность различия только в правых глазах между первой группой (до нагрузки) и третьей (после релаксации), а также между второй группой (после нагрузки) и третьей группой. Эти цифры в таблице выделены жирным шрифтом. Показатель КР также выявил статистическую достоверность различия между второй группой (после нагрузки) и третьей (после релаксации) в возрастной группе 11–14 лет.

Однако более точную и наглядную иллюстрацию работы цилиарной мышцы может дать только индивидуальная диаграмма с цветной палитрой выраженности высокочастотного компонента аккомодационной микрофлюктуации (КМФ). В табл. 4 можно видеть, что

средние значения МКФ не выходят за рамки нормы, и хотя величина этого показателя после нагрузки увеличивается, это различие статистически недостоверно.

Совершенно другая картина обнаружилась, когда были выделены по данным аккомодографии только патологические высокочастотные микрофлюктуации с частотой 65 мкф/мин. и более. Принцип анализа заключался в подсчете суммарной площади патологических (красного цвета) микрофлюктуаций на каждый из 7 аккомодационных сигналов и процента по отношению к нормальным значениям микрофлюктуации. Более наглядно это видно при сравнении аккомодограмм на рис. 3 и 4. Общая площадь патологических микрофлюктуаций (черного и темно-серого цвета) до нагрузки составила 1,5 столбика из 7, или 21 %, а после нагрузки 4 столбика из 7, или 57 %. В табл. 4 видна высокая степень статистической достоверности различия 2 группы (после нагрузки) от 1 и 3 группы.

Таким образом, наши исследования показали, что и положительная, и отрицательная части относительной аккомодации после нагрузки немного уменьшались, но после релаксации статистически достоверно улучшались, находясь во всех случаях в пределах нормы.

Что касается абсолютной аккомодации, то, несмотря на высокую остроту зрения без коррекции и рефракцию в пределах нормальной физиологической нормы, у большинства школьников (84 %) при проведении аккомодографии были выявлены заметные патологические нарушения в работе цилиарной мышцы. Особенно это наблюдалось на уровне высокочастотного диапазона микрофлюктуаций волокон цилиарного тела. Это очень похоже на состояние, которое в современной литературе называется привычно-избыточным напряжением аккомодации (ПИНА) и на лечение которого направлены все усилия детских офтальмологов [17–22].

Таблица 3

Результаты исследования абсолютной аккомодации в условиях дополнительной нагрузки на зрение и после релаксации

Показатель	$M \pm m$	Статистическая значимость различий с состоянием «до»	Статистическая значимость различий с состоянием «после»
КАО OD до	$0,33 \pm 0,04$	–	–
КАО OD после	$0,31 \pm 0,05$	$0,53 / p = 0,600$	–
КАО OD релакс	$0,24 \pm 0,05$	$2,22 / p = 0,041$	$2,27 / p = 0,037$
КР до	$0,070 \pm 0,004$	–	–
Кр после	$0,068 \pm 0,004$	$1,55 / p = 0,122$	–
Кр релакс	$0,077 \pm 0,003$	$2,101 / p = 0,035$	$0,27 / p = 0,779$

Таблица 4

Результаты исследования аккомодативной микрофлюктуации (МКФ_{ср.} и МКФ_{выс.}) в условиях дополнительной нагрузки на зрение и после релаксации

Показатель	$M \pm m$	Статистическая значимость различий с состоянием «до»	Статистическая значимость различий с состоянием «после»
Мкф _{ср.} до	$55,7 \pm 1,3$		
Мкф _{ср.} после	$57,2 \pm 1,0$	$1,08 / p = 0,28$	
Мкф _{ср.} релакс	$56,8 \pm 1,2$	$0,93 / p = 0,36$	$0,7 / p = 0,48$
% Мкф _{выс.} до	$19,7 \pm 2,3$		
% Мкф _{выс.} после	$24,6 \pm 2,0$	$3,65 / p = 0,0003$	
% Мкф _{выс.} релакс	$19,4 \pm 2,0$	$0,44 / p = 0,65$	$3,19 / p = 0,0014$

Правда, настоящая ПИНА характеризуется длительно существующим избыточным тономусом аккомодации, уже приведшим к миопизации, в нашем же исследовании речь идет о наличии имеющихся факторов риска для развития истинной миопии, которое пока остается вне внимания родителей и детских офтальмологов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что у детей школьного возраста с нормальным зрением и рефракцией при продолжительной работе за компьютером появляются предпосылки для нарушения работы аккомодационного аппарата, о чем свидетельствует улучшение его состояния после релаксации, что требует применения доступных в домашних условиях профилактических методов предупреждения формирования близорукости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дашевский А.И. Ложная близорукость. М.: Медицина, 1973. 152 с.
2. Аветисов Э.С. Близорукость. М.: Медицина, 1999. 288 с.
3. Ананин В.Ф. Аккомодация и близорукость. М.: Биомедфарм, 1992. 223 с.
4. Волков В.В. О вероятных механизмах миопизации глаза в школьные годы // Офтальмол. журн. 1988. № 3. С. 129-132.
5. Онуфрийчук О.Н., Розенблюм Ю.З. Закономерности рефрактогенеза и критерии прогнозирования школьной миопии // Вестник офтальмологии. 2007. № 1. С. 22-24.
6. Катаргина Л.А., Тарутта Е.П. Медико-социальное значение нарушений аккомодации // Аккомодация: Руководство для врачей. М., 2012. С. 9-11.
7. Сомов Е.Е. Введение в клиническую офтальмологию. СПб.: ПМИ, 1993. 198 с.
8. Иомдина Е.Н., Полоз М.В. Биомеханическая модель глаза человека как основа для изучения его аккомодационной способности // Российский журнал биомеханики. 2010. Т. 14. № 3. С. 7-18.
9. Ланцевич А.В. О вероятном механизме тонического покоя аккомодации // Биомеханика глаза: сб. тр. конф. М., 2007. С. 38-42.
10. Тарутта Е.П., Тарасова Н.А. Состояние привычного тонуса и тонуса покоя аккомодации у детей и подростков на фоне аппаратного лечения близорукости // Рос. офтальмол. журн. 2012. № 2. С. 59-62.
11. Шаповалов С.Л., Милевская Т.И., Игнатьев С.А. Аккомодация глаза и ее нарушения. М.: МИК, 2011. 184 с.
12. Проскурина О.В., Голубев С.Ю., Маркова Е.Ю. Исследование аккомодации, возрастные нормы // Аккомодация: Руководство для врачей. М., 2012. С. 40-49.
13. Жаров В.В., Никишин Р.А., Егорова А.В. и др. Клиническая оценка состояния аккомодации с помощью метода компьютерной аккомодографии // Ерошевские чтения. Самара, 2007. С. 437-440.
14. Тарутта Е.П. Объективные методы исследований аккомодации // Аккомодация. Руководство для врачей. М., 2012. С. 51-62.
15. Жукова О.В., Егорова А.В. Компьютерная аккомодография // Аккомодация: Руководство для врачей. М., 2012. С. 63-66.
16. Мачехин В.А. Ультразвуковые биометрические исследования у больных глаукомой: дис. ... д-ра мед. наук. М., 1974. 247 с.
17. Лялин А.Н., Жаров В.В. Офтальмомиотренажер – релаксатор «Визотроник» в лечении приобретенной близорукости глаз // Глаз. 2010. № 1. С. 37-38.
18. Бржеский В.В., Воронцова Т.Н., Ефимова Е.Л., Прусинская С.М. Эффективность препарата ирифрин 10 % в лечении детей с привычно-избыточным напряжением аккомодации // Клиническая офтальмология. 2008. Т. 9. № 3. С. 90-93.
19. Волкова Е.М., Страхов В.В. Применение ирифрина как стимулятора аккомодации для дали // Клиническая офтальмология. 2005. Т. 6. № 2. С. 86-90.
20. Егорова А.В., Мыкольников Е.С. Препарат ирифрин 2,5 % в терапии компьютерного зрительного синдрома // Клиническая офтальмология. 2009. № 1. С. 30-32.
21. Жаров В.В., Егорова А.В., Конькова Л.В. Комплексное лечение аккомодационных нарушений при приобретенной миопии. Ижевск, 2008. 104 с.
22. Бржеский В.В., Воронцова Т.Н., Ефимова Е.Л., Прусинская С.М. Эффективность препарата ирифрин 10 % в лечении детей с привычно-избыточным напряжением аккомодации // Клиническая офтальмология. 2008. Т. 9. № 3. С. 90-93.

Поступила в редакцию 28 апреля 2016 г.

UDC 617.7

DOI: 10.20310/1810-0198-2016-21-4-1607-1612

ACCOMMODATION STATUS IN PRIMARY AND SECONDARY SCHOOL CHILDREN WITH NORMAL VISUAL ACUITY

© V.A. Lvov^{1,2}, V.A. Machekhin^{1,2}

¹) Academician S.N. Fyodorov FSBI IRTC "Eye Microsurgery", Tambov branch of Ministry of Health of Russia
1 Rasskazovskoe shosse, Tambov, Russian Federation, 392000
E-mail: naukatmb@mail.ru

²) Tambov State University named after G.R. Derzhavin
33 Internatsionaljnaya St., Tambov, Russian Federation, 392000
E-mail: naukatmb@mail.ru

Purpose: to analyze the accommodative function of the eyes in school children with normal visual acuity in terms of creating the artificial tension when working at close distance and subsequent relaxation.

Material and methods: we examined 23 school children (12 boys and 11 girls) aged 7 to 14 years old, who underwent the examination of relative accommodation reserve and function of the ciliary muscle using Speedy-K instrument (Japan).

Results: we revealed only 7 of 46 eyes which had normal accommodogram but in 39 eyes there were a marked number of high frequency microfluctuations of the ciliary body fibers the number of which increased after loading and returned to its initial state after relaxation.

Conclusion: different methods of ciliary muscle relaxation should be used constantly and regularly since first days at school.

Key words: accommodation; accommodography; coefficient of accommodative response; microfluctuations of the ciliary body fibers

REFERENCES

1. Dashevskiy A.I. *Lozhnaya blizorukost'*. Moscow, Meditsina Publ., 1973. 152 p.
2. Avetisov E.S. *Blizorukost'*. Moscow, Meditsina Publ., 1999. 288 p.
3. Ananin V.F. *Akkomodatsiya i blizorukost'*. Moscow, Biomedfarm Publ., 1992. 223 p.
4. Volkov V.V. O veroyatnykh mekhanizmax miopizatsii glaza v shkol'nye gody. *Oftalmologicheskii Zhurnal – Journal of Ophthalmology*, 1988, no. 3, pp. 129-132.
5. Onufriyuchuk O.N., Rozenblyum Yu.Z. Zakonomernosti refraktogeneza i kriterii prognozirovaniya shkol'noy miopii. *Vestnik oftal'mologii*, 2007, no. 1, pp. 22-24.
6. Katargina L.A., Tarutta E.P. Mediko-sotsial'noe znachenie narusheniy akkomodatsii. *Akkomodatsiya: Rukovodstvo dlya vrachey*. Moscow, 2012, pp. 9-11.
7. Somov E.E. *Vvedenie v klinicheskuyu oftal'mologiyu*. St. Petersburg, Leningrad Pediatric Medical Institute Publ., 1993. 198 p.
8. Iomdina E.N., Poloz M.V. Biomekhanicheskaya model' glaza cheloveka kak osnova dlya izucheniya ego akkomodatsionnoy sposobnosti. *Rossiyskiy zhurnal biomekhaniki – Russian Journal of Biomechanics*, 2010, vol. 14, no. 3, pp. 7-18.
9. Lantsevich A.V. O veroyatnom mekhanizme tonicheskogo pokoya akkomodatsii. *Trudy "Biomekhanika glaza"*. Moscow, 2007, pp. 38-42.
10. Tarutta E.P., Tarasova N.A. Sostoyanie privychnogo tonusa i tonusa pokoya akkomodatsii u detey i podrostkov na fone apparatnogo lecheniya blizorukosti. *Rossiyskiy oftal'mologicheskii zhurnal – Russian Ophthalmological Journal*, 2012, no. 2, pp. 59-62.
11. Shapovalov S.L., Milyavskaya T.I., Ignat'ev S.A. *Akkomodatsiya glaza i ee narusheniya*. Moscow, Mezhdunarodnaya intellektual'naya kniga Publ., 2011. 184 p.
12. Proskurina O.V., Golubev S.Yu., Markova E.Yu. Issledovanie akkomodatsii, vozrastnye normy. *Akkomodatsiya: Rukovodstvo dlya vrachey*. Moscow, 2012, pp. 40-49.
13. Zharov V.V., Nikishin R.A., Egorova A.V. i dr. Klinicheskaya otsenka sostoyaniya akkomodatsii s pomoshch'yu metoda komp'yuternoy akkomodografii. *Eroshevskie chteniya*. Samara, 2007, pp. 437-440.
14. Tarutta E.P. Ob'ektivnye metody issledovaniy akkomodatsii. *Akkomodatsiya: Rukovodstvo dlya vrachey*. Moscow, 2012, pp. 51-62.
15. Zhukova O.V., Egorova A.V. Komp'yuternaya akkomodografiya. *Akkomodatsiya: Rukovodstvo dlya vrachey*. Moscow, 2012, pp. 63-66.
16. Machekhin V.A. *Ul'trazvukovye biometricheskie issledovaniya u bol'nykh glaukomoy*. Dissertatsiya ... doktora meditsinskikh nauk. Moscow, 1974. 247 p.
17. Lyalin A.N., Zharov V.V. Oftal'momiotrenazher – relaksator «Vizotronic» v lechenii priobretennoy blizorukosti glaz. *Glaz*, 2010, no. 1, pp. 37-38.
18. Brzheskiy V.V., Vorontsova T.N., Efimova E.L., Prusinskaya S.M. Effektivnost' preparata irifrin 10 % v lechenii detey s privychno-izbytochnym napryazheniem akkomodatsii. *Russkiy meditsinskiy zhurnal. Klinicheskaya oftal'mologiya – Russian Medical Journal. Clinical Ophthalmology*, 2008, vol. 9, no. 3, pp. 90-93.
19. Volkova E.M., Strakhov V.V. Primenenie irifrina kak stimulyatora akkomodatsii dlya dali. *Russkiy meditsinskiy zhurnal. Klinicheskaya oftal'mologiya – Russian Medical Journal. Clinical Ophthalmology*, 2005, vol. 6, no. 2, pp. 86-90.
20. Egorova A.V., Mykol'nikova E.S. Preparat irifrin 2,5 % v terapii komp'yuternogo zritel'nogo sindroma. *Russkiy meditsinskiy zhurnal. Klinicheskaya oftal'mologiya – Russian Medical Journal. Clinical Ophthalmology*, 2009, no. 1, pp. 30-32.
21. Zharov V.V., Egorova A.V., Kon'kova L.V. *Kompleksnoe lechenie akkomodatsionnykh narusheniy pri priobretennoy miopii*. Izhevsk, 2008. 104 p.
22. Brzheskiy V.V., Vorontsova T.N., Efimova E.L., Prusinskaya S.M. Effektivnost' preparata irifrin 10 % v lechenii detey s privychno-izbytochnym napryazheniem akkomodatsii. *Russkiy meditsinskiy zhurnal. Klinicheskaya oftal'mologiya – Russian Medical Journal. Clinical Ophthalmology*, 2008, vol. 9, no. 3, pp. 90-93.

Received 28 April 2016

Львов Владимир Андреевич, Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация, ординатор по специальности «Офтальмология» медицинского института, e-mail: naukatmb@mail.ru

Lvov Vladimir Andreevich, Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Tambov, Russian Federation, Attending Physician of Ophthalmologic Speciality of Medical Institute, e-mail: naukatmb@mail.ru

Мачехин Владимир Александрович, Тамбовский филиал МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова, г. Тамбов, Российская Федерация, главный научный консультант; Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация, доктор медицинских наук, профессор кафедры глазных и нервных болезней, e-mail: naukatmb@mail.ru

Machekhin Vladimir Aleksandrovich, Academician S.N. Fyodorov FSAI IRTC "Eye Microsurgery" Tambov branch, Tambov, Russian Federation, Main Scientific Consultant; Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Tambov, Russian Federation, Doctor of Medicine, Professor of Eye and Nervous Diseases Department, e-mail: naukatmb@mail.ru