



<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-1-61-67>

# Объективная оценка параметров и устойчивости аккомодации на фоне оптической и оптико-фармакологической терапии прогрессирующей миопии у детей

Е.П. Тарутта<sup>1</sup>, С.Э. Кондратова<sup>2</sup>✉

<sup>1</sup> ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрязская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

<sup>2</sup> НИИ педиатрии и охраны здоровья детей РНЦХ им. Б.В. Петровского, ул. Фотиевой, д. 10, стр. 1, Москва, 119333, Россия

**Цель работы** — сравнительная оценка воздействия изолированной оптической (ОТ) и комбинированной оптико-фармакологической (ОФТ) терапии пациентов с миопией на различные параметры аккомодации и ее устойчивость. **Материал и методы.** Объективные параметры и устойчивость аккомодации на фоне ОТ и ОФТ определяли у 31 пациента в возрасте 8–13 лет с приобретенной миопией от  $-0,87$  до  $-5,75$  (в среднем  $-2,96 \pm 1,60$ ) дптр. Пациенты группы ОФТ использовали очковые линзы HAL (Stellest™) в сочетании с инстилляциями раствора мидримакса (фенилэфрин 5,0% + тропикамид 0,8%). Пациенты группы ОТ получали изолированную оптическую терапию. Динамическую компьютерную аккомодометрию проводили на аппарате WAM-5500 (Grand Seiko, Япония) с регистрацией динамического монокулярного ответа (динМАО) в течение 10 с с частотой регистрации не менее 6 Гц. Оценивали также частоту микрофлюктуаций (ЧМФ) аккомодационного ответа (АО), максимальный размах АО, характер тренда изолинии сигнала в период регистрации. На автоматическом рефрактометре Асоторек 2 К-2 (Righton) регистрировали величину АО и коэффициента микрофлюктуаций (КМФ). Дополнительно оценивали различия в подгруппах с различным уровнем устойчивости динМАО: восходящим, нисходящим и постоянным трендом МАО. **Результаты.** Постоянное ношение очков с линзами HAL с полной коррекцией миопии приводит к достоверному увеличению статического и максимального динамического АО. Самые низкие значения среднего динМАО ассоциируются с нисходящим трендом, что подтверждает специфичность критерия «тренд АО» в диагностике неустойчивости аккомодации. На фоне ОФТ отмечено повышение устойчивости аккомодации — тренд АО приобрел характер постоянного. В группе ОТ подобных благоприятных изменений не отмечено. Повышение величины АО на фоне ОТ и ОФТ сопровождалось повышением ЧМФ и размаха АО. **Заключение.** Комбинация ОТ с регулярными инстилляциями препарата Мидримакс повышает эффективность лечения нарушений аккомодации у детей с прогрессирующей миопией.

**Ключевые слова:** объективная аккомодометрия; динамический аккомодационный ответ; микрофлюктуации; устойчивость аккомодации; миопия; мидримакс; очки с линзами HAL

**Конфликт интересов:** отсутствует.

**Прозрачность финансовой деятельности:** авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

**Для цитирования:** Тарутта Е.П., Кондратова С.Э. Объективная оценка параметров и устойчивости аккомодации на фоне оптической и оптико-фармакологической терапии прогрессирующей миопии у детей. Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (1): 61-7. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-1-61-67>

# Objective assessment of the parameters and stability of accommodation after optical and opto-pharmacological therapy of progressive myopia in children

Elena P. Tarutta<sup>1</sup>, Svetlana E. Kondratova<sup>2</sup>✉

<sup>1</sup> Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia

<sup>2</sup> Research Institute of Pediatrics and Children's Health, Russian Scientific Center for Surgery named after B.V. Petrovsky, 10, Bldg. 1, Fotieva St., Moscow, 119333, Russia  
svetlana26.03@mail.ru

**Purpose of the work:** comparative evaluation of the effect of isolated optical (OT) and combined optical-pharmacological (OPT) therapy in patients with myopia on various accommodation parameters and its stability. **Material and methods.** Objective parameters and stability of accommodation after OT and OPT were determined in 31 patients aged 8–13 years with acquired myopia from  $-0.87$  to  $-5.75$  (on average  $-2.96 \pm 1.60$ ) D. Patients in the OPT group used HAL (Stellest™) spectacle lenses in combination with instillations of Mydrimax solution (Phenylephrine 5.0 % + Tropicamide 0.8 %). Patients in the OT group received isolated optical therapy. Dynamic computer accommodation was performed using a WAM-5500 (Grand Seiko, Japan) with recording of the dynamic monocular accommodation response (dyn MAR) for 10 sec with a recording frequency of at least 6 Hz. The frequency of microfluctuations (FMF) of the accommodative response (AR), the maximum AR range, and the character of the signal isoline trend during the recording period were also estimated. The AR value and the coefficient of microfluctuations (CMF) were recorded using an Acomoref 2 K-2 automatic ref-keratometer (Righton). Additionally, differences in subgroups with different levels of dyn MAR stability were estimated: downward, upward, and constant MAR trend. **Results.** Continuous wearing of glasses with HAL lenses with full myopia correction leads to a reliable increase in the static and maximum dyn MAR. The lowest values of the average dynamic MAR are associated with a downward trend, which confirms the specificity of the “AO trend” criterion in diagnosing accommodation instability. Due to OPT, an increase in accommodation stability was noted — the AO trend acquired a constant character. In the OT group, such favorable changes were not noted. An increase in the AO value due OT and OPT was accompanied by an increase in the FMF and AO range. **Conclusion.** The combination of OT with regular instillations of the Midrimax increases the effectiveness of treatment of accommodation disorders in children with progressive myopia.

**Keywords:** objective accommodation; dynamic accommodation response; microfluctuations; accommodation stability; myopia; Midrimax; glasses with HAL lenses

**Conflict of interests:** there is no conflict of interests.

**Financial disclosure:** no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

**For citation:** Tarutta E.P., Kondratova S.E. Objective assessment of the parameters and stability of accommodation after optical and opto-pharmacological therapy of progressive myopia in children. Russian ophthalmological journal. 2025; 18 (1): 61–7 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-1-61-67>

В последнее десятилетие появилось много методов оптического воздействия на механизмы рефрактогенеза с позиции теории периферического дефокуса: ортокератология, мультифокальные контактные линзы, очковые линзы с прогрессивным, перифокальным и мультисегментным дизайном. Эффективность оптических технологий в торможении прогрессирования миопии за счет замедления аксиального роста глаза подтверждена многочисленными исследованиями [1–4].

Линзы с дизайном HAL (Highly Aspherical Lenslets), содержащие кольца высокоасферических микролинз, нашли широкое применение в терапии прогрессирующей миопии. Однако их влияние на аккомодацию остается малоизученным. В недавно проведенном исследовании Y. Huang и соавт. [5] пришли к выводу, что очки с высокоасферическими микролинзами не оказывают существенного влияния на аккомодацию, за исключением того, что приводят к повышению аккомодационных микрофлюктуаций (АМФ) и снижению величины отставания аккомодационного ответа (АО) по сравнению с монофокальными линзами.

Этот факт авторы объясняют отсутствием или неполной коррекцией миопии у испытуемых до начала лечения. Другие авторы отмечают снижение результативности изолированной оптической терапии (ОТ) в периоды дистанционного обучения в 2019–2021 гг. из-за COVID-19, подчеркивая при этом несомненную взаимосвязь между временем, проведенным за цифровым экраном, и близорукостью у детей [6].

Дистанционные технологии в сфере обучения вошли в нашу жизнь всерьез и надолго (приоритетный проект образования «Цифровая школа»). В этой связи фокус внимания исследователей направлен на контроль и улучшение динамических показателей аккомодации, ее устойчивости к зрительным нагрузкам. Это подтверждает необходимость изучения и внедрения комплексного подхода, с учетом аккомодационных нарушений у детей, которые могут появляться в периоды повышенных зрительных нагрузок даже на фоне ношения очков.

В федеральных клинических рекомендациях «Миопия» [7] также указывается на необходимость комплексного

лечения близорукости с обязательным контролем и коррекцией состояния аккомодации, как одного из ключевых патогенетических факторов [8].

В качестве медикаментозной терапии при прогрессирующей близорукости рекомендовано использовать средства, влияющие на аккомодацию. Терапия комбинированным препаратом Мидримакс (Фенилэфрин 5,0 % + Тропикамид 0,8 %), согласно многим сообщениям, оказывает положительное воздействие на показатели аккомодации: уменьшает выраженность напряжения аккомодации, увеличивает объем абсолютной аккомодации, повышает зрительную работоспособность [9–12].

Важнейшим показателем аккомодационной способности является константность оптических установок глаза, т. е. устойчивость аккомодации. Устойчивость аккомодации — это способность сохранять на постоянном уровне затраты аккомодации. Если фокусная установка во время работы постоянно изменяется, то зрительная работоспособность будет пониженной [13].

Объективные методы исследования аккомодации основаны на регистрации изменений динамической рефракции в ответ на изменение аккомодационной задачи. Последнее может осуществляться с помощью перемещения объекта фиксации в пространстве (реальном или виртуальном) или с помощью приставления к глазу линз различной силы и знака. При этом регистрируется изменение динамической рефракции глаза (АО), и результат сравнивается с аккомодационной задачей (в дптр).

Для объективной оценки сигналов аккомодации в настоящее время наиболее часто используется компьютерная аккомодография на аппаратах типа Auto Refract-Keratometer ACOMOREF Righton Speedy-K ver. MF-1 или 2-K [14] и аккомодометрия на бинокулярных авторефрактометрах открытого поля типа WAM-5500 (Grand Seiko, Япония). В первом случае пошагово регистрируется аккомодационный ответ на приближающийся из бесконечности на расстояние, соответствующее 3,0 или 5,0 дптр от глаза, виртуальный объект. При этом также регистрируются микрофлюктуации аккомодации, а именно их высокочастотный компонент (ВЧК). Аккомодограф осуществляет частотный анализ АМФ методом трансформации Фурье и определяет интенсивность ВЧК в децибелах.

Во втором случае исследование осуществляется в реальном времени и пространстве благодаря конструктивной опции «открытого поля». Объект предьявляется корригированному глазу на выбранном расстоянии от 20 см (5,0 дптр) до 50 см (2,0 дптр), чаще всего — на рабочем расстоянии 33 см. При удержании фиксируемого объекта в течение отрезка времени до 60 с прибор в автоматическом режиме производит порядка 360 измерений (т. е. с частотой 6 замеров в секунду, или 6 Гц) динамической рефракции эметропизированного глаза. Это и есть АО, а точнее, учитывая частые повторные измерения в течение некоего промежутка времени, — динамический АО.

Нами ранее был разработан способ объективной многофакторной оценки параметров аккомодации, включая ее устойчивость и микрофлюктуации, в реальном времени и пространстве. Предложены новые параметры для оценки устойчивости аккомодации. Это ее так называемый тренд, т. е. разница величин конечного и начального объективного монокулярного АО (МАО) в ходе динамического исследования. Тренд может быть постоянным (нет разницы), восходящим (конечный МАО выше начального) или убывающим. Оценивается также показатель «разброс МАО» — по разнице его минимальной и максимальной величин в ходе исследо-

вания. Принципиально новым для данного прибора явился показатель частоты аккомодационных микрофлюктуаций (ЧМФ), впервые разработанный с помощью математического анализа записей динамического АО. В отличие от АМФ и ВЧК на приборе АCOMOREF, ЧМФ по нашей методике отражает колебания (микрофлюктуации) АО в реальном времени и оцениваются в единицах частоты — герцах (Гц), а не в децибелах (Дб). В результате проведенных исследований были выделены объективные диагностические критерии неустойчивости аккомодации: это различные сочетания убывающего тренда более 0,35 дптр, ЧМФ более 1,4 в секунду, максимального размаха сигнала более 1,2 дптр при обязательном присутствии первого [15, 16].

**ЦЕЛЬЮ** данной работы явилась сравнительная оценка воздействия изолированной ОТ и комбинированной оптико-фармакологической терапии (ОФТ) пациентов с миопией на различные параметры аккомодации и ее устойчивости.

Оценивали изменения величины АО, характера его тренда и микрофлюктуаций как в реальном, так и виртуальном пространстве.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведена динамическая компьютерная аккомодометрия на аппарате WAM-5500 (Grand Seiko, Япония) с регистрацией динамического монокулярного ответа (динМАО) на промежуток времени 10 с с частотой регистрации не менее 6 Гц. Одновременно оценивались количественные показатели ЧМФ АО в секунду, максимального размаха сигнала (разницы максимальной и минимальной величин АО), тренда изолинии сигнала и характера его изменения на промежутке времени регистрации. При наклоне менее 0,1 дптр тренд оценивали как постоянный, при повышении АО более чем на 0,1 дптр — линейно возрастающий (восходящий), при соответствующем снижении — линейно убывающий (нисходящий). Отличием данного метода является регистрация сигналов аккомодации в реальном времени и пространстве, оценка ЧМФ в Гц и без разделения на ВЧК и НЧК (низкочастотный компонент) [15]. Оценивали динамические (средний, минимальный и максимальный) и статический МАО, максимальный размах, ЧМФ и тренд изменений АО.

У тех же пациентов на автоматическом рефрактометре Acomoref 2 K-2 (Righton) в монокулярных условиях в непрерывном режиме регистрировали динамическую рефракцию, меняющуюся при наблюдении за приближающимся из бесконечности на расстояние 28,6 см от глаза (3,5 дптр) виртуальным объектом с шагом 0,5 дптр; после вычета из нее степени миопии получали величину АО в диоптриях. Определяли также величину коэффициента микрофлюктуаций (КМФ) по В.В. Жарову [17].

Исследования проведены на 62 глазах у 31 пациента в возрасте 8–13 лет с приобретенной миопией от  $-0,87$  до  $-5,75$  (в среднем  $-2,96 \pm 1,60$ ) дптр. Пациенты были разделены на две группы. Пациенты 1-й группы — 11 детей (22 глаза) в возрасте от 8 до 13 лет (в среднем 10,60  $\pm$  1,04 года) с миопией слабой и средней степени (в среднем 2,81  $\pm$  1,71 дптр) получали комбинированную ОФТ: линзы HAL в сочетании с инстилляциями мидриакса (фенилэфрин 5,0 % + тропикамид 0,8 %). Пациенты 2-й группы — 20 детей (40 глаз) в возрасте от 8 до 11 лет (в среднем 10,00  $\pm$  1,89 года) с миопией слабой и средней степени (в среднем 2,95  $\pm$  1,17 дптр) получали ОТ с помощью очковых линз HAL. Дополнительно оценивали различия в подгруппах с различным уровнем устойчивости динамического АО: восходящим, нисходящим и постоянным трендом МАО [15, 16].

*Статистическая обработка.* Для анализа различий показателей в группах до и после лечения применялся критерий Стьюдента (для зависимых и независимых переменных).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты, представленные в таблице 1, показывают достоверное увеличение значения среднего динМАО после лечения в группе ОФТ ( $2,03 \pm 0,29$  дптр по сравнению с исходным  $1,52 \pm 0,60$ ,  $p < 0,05$ ), при этом в группе ОТ достоверных различий не выявлено ( $p > 0,05$ ). Максимальный динМАО достоверно увеличился в обеих группах (до  $2,56 \pm 0,44$  дптр в 1-й и до  $2,60 \pm 0,43$  дптр во 2-й). Достоверно увеличился после лечения у всех пациентов статический МАО, достигнув значений  $2,14 \pm 0,29$  в 1-й и  $2,18 \pm 0,4$  во 2-й группе.

ЧМФ в обеих группах стал достоверно выше (с  $10,81 \pm 4,04$  до  $16,86 \pm 2,76$  Гц в 1-й группе и с  $13,02 \pm 4,37$  до  $15,37 \pm 5,16$  во 2-й), при этом в 1-й группе динамика оказалась несколько выше, чем во 2-й. Так, в группе ОФТ прибавка ЧМФ составила 6,01 Гц, а на фоне ОТ только 2,35 Гц, т. е. вдвое меньше ( $p < 0,05$ ). В отличие от хорошо изученного показателя КМФ, получаемого в виртуальных условиях на аппаратах типа АСОМОНЕF Righton Speedy-K, измеряемого в герцах и свидетельствующего, по устоявшемуся мнению, о степени напряжения цилиарной мышцы в процессе аккомодации, показатель ЧМФ, определяемый в реальном времени и пространстве и показывающий частотные характеристики микрофлюктуаций, до настоящего времени не изучался. По аналогии с КМФ его увеличение должно свидетельствовать о повышенном напряжении аккомодации и являться неблагоприятным фактором. Однако результатом этого напряжения стало повышение величины АО, т. е. работоспособности цилиарной мышцы. Возможно, ЧМФ нужно рассматривать как механизм, за счет которого мобилизуются

резервные возможности аппарата аккомодации. Согласуется с таким предположением и динамика следующего показателя — размаха МАО.

Размах колебаний АО в обеих группах стал достоверно выше. Это повышение оказалось более выраженным в группе комбинированной терапии (на  $0,93 \pm 0,54$  дптр), чем во 2-й (на  $0,39 \pm 0,69$  дптр,  $p < 0,05$ ). Как видно из таблицы 1, увеличение размаха МАО произошло за счет повышения максимального АО, что также следует признать благоприятным фактором.

Тренд в группе 1 не изменился, оставаясь постоянным ( $-0,01 \pm 0,46$  дптр). В группе ОТ убывающий тренд увеличился с  $-0,11$  до  $-0,31 \pm 0,59$  дптр ( $p < 0,001$ ), что означает падение величины АО к концу исследования, т. е. снижение устойчивости аккомодации.

Достоверно ниже стал КМФ в 1-й группе (с  $60,87 \pm 3,24$  до  $57,54 \pm 3,41$  Дб), во 2-й он не изменился (разница показателей в группах после лечения достоверна,  $p < 0,05$ ). Повышенный уровень КМФ рассматривается многими авторами как признак перенапряжения цилиарной мышцы. В частности, при компьютерном зрительном синдроме, технострессе, спазме аккомодации этот показатель всегда повышен. Таким образом, его снижение следует считать благоприятным сдвигом, свидетельствующим о некоей нормализации работы аппарата аккомодации.

Как видно из таблицы 1, до лечения в обеих группах тренд (означающий устойчивость АО), в среднем был постоянным. Однако имелись большие индивидуальные различия — у части пациентов в обеих группах наблюдался не только постоянный, но также убывающий и восходящий тренд. Мы разделили пациентов внутри каждой группы по характеру тренда и провели анализ динамики описанных параметров аккомодации на фоне лечения (табл. 2, 3).

**Таблица 1.** Изменение параметров аккомодации на фоне оптического и оптико-фармакологического лечения ( $M \pm \sigma$ )  
**Table 1.** Accommodation parameters dynamics during optical and opto-pharmacological treatment ( $M \pm \sigma$ )

Показатели Parameters	Группа (ОФТ) 1 n = 22		Группа (ОТ) 2 n = 40	
	до лечения before treatment	после лечения after treatment	до лечения before treatment	после лечения after treatment
Частота МФ, Гц MF frequency, Hz	$10,81 \pm 4,04^*$	$16,86 \pm 2,76^*$	$13,02 \pm 4,37$	$15,37 \pm 5,16$
Тренд, дптр Trend, D	$-0,05 \pm 0,66^*$	$-0,01 \pm 0,46^{*\Delta}$	$-0,11 \pm 0,56^*$	$-0,31 \pm 0,59^{*\Delta}$
Размах МАО, дптр MAR's spread, D	$1,02 \pm 0,45^*$	$1,95 \pm 0,33^{*\Delta}$	$1,03 \pm 0,41^*$	$1,43 \pm 0,51^{*\Delta}$
Динамический МАО сред., дптр Dynamic MAR average, D	$1,52 \pm 0,60^*$	$2,03 \pm 0,29^*$	$1,75 \pm 0,45$	$1,87 \pm 0,49$
Динамический МАО макс., дптр Dynamic MAR max, D	$2,11 \pm 0,66^*$	$2,56 \pm 0,44^*$	$2,26 \pm 0,45^*$	$2,60 \pm 0,43^*$
Динамический МАО мин., дптр Dynamic MAR min, D	$1,16 \pm 0,71$	$1,32 \pm 0,54$	$1,27 \pm 0,52$	$1,24 \pm 0,50$
Статический МАО, дптр Static MAR, D	$1,77 \pm 0,53^*$	$2,14 \pm 0,29^*$	$1,96 \pm 0,44^*$	$2,18 \pm 0,40^*$
КМФ Righton K2, Дб CMF Righton K2, db	$60,87 \pm 3,24^*$	$57,54 \pm 3,12^{*\Delta}$	$61,44 \pm 3,12$	$61,13 \pm 3,42^{*\Delta}$
АО Righton K2, дптр AR Righton K2, D	$0,76 \pm 0,54$	$0,56 \pm 0,31$	$0,32 \pm 0,44$	$0,49 \pm 0,33$

**Примечание.** \* —  $p < 0,05$  между показателями до и после лечения внутри групп,  $\Delta$  —  $p < 0,05$  между результатами в 1-й и 2-й группах. n — количество глаз.

**Note.** \* —  $p < 0,05$  between pre- and post-treatment values within groups,  $\Delta$  —  $p < 0,05$  between results in groups 1 and 2, MAR — monocular accommodative response, CMF — coefficient of micro fluctuations, AR — accommodation response. n — number of eyes.

**Таблица 2.** Группа 1. Оптико-фармакологическая терапия: изменение параметров аккомодации после лечения в зависимости от исходного характера тренда ( $M \pm \sigma$ )

**Table 2.** Group 1. Optopharmacological therapy: changes in accommodation parameters after treatment depending on the initial trend character ( $M \pm \sigma$ )

Показатели Parameters	Нисходящий тренд Downward trend n = 9		Восходящий тренд Upward trend n = 7		Постоянный тренд Constant trend n = 6	
	до лечения before treatment	после лечения after treatment	до лечения before treatment	после лечения after treatment	до лечения before treatment	после лечения after treatment
Частота МФ, Гц MF frequency, Hz	10,44 ± 5,63*	17,44 ± 3,81*	11,00 ± 3,26*	16,28 ± 2,05*	11,16 ± 2,13	16,66 ± 1,63
Тренд, дптр Trend, D	-0,66 ± 0,50*	-0,13 ± 0,49*	0,60 ± 0,38*	-0,02 ± 0,49*	0,08 ± 0,02	0,18 ± 0,39
Размах MAO, дптр MAR range, D	1,04 ± 0,51*	1,84 ± 0,38*	1,27 ± 0,42*	1,97 ± 0,32*	0,71 ± 0,17*	2,11 ± 0,24*
ДинMAO, дптр Dynamic MAR, D	1,08 ± 0,52* <sup>Δ</sup>	2,01 ± 0,27*	1,84 ± 0,59 <sup>Δ</sup>	2,01 ± 0,41	1,81 ± 0,33	2,09 ± 0,21
ДинMAO макс., дптр Dynamic MAR max, D	1,63 ± 0,57*	2,42 ± 0,44*	2,34 ± 0,57	2,78 ± 0,47	2,55 ± 0,43	2,52 ± 0,36
ДинMAO мин., дптр Dynamic MAR min, D	0,6 ± 0,49*	1,28 ± 0,65*	1,34 ± 0,67	1,18 ± 0,51	1,78 ± 0,34	1,53 ± 0,39
Статический MAO, дптр Static MAR, D	1,69 ± 0,66	2,09 ± 0,35	1,83 ± 0,44	2,07 ± 0,27	1,81 ± 0,47	2,29 ± 0,16
КМФ Righton K2, Дб CMF Righton K2, db	61,47 ± 4,19	57,76 ± 2,05	61,77 ± 1,87	59,20 ± 1,75	59,16 ± 2,59	56,09 ± 4,07
АО Righton K2, дптр AR Righton K2, D	0,37 ± 0,14	0,51 ± 0,27	0,90 ± 0,33	0,73 ± 0,30	1,10 ± 0,83	0,57 ± 0,40

**Примечание.** \* —  $p < 0,05$  между показателями до и после внутри групп, <sup>Δ</sup> —  $p < 0,05$  между исходными показателями в подгруппах с нисходящим и восходящим трендом. n — количество глаз.

**Note.** \* —  $p < 0.05$  between pre- and post-test values within groups, <sup>Δ</sup> —  $p < 0.05$  between baseline values in the subgroups with a downward and upward trend. MAR — monocular accommodative response, CMF — coefficient of micro fluctuations, AR — accommodative response. n — number of eyes.

**Таблица 3.** Группа 2. Оптическая терапия: изменение параметров аккомодации после лечения в зависимости от исходного характера тренда ( $M \pm \sigma$ )

**Table 3.** Group 2. Optical therapy: change of accommodation parameters after treatment depending on the initial nature of the trend ( $M \pm \sigma$ )

Показатели Parameters	Нисходящий тренд Downward trend n = 20		Восходящий тренд Upward trend n = 11		Постоянный тренд Constant trend n = 9	
	до лечения before treatment	после лечения after treatment	до лечения before treatment	после лечения after treatment	до лечения before treatment	после лечения after treatment
Частота МФ, Гц MF frequency, Hz	12,90 ± 4,88	16,40 ± 5,19	12,54 ± 4,61	14,81 ± 5,09	13,88 ± 2,97	13,77 ± 5,23
Тренд, дптр Trend, D	-0,54 ± 0,36	-0,33 ± 0,65	0,55 ± 0,33*	-0,15 ± 0,48*	0,02 ± 0,06*	-0,46 ± 0,57*
Размах MAO, дптр MAR range, D	1,13 ± 0,45	1,37 ± 0,57	1,04 ± 0,39*	1,58 ± 0,36*	0,81 ± 0,24*	1,35 ± 0,57*
ДинMAO, дптр Dynamic MAR, D	1,79 ± 0,39	1,92 ± 0,41	1,69 ± 0,56	1,79 ± 0,57	1,75 ± 0,47	1,86 ± 0,6
ДинMAO макс., дптр Dynamic MAR, max, D	2,28 ± 0,41*	2,58 ± 0,46*	2,20 ± 0,54*	2,60 ± 0,42*	2,27 ± 0,48*	2,66 ± 0,42*
ДинMAO мин., дптр Dynamic MAR, min, D	1,27 ± 0,43	1,24 ± 0,5	1,31 ± 0,65	1,15 ± 0,49	1,25 ± 0,58	1,33 ± 0,56
Статический MAO, дптр Static MAR, D	1,96 ± 0,36*	2,28 ± 0,49*	2,07 ± 0,38	2,05 ± 0,29	1,81 ± 0,64	2,15 ± 0,22
КМФ Righton K2, Дб CMF Righton K2, db	61,24 ± 3,6	60,82 ± 3,81	60,15 ± 3,56	60,24 ± 2,35	61,47 ± 4,79	62,63 ± 2,77
АО Righton K2, дптр AR Righton K2, D	0,30 ± 0,19	0,49 ± 0,32	0,30 ± 0,14	0,44 ± 0,34	0,32 ± 0,16	0,55 ± 0,37

**Примечание.** \* —  $p < 0,05$  между показателями до и после внутри групп. n — количество глаз.

**Note.** \* —  $p < 0.05$  between pre- and post-test values within groups. MAR — monocular accommodative response, CMF — coefficient of micro fluctuations, AR — accommodative response. n — number of eyes.

Как показано в таблице 2, ЧМФ на фоне ОФТ стала выше при исходно нисходящем и возрастающем тренде; при постоянном тренде отмечена лишь недостоверная тенденция к повышению ЧМФ на  $0,11 \pm 2,73$  Гц.

Уровень тренда стал более постоянным в подгруппах с неустойчивой аккомодацией. Из резко убывающего ( $-0,66 \pm 0,50$  дптр) он стал практически постоянным ( $-0,13 \pm 0,49$  дптр); резко возрастающий ( $0,60 \pm 0,38$  дптр) также перешел в постоянный ( $-0,02 \pm 0,49$  дптр). В подгруппе исходно постоянного тренда достоверных изменений не отмечено. Необходимо подчеркнуть, что во всех трех подгруппах после лечения уровень тренда не выходит за рамки установленных значений, характеризующих устойчивую аккомодацию. Это значение, определенное нами ранее [16], составляет  $-0,3$  дптр. Данный факт является ценной информацией при оценке эффективности фармакологической коррекции аккомодационных нарушений.

Размах МАО увеличился во всех подгруппах: на  $0,79 \pm 0,60$  дптр;  $0,70 \pm 0,45$  и  $1,39 \pm 0,27$  дптр при нисходящем, восходящем и постоянном тренде соответственно (табл. 2).

Средний динМАО исходно был самым низким в подгруппе нисходящего тренда, что еще раз доказывает диагностическую информативность предложенного нами ранее показателя «тренд АО». После лечения именно в этой подгруппе динМАО увеличился в 2 раза ( $p < 0,05$ ), в остальных подгруппах это увеличение имело характер тенденции. В итоге во всех трех подгруппах после лечения величина МАО превысила  $2,0$  дптр, что почти соответствует норме для расстояния  $33$  см ( $-2,5 \pm 0,5$  дптр). То же касается и максимального, и минимального МАО — они также достоверно увеличились в подгруппе с исходно нисходящим трендом.

КМФ во всех подгруппах имел тенденцию к снижению ( $p > 0,05$ ). Виртуальный АО на Righton K2 не изменился.

В группе, получающей ОТ (табл. 3), достоверных изменений ЧМФ не обнаружено. Нисходящий тренд имел тенденцию к нормализации (от  $-0,54 \pm 0,36$  до  $-0,33 \pm 0,65$  дптр,  $p > 0,05$ ), и его итоговое значение практически достигло уровня устойчивой аккомодации ( $-0,3$  дптр). В подгруппах, где исходно имелся благоприятный — восходящий или постоянный — характер тренда, на фоне изолированной ОТ тренд показал отрицательную динамику, причем в подгруппе исходно восходящего его итоговое значение соответствовало критерию неустойчивости аккомодации ( $-0,46 \pm 0,57$  дптр).

Средний динМАО не изменился. Улучшение показателей динМАО выявлено только при максимальных значениях, причем одновременно во всех 3 подгруппах ( $2,58 \pm 0,46$ ;  $2,60 \pm 0,42$ ;  $2,66 \pm 0,42$  дптр). Эта динамика совпадает и с увеличением размаха в аналогичных группах ( $1,37 \pm 0,57$ ;  $1,58 \pm 0,36$ ;  $1,35 \pm 0,57$  дптр), что, возможно, предполагает довольно успешные попытки МАО к сохранению высокого ответа на динамическую нагрузку. Согласуется с этим предположением и повышение МАО в подгруппе нисходящего тренда до почти нормальных значений ( $-2,28 \pm 0,49$  дптр). Эти данные переключаются с нашими предыдущими результатами, показавшими повышение МАО на фоне ношения очков с линзами HAL [18].

КМФ и КАО не показали значительных изменений на фоне ОТ, при этом и отрицательной динамики не наблюдалось.

## ВЫВОДЫ

1. Постоянное ношение очков с линзами HAL с полной коррекцией миопии приводит к достоверному увеличению статического и максимального динамического АО.

2. Комбинация ОТ с регулярными инстилляциями препарата Мидримакс (Фенилэфрин  $5,0\%$  + Тропикамид  $0,8\%$ ) повышает эффективность лечения нарушений аккомодации у детей с прогрессирующей миопией. Так, достоверно повышается не только статический, но и динМАО.

3. Самые низкие значения среднего динМАО ассоциируются с нисходящим трендом, что еще раз доказывает информативность предложенного нами ранее показателя «тренд АО» в диагностике неустойчивости аккомодации.

4. На фоне ОФТ отмечено повышение устойчивости аккомодации — тренд АО приобрел характер постоянного. В группе ОТ подобных благоприятных изменений не отмечено.

5. Повышение величины АО, т. е. работоспособности цилиарной мышцы, на фоне ОТ и ОФТ сопровождается повышением ЧМФ и размаха АО. Возможно, это нужно рассматривать как механизм, за счет которого мобилизуются резервные возможности аппарата аккомодации.

## Литература/References

- Logan NS, Bullimore MA. Optical interventions for myopia control. *Eye (Lond)*. 2023 Sep 22. doi: 10.1038/s41433-023-02723-5
- Smith EL 3rd. Optical treatment strategies to slow myopia progression: effects of the visual extent of the optical treatment zone. *Exp Eye Res*. 2013 Sep; 114: 77–88. doi: 10.1016/j.exer.2012.11.019
- Li X, Huang Y, Yin Z, et al. Myopia control efficacy of spectacle lenses with aspherical lenslets: Results of a 3-year follow-up study. *Am J Ophthalmol*. 2023 Sep; 253: 160–168. doi: 10.1016/j.ajo.2023.03.030
- Тарутта Е.П., Проскурина О.В., Маркосян Г.А. и др. Стратегически ориентированная концепция оптической профилактики возникновения и прогрессирования миопии. *Российский офтальмологический журнал*. 2020; 13 (4): 716. [Tarutta E.P., Proskurina O.V., Markossyan G.A., et al. A strategically oriented conception of optical prevention of myopia onset and progression. *Russian ophthalmological journal*. 2020; 13 (4): 7–16 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2020-13-4-7-16>
- Huang Y, Li X, Wang C, et al. Visual acuity, near phoria and accommodation in myopic children using spectacle lenses with aspherical lenslets: results from a randomized clinical trial. *Eye Vis (Lond)*. 2022 Sep 1; 9 (1): 33. doi: 10.1186/s40662-022-00304-3
- Klaver CCW, Polling JR, Enthoven CA. 2020 as the year of quarantine myopia. *JAMA Ophthalmol*. 2021; 139 (3): 300–1. doi:10.1001/jamaophthalmol.2020.6231
- Федеральные клинические рекомендации «Миопия». Утверждены Министерством здравоохранения России. 2020. [Federal clinical guidelines Myopia. Approved by the Russian Ministry of Health (In Russ.)]. [http://avo-portal.ru/documents/flkr/ФКР\\_миопия\\_дети\\_взрослые\\_2022.pdf](http://avo-portal.ru/documents/flkr/ФКР_миопия_дети_взрослые_2022.pdf)
- Аветисов Э.С. Близорукость. М.: Медицина; 1999. [Avetisov E.S. Myopia. Moscow: Meditsina; 1999 (In Russ.)]
- Воронцова Т.Н. Результаты медикаментозной терапии привычно-избыточного напряжения аккомодации у детей и студентов. *Российский офтальмологический журнал*. 2016; 9 (2): 18–21. [Vorontsova T.N. Results of medication therapy of habitually excessive tension of accommodation in children and higher-school students. *Russian ophthalmological journal*. 2016; 9 (2): 18–21 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2016-9-2-18-21>
- Жукова О.В., Абида М.М. Эффективность препарата Мидримакс® при лечении аккомодационной астении у взрослых лиц аккомодационно-активного возраста. *Эффективная фармакотерапия*. 2023; 19 (46): 20–3. [Zhukova O.V., Abida M.M. Efficiency of the drug Midrimax® in the treatment of accommodative asthenopia in adults of accommodatively active age. *Effective pharmacotherapy*. 2023; 19 (46): 20–3 (In Russ.)]
- Тарутта Е.П., Проскурина О.В., Тарасова Н.А. и др. Дизайн исследования и ближайшие результаты комбинированного оптико-фармакологического лечения прогрессирующей миопии у детей. *Российская педиатрическая офтальмология*. 2023; 18 (3): 155–61. [Tarutta E.P., Proskurina O.V., Tarasova N.A., et al. Study design and immediate results of combined optical-pharmacological treatment of progressive myopia in children. *Russian pediatric ophthalmology*. 2023; 18 (3): 155–61 (In Russ.)]. <https://ruspoj.com/1993-1859/article/view/516533>
- Махова М.В. Анализ лечебного воздействия препарата Мидримакс® на перенапряжение аккомодации у пациентов с ортокератологической коррекцией. *Российский офтальмологический журнал*. 2022; 15 (1): 25–31. [Makhova M.V. Analysis of the therapeutic effect of Midrimax® on accommodation overstrain in patients with orthokeratological correction. *Russian ophthalmological journal*. 2022; 15 (1): 25–31 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2022-15-1-25-31>

13. Шаповалов С.Л., Корнюшина Т.А. Аккомодационная способность глаза. В кн.: Аветисов Э.С., Кашенко Т.П., Шамшинова А.М., ред. Зрительные функции и их коррекция у детей. М.: Медицина, 2005: 93–119. [Shapovalov S.L., Korniyushina T.A. Accommodative ability of the eyes. In: Avetisov E.S., Kashchenko T.P., Shamshinova A.M., eds. Visual functions and their correction in children. Moscow: Meditsina; 2005: 93–119 (In Russ.).]
14. Auto Refract-Keratometer АСОМОНЕF 2 К-Model, User manual. [https://minopta.gr/wp-content/uploads/2024/04/acomoref2\\_e.pdf](https://minopta.gr/wp-content/uploads/2024/04/acomoref2_e.pdf)
15. Тарутта Е.П., Лужнов П.В., Тарасова Н.А. и др. Способ диагностики неустойчивости аккомодации. Патент № 2809454 11.12.2023. Бюлл. № 35. [Tarutta E.P., Luzhnov P.V., Tarasova N.A., et al. Method for diagnosing accommodation instability. Patent No. 2809454 12/11/2023. Bulletin No. 35 (In Russ.).]
16. Тарутта Е.П., Лужнов П.В., Тарасова Н.А. и др. Новый способ количественной оценки параметров аккомодации на основе объективной динамической аккомодометрии. *Российский офтальмологический журнал*. 2024; 17 (2): 38–46. [Tarutta E.P., Luzhnov P.V., Tarasova N.A., et al. A new method for quantifying accommodation parameters based on objective dynamic accommodometry. *Russian ophthalmological journal*. 2024; 17 (2): 38–46 (In Russ.).] <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2024-17-2-38-46>
17. Жаров В.В., Никишин Р.А., Егорова А.В. и др. Клиническая оценка состояния аккомодации с помощью метода компьютерной аккомодографии. В кн.: Ерошевские чтения. Самара, 2007: 437–40. [Zharov V.V., Nikishin R.A., Egorova A.V., et al. Clinical assessment of the state of accommodation using the method of computer accommodation. In: Eroshevskie chteniya. Samara, 2007: 437–40 (In Russ.).]
18. Тарутта Е.П., Проскурина О.В., Тарасова Н.А. и др. Ближайшие результаты применения очковых линз с встроенными кольцами высокоасферичных микролинз Stellest™ для контроля миопии. *Российский офтальмологический журнал*. 2022; 15 (4): 89–94. [Tarutta E.P., Proskurina O.V., Tarasova N.A., et al. Short-term results of wearing spectacle lenses with embedded rings of highly aspherical lenslets Stellest™ for myopia control. *Russian ophthalmological journal*. 2022; 15 (4): 89–94 (In Russ.).] <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2022-15-4-89-94>

**Вклад авторов в работу:** Е.П. Тарутта — концепция и дизайн исследования, анализ и интерпретация данных, сбор и анализ литературы, написание и редактирование рукописи; С.Э. Кондратова — проведение клинических исследований, сбор литературы, сбор данных и их статистическая обработка, подготовка финального варианта статьи.

**Authors' contribution:** E.P. Tarutta — study concept and design, data analysis and interpretation, literature collection and analysis, writing and editing of the article; S.E. Kondratova — clinical studies, literature collection, data collection and processing, preparation of the final version of the article.

*Поступила: 08.02.2024. Переработана: 02.03.2024. Принята к печати: 04.03.2024*  
*Originally received: 08.02.2024. Final revision: 02.03.2024. Accepted: 04.03.2024*

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия*

**Елена Петровна Тарутта** — д-р мед. наук, профессор, начальник отдела патологии рефракции бинокулярного зрения и офтальмо-эргономики, ORCID 0000-0002-8864-4518

*НИИ педиатрии и охраны здоровья детей РНЦХ им. Б.В. Петровского, ул. Фотиевой, д. 10, стр. 1, Москва, 119333, Россия*

**Светлана Эдуардовна Кондратова** — научный сотрудник, ORCID 0000-0002-6522-5310

**Для контактов:** Светлана Эдуардовна Кондратова, [svetlana26.03@mail.ru](mailto:svetlana26.03@mail.ru)

*Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia*

**Elena P. Tarutta** — Dr. of Med. Sci., professor, head of the department of refractive pathology, binocular vision and ophthalmology ergonomics, ORCID 0000-0002-8864-4518

*Research Institute of Pediatrics and Children's Health, Russian Scientific Center for Surgery named after B.V. Petrovsky, 10, Bldg.1, Fotieva St., Moscow, 119333, Russia*

**Svetlana E. Kondratova** — researcher, ORCID 0000-0002-6522-5310

**For contacts:** Svetlana E. Kondratova, [svetlana26.03@mail.ru](mailto:svetlana26.03@mail.ru)