

Р.Р. Ахмадеев¹, Т.Р. Мухамедеев^{2,3},
Э.Ф. Шайхутдинова², А.Р. Хусниyarova², Л.Р. Идрисова²
**КОЭФФИЦИЕНТ МИКРОФЛУКТУАЦИЙ АККОМОДАЦИИ
ПРИ ПОЛЬЗОВАНИИ СМАРТФОНАМИ
(РЕЗУЛЬТАТЫ ПИЛОТНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ)**

¹ФГБУ «Всероссийский центр глазной и пластической хирургии» Минздрава России, г. Уфа

²ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»

Минздрава России, г. Уфа

³ЗАО «Оптимедсервис», г. Уфа

Компьютерный зрительный синдром (КЗС) встречается у 32-90% пользователей цифровыми устройствами. В большинстве исследований этиологические и патогенетические факторы аккомодационной астенопии при КЗС обсуждаются с точки зрения физиологической оптики, но при этом упускаются механизмы нервной регуляции аккомодации при формировании КЗС.

Цель. Предварительная оценка возможности регистрации и анализа микрофлуктуаций аккомодации в качестве нейроофтальмологического индикатора астенопии при пользовании девайсами.

Материал и методы. Проанкетированы с помощью опросника CVS-Q 8 человек (средний возраст 24,1±0,6 года), прошедших офтальмологическое обследование, а также аккомодографию на авторефрактометре Righton Speedy-K до, во время и после зрительной нагрузки смартфоном.

Результаты. У 7 из 8 анкетированных выявлены признаки КЗС. Показатели аккомодограммы у всех 8 человек находятся в диапазоне несбалансированного аккомодационного ответа.

Выводы. При исследовании микрофлуктуаций аккомодации в ходе привычных зрительных нагрузок прослеживается тенденция к ухудшению показателей объективной аккомодации, что согласуется с данными анкетирования. Дальнейшие нейроофтальмологические исследования механизмов формирования КЗС с привлечением современных аппаратно-диагностических средств являются актуальной медико-социальной проблемой.

Ключевые слова: микрофлуктуация, регуляция аккомодации, зрительное утомление, девайсы.

R.R. Akhmadeev, T.R. Mukhamadeev,
E.F. Shaikhutdinova, A.R. Khusniyarova, L.R. Idrisova
**MICROFLUCTUATIONS OF ACCOMMODATION COEFFICIENT
WHEN USING SMARTPHONES
(RESULTS OF PRELIMINARY STUDIES)**

Computer visual syndrome (CVS) is found in 32-90% of digital devices users. In most studies, the etiological and pathogenetic factors of accommodative asthenopia in CVS are discussed from the point of view of physiological optics, but the mechanisms of nervous regulation of accommodation in the formation of CVS are missed.

Purpose. Preliminary assessment of the possibility of recording and analysis of accommodative microfluctuations as a neuroophthalmological indicator of asthenopia when using devices.

Material and methods. 8 people (average age 24.1±0.6 years) were surveyed using the CVS-Q questionnaire after ophthalmological examination, as well as accommodation on a Righton Speedy-K autorefractometer before, during and after visual activity on a smartphone.

Results. 7 of 8 examined according to questionnaires revealed signs of CVS; indicators of accommodation in all were in the range of unbalanced accommodation response.

Conclusions. When studying the microfluctuations of accommodation during the usual smartphone visual activity, there is a tendency to a deterioration in the indices of objective accommodation, which is consistent with the survey data. Further neuroophthalmological studies of the mechanisms of the CVS formation with the involvement of modern hardware and diagnostic tools are an actual medical and social problem.

Key words: microfluctuations, regulation of accommodation, visual fatigue, devices.

Масштабное внедрение цифровых информационных технологий во все сферы жизни современного человека закономерно привело к возникновению целого ряда проблем с физическим и психическим здоровьем пользователей, но главной мишенью нерационального пользования компьютерами является зрительная система. Огромное количество офтальмологических, гигиенических, эргономических исследований, проведенных в промышленно развитых странах, выявило распространенность компьютерного зрительного синдрома (КЗС) у 32-90% пользователей цифровыми устройствами [2,6,7,8]. Основной и наиболее изученной составляющей КЗС явля-

ется аккомодационная астенопия. Так, в ряде публикаций показаны более значительные изменения аккомодации при чтении на смартфоне по сравнению с чтением печатных текстов [3,4,5]. Важными представляются данные о том, что снижение субъективного объема аккомодации и статистически значимое уменьшение ее объема при монокулярном и бинокулярном измерениях происходят уже после 20-30-минутного пользования смартфонами (чтение, просмотр фильмов) [3,7,9]. Необходимо отметить, что в подавляющем большинстве работ, посвященных исследованию аккомодации при пользовании компьютерами и девайсами, этиологические и пато-

генетические факторы обсуждаются в основном с точки зрения физиологической оптики, но при этом упускаются нейроофтальмологические механизмы зрительного утомления, в частности механизмы нервной регуляции аккомодации при формировании КЗС. Вместе с тем именно нейроофтальмологические, нейрофизиологические и психофизиологические аспекты зрительного, умственного и общего переутомления при пользовании девайсами представляют особый интерес, поскольку использование информационных технологий вызывает не только зрительные нарушения, но и приводит к возникновению целого ряда нервно-психической симптоматики. Таким образом, нейроофтальмологическое исследование аккомодационных механизмов развития КЗС с совместным применением как классических офтальмологических методов, так и современных аппаратно-программных комплексов представляется актуальной проблемой современной офтальмологии.

Исходя из вышеизложенного, целью настоящей работы явилась предварительная оценка возможности регистрации и анализа микрофлуктуаций аккомодации в качестве нейроофтальмологического индикатора астенопии при пользовании девайсами.

Материал и методы

В исследовании приняли участие 8 человек (16 глаз) – 7 женщин и 1 мужчина, средний возраст испытуемых составил $24,1 \pm 0,6$ года. Характер и выраженность субъективных компонентов астенопии определяли с помощью опросника (CVS-Q) [1], который позволяет количественно оценить тяжесть симптомов и определить КЗС по сумме баллов ≥ 6 .

Всем пациентам было проведено комплексное офтальмологическое обследование (визометрия, тонометрия, биомикроскопия, периметрия), измерение длины переднезадней

оси (ПЗО) глаза на оптическом биометре IOL-Master-500 (Carl Zeiss, Германия).

Аккомодографию проводили по общепринятой методике в стандартных условиях монокулярно авторефрактометром Speedy-K (Right MFG, Япония). В ходе обследования первоначально происходила регистрация состояния рефракции, далее в зависимости от ее показателей автоматически ступенчато вводились аккомодационные стимулы (АС) с шагом $-0,5$ диоптрий (D) в диапазоне до $-5,0$ D. Параллельно определялся аккомодационный ответ (АО), характеризующий способность фиксировать объект на определенном расстоянии, выраженный в диоптриях, а также анализировалась частота аккомодационных микрофлуктуаций (МФА) – временных вариаций аккомодационного ответа. Амплитуда АМФ составляет приблизительно $0,5$ D. Прибор путем быстрого преобразования Фурье позволяет выделить высокочастотный (от $1,0$ до $2,3$ Гц) компонент АМФ при каждом шаге исследования (на разных расстояниях предъявляемых мишеней). Аккомодография была проведена в режимах скрининга и анализа микрофлуктуаций до привычной нагрузки смартфоном (первое измерение) и далее на $15, 30, 45$ минутах в ходе зрительной нагрузки и заключительное – на 60 -й минуте эксперимента, после 15 -минутного отдыха от смартфона без нагрузки. Для дальнейшего анализа данных результаты обрабатывали в программе Excel 2010, с помощью которой рассчитывали коэффициент аккомодационного ответа (КАО), коэффициент устойчивости (КУС) и коэффициент роста аккомодограммы.

Результаты и обсуждение

По результатам проведенного анкетирования у 7 из 8 обследованных выявлены признаки КЗС. Результаты аккомодометрии в разных фазах эксперимента представлены в табл. 1-3.

Таблица 1

Среднестатистические показатели коэффициентов аккомодации исследуемой группы

Показатели	КАО _{сп} OD	КАО _{сп} OS	КМФ OD	КМФ OS	КР OD	КР OS	КУС OD	КУС OS
До нагрузки	$0,60 \pm 0,39$	$0,68 \pm 0,26$	$59,51 \pm 3,8$	$58,99 \pm 4,16$	$0,53 \pm 0,07$	$0,48 \pm 0,07$	$0,10 \pm 0,14$	$0,12 \pm 0,09$
15-я минута	$0,52 \pm 0,42$	$0,69 \pm 0,2$	$60,69 \pm 4,75$	$59,61 \pm 6,22$	$0,45 \pm 0,04$	$0,48 \pm 0,06$	$0,10 \pm 0,13$	$0,15 \pm 0,18$
30-я «-»	$0,37 \pm 0,63$	$0,70 \pm 0,41$	$58,21 \pm 3,64$	$50,06 \pm 5,96$	$0,44 \pm 0,08$	$0,39 \pm 0,10$	$0,12 \pm 0,21$	$0,12 \pm 0,09$
45-я «-»	$0,61 \pm 0,53$	$0,68 \pm 0,31$	$59,18 \pm 4,66$	$60,42 \pm 6,94$	$0,45 \pm 0,07$	$0,42 \pm 0,08$	$0,14 \pm 0,22$	$0,12 \pm 0,10$
После 15-минутного отдыха	$0,69 \pm 0,44$	$0,73 \pm 0,59$	$58,75 \pm 3,4$	$58,94 \pm 3,89$	$0,45 \pm 0,06$	$0,48 \pm 0,08$	$0,12 \pm 0,21$	$0,12 \pm 0,18$

Примечание. КАО – коэффициент аккомодационного ответа, КМФ – коэффициент микрофлуктуации, КУС – коэффициент устойчивости, КР – коэффициент роста аккомодограммы соответственно для правого (OD) и левого (OS) глаза.

Из данных, приведенных в табл. 1, следует, что минимальные значения коэффициента аккомодационного ответа в правом глазу наблюдались на 30-й минуте зрительной нагрузки, в левом глазу показатель КАО был более стабильным. С этим в определенной

степени согласуются изменения коэффициента устойчивости аккомодации: для правого глаза он был минимальным на 15-й минуте зрительной нагрузки, в левом глазу КУС показал большую устойчивость. Остальные параметры аккомодограммы также были более

устойчивыми при предъявлении зрительной нагрузки на гаджете.

Ранее Жаровым В.В. с соавт. [10], Ершовой Р.В. с соавт. [11] была предложена количественная оценка различных видов аккомодограмм. Так, колебания КАО, отражающего напряжение цилиарной мышцы, составляют 0,25–0,6 усл.ед. КУС отражает устойчивый вид аккомодограммы при значении $\leq 0,3$ усл.ед. Нарастающий ход столбцов аккомодограммы и плавность напряжения отражает КР – 0,6–0,9 усл.ед. Выраженность высокочастотного компонента микрофлуктуаций аккомодации в норме не превышает 57,0 мкф/мин. Таким образом, показатели аккомодограммы, характеризующие интенсивность аккомодационного ответа, у всех обследованных нами пользователей девайсами находятся в диапа-

зоне несбалансированного аккомодационного ответа.

Результаты исследования коэффициента микрофлуктуации (по количеству циклов аккомодационных изменений в мин) в исходном (до зрительной нагрузки на девайсе) состоянии при зрительной нагрузке различной продолжительности, а также в ходе восстановления для правого и левого глаз представлены в табл. 2 и 3. Прежде всего обращает внимание рост КМФ на стимулы от -2,0 D до -3,0 D на 15- и 45-й минутах нагрузки. В частности максимальное значение КМФ ($66,7 \pm 10,7$ цикл/мин) нами было обнаружено на 45-й минуте пользования девайсом при стимуле -3,0 D. Также прослеживается тенденция снижения частоты микрофлуктуаций на 30-й минуте пользования девайсом (табл. 2 и 3).

Таблица 2

Показатели коэффициента микрофлуктуаций правого глаза при работе со смартфоном (среднее $\pm$ стандартное отклонение)

Длительность зрит. нагр., мин	Дистанция мишеней							
	+0,5 D	0,0 D	-0,5 D	-1,0 D	-1,5 D	-2,0 D	-2,5 D	-3,0 D
До зрительной нагрузки	56,7 $\pm$ 4,4	55,5 $\pm$ 7,2	55,7 $\pm$ 4,5	58,5 $\pm$ 4,0	57,8 $\pm$ 4,9	61,3 $\pm$ 7,1	64,8 $\pm$ 3,6	62,8 $\pm$ 7,4
15	59,4 $\pm$ 4,0	58,0 $\pm$ 6,7	57,7 $\pm$ 6,9	58,1 $\pm$ 5,8	61,6 $\pm$ 9,7	64,6 $\pm$ 4,8	61,9 $\pm$ 13,8	63,6 $\pm$ 5,4
30	56,6 $\pm$ 4,4	56,0 $\pm$ 7,0	57,7 $\pm$ 4,6	57,6 $\pm$ 4,3	58,4 $\pm$ 5,1	58,7 $\pm$ 5,1	62,0 $\pm$ 4,9	62,5 $\pm$ 4,6
45	58,4 $\pm$ 5,9	57,9 $\pm$ 5,3	56,1 $\pm$ 5,3	56,3 $\pm$ 6,0	58,1 $\pm$ 4,8	61,6 $\pm$ 6,1	64,3 $\pm$ 5,7	61,5 $\pm$ 7,1
После отдыха	56,6 $\pm$ 4,4	55,3 $\pm$ 4,1	55,3 $\pm$ 4,1	56,5 $\pm$ 4,2	57,0 $\pm$ 5,1	61,0 $\pm$ 5,6	62,4 $\pm$ 5,5	63,4 $\pm$ 3,0

Таблица 3

Показатели коэффициента микрофлуктуаций левого глаза при работе со смартфоном (среднее $\pm$ стандартное отклонение)

Длительность зрит. нагр., мин	Дистанция мишеней							
	+0,5 D	0,0 D	-0,5 D	-1,0 D	-1,5 D	-2,0 D	-2,5 D	-3,0 D
До зрительной нагрузки	56,9 $\pm$ 6,0	57,1 $\pm$ 4,0	57,8 $\pm$ 3,8	56,9 $\pm$ 4,2	57,0 $\pm$ 6,0	60,4 $\pm$ 3,8	60,7 $\pm$ 6,0	63,3 $\pm$ 7,0
15	56,4 $\pm$ 8,5	58,1 $\pm$ 7,3	56,2 $\pm$ 8,0	56,6 $\pm$ 7,8	52,5 $\pm$ 12,5	63,0 $\pm$ 3,8	64,0 $\pm$ 5,5	64,1 $\pm$ 5,9
30	55,9 $\pm$ 4,0	56,0 $\pm$ 8,3	57,8 $\pm$ 4,0	56,0 $\pm$ 4,4	55,0 $\pm$ 12,5	61,4 $\pm$ 4,0	61,1 $\pm$ 2,5	62,7 $\pm$ 4,0
45	57,3 $\pm$ 10,5	55,9 $\pm$ 5,4	60,1 $\pm$ 7,7	57,7 $\pm$ 5,9	58,1 $\pm$ 6,0	61,9 $\pm$ 9,9	63,6 $\pm$ 7,1	66,7 $\pm$ 10,7
После	58,7 $\pm$ 6,1	57,2 $\pm$ 7,1	53,9 $\pm$ 5,0	55,8 $\pm$ 3,1	58,2 $\pm$ 2,7	61,7 $\pm$ 6,7	61,5 $\pm$ 3,2	61,0 $\pm$ 5,2

Результаты отдельных измерений микрофлуктуации аккомодации представлены на рис. 1-3, на которых прослеживаются относительно устойчивый тип МФА с преобладанием низкочастотной составляющей (рис. 1), выраженный неустойчивый тип аккомодации с явным преобладанием высокочастотных компонентов (рис. 2) и промежуточный вариант (рис. 3).

Исходя из объема выборки (количества обследованных) и характера распределения данных, подробного статистического анализа мы не проводили, поэтому полученные результаты рассматриваем как предварительные. Тем не менее уже эти результаты позволяют судить об определенной тенденции. Прежде всего не прослеживается какая-либо тенденция зависимости между изменениями исследованных параметров аккомодации и продолжительностью зрительной нагрузки, смоделированной работой на девайсах. Это

может свидетельствовать о том, что показатели микрофлуктуации аккомодации на фоне предъявленных нами зрительных нагрузок определяются не только параметрами физиологической оптики, но и гораздо более сложными механизмами, в частности нейрофизиологической регуляцией внутриглазных мышц. Мы полагаем, что рассмотренная выше пестрая картина изменений микрофлуктуаций аккомодации у пользователей девайсами в значительной мере связана с процессами дисрегуляции со стороны вегетативной нервной системы по типу преобладания либо симпатических, либо парасимпатических влияний. Учитывая весьма сложный и многофакторный характер формирования КЗС, такой нейроофтальмологический подход к трактовке динамики микрофлуктуации аккомодации при развитии компьютерной астенопии представляется наиболее корректным.

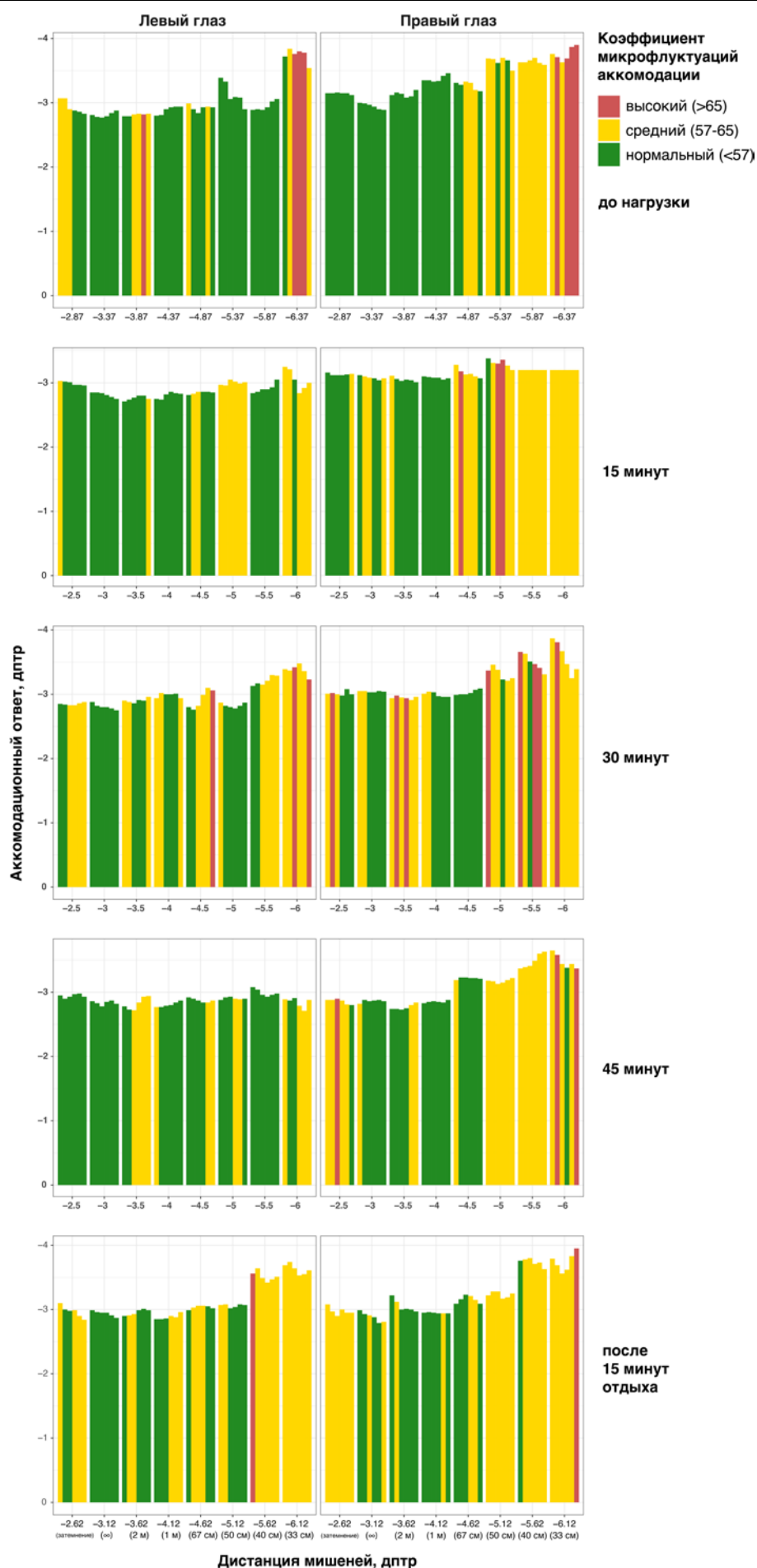


Рис. 1. Пример аккомодационных микрофлуктуаций до, во время (15,30,45 минут) и после зрительной нагрузки (на смартфоне). Высота столбцов характеризует аккомодационный ответ, а их цвет - высокочастотный компонент (НФС) аккомодационных микрофлуктуаций

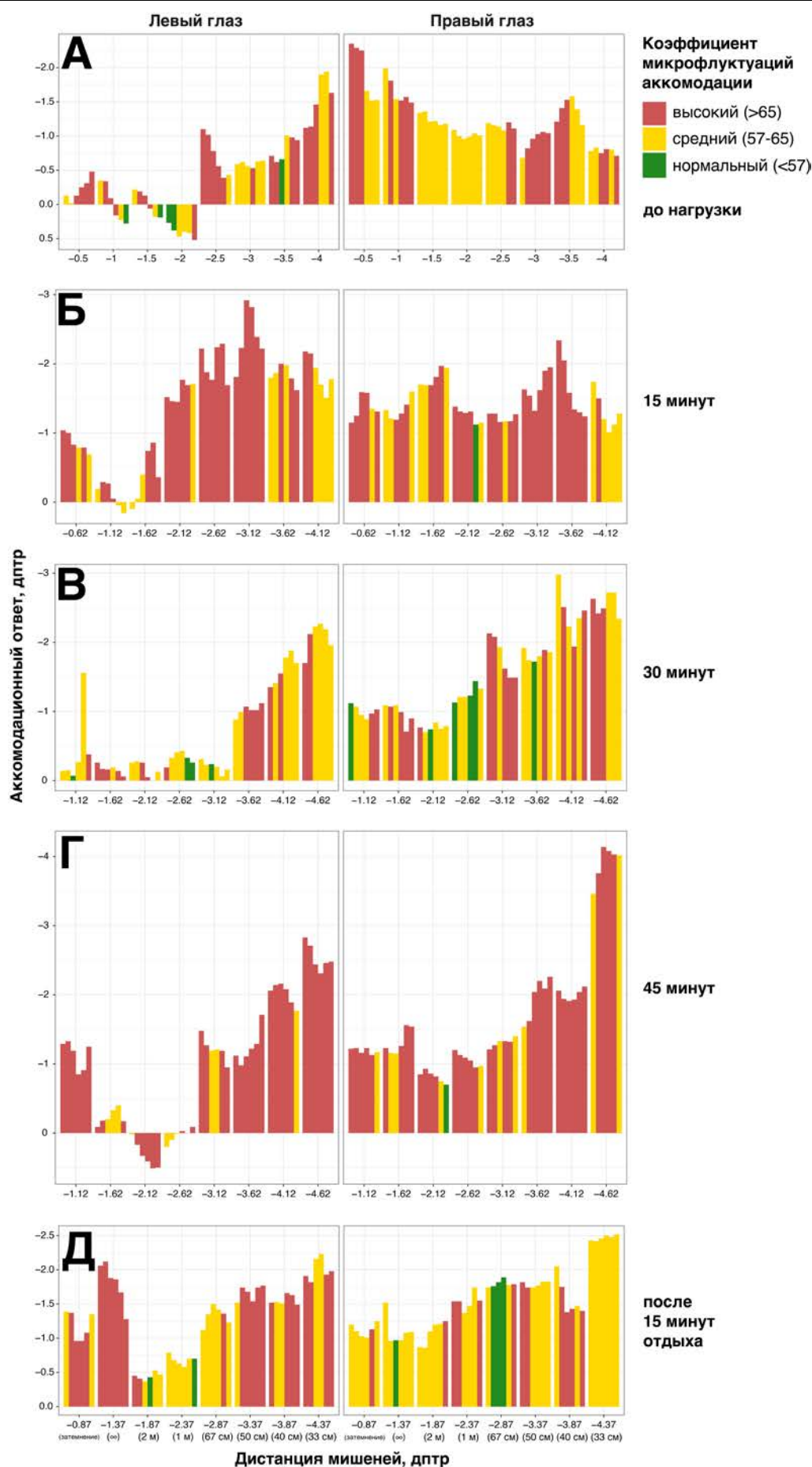


Рис. 2. Пример аккомодограммы пациента Л., 24 лет, до исследования (рис. 2А), во время зрительной нагрузки (рис. 2Б, 2В, 2Г) и после отдыха (рис. 2Д) с признаками неустойчивости аккомодации ОУ. Очаги гипертоноуса, выделенные красным цветом, соответствуют выраженному усилению микрофлуктуации, улучшению картины аккомодограммы в сторону снижения микрофлуктуаций после отдыха

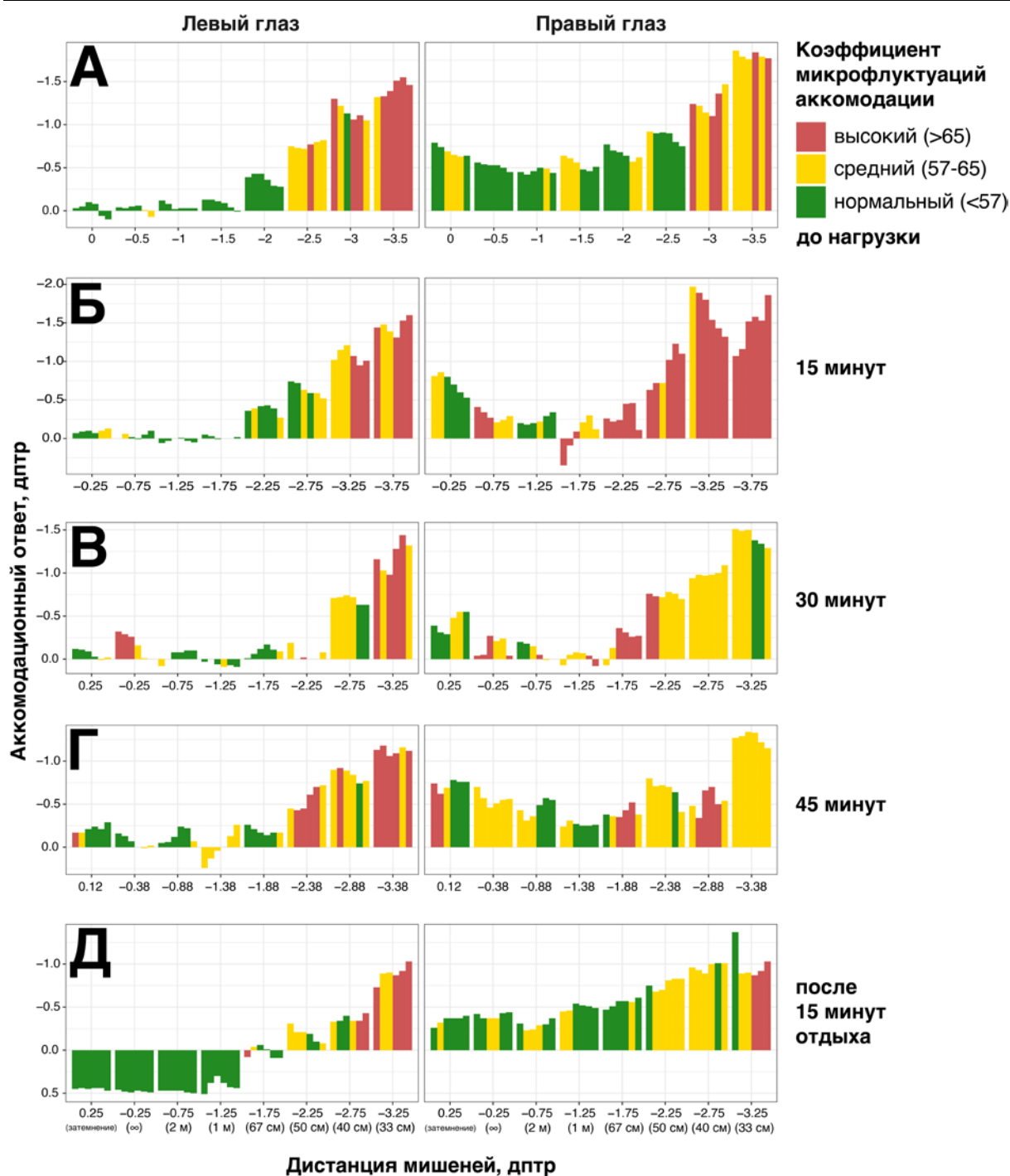


Рис. 3. Пример аккомодограммы пациента Э., 25 лет, до исследования (рис. 3А), во время зрительной нагрузки (рис. 3Б, 3В, 3Г) и после отдыха (рис. 3Д) с признаками неустойчивости аккомодации ОУ, возникают скачкообразные изменения внутри одного шага, цветовая палитра также не устойчива. Отмечаются очаги тонуса, выделенные желтым цветом, что соответствует небольшому усилению микрофлуктуаций, и наличию лишь отдельных очагов гипертонуса, количество которых уменьшилось после отдыха от смартфона

Закключение

При исследовании микрофлуктуаций аккомодации в ходе привычных зрительных нагрузок прослеживается тенденция к ухудшению показателей объективной аккомодографии, что согласуется с данными анкетирования. Выявленные изменения после нагрузки смартфоном в большей степени соответствуют состоянию нестабильности аккомодационного ответа. Полученные данные

мы определяем как предварительные и требующие изучения на более широкой выборке пациентов с привлечением полноценного математического анализа. Дальнейшие нейрофтальмологические исследования механизмов формирования компьютерного зрительного синдрома с привлечением современных аппаратно-диагностических средств, безусловно, являются актуальной медико-социальной проблемой.

Сведения об авторах статьи:

Ахмадеев Рустэм Раисович – д.м.н., профессор, нейрофизиолог, зав. отделом медико-психологической реабилитации ФГБУ ВЦГиПХ Минздрава России. Адрес: 450075, г. Уфа, ул. Зорге, 67/1. E-mail: ahmadeevr@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-0212-2162.

Мухамедеев Тимур Рафаэльевич – д.м.н., профессор кафедры офтальмологии с курсом ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. Тел./факс: 8(347)282-91-79. E-mail: photobgmu@gmail.com. ORCID: 0000-0003-3078-2464.

Шайхутдинова Элина Фаритовна – ординатор кафедры офтальмологии с курсом ИДПО, ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: tazievaelina14@mail.ru. ORCID: 0000-0002-0174-3637.

Хусниярова Алеся Ринатовна – ординатор кафедры офтальмологии с курсом ИДПО, ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: lisa-lesya27@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-5259-9401.

Идрисова Лена Римовна – ординатор кафедры офтальмологии с курсом ИДПО, ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, ординатор кафедры офтальмологии с курсом ИДПО. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: idrosovalena1995@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-7019-095X.

ЛИТЕРАТУРА

1. A reliable and valid questionnaire was developed to measure Computer Vision Syndrome at the workplace / MdM Seguí [et al.] // Journal of Clinical Epidemiology. – 2015. – Vol. 68, № 6. – P. 662-673
2. Bhandari, D.J. A community-based study of asthenopia in computer operators / D.J. Bhandari, S. Choudhary, V.G. Doshi // Indian J Ophthalmol. – 2008. – Vol.56, № 51. – P. 5.
3. Changes in accommodative function of young adults in their twenties following smartphone use / Park M [et al.] // J Korean Ophthalmic Opt Soc. – 2014. – № 19. – P.253-260.
4. Comparison of accommodative system according to the material and font size of near visual media / N. Ha [et al.] // Korean Ophthalmic Opt Soc. – 2014. – № 19. – P. 217-224.
5. Hue, J.E. Reading from electronic devices versus hardcopy text / J.E. Hue, M. Rosenfield, G. Saá // Work. – 2014. – № 47. – P. 303-307.
6. Logaraj, M. Computer vision syndrome and associated factors among medical and engineering students in Chennai / M. Logaraj, V. Madhupriya, S. Hegde // Ann Med Health Sci Res. – 2014. – Vol.4, № 179. – P. 85.
7. Phamonvaechavan, P. A comparison between effect of viewing text on computer screen and iPad® on visual symptoms and functions / P. Phamonvaechavan, R. Nitiapinyasagul // Siriraj Med J. – 2017. – № 69. – P. 185-189.
8. Psychological factors and visual fatigue in working with video display terminals // F. Mocci, A. Serra, G.A. Corrias // Occup Environ Med. – 2001. – Vol. 58, № 267. – P. 71.
9. The functional change of accommodation and convergence in the midforties by using smartphone / K. Kwon [et al.] // J Korean Ophthalmic Opt Soc. – 2016. – № 21. – P.127-135.
10. Клиническая оценка состояния аккомодации с помощью метода компьютерной аккомодографии / В.В. Жаров [и др.] // Ерошевские чтения. – Самара. – 2007. – С. 437-440.
11. Характеристика основных показателей компьютерной аккомодографии у школьников с миопией и эметропией / Р.В. Ершова [и др.] // Russian Pediatric Ophthalmology. – 2017. – № 12(3). – С. 133-138.

REFERENCES

1. A community-based study of asthenopia in computer operators / D.J. Bhandari, S. Choudhary, V.G. Doshi// Indian J Ophthalmol. 2008;56(51):5. (In Eng).
2. A reliable and valid questionnaire was developed to measure Computer Vision Syndrome at the workplace / MdM Seguí [et al.] // Journal of Clinical Epidemiology.2015; 68(6): 662-673. (In Eng).
3. Changes in accommodative function of young adults in their twenties following smartphone use / Park M [et al.] // J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2014;19:253-260. (In Eng).
4. Clinical assessment of the state of accommodation using the method of computer accommodation / V.V. Zharov [et al.]. // Eroshev reading. – Samara. 2007; 437-440. (In Russ).
5. Comparison of accommodative system according to the material and font size of near visual media / N. Ha [et al.] // Korean Ophthalmic Opt Soc. 2014;19: 217–224. (In Eng).
6. Hue, J.E. Reading from electronic devices versus hardcopy text / J.E. Hue, M. Rosenfield, G. Saá // Work. 2014;47: 303–307. (In Eng).
7. Logaraj, M. Computer vision syndrome and associated factors among medical and engineering students in Chennai / M. Logaraj, V. Madhupriya, S. Hegde // Ann Med Health Sci Res. 2014;4(179):85. (In Eng).
8. Phamonvaechavan, P. A comparison between effect of viewing text on computer screen and iPad® on visual symptoms and functions / P. Phamonvaechavan, R. Nitiapinyasagul // Siriraj Med J. 2017;69:185-189. (In Eng).
9. Psychological factors and visual fatigue in working with video display terminals // F. Mocci, A. Serra, G.A. Corrias // Occup Environ Med. 2001;58 (267):71. (In Eng).
10. The characteristic of the main parameters of computed accommodography for the school children presenting with myopia and emmetropia / Характеристика основных показателей компьютерной аккомодографии у школьников с миопией и эметропией / R.V. Ershova [et al.] // Russian Pediatric Ophthalmology. 2017;12(3):133-138. (In Russ).
11. The functional change of accommodation and convergence in the midforties by using smartphone / K. Kwon [et.al] // J Korean Ophthalmic Opt Soc.2016;21:127-135.