Диагностические критерии астенической формы аккомодационной астенопии у пациентов с компьютерным зрительным синдромом

И.Г. Овечкин¹, И.С. Гаджиев², А.А. Кожухов¹, Е.И. Беликова¹

¹Академия постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России, Москва, Россия

²ФГБОУ ВО СГМУ Минздрава России, Ставрополь, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: исследовать частоту распространения и клинко-функциональные особенности астенической формы аккомодационной астенопии (АФАА) у пациентов с компьютерным зрительным синдромом.

Материал и методы: обследовано 86 пациентов (172 глаза, мужчины в возрасте 24–36 лет, средний возраст — $28,6 \pm 1,4$ года), основные критерии включения пациентов в исследование: их профессиональная деятельность (не менее 2 лет) — зрительно-напряженный труд, связанный с электронными системами отображения информации (не менее 8 ч в день) и с достаточно высоким уровнем ответственности за конечный результат; наличие характерных для аккомодационной астенопии жалоб, свидетельствующих о стадиях субкомпенсации или декомпенсации (по рекомендациям экспертного совета по аккомодации и рефракции на основе стандартного анкетирования); слабиомиопическая (с величиной сферического эквивалента не более 3,0 дптр) или эметропическая рефракция; отсутствие патологии со стороны органа зрения (кроме рефракционных нарушений).

Результаты исследования: проведенный анализ базовых критериев диагностики показал, что у 51 пациента (59,3%) было установлено привычное избыточное нарушение аккомодации (ПИНА), у 19 пациентов (22,1%) — АФАА, у 16 пациентов (18,6%) показатели не соответствовали рассматриваемым формам астенопии. Наиболее характерными признаками расстройств аккомодационной системы глаза при АФАА являются выраженное снижение показателей роста аккомодограммы и высокочастотного компонента аккомодационных микрофлюктуаций, что достаточно аргументированно объясняется с позиции астенизации и слабости цилиарной мышцы глаза. Применительно к оценке субъективного статуса следует отметить, что в группе с АФАА отмечаются самые низкие показатели (по сравнению с группой пациентов с ПИНА и контрольной группой) качества зрительной жизни и субъективного психофизиологического статуса.

Заключение: АФАА характеризуется определенными клинко-функциональными диагностическими критериями, которые выявляются на основании как традиционных, так и современных методов исследования аккомодационной системы зрительного анализатора. Предлагаемые критерии могут быть рекомендованы для оценки эффективности лечебно-профилактических мероприятий.

Ключевые слова: астенопия, компьютерный зрительный синдром, аккомодация, объективная аккомодография.

Для цитирования: Овечкин И.Г., Гаджиев И.С., Кожухов А.А., Беликова Е.И. Диагностические критерии астенической формы аккомодационной астенопии у пациентов с компьютерным зрительным синдромом. Клиническая офтальмология. 2020;20(4):169–174. DOI: 10.32364/2311-7729-2020-20-4-169-174.

Diagnostic criteria for asthenic accommodative asthenopia in patients with computer vision syndrome

I.G. Ovechkin¹, I.S. Gadzhiev², A.A. Kozhukhov¹, E.I. Belikova¹

¹Academy of Postgraduate Education of the Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical Biological Agency of Russian Federation, Moscow, Russian Federation

²Stavropol State Medical University, Stavropol, Russian Federation

ABSTRACT

Aim: to assess the prevalence and clinical functional features of asthenic accommodative asthenopia in patients with computer vision syndrome.

Patients and Methods: 86 men (172 eyes) aged 24–36 years (mean age 28.6 ± 1.4 years) were examined. Major inclusion criteria were occupational daily activities (at least 2 years) regarded as a visually intensive work related to electronic chart displays (at least 8 hours daily) with a high level of responsibility for a final result; complaints which are typical of accommodative asthenopia and evident of its subcompensation or decompensation; low myopia ($SE < 3.0$ diopters) or emmetropia; no ocular disorders (excepting refractive errors).

Results: the analysis of basic diagnostic criteria demonstrated that habitually excessive accommodation strain (HEAS) was diagnosed in 51 patients (59.3%) and asthenic accommodative asthenopia in 19 patients (22.1%). In 16 patients (18.6%), the parameters did not meet the criteria of the investigated types of asthenopia. The most typical accommodative disorders in asthenic accommodative asthenopia are the significant reduction of accomodogram growth parameters and the high-frequency component of accommodative microfluctuations. The reasons for these phenomena are asthenization and weak ciliary muscle. Additionally, patients with asthenic accommodative asthenopia were characterized by the lowest score of the quality of visual life and subjective psychophysiological status compared to HEAS patients and controls.

Conclusion: *asthenic accommodative asthenopia is characterized by specific clinical functional and diagnostic criteria identified by both conventional and modern methods of the examination of visual accommodative system. These criteria can be recommended to assess the efficacy of preventive and therapeutic measures.*

Keywords: *asthenopia, computer vision syndrome, accommodation, objective accommodography.*

For citation: *Ovechkin I.G., Gadzhiev I.S., Kozhukhov A.A., Belikova E.I. Diagnostic criteria for asthenic accommodative asthenopia in patients with computer vision syndrome. Russian Journal of Clinical Ophthalmology. 2020;20(4):169–174. DOI: 10.32364/2311-7729-2020-20-4-169-174.*

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность рассмотрения особенностей диагностики и лечения пациентов с явлениями компьютерного зрительного синдрома (КЗС) объясняется практически повсеместным распространением компьютерных технологий [1–4]. Следует подчеркнуть, что ведущей нозологической формой проявлений КЗС признается астиенопия (по МКБ-10: H53.1 «Субъективные зрительные расстройства»), при этом в большинстве работ спазматическая форма аккомодационной астиенопии рассматривается как привычное избыточное напряжение аккомодации (ПИНА) [5–7]. Анализ литературных данных указывает лишь на единичные исследования, посвященные оценке астенической формы аккомодационной астиенопии (АФАА) [8, 9]. Между тем данная форма астиенопии характеризуется рядом отличительных особенностей, что, в свою очередь, требует рассмотрения указанных нарушений с позиций комплексной оценки, с учетом применения современных методов диагностики аккомодационной системы зрительного анализатора. Исходя из изложенного, **целью** настоящей работы явилось исследование клинко-функциональных и субъективных диагностических критериев АФАА у пациентов с КЗС.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследовано 86 пациентов (172 глаза) — мужчин в возрасте 24–36 лет (средний возраст — $28,6 \pm 1,4$ года). Основными критериями включения пациентов в исследование являлись: их профессиональная деятельность (не менее 2 лет) — зрительно-напряженный труд, связанный с электронными системами отображения информации (не менее 8 ч в день) и с достаточно высоким уровнем ответственности за конечный результат; наличие характерных для аккомодационной астиенопии жалоб, свидетельствующих о стадиях субкомпенсации или декомпенсации (по рекомендациям экспертного совета по аккомодации и рефракции (ЭСАР) на основе стандартного анкетирования) [5]; слабиомиопическая (с величиной сферического эквивалента не более 3,0 дптр) или эмметропическая рефракция; отсутствие патологии со стороны органа зрения (кроме рефракционных нарушений), а также психотравмирующих ситуаций (за последний год). В контрольную группу были включены 32 человека (мужчины в возрасте 25–35 лет, средний возраст — $28,0 \pm 1,2$ года, с аналогичными критериями включения в исследование), профессиональная деятельность которых не была связана с электронными системами отображения информации, со стадией компенсации астиенопии по ЭСАР. Клинко-функциональное обследование пациентов включало в себя проведение (по стандартным методикам [10]) визометрии (без коррекции и с оптической коррекцией); авторефрактометрии (до и после циклоплегии); определение характера зрения

на четырехточечном цветотесте; офтальмоскопии центральных и периферических отделов глазного дна; исследование ближайшей, дальнейшей точек ясного зрения и объема абсолютной аккомодации (ОАА) на аппарате «АКА-01» (Россия), а также запасов относительной аккомодации (ЗОА).

Наряду с этим выполнялось исследование показателей аккомодационной способности глаза по методике объективной аккомодографии на приборе Righton Speedy-I (Righton, Япония). Обработка аккомодограмм осуществлялась с помощью специально разработанной компьютерной программы, позволяющей наряду с качественной оценкой определять количественные показатели: коэффициент микрофлюктуаций (КМФ), показатель устойчивости КМФ (σ КМФ), коэффициент аккомодационного ответа (КАО), показатель устойчивости аккомодограммы (σ КАО), коэффициент роста аккомодограммы, которые, по данным литературы, рассматриваются в качестве наиболее информативных при оценке аккомодационных нарушений у пациентов — работников зрительно-напряженного труда [8, 11]. Кроме того, выполнялось исследование субъективного зрительного статуса по апробированным опросникам «Качество зрительной жизни». Анкета включала в себя 25 вопросов, количественно оценивающих выраженность основных жалоб на зрение, а также профессиональные и бытовые аспекты зрительной деятельности обследуемого [12]. Также использовался «Субъективный психофизиологический зрительный статус», включающий в себя самооценку профессионально значимых психофизиологических качеств с учетом их весовых соотношений в общей (интегральной) субъективной психофизиологической оценке [13].

В качестве базовых критериев диагностики вида астиенопии применялись следующие моно- или бинокулярные показатели:

- наличие КЗС и сопутствующей АФАА — уменьшение ОАА (не менее чем на 25% от минимальной возрастной нормы) и (или) величина КАО — не более 0,1 (на одном или обоих глазах);
- наличие КЗС и сопутствующего ПИНА — снижение (не менее чем на 20% от возрастной нормы) ЗОА и (или) величина КМФ — более 58,0 (на одном или обоих глазах).

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с использованием прикладной компьютерной программы Statistica 8.0 (StatSoft Inc., США) на основе применения стандартных параметрических методов оценки среднего и ошибки среднего значения показателя ($M \pm m$), а также критерия Стьюдента. В общем виде статистически достоверными признавались различия, при которых уровень достоверности (p) составлял более 95% ($p < 0,05$), более 99% ($p < 0,01$) или более 99,9% ($p < 0,001$), в остальных случаях различия признавались статистически недостоверными ($p > 0,05$).

Рис. 1. Аккомодограмма пациента Я., 27 лет (контрольная группа), правый глаз, параметры аккомодограммы: КАО=0,49; КМФ=55,1. Отмечается нормальное нарастание аккомодационного ответа (цветовые столбцы) в соответствии с предъявляемым стимулом (контурные столбцы). Палитра аккомодограммы представлена зелено-бурым цветом, что соответствует нормальным показателям микрофлуктуаций цилиарной мышцы глаза (практически «нормальная» аккомодограмма)

Fig. 1. The accommodogram (right eye) of a 27-year-old male (control group), ARC=0.49, CMF=55.1. Normal accommodative response growth (color column) to the demonstrated stimulus (contour columns). The palette of accommodogram is green-brown thus illustrating normal parameters of the microfluctuations of the ciliary muscle (nearly “normal” accommodogram)

Рис. 2. Аккомодограмма пациента Д., 28 лет, АФАА, правый глаз, параметры аккомодограммы: КАО=0,03; КМФ=52,9. Практически отсутствует рост аккомодационного ответа (цветовые столбцы) в соответствии с предъявляемым стимулом (контурные столбцы). Палитра аккомодограммы представлена преимущественно зеленым цветом, что соответствует слабой выраженности флуктуаций цилиарной мышцы глаза

Fig. 2. The accommodogram (right eye) of a 28-year-old male (asthenic accommodative asthenopia), ARC=0.03, CMF=52.9. The lack of accommodative response growth (color column) to the demonstrated stimulus (contour columns). The palette of accommodogram is green thus illustrating mild microfluctuations of the ciliary muscle

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведенный анализ базовых критериев диагностики показал, что у 51 пациента (59,3%) было установлено ПИНА, у 19 пациентов (22,1%) — АФАА, а у 16 пациентов (18,6%) показатели не соответствовали рассматриваемым формам астенопии. Типовые аккомодограммы представлены на рисунках 1–3. Следует подчеркнуть, что в норме для аккомодограммы характерны нарастающий ход кривой и устойчивость, при исследовании показатели аккомодационного ответа должны постоянно нарастать без наличия «провалов». Цветовая палитра высокочастотных микрофлуктуаций аккомодационной мышцы представлена в диапазоне от зеленых тонов, соответствующих нормативным показателям, до красных тонов, указывающих на выраженные нарушения аккомодационного аппарата. При этом чем выше данный показатель, тем больше «сил» затрачивает цилиарная мышца для преодоления предъявляемой зрительной нагрузки в единицу времени.

Результаты сравнительной оценки исследуемых показателей зрительной системы в группах пациентов с АФАА, ПИНА и в контрольной группе представлены в таблице 1.

ОБСУЖДЕНИЕ

Обсуждая в целом представленные результаты, следует выделить следующие основные положения. Установленная в настоящей работе достаточно большая распространенность АФАА у пациентов с явлениями КЗС, составляющая 22,1%, в целом согласуется с ранее проведенными исследованиями [14], что еще раз указывает на практическую целесообразность всестороннего рассмотрения данного состояния. Выявленные различия в показателях максимально корриги-

Рис. 3. Аккомодограмма пациента Е., 30 лет, ПИНА, правый глаз, параметры аккомодограммы: КАО=0,55; КМФ=64,3. Отмечается чрезмерно выраженный аккомодационный ответ (цветовые столбцы) в соответствии с предъявляемым стимулом (контурные столбцы). Палитра аккомодограммы представлена преимущественно красным цветом, что соответствует гиперфлуктуациям цилиарной мышцы глаза

Fig. 3. The accommodogram (right eye) of a 30-year-old male (HEAS), ARC=0.55, CMF=64.3. Excessive accommodative response (color column) to the demonstrated stimulus (contour columns). The palette of accommodogram is red thus illustrating hyperfluctuations of the ciliary muscle

рованной остроты зрения вдаль, ОАА и ЗОА объясняются известными положениями, описывающими виды астенопии. В этой связи следует отметить, что при АФАА острота зрения вдаль без коррекции снижена, однако хорошо корригируется минусовыми линзами. Отмечается уменьшение ОАА,

Таблица 1. Сравнительная оценка исследуемых показателей зрительной системы в группах пациентов с АФАА, ПИНА и в контрольной группе ($M \pm m$)**Table 1.** Comparative assessment of the investigated parameters of the visual system in patients with AAA, HEAS and controls ($M \pm m$)

Показатель Parameter	Группа пациентов / Patient groups		
	Контрольная / Control	ПИНА / HEAS	АФАА / AAA
Величина некорригированной остроты зрения вдаль (НКОЗ), отн. ед. Uncorrected visual acuity (UCVA), RU	0,58±0,08	0,44±0,09	0,51±0,09
Величина максимально корригированной остроты зрения вдаль (МКОЗ), отн. ед. Best-corrected visual acuity (BCVA), RU	1,08±0,02	1,01±0,02	0,99±0,02*
Объем абсолютной аккомодации (ОАА), дптр Absolute accommodation volume (AAV), diopters	9,2±0,6	7,1±0,6	4,6±0,8*.*
Запасы относительной аккомодации (ЗОА), дптр Relative accommodation reserves (RAR), diopters	4,8±0,4	1,1±0,3	2,8±0,3*.*
Коэффициент аккомодационного ответа (КАО), отн.ед. Accommodative response coefficient (ARC), RU	0,38±0,09	0,46±0,09	0,08±0,02*.*
Показатель устойчивости аккомодограммы (σ КАО), отн.ед. Accommodogram stability (σ ARC), RU	0,13±0,02	0,16±0,02	0,23±0,02*.*
Коэффициент роста аккомодограммы, отн. ед. Accommodogram growth coefficient, RU	0,49±0,04	0,58±0,04	0,19±0,03*.*
Коэффициент микрофлюктуаций (КМФ), отн. ед. Coefficient of microfluctuations (CMF), RU	55,8±0,5	60,8±0,6	52,2±0,6*.*
Показатель устойчивости КМФ (σ КМФ), отн. ед. / CMF stability (σ CMF), RU	2,4±0,3	2,7±0,3	3,7±0,3*.*
«Качество зрительной жизни», баллы / The quality of visual life, score	197,3±0,9	188,3±1,0	184,6±1,0*.*
«Субъективный психофизиологический статус», баллы Subjective psychophysiological status, score	154,2±1,2	147,4±1,4	140,6±1,4*.*

Примечание. * — статистически достоверные различия (от $p < 0,05$ до $p < 0,01$) между группами АФАА и контрольной, # — статистически достоверные различия (от $p < 0,05$ до $p < 0,01$) между группами АФАА и ПИНА.

Note. * — significant differences ($p < 0.05$ to $p < 0.01$) between AAA group and controls, # — significant differences ($p < 0.05$ to $p < 0.01$) between AAA group and HEAS group.

ближайшая точка ясного зрения отдалается от глаза, дальнейшая точка ясного зрения довольно часто приближается к глазу. Практически всегда выявляется снижение ЗОА, ухудшение контрастной и пространственной чувствительности, имеется тенденция к экзофории при работе на близком расстоянии [8, 9].

Безусловно, особого внимания заслуживают данные объективной аккомодографии, т. к., по нашему мнению, традиционные методы исследования параметров аккомодации (ОАА, ЗОА и др.) требуют ряда специфических и порой трудновыполнимых условий, связанных с фиксацией уровня внешней освещенности, стандартизацией расстояния, обеспечением постоянной скорости предъявления объекта, высокой мотивацией и внимательностью пациента, а также другими факторами, что в целом характеризует эти методы как субъективно-оценочные [15]. Вместе с тем в настоящее время в арсенале офтальмолога имеются эффективные объективные методы исследования аккомодации: объективная аккомодография с помощью прибора Righton Speedy-I (Righton, Япония) [16] и бинокулярная авторефрактометрия «открытого поля» с помощью прибора Grand Seiko WR-5100K (Grand Seiko, Япония) [17].

Полученные нами данные свидетельствуют, что наиболее характерными признаками расстройств аккомодационной системы глаза при АФАА являются выраженное снижение

показателей роста аккомодограммы и высокочастотного КМФ, что достаточно аргументированно объясняется с позиции астенизации и слабости цилиарной мышцы глаза. В то же время не менее важно подчеркнуть существенное ухудшение показателей устойчивости σ КАО и σ КМФ, составляющее 43,8% и 76,9% по сравнению с такими же показателями в группе пациентов с ПИНА, и 37,0% и 54,2% — по сравнению с показателями в контрольной группе. Сопоставляя полученные данные с предлагаемой в литературе [8] базовой классификацией (слабость (инертность); лабильность (неустойчивость); спазм) объективных нарушений аккомодации, следует отметить, что нарушения аккомодации при АФАА соответствуют состоянию лабильности (неустойчивости).

Применительно к оценке субъективного статуса необходимо отметить, что в группе с АФАА отмечается самый низкий уровень (по сравнению с группой пациентов с ПИНА и контрольной группой) баллов по опросникам «Качество зрительной жизни» (снижение на 1,7% и 6,4%) и «Субъективный психофизиологический зрительный статус» (снижение на 4,6% и 8,8%). При этом применительно к последнему опроснику интересно отметить, что наиболее выраженная отрицательная динамика выявлена в отношении следующих качеств: «умение принять решение в условиях дефицита времени», «различение мелких и отдаленных предметов», «выносливость зрения», а также «способность

к быстрой смене направления внимания, переход от одной деятельности к другой», что, по нашему мнению, может быть связано с существенными сложностями перефокусировки зрения при данном виде астенопии у пациента.

В заключение следует подчеркнуть, что выявленные диагностические критерии АФАА могут быть рекомендованы для оценки эффективности лечебно-профилактических мероприятий, основанных на восстановлении аккомодационной способности с помощью аппаратного лечения (стимуляция цилиарной мышцы низкоэнергетическим лазером) и этапного (в амбулаторных (аппарат «Визотроник») и далее в домашних условиях) проведения оптико-рефлекторных тренировок [7, 8, 18–20].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

АФАА выявляется у 22,1% пациентов с астенопией и характеризуется определенными клинико-функциональными диагностическими критериями, основанными как на традиционных, так и на современных методах исследования аккомодационной системы зрительного анализатора. Наиболее характерным признаком расстройств аккомодационной системы глаза при АФАА является выраженное снижение показателей роста аккомодограммы и высокочастотного компонента аккомодационных микрофлюктуаций. Сопоставляя полученные данные с базовой классификацией (слабость (инертность); лабильность (неустойчивость); спазм) объективных нарушений аккомодации, следует отметить, что аккомодационные нарушения при АФАА соответствуют состоянию лабильности (неустойчивости). При этом установлено существенное снижение субъективного зрительного статуса пациента. Предлагаемые критерии (ОАО, КАО, коэффициент роста аккомодограммы, КМФ, σ КАО, σ КМФ, опросники «Качество зрительной жизни» и «Субъективный психофизиологический зрительный статус») могут быть рекомендованы для оценки эффективности лечебно-профилактических мероприятий.

Литература

- Rosenfield M. Computer Vision Syndrome: A Review of Ocular Causes and Potential Treatments. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2011;31(5):502–515. DOI: 10.1111/j.1475-1313.2011.00834.x.
- Ефимова Е.Л., Бржеский В.В., Александрова А.С. Характеристика зрительных расстройств при использовании электронных учебников и возможности их коррекции. *Российский офтальмологический журнал.* 2015;2:27–33.
- Овечкин И.Г., Шакула А.В., Емельянов Г.А. Аккомодационные нарушения у лиц зрительно-напряженного труда с явлениями психологической дезадаптации. *Российский офтальмологический журнал.* 2014;1:39–41.
- Емельянов Г.А. Состояние аккомодации как индикатор синдрома хронической усталости у пациентов зрительно-напряженного труда. *Катарактальная и рефракционная хирургия.* 2013;1:23–25.
- Проскурина О.В., Тарутта Е.П., Иомдина Е.Н. и др. Актуальная классификация астенопии: клинические формы и стадии. *Российский офтальмологический журнал.* 2016;4:69–73. DOI: 10.21516/2072-0076-2016-9-4-69-73.
- Махова М.В., Страхов В.В. Взаимосвязь аккомодографических и субъективных диагностических критериев различных нарушений аккомодации. *Российский офтальмологический журнал.* 2019;12(3):13–19. DOI: 10.21516/2072-0076-2019-12-3-13-19.
- Тарутта Е.П., Иомдина Е.Н., Тарасова Н.А. Нехирургическое лечение прогрессирующей близорукости. *РМЖ. Клиническая офтальмология.* 2016;4:204–210.
- Аккомодация: руководство для врачей. Под ред. Л.А. Катаргиной. М.: Апрель; 2012.
- Проскурина О.В. Астенопия (часть 2). (Электронный ресурс). URL: <https://sabar.eyeportal.ru/sites/sabar.eyeportal.ru/files/sabar/pdf>. Дата обращения: 15.08.2020.
- Федеральные клинические рекомендации «Диагностика и лечение близорукости у детей». Российская педиатрическая офтальмология. 2014;2:49–62.
- Шакула А.В., Емельянов Г.А. Эффективность метода объективной аккомодографии при оценке функциональных нарушений аккомодации у пациентов зрительно-напряженного труда. *Вестник восстановительной медицины.* 2013;2:32–35.
- Овечкин И.Г., Першин К.Б., Антонюк В.Д. Функциональная коррекция зрения. СПб.: АСП; 2003.
- Зверев Л.П., Овечкин И.Г., Рюмин О.О. Цветовые измерения в космосе. М.: Машиностроение; 1996.
- Воронцова Т.Н. Результаты медикаментозной терапии привычно-избыточно-го напряжения аккомодации у детей и студентов. *Российский офтальмологический журнал.* 2016;2:18–21. DOI: 10.21516/2072-0076-2016-9-2-18-21.
- Овечкин И.Г., Малышев А.В., Грищенко И.В., Юдин В.Е. Диагностические критерии аккомодационной астенопии. *Катарактальная и рефракционная хирургия.* 2017;17(2):7–10.
- Овечкин И.Г., Емельянов Г.А., Шуклин С.Ю. Перспективы применения объективной аккомодометрии в рамках восстановительной медицины и офтальмологии. *Вестник медицинского стоматологического института.* 2012;2:37–39.
- Тарутта Е.П., Тарасова Н.А. Тонус аккомодации при миопии, измеренный различными способами, и его возможное прогностическое значение. *Вестник офтальмологии.* 2012;2:34–37.
- Мыкольников Е.С., Егорова А.В., Лялин А.Н. Применение аппарата «Визотроник МЗ» в лечении компьютерного зрительного синдрома. *Вестник Оренбургского государственного университета.* 2011;14(133):274–277.
- Шакула А.В., Кожухов А.А., Елькина Я.Э. Применение низкоэнергетического лазерного излучения в восстановительной офтальмологии: показания, методы, эффективность. *Вестник восстановительной медицины.* 2008;1(2):14–17.
- Зайцев А.Л., Кубарева И.А., Корепанов А.В. и др. Оптико-рефлекторное лечение приобретенной близорукости на аппарате «Визотроник» как фактор профилактики стресс-индуцированной психофизиологической дезадаптации зрительной системы. *Вестник Оренбургского государственного университета.* 2011;14(133):138–140.

References

- Rosenfield M. Computer Vision Syndrome: A Review of Ocular Causes and Potential Treatments. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2011;31(5):502–515. DOI: 10.1111/j.1475-1313.2011.00834.x.
- Efimova E.L., Brzheskiy V.V., Alexandrova A.S. Characteristics of visual disorders when using electronic textbooks and the possibility of their correction. *Rossiyskiy oftalmologicheskii zhurnal.* 2015;2:27–33 (in Russ.).
- Ovechkin I.G., Shakula A.V., Emelyanov G.A. Accommodation disorders in persons of visually strenuous work with symptoms of psychological maladjustment. *Rossiyskiy oftalmologicheskii zhurnal.* 2014;1:39–41 (in Russ.).
- Emelyanov G.A. The state of accommodation as an indicator of chronic fatigue syndrome in patients with visually-intense work. *Kataraktal'naya i refraktsionnaya khirurgiya.* 2013;1:23–25 (in Russ.).
- Proskurina O.V., Tarutta E.P., Iomdina E.N. et al. A modern classification of asthenopias: clinical forms and stages. *Rossiyskiy oftalmologicheskii zhurnal.* 2016;4:69–73 (in Russ.). DOI: 10.21516/2072-0076-2016-9-4-69-73.
- Makhova M.V., Strakhov V.V. Interaction of accommodative and subjective diagnostic criteria of accommodation disorders. *Rossiyskiy oftalmologicheskii zhurnal.* 2019;12(3):13–19 (in Russ.). DOI: 10.21516/2072-0076-2019-12-3-13-19.
- Tarutta E.P., Iomdina E.N., Tarasova N.A. Nonsurgical treatment of progressive myopia. *Russian Medical Journal. Clinical Ophthalmology.* 2016;4:204–210 (in Russ.).
- Accommodation: a guide for doctors. Ed. L.A. Katargina. M.: April; 2012 (in Russ.).
- Proskurina O.V. Asthenopia (part 2). (Electronic resource). URL: <https://sabar.eyeportal.ru/sites/sabar.eyeportal.ru/files/sabar/pdf>. Access date: 15.08.2020 (in Russ.).
- Federal clinical guidelines "Diagnosis and treatment of myopia in children". *Rossiiskaya pediatricheskaya oftalmologiya.* 2014;2:49–62 (in Russ.).
- Shakula A.V., Emelyanov G.A. The effectiveness of the objective accommodation method in assessing functional disorders of accommodation in patients with visually-intense work. *Vestnik vosstanovitel'noj mediciny.* 2013;2:32–35 (in Russ.).
- Ovechkin I.G., Pershin K.B., Antonyuk V.D. Functional vision correction. St. Petersburg: ASP; 2003 (in Russ.).
- Zverev L.P., Ovechkin I.G., Ryumin O.O. Color measurements in space. M.: Mechanical engineering; 1996 (in Russ.).
- Vorontsova T.N. The results of drug therapy of habitually excessive stress of accommodation in children and students. *Rossiyskiy oftalmologicheskii zhurnal.* 2016;2:18–21 (in Russ.). DOI: 10.21516/2072-0076-2016-9-2-18-21.
- Ovechkin I.G., Malyshev A.V., Grishchenko I.V., Yudin V.E.. Diagnostic criteria of accommodative asthenopia. *Kataraktal'naya i refraktsionnaya khirurgiya.* 2017;17(2):7–10 (in Russ.).
- Ovechkin I.G., Emelyanov G.A., Shchukin S. Yu. Prospects for the use of objective accommodation within the framework of restorative medicine and ophthalmology. *Vestnik meditsinskogo stomatologicheskogo instituta.* 2012;2:37–39 (in Russ.).
- Tarutta E.P., Tarasova N.A. The tonus of accommodation in myopia, measured by various methods, and its possible prognostic value. *Vestnik oftalmologii.* 2012;2:34–37 (in Russ.).
- Mykolnikova E.S., Egorova A.V., Lyalin A.N. The use of the Visotronic MZ apparatus in the treatment of computer visual syndrome. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta.* 2011;14(133):274–277 (in Russ.).
- Shakula A.V., Kozhukhov A.A., Yelkina Ya.E. The use of low-energy laser radiation in reconstructive ophthalmology: indications, methods, effectiveness. *Vestnik vosstanovitel'noj mediciny.* 2008;1(2):14–17 (in Russ.).
- Zaitsev A.L., Kubareva I.A., Korepanov A.V. et al. Optical reflex treatment of acquired myopia on the Visotronic apparatus as a factor in the prevention of stress-induced psychophysiological maladaptation of the visual system. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta.* 2011;14(133):138–140 (in Russ.).

Сведения об авторах:

¹Овечкин Игорь Геннадьевич — д.м.н., профессор, профессор кафедры офтальмологии, ORCID iD 0000-0003-3996-1012;

²Гаджиев Имран Салаутдинович — врач-офтальмолог, ORCID iD 0000-0002-7354-0046;

¹Кожухов Арсений Александрович — д.м.н., доцент, профессор кафедры офтальмологии, ORCID iD 0000-0002-3349-0240;

¹Беликова Елена Ивановна — д.м.н., профессор кафедры офтальмологии, ORCID iD 0000-0001-9646-4747.

¹Академия постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России. 125371, Россия, г. Москва, Волоколамское шоссе, д.91.

²ФГБОУ ВО СтГМУ Минздрава России. 355017, Россия, г. Ставрополь, ул. Мира, д.310.

Контактная информация: Овечкин Игорь Геннадьевич, e-mail: doctoro@mail.ru. **Прозрачность финансовой деятельности:** никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. **Конфликт интересов отсутствует.** Статья поступила 24.08.2020.

About the authors:

¹Igor G. Ovechkin — Doct. of Sci. (Med.), Professor of the Department of Ophthalmology, ORCID iD 0000-0003-3996-1012;

²Imran S. Gadzhiev — ophthalmologist, ORCID iD 0000-0002-7354-0046;

¹Arseniy A. Kozhukhov — Doct. of Sci. (Med.), Associate Professor, professor of the Department of Ophthalmology, ORCID iD 0000-0002-3349-0240;

¹Elena I. Belikova — Doct. of Sci. (Med.), Professor of the Department of Ophthalmology, ORCID iD 0000-0001-9646-4747.

¹Academy of Postgraduate Education of the Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical Biological Agency of Russian Federation. 91, Volokolamskoe road, Moscow, 125371, Russian Federation.

²Stavropol State Medical University. 310, Mira str., Stavropol, 355017, Russian Federation.

Contact information: Igor G. Ovechkin, e-mail: doctoro@mail.ru. **Financial Disclosure:** no authors have a financial or property interest in any material or method mentioned. There is no **conflict of interests.** Received 24.08.2020.