

ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF THE INTRAOCULAR PRESSURE LEVEL AND THE STAGE OF PRIMARY OPEN-ANGLE GLAUCOMA ON THE MORPHOMETRIC AND FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF THE ACCOMMODATIVE APPARATUS

Bezdetko P. A., Abdoola A. M. D., Shchadnykh M. A.

On a basis of a survey of 128 eyes of presbyopes with POAG using ultrasound biomicroscopy (UBM) with the definition of reserves and the volume of accommodation depending on the stage of glaucoma it was found no reliable relationship. There was a clear link data on the level of IOP. The thickness of the lens decreased from 3.79 mm for IOP less than 21 mm Hg. to 3.57 mm with IOP over 32 mm Hg., depth of perizonular space, increased from 0.63 mm to 0.73 mm, respectively, the value of presbyopia increased from 2.0 diopters to 2.63 diopters with, the volume and reserves of accommodation decreased from 2.1 and 0.57 diopters to 1.4 and 0.33 diopters respectively. Elevation of intraocular pressure at presbyopes with POAG have lead to a flattening of the lens and reduce its accommodative ability, and increase of perizonular space with growing of IOP indicates on a significant role in the pathogenesis of POAG of increase of aqueous humor production through the ciliary muscle tone increasing with presbyopia.



УДК 617.761–008.1:617.753.21–073

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ПОДВИЖНОСТЬ ГЛАЗОДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ И ЛАБИЛЬНОСТЬ ЗРИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА У БОЛЬНЫХ МИОПИЕЙ СЛАБОЙ СТЕПЕНИ

В. С. Пономарчук, д-р мед. наук, профессор, **К. П. Павлюченко**, д-р мед. наук, профессор, **Кефи Найссан**, асп.

ГУ «Институт глазных болезней и тканевой терапии им. В. П. Филатова НАМИ Украины» Одесса.
Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького

Изучено состояние функциональной подвижности глазодвигательной системы (ФПГС) и лабильности зрительного анализатора (КЧСМ – критической частоты слияния мельканий и КЧПМ – критической частоты появления мельканий) в различных кинетических режимах – горизонтальном (Г), вертикальном (В) и хаотическом (Х) у больных миопией слабой степени.

Показано снижение показателей ФПГС в хаотическом режиме на 0,3 Гц (17,8 %) в сравнении с вертикальным и горизонтальным режимом у больных миопией слабой степени. В сравнении с нормой степень снижения ФПГС составила 0,66 Гц (37,5 %).

Показатель КЧСМ во всех трёх режимах одинаков как при монокулярном, так и при бинокулярном исследовании и равен 40 Гц. Показатель КЧПМ был равен 37 Гц, что ниже показателя КЧСМ в среднем на 3 Гц (8 %).

Ключевые слова: функциональная подвижность глазодвигательной системы, миопия слабой степени.

Введение. В сенсомоторной системе зрительного анализатора, сенсорная система глаза передает и обрабатывает полученную информацию о внешнем мире. Двигательная система не имеет самостоятельного значения и полностью находится на службе у сенсорной системы, которой она в значительной степени регулируется. Поэтому анализ движений глаз невозможен без учета их отношения к процессам зрения; с другой стороны, анализ зрительных процессов неизбежно подводит к обсуждению роли и участия в них движения глаз.

Нейронный контроль движений глаза нацелен на обеспечение выполнения основных задач глазодвигательной системы — направления глаза к зрительной цели, поддержания функции биноку-

лярного зрения и пространственной локализации зрительной цели. [9]

Вопросы терминологии и классификации движений глаз длительное время были источником значительной путаницы и дискуссий. Lancaster W. В. [8] унифицировал и упростил терминологию, которая в настоящее время принята почти повсеместно. Согласно этой классификации, все движения глаз подразделяются на монокулярные и бинокулярные.

К монокулярным относятся все дукционные движения, к бинокулярным — синхронные сочетанные движения обоих глаз, которые по взаимному расположению зрительных осей в процессе перемещения глаз разделяются на содружественные

© В. С. Пономарчук, К. П. Павлюченко, Кефи Найссан, 2013

движения глаз в одном и том же направлении — верзионные (верзии) и движения глаз в противоположных направлениях — вергентные (вергенции). [8, 12, 13] Дукционные движения (дукции) рассматриваются как монокулярные и представляют собой вращение отдельно взятого глаза. Дукции включают: а) поворот глазного яблока вокруг вертикальной оси Z (перемещение глаза в горизонтальной плоскости) — приведение или аддукция (глаз поворачивается к носу) и отведение или абдукция (глаз поворачивается в височную сторону); б) поворот глазного яблока вокруг горизонтальной оси X (вертикальное перемещение глазного яблока) — супрадукция или поднятие (глаз поворачивается кверху) и интрадукция или опущение (глаз поворачивается книзу). Эти четыре движения глаза принято называть основными (или кардинальными). [10, 11, 12]. Комбинация горизонтальных и вертикальных дукционных движений перемещает глазное яблоко в различные косые позиции по направлению вверх-вправо, вверх-влево, вниз-вправо, вниз-влево. К дукциям также относится поворот глаза относительно передне-задней оси Y — циклодукция (или торзия). При этом вращение переднего полюса глаза по направлению к виску называется эксциклодукцией, в назальную сторону — инциклодукцией. [3, 6, 12 13].

Положение глаза при дукционных движениях — отведении, приведении, элевации или депрессии — называется вторичной позицией. Косые позиции глазного яблока являются третичными.

К верзионным движениям относятся бинокулярные сопряженные движения обоих глаз, при которых их зрительные оси передвигаются в одном и том же направлении и оба глаза передвигаются в направлении перемещения объекта вместе. К данному типу глазодвигательной активности относятся декстрозерзии (поворот глаз вокруг оси Z вправо), левоверзии (поворот глаз вокруг оси Z влево), элевации (поворот глаз вокруг оси Y вверх), депрессии (поворот глаз вокруг оси Y вниз) и цикловерзии — декстроцикловерзии (вращение глаза вокруг оси X вправо) и левоцикловерзии (вращение глаза вокруг оси X влево).

Верзионные движения выполняют две задачи, связанные с моторной системой глаз — расширение поля обзора и перенос изображения объекта внимания на фовеа — и бывают произвольными (по желанию человека) и произвольными (полурефлекторные движения в ответ на зрительные, звуковые и другие стимулы).

Среди современных методов регистрации движений глаз можно выделить две основных группы: 1) контактные, т.е. связанные с установкой регистрирующих датчиков непосредственно на роговицу глаза или вокруг него (электроокулография, фотооптический и электромагнитный методы); 2)

бесконтактные (фотоэлектрический, кино- и видеорегистрация).

Современные системы видеорегистрации позволяют производить запись движений глаз как монокулярно, так и бинокулярно на высокой скорости (с частотой, достигающей 250 Гц); существуют как стационарные, так и мобильные установки, позволяющие регистрировать глазодвигательную активность в естественных условиях повседневной деятельности человека. [1, 2, 4, 5, 7]. Различные разновидности систем видеорегистрации позиции взора и движений глаз получили за рубежом название «eyetracker». Но современные методы дорогостоящие, малодоступны для практических офтальмологов.

Следовательно, поиск диагностически значимых, информативных способов определения функциональной подвижности глазодвигательной системы и лабильности зрительного анализатора в кинетических режимах остается актуальной и своевременной научной задачей офтальмологии.

Цель исследования — определить диагностическую значимость нового способа определения функциональной подвижности глазодвигательной системы и лабильности зрительного анализатора в различных кинетических режимах — горизонтальном, вертикальном, хаотическом при монокулярном и бинокулярном исследовании у больных с рефракционной патологией — миопией.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Исследования функциональной подвижности глазодвигательной системы (ФПГС) и лабильности зрительного анализатора (ЛЗА) были проведены у 32 пациентов, включающих группу контроля (здоровые) и группу пациентов с миопией слабой степени.

Группа здоровых лиц-добровольцев с эмметропической рефракцией состояла из 10 человек (20 глаз), возраст колебался от 8 до 18 лет, острота зрения у них была от 1,0, до 1,5.

Группа с миопией слабой степени включала 22 пациента (44 глаза) аналогичного возраста. Некорригированная острота зрения у них равнялась $0,32 \pm 0,18$, сила оптической коррекции колебалась от 1,2 до 1,5 Дптр, корригированная острота зрения — 1,0. При офтальмоскопическом обследовании передний отдел глазного яблока, среды, а также глазное дно были в норме.

Всем пациентам был проведен комплекс функционально-диагностических обследований: определение колбочковой световой чувствительности (на 7 мин); определение порога электрической чувствительности по фосфену, определение лабильности зрительного анализатора по критической частоте исчезновения мельканий по фосфену в режиме «1,5 и 3»; определение резервов аккомодации по Дашевскому; определение активности фовео-кортикального афферентного пути по феномену Гайдингера.

На новом устройстве — фотомистимуляторе офтальмологическом (ФМС), — созданном на базе отдела функциональных методов исследования Института глазных болезней и тканевой терапии им. В. П. Филатова, определяли:

1) функциональную подвижность глазодвигательной системы (ФПГС) по показателю частоты перемещения им-

пульсов (ЧПИ, Гц) в трех кинетических режимах: горизонтальном (Г), вертикальном (В) и хаотическом (Х);

2) лабильность зрительного анализатора по показателю КЧСМ (критической частоте слияния мельканий) и по показателю КЧПМ (критической частоте появления мельканий) в трех кинетических режимах и в стационарном (неподвижном) режиме.

Источником импульсов ФМС служат пять светодиодов красного цвета (диаметр 5 мм, длина волны — 622 нм), смонтированных в переднюю панель специальных очков и расположенных в центральной зоне поля зрения каждого глаза. На приборе имеется возможность установить оптимальную частоту последовательного включения светодиодов — частоту перемещения импульсов (ЧПИ, Гц) в двух направлениях (по горизонтали и вертикали) и в смешанном — хаотическом — при которой пациент комфортно отслеживает перемещения красной светящейся точки от одного светодиода до другого, в диапазоне от 0,5 до 4,0 Гц. Во всех трех кинетических режимах частоту мигания самих светодиодов можно установить в диапазоне от 4 до 50 Гц.

Исследование проводили последовательно: монокулярно вначале на правом глазу, левом, затем бикулярно. Частота предъявляемых импульсов красного цвета постепенно увеличивалась от 4 до 50 Гц. Обследуемый должен был отметить момент полного исчезновения мигания (КЧСМ), показатель КЧПМ определяли в обратном порядке — то есть в момент слияния миганий плавно вращали ручку до момента появления мельканий.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ. В группе миопов слабой степени некорригированная острота зрения была $0,33 \pm 0,16$, сила оптической коррекции для достижения остроты зрения 1,0 вдаль в среднем равна $(-1,5 \pm 0,9)$ Дптр, резервы аккомодации — $(-2,1 \pm 0,9)$ Дптр. Фотопическая световая чувствительность на 7-ой минуте исследования достигла среднего уровня $(1,9 \pm 0,3)$ лог.ед, что было ниже показателя нормы в 1,5 раза. Порог возникновения феномена Гайдингера по макулотестеру равнялся $(6,0 \pm 0,5)$ отн. ед., что указывало на высокую активность фовео-афферентной системы зрительного анализатора. Электрическая чувствительность зрительного анализатора по порогу электрической чувствительности по фосфену равнялась $(64,0 \pm 5,9)$ мкА. Лабильность проводящей системы зрительного анализатора у миопов слабой степени по фосфену в режиме «1,5» была в пределах нормальных значений — $(17,0 \pm 4,6)$ Гц.

Функциональная подвижность глазодвигательной системы, определяемая по ЧПИ монокулярно, была одинакова для обоих глаз в горизонтальном и вертикальном направлении и равна в среднем $(2,1 \pm 0,4)$ Гц с минимальными и максимальными значениями его 1,5–2,9 Гц и коэффициентом вариации 20 %, а в хаотическом режиме ниже на 0,25 Гц (15 %) ($p < 0,05$), что составляет $(1,9 \pm 0,1)$ Гц с минимальными и максимальными показателями 1,5–2,7 Гц и коэффициентом вариации 21 %.

Бикулярное исследование ФПГС выявило, что показатель ЧПИ также имел одинаковые значения

для горизонтального и вертикального режима — $(2,2 \pm 0,3)$ Гц, с доверительным интервалом $\pm 95\%$ — $(2,0–2,4)$ Гц, минимальными и максимальными показателями 1,7–2,7 Гц (табл. 1, рис. 1).

Показатель ЧПИ бикулярно в хаотическом режиме был равен $(1,9 \pm 0,3)$ Гц с доверительным интервалом $\pm 95\%$ ($1,8–2,1$ Гц), что было ниже аналогичных показателей в горизонтальном и вертикальном режимах соответственно на 0,3 Гц (15,8 %) (табл. 1, рис. 1).

В сравнении с контрольной группой (здоровых лиц) во всех режимах показатели ЧПИ у пациентов с миопией слабой степени были ниже на 0,45 Гц (22,4 %) ($p < 0,05$).

Таблица 1

Показатели частоты перемещения импульса (ЧПИ) в горизонтальном (Г), вертикальном (В) и хаотическом (Х) режимах у больных миопией слабой степени (n=22)

Глаз	Режимы	Mn	Δ	min	max	SD	V(%)	mn	Норма Mn ± mn
OD	Г	2,2		1,5	2,9	0,40	18,6	0,1	$2,6 \pm 0,1$
	В	2,1		1,4	2,9	0,40	19,8	0,1	$2,6 \pm 0,1$
	Х	1,9*	0,25	1,5	2,7	0,39	20,6	0,1	$2,3 \pm 0,2$
OS	Г	2,1		1,4	2,9	0,40	20,7	0,1	$2,6 \pm 0,1$
	В	2,0		1,5	2,9	0,40	22,1	0,1	$2,6 \pm 0,1$
	Х	1,9*	0,25	1,5	2,7	0,40	20,7	0,1	$2,3 \pm 0,2$
OU	Г	2,2		1,5	2,7	0,31	14	0,1	$2,6 \pm 0,1$
	В	2,2		1,8	2,7	0,25	11	0,1	$2,6 \pm 0,1$
	Х	1,9*	0,3	1,4	2,3	0,27	14	0,1	$2,3 \pm 0,1$

Примечание: * $p < 0,05$ уровень значимости различий между показателями ЧПИ в хаотическом и показателями в горизонтальном и вертикальном режимах. Δ — степень снижения показателя ЧПИ в хаотическом режиме.

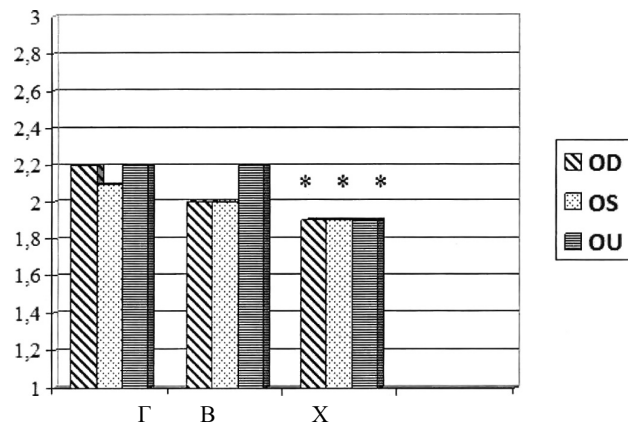


Рис. 1. Показатели частоты перемещения импульса (ЧПИ) у больных миопией слабой степени в горизонтальном (Г), вертикальном (В) и хаотическом (Х) режимах

Примечание: * $p < 0,05$ уровень значимости различий показателей ЧПИ между хаотическим и горизонтальным, вертикальным режимами при моно- и бикулярном исследовании.

Лабильность зрительного анализатора у 22 больных миопией слабой степени в разных кинетических режимах (при движениях глаз в горизонталь-

ном, вертикальном и в хаотическом направлениях) и стационарном (неподвижном) режиме определялась по двум показателям: по КЧСМ и КЧПМ. В кинетических режимах использовали частоту переключения импульсов (ЧПИ), оптимально переносимую (комфортную) для обследуемых, равную 2 Гц.

Вначале определяли КЧСМ и КЧПМ в центральной точке фиксации, то есть в стационарном режиме. Показатель КЧСМ для правого глаза и левого глаза в среднем был равен (43,6 ± 3,7) Гц, КЧПМ — ниже на 2,8 Гц (p < 0,05), среднее значение — (40,8 ± 3,9) Гц. Следует отметить, что минимальный показатель равнялся 31 Гц, а максимальный достигал 51 Гц (табл. 2).

Таблица 2

Лабильность зрительного анализатора по показателю КЧСМ (Гц) и КЧПМ (Гц) у больных миопией слабой степени при монокулярном исследовании

	Режим исследования		Mn	min	max	SD	mn	V(%)	
КЧСМ	Стационарный	Цт	43,6	36	51	3,7	1,0	8,5	
		Кинетический	Г	40,0**↓	30	51	4,5	1,0	11,2
			В	40,0**↓	30	51	4,5	1,0	11,2
		Х	40,0**↓	28	51	5Д	1,0	12,7	
КЧПМ	Стационарный	Цт	40,8 *↓	35	49	3,9	1,1	9,5	
		Кинетический	Г	37,5**↓	28	49	4,3	0,9	11,4
			В	37,7**↓	28	49	4,4	0,9	11,7
		Х	37,7**↓	24	49	5,2	1Д	13,9	

Примечание: *↓ p < 0,05 уровень значимости различий между показателями КЧСМ и КЧПМ; **↓ p < 0,05 между показателями КЧСМ стационарного и кинетического режима, КЧПМ стационарного и кинетического режима;

При бинокулярном исследовании показатели лабильности в центральной точке фиксации (стационарный режим) по показателю КЧСМ равнялись (41,4 ± 4,0) Гц с минимальными значениями 33,0 Гц и максимальными 47,0 Гц, при этом доверительный интервал ± 95 % колебался от 38,9 до 43,9 Гц. Показатель КЧПМ был ниже на 3 Гц, имея среднее значение (38,4 ± 3,7) Гц (p < 0,05). Минимальное значение КЧПМ равнялось 31 Гц, а максимальное 43 Гц, при доверительном интервале ± 95 % от 36 до 41 Гц (табл. 3).

При анализе показателя КЧСМ при движениях глаз у больных миопией слабой степени выявлено, что этот показатель был равен как в горизонтальном, вертикальном, так и в хаотическом режиме и равнялся для правого и левого глаза (40,0 ± 4,5) Гц, с минимальными значениями 30 Гц, максимальными 51 Гц, коэффициент вариации 11,8 %.

Таблица 3

Лабильность зрительного анализатора по показателю КЧСМ (Гц) и КЧПМ (Гц) у больных миопией слабой степени бинокулярно.

	Режим исследования		Mn	min	max	SD	mn	V(%)	
КЧСМ	Стационарный	Цт	41,4	33	47	4,0	1,1	10	
		Кинетический	Г	39,3**↓	30	45	4,0	1,1	10
			В	39,5**↓	32	47	4,0	1,0	9
		Х	38,8**↓	30	45	4,0	1,0	10	
КЧПМ	Стационарный	Цт	38,4 *↓	31	43	4,0	1,0	10	
		Кинетический	Г	36,8**↓ *↓	28	41	4,0	1,0	10
			В	37,0**↓ *↓	30	43	4,0	1,0	10
		Х	36,7**↓ *↓	29	41	4,0	1,0	10	

Примечание: *↓ p < 0,05 уровень значимости различий между показателями лабильности ЗА — КЧСМ и КЧПМ; ** p ↓ < 0,05 между показателями КЧСМ стационарного и кинетического режима, КЧПМ стационарного и кинетического режима;

Показатель КЧПМ при всех движениях глаз также был одинаков при монокулярном исследовании и равнялся в среднем (37,5 ± 4,6) Гц, с минимальными значениями 27 Гц и максимальными 49 Гц, с коэффициентом вариации 12 %. При сравнении показателей КЧСМ и КЧПМ между собой отмечено существенное отличие последнего на 2,5 Гц (6,7 %) (p < 0,05).

При бинокулярном исследовании КЧСМ во всех режимах равнялась (39,0 ± 3,8) Гц, с минимальными и максимальными значениями 30 Гц и 45 Гц соответственно (табл.3). Бинокулярный показатель КЧПМ был равен (37,0 ± 3,6) Гц, с минимальными и максимальными значениями 29 Гц и 42 Гц соответственно.

Таким образом, исследование функциональной подвижности глазодвигательной системы и лабильности зрительного анализатора у больных миопией слабой степени позволило выявить следующие особенности:

1. Средний показатель ЧПИ при движениях глаз в горизонтальном и вертикальном режимах как при монокулярном, так и бинокулярном исследовании был одинаков при близорукости слабой степени и составил (2,1 ± 0,4) Гц, в то время как в хаотическом режиме — (1,9 ± 0,3) Гц, что было на 0,2 Гц (10,5 %) ниже (p < 0,05). В сравнении с контрольной группой (здоровых лиц) во всех режимах показатели ЧПИ у миопов ниже на 0,45 Гц (22,4 %) (p < 0,05).

2. Показатели лабильности зрительного анализатора КЧСМ и КЧПМ при движениях глаз во всех режимах (Г,В,Х) не изменяются как при монокулярном, так и при бинокулярном исследовании, причем показатель КЧСМ равен 40 Гц, а показатель КЧПМ ниже в среднем на 3 Гц (8 %) (p < 0,05).

3. Показатель КЧСМ при стационарном режиме был выше в сравнении с кинетическими режимами (Г,В,Х) на 2,4 Гц (6 %), а показатель КЧПМ — на 2,6 Гц (7 %).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Абрамов А. В., Усанова Т. Б., Скрипаль А. В., Усанов Д. А.** Видеотехнология количественного контроля движения глазного яблока при нистагме // Вестн. офтальмол. — 2002. — № 4. — С. 38–41
2. **Барабанчиков В. А.** Методы регистрации движений глаз: теория и практика // Психологическая наука и образование. — 2010. — № 5. — С. 240–254.
3. **Вит В. В.** Строение зрительной системы человека. — Одесса: Астропринт, 2003. — 655 с.
4. **Демидов А. А., Жегалло А. В.** Оборудование SMI для регистрации движений глаз: тест-драйв // Эксперимент, психология. — 2008. — № 1.
5. **Жегалло А. В.** Система регистрации движений глаз SMI High Speed: особенности использования // Экспериментальная психология. — 2009. — № 4.
6. **David T, Smye S, James T, Dabbs T.** Time-dependent stress and displacement of the eye wall tissue of the human eye // Med Eng Phys. — 1997. — Mar; 19(2). — P. 131–9.
7. **DiScenna A. O., Das V., Zivotofsky A. Z.** Evaluation of a video tracking device for measurement of horizontal and vertical eye rotations during locomotion // J Neurosci Methods. — 1995. — Vol. 58. — P. 89.
8. **Lancaster W. B.** Terminology in ocular motility and allied subjects // Am J Ophthalmol. — 1943. — Vol. 26. — P. 122.
9. **Leigh R. J., Zee D. S.** The Neurology of Eye Movements. — 4th ed. — New York: Oxford University Press, 2006.
10. **Muller C, Stoll W, Scialim F.** The effect of optical devices and repeated trials on the velocity of saccadic eye movements // Acta Otolaryngol. — 2003. — May; 123 (4). — P: 471–6.
11. **Von Noorden G. K., Mackensen G.** Pursuit movements in normal and amblyopic eyes. An electro-ophtho-graphic study. II. Pursuit movements in amblyopic patients // Am J Ophthalmol. — 1962. — Vol. 53. — P. 477.
12. **Von Noorden G. K., Campos E. C.** Binocular Vision and Ocular Motility. Theory and management of strabismus. — 6th ed. — Mosby. A Harcourt Health Sciences Company. — St. Louis, London, Philadelphia, Sydney, Toronto, 2002. — 654 p.
13. **Wong A. M. F.** Eye Movement Disorders — 1st Edition. — Oxford University Press, 2007. — 274 p.

Поступила 22.01.2013.

FUNCTIONAL MOBILITY OF THE EYE MOTOR SYSTEM AND LABILITY OF THE VISUAL ANALYZER IN PATIENTS WITH MYOPIA OF MILD DEGREE

Ponomarchuk V. S., Pavlyuchenko K. P., Kephri Nyssan

Odessa, Donetsk, Ukraine

There was studied the state of the functional mobility of the eye motor system (FMES) and lability of the visual analyzer in different kinetic regimens — horizontal (H), vertical (V), chaotic (C) in patients with myopia of mild degree.

There was shown the reduction of FMES indices in the chaotic regimen by 0.3 Hz (17.8 %) in comparison with V and H in patients with myopia of mild degree; the reduction degree increased by 0.66 Hz (37.5 %) compared with the norm.

The lability index of the visual analyzer in critical frequency of flicker fusion (CFFF) is the same in all three regimens both in monocular and binocular studies and is 40 Hz. While the index of critical frequency of flicker appearance (CFFA) was 37Hz, which was lower than CFFF index on an average by 3 Hz (8 %).

