https://doi.org/10.17116/oftalma202013602126

Сравнительная оценка параметров зрительной фиксации при амблиопии различного генеза

© А.В. АПАЕВ, Е.П. ТАРУТТА

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрязская, 14/19, Москва, 105062, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Введение. Оценка параметров зрительной фиксации является важным диагностическим методом у пациентов с амблиопией различного генеза.
Цель исследования — изучить параметры зрительной фиксации при различных видах амблиопии.
Материал и методы. Обследовано 108 пациентов (213 глаз) в возрасте 5—11 лет с амблиопией средней и высокой степени (дисбинокулярной — 27 (54 глаза), рефракционной и анизометропической — 45 (87 глаз) и с относительной амблиопией вследствие нистагмоидной «депривации» — 36 (72 глаза) с использованием прибора NIDEK MP-1 Microperimeter.
Результаты. Получены результаты плотности фиксации в пределах 2° и 4°, амплитуды смещения точки фиксации по горизонтали и вертикали, усредненного значения смещения точки фиксации и средней скорости смещения. При всех видах амблиопии чем выше острота зрения, тем выше плотность фиксации в зоне 2° и 4°. Максимальные значения амплитуды точки смещения получены при нистагме, далее — при дисбинокулярной амблиопии, гиперметропии и миопии. Максимальные значения среднего смещения и скорости смещения точки фиксации выявлены также в группе пациентов с нистагмом. В остальных группах различия не столь значимы.
Заключение. Проведено сравнительное объективное исследование параметров зрительной фиксации при различных видах и степенях амблиопии с помощью микропериметра NIDEK MP-1. Снижение плотности фиксации, повышение амплитуды и среднего смещения точки фиксации при всех видах амблиопии коррелирует со снижением остроты зрения. Средняя скорость смещения не имеет четкой зависимости от остроты зрения. Наиболее выраженное нарушение всех параметров фиксации, включая среднюю скорость смещения точки фиксации, отмечено при нистагме.

Ключевые слова: *зрительная фиксация, амблиопия, нистагм, косоглазие, гиперметропия, миопия.*

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Тарутта Е.П. — д-р мед. наук, проф., начальник отдела патологии рефракции бинокулярного зрения и офтальмоэргономики; https://orcid.org/0000-0002-8864-4518
Апаев А.В. — научный сотрудник отдела патологии рефракции бинокулярного зрения и офтальмоэргономики; https://orcid.org/0000-0001-7669-1256
Автор, ответственный за переписку: Апаев Александр Вячеславович — e-mail: doc229@mail.ru

Comparative assessment of the parameters of visual fixation in amblyopia of different origin

© A.V. APAEV, E.P. TARUTTA

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

ABSTRACT

Introduction. Examination of visual fixation parameters is an important diagnostic method in patients with amblyopia of different origin.
Purpose — to study the visual fixation parameters for various types of amblyopia.
Material and methods. The study included 108 patients (213 eyes) aged 5—11 years with moderate and high amblyopia: 27 patients (54 eyes) with strabismic amblyopia, 45 patients (87 eyes) with refractive and anisometropic amblyopia, and 36 patients (72 eyes) with relative amblyopia caused by deprivation nystagmus. All examinations were performed on the NIDEK MP-1 Microperimeter.
Results. Fixation density within 2° and 4°, the amplitude of the horizontal and vertical fixation point displacement, the averaged value of the fixation point displacement and the average velocity of displacement were evaluated. There was a positive correlation between visual acuity and fixation density for all types of amblyopia, the higher the visual acuity, the higher the fixation density in the area of 2° and 4°. The maximum values of the displacement point amplitude were registered in patients with nystagmus. In patients with strabismic amblyopia, hyperopia and myopia values of displacement point amplitude were lower. The highest average displacement and rate of displacement of the fixation point were found in the group of patients with nystagmus. The differences were much less significant in other groups.
Conclusion. A comparative objective study of visual fixation parameters for various types of amblyopia was performed using the NIDEK MP-1 Microperimeter. There was a positive correlation between fixation density decrease, the increase of amplitude and average displacement of the fixation point, and visual acuity decrease for all types of amblyopia. There was no significant correlation between average rate of displacement and visual acuity. The maximum disturbance of fixation parameters, including the average rate of the fixation point displacement, was registered in nystagmus.

Keywords: *visual fixation, amblyopia, nystagmus, strabismus, hyperopia, myopia.*

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Tarutta E.P. — https://orcid.org/0000-0002-8864-4518
Apaev A.V. — https://orcid.org/0000-0001-7669-1256
Corresponding author: Apaev A.V. — e-mail: doc229@mail.ru

Зрительная фиксация — это относительно неподвижная установка взора на рассматриваемый объект (точку фиксации) [1]. Оптическая, глазодвигательная, сенсорная системы зрительного анализатора участвуют в реализации данной функции. Нарушение работы одной или нескольких звеньев этой системы может привести к изменению фиксации.

Нередко амблиопия сочетается с нарушением зрительной фиксации. Амблиопия занимает одно из ведущих мест в структуре заболеваемости и слабовидения у детей. По данным разных авторов, распространенность рефракционной амблиопии при гиперметропии составляет от 12,5 до 70%, а амблиопии при косоглазии — 69,9—87% [1, 2].

Поиск новых методов диагностики и лечения на основе исследований, уточняющих локализацию поражения и механизмы развития амблиопии, остается актуальным.

Д.И. Кошелев (2010) впервые оценил горизонтальный и вертикальный размеры области фиксации, используя микропериметр MP-1, и обнаружил их увеличение при миопии со сниженной корригированной остротой зрения (КОЗ) по сравнению с эмметропией и КОЗ выше 1,0.

Для понимания нарушений зрительных функций при амблиопии весьма существен вопрос, касающийся уровня, характера и степени изменений зрительной системы [3—5]. Исследования устойчивости фиксации у детей с амблиопией различной степени с помощью микропериметра MP-1, проведенные М.А. Кащенко и соавт. (2013), показали, что отмечается снижение стабильности фиксации, которое коррелирует с корригированной остротой зрения пациента и со светочувствительностью сетчатки.

Мы разработали метод объективной оценки и мониторинга параметров нистагма с помощью микропериметрии на микропериметре MP-1 NIDEK (патент РФ на изобретение № 2535511/14.10.14) [6]. Данный метод позволяет записать изменение во времени положения точки фиксации пациента и отобразить это на стабильном изображении сетчатки, полученном в начале исследования с помощью инфракрасной камеры, иными словами — определить участок фиксации и оценить его стабильность во времени. Исследование позволяет объективно оценить параметры фиксации: плотность, амплитуду, среднее смещение и скорость колебательных движений глаз.

Цель исследования — сравнительное изучение параметров фиксации у детей с амблиопией разных видов: дисбинокулярной, рефракционной, анизометропической и нистагмической.

Материал и методы

Обследовано 108 пациентов (213 глаз: на 3 глазах не удалось провести исследование) пациентов с амблиопией средней и высокой степени: дисбинокулярной 27 (54 глаза), рефракционной и анизометропической 45 (87 глаз) и с относительной амблиопией вследствие нистагмоидной «депривации» 36 (72 глаза). Ввиду увеличения амплитуды нистагма при монокулярной фиксации не у всех пациентов удавалось оценить ее. Среди пациентов с рефракционной и/или анизометропической амблиопией гиперметропия выявлена у 22 (44 глаза), врожденная миопия средней и высокой степени — у 22 (43 глаза). В каждой нозологической группе (нистагм, косоглазие, гиперметропия, миопия) были выделены пациенты (глаза) с остротой зрения 0,9 — 1,0, отнесенные в группу контроля (без амблиопии). Всего в эту группу вошло 48 глаз **(см. таблицу)**. Возраст пациентов варьировал от 5 до 11 лет. Среди обследованных было 52 мальчика, 56 девочек.

Оценку параметров фиксации на сетчатке проводили с помощью микропериметра Nidek MP-1. Плотность фиксации аппарат оценивает в автоматическом режиме в заданном стандарте в пределах 2° и 4° от центра фовеа. Результаты количественной оценки амплитуды, среднего смещения и скорости смещения точки фиксации выводятся в виде таблицы и графика **(рис. 1)**.

Результаты

В ходе исследования получены следующие параметры: плотность фиксации в пределах 2° и 4°, амплитуда смещения точки фиксации по горизонтали и вертикали, среднее значение смещения точки фиксации и скорости смещения **(см. таблицу)**.

На основании такого параметра, как плотность фиксации в пределах 2° и 4°, прибор в автоматическом режиме показывает, является фиксация стабильной или нестабильной. Микропериметрия позволяет количественно определить плотность в процентах. Данные таблицы показывают четкую связь остроты зрения с плотностью фиксации. При всех видах амблиопии плотность фиксации в зоне 2° и 4° была тем выше, чем выше острота зрения. Обращает на себя внимание тот факт, что 100% плотность фиксации была получена только при миопии, в зоне 4°. Это были глаза с высокой врожденной близорукостью с корригированной остротой зрения 0,9—1,0. Во всех остальных нозологических группах даже при высокой остроте зрения плотность фиксации не достигала 100%.

Особенно низким, даже в группе «норма», этот показатель был при нистагме: 57,4% в 2° от точки фиксации и 78,6% в зоне 4°. На наш взгляд, это свидетельствует о снижении зрительной перцепции и значительной роли когнитивной составляющей при проверке остроты зрения.

В целом по нозологическим группам самая низкая плотность фиксации при всех степенях амблиопии определялась при нистагме (p<0,01, разница

Результаты параметров зрительной фиксации при амблиопии различного генеза (*M±m*)

Results of visual fixation parameters in amblyopia of different origin (*M±m*)

Нозологическая группа	Степень амблиопии	Число глаз	Острота зрения с коррекцией	Плотность фиксации, %		Амплитуда смещения точки фиксации, градусы		Среднее смещение точки фиксации, градусы		Средняя скорость смещения, град/с
				2°	4°	по горизонтали	по вертикали	по горизонтали	по вертикали	
1-я группа (нистагм)	Высокая	23	0,11±0,01	29,53±4,5	59,34±5,56	14,34±1,36	7,12±0,67	2,47±0,36	1,16±0,15	13,17±1,99
	Средняя	21	0,24±0,01	36,68±4,64	65,81±4,58	12,94±0,9	3,69±0,53	2,22±0,21	0,47±0,07	22,97±3,24
	Слабая	20	0,53±0,03	51,15±5,23	80.85±3,83	9,35±0,193	3,6±0,85	1,58±0,17	0,45±0,09	15,29±2,24
	Среднее значение	64	0,28±0,02	38,58±2,94	68,16±2,95	12,29±0,68	4,87±0,44	2,07±0,16	0,71±0,07	17,11±1,54
	Без амблиопии	8	0,92±0,02	57,37±11,67	78,62±8,69	10,79±2,64	3,1±1,3	1,76±0,5	0,43±0,2	17,9±6,5
2-я группа (косоглазие)	Высокая	9	0,07±0,02	41,11±10,78	65,33±11,37	8,89±1,96	6,36±1,23	1,87±0,47	1,24±0,26	2,77±0,31
	Средняя	7	0,24±0,02	76,43±11,16	92,14±6,41	5,33±2,19	3,91±1,4	0,81±0,24	0,55±0,2	2,77±0,41
	Слабая	18	0,62±0,03	83,39±6,27	94,11±3,35	4,72±1,29	3,63±1,2	0,69±0,14	0,56±0,16	2,87±0,44
	Среднее значение	34	0,4±0,05	70,77±1,15	86,09±4,2	5,95±0,99	4,41±0,78	1,02±0,17	0,74±0,12	2,82±0,26
	Без амблиопии	20	0,96±0,01	95,55±1,34	99,6±0,18	2,36±0,27	1,79±0,26	0,34±0,24	0,27±0,03	1,97±0,19
3-я группа (гиперметропия)	Высокая	3	0,08±0,02	69,33±11,47	93,33±3,18	4,88±1,65	3,89±1,7	1,32±0,43	0,66±0,19	3,9±0,94
	Средняя	9	0,27±0,01	73,33±8,63	87,33±5,59	7,88±2,08	4,71±1,56	1,01±0,24	0,6±0,15	6,5±1,78
	Слабая	19	0,55±0,03	93,95±2,81	98,95±0,64	3,38±0,59	2,64±0,75	0,4±0,07	0,31±0,06	2,42±0,21
	Среднее значение	31	0,42±0,04	85,59±3,64	95,03±1,88	4,83±0,78	3,36±0,66	0,66±0,11	0,43±0,06	3,75±0,61
	Без амблиопии	13	1,0±0,0	98,69±0,66	99,92±0,08	1,54±0,22	1,24±0,21	0,22±0,03	0,19±0,03	1,65±0,17
4-я группа (миопия)	Высокая	5	0,08±0,01	67,8±10,43	86,2±6,35	7±1,33	4±0,56	1,1±0,24	0,6±0,15	5,17±0,57
	Средняя	10	0,27±0,01	95,6±2,2	97,9±1,89	4,44±1,7	4,78±2,4	0,47±0,16	0,53±0,26	3,23±0,96
	Слабая	21	0,53±0,03	88,9±4,57	95,19±3,88	3,92±0,66	2,56±0,44	0,55±0,15	0,37±0,07	3,34±0,73
	Среднее значение	36	0,4±0,03	87,83±3,64	94,69±2,66	4,49±0,66	3,38±0,71	0,6±0,11	0,44±0,08	3,56±0,51
	Без амблиопии	7	0,97±0,02	97,14±1,86	100±0,0	1,4±0,38	1,32±0,37	0,19±0,06	0,21±0,07	1,45±0,25



Рис. 1. **Пример микропериметрограммы.**
Fig. 1. **An example image of microperimetry.**

достоверна). Далее следовала дисбинокулярная амблиопия высокой степени. Плотность фиксации составляла 41,1% в зоне 2° и 65,3% в 4°, что достоверно выше, чем при нистагме, но ниже, чем при рефракционной амблиопии вследствие гиперметропии (69,3 и 93,3% соответственно) и относительной рефракционной амблиопии при высокой врожденной близорукости (67,8 и 86, 2% соответственно) **(рис. 2)**.

Следует отметить, что плотность фиксации в группах с рефракционной амблиопией достоверно различалась только при амблиопии средней степени. Она была достоверно ниже при гиперметропии, чем при миопии: 73,3 и 95,6% в зоне 2° и 87,3 и 97,9% в зоне 4° соответственно. В остальных случаях показатели плотности фиксации при рефракционной амблиопии вследствие гиперметропии и врожденной миопии не различались.

Далее по степени нарушения плотности фиксации следуют дисбинокулярная амблиопия высокой степени и рефракционная амблиопия средней степени вследствие гиперметропии. При врожденной миопии с амблиопией средней степени с остротой зрения 0,27 плотность зрительной фиксации приближается к норме.

Следующий параметр, представляющий интерес, — амплитуда смещения точки фиксации по горизонтали и вертикали, измеряемая в градусах относительно точки фиксации.

Так, из **таблицы** видно, что наибольшее смещение получено в группе с нистагмом: в среднем 12,29° по горизонтали (ось X) и 4,87° по вертикали (ось Y). Амплитуда смещения в группе с дисбинокулярной амблиопией была меньше, чем в группе с нистагмом, и составляла 5,95° по оси X и 4,41° по оси Y. Разница амплитуды смещения точки фиксации по горизонтали между группой с нистагмом и другими группами высокодостоверна ($p<0,01$); по вертикали средние значения достоверно не различались. В группах с рефракционной амблиопией получены приблизительно одинаковые результаты с наименьшими значениями среди всех групп: по горизонтали 4,83° при гиперметропии и 4,49° при миопии; по вертикали соответственно 3,36° и 3,38°.

Следует обратить внимание на распределение результатов внутри групп в зависимости от остроты зрения. Например, амплитуда смещения по горизонтали в группе с нистагмом плавно снижается от 14,43° при высокой амблиопии до 9,35° при слабой (разница достоверна, $p<0,05$). Так же изменяется и амплитуда по вертикали: от 7,12° при высокой до 3,6° при слабой ($p<0,05$). Эта же тенденция прослеживается и в остальных группах. При дисбинокулярной амблиопии амплитуда снижается от 8,89° до 4,72° по горизонтали и от 6,36° до 3,63° по вертикали по мере повышения остроты зрения от 0,07 до 0,62; при рефракционной амблиопии с гиперметропией — соответственно от 4,48° до 3,38° по горизонтали (с неясным повышением показателя до 7,88° при амблиопии средней степени) и от 3,89° до 2,64° по вертикали. При относительной амблиопии вследствие врожденной близорукости динамика показателя составила от 7° до 3,92° по горизонтали и от 4° до 2,56° по вертикали. Полученные данные говорят об уменьшении размеров «облака» фиксации, т.е. увеличении плотности фиксации при повышении остроты зрения.

Заслуживает внимания сравнение показателя амплитуды смещения в группах «норма». Так же, как и в случае с плотностью фиксации, при нистагме в глазах без амблиопии с остротой зрения 0,92 амплитуда смещения по горизонтали в 4,6 раза превышает аналогичный показатель при дисбинокулярной амблиопии (10,79° и 2,36° соответственно; $p<0,01$) и в 7,7 раза — показатель в гиперметропических и миопических глазах без амблиопии (острота зрения 1,0—0,97). Последние соответствуют норме, составляя 1,54° в 3-й группе и 1,4° в 4-й. Это свидетельствует о резком нарушении фиксации при нистагме даже в случае достигнутой на фоне лечения высокой остроты зрения (0,92). Очевидно, что исследование параметров нистагма с помощью микропериметра МП-1 является гораздо более чувствительным и прецизионным исследованием по сравнению с визометрией.

Доминирующие глаза в группе с дисбинокулярной амблиопией, остротой зрения 0,96 и нормальной плотностью фиксации, приближающейся к 100%, все же отличаются по показателю амплитуды фиксации от группы глаз с такой же гиперметропической рефракцией, но без глазодвигательных нарушений: соответственно 2,36° и 1,54° по горизонтали ($p<0,05$) и 1,79° и 1,24° по вертикали ($p<0,05$). Эти же показатели в 4-й группе при миопии с остротой зрения 0,97 не отличались от показателей в 3-й группе: соответственно 1,54° и 1,4° по горизонтали и 1,24° и 1,32° по вертикали. На наш взгляд, это свидетельствует о высокой чувствительности исследования ампли-

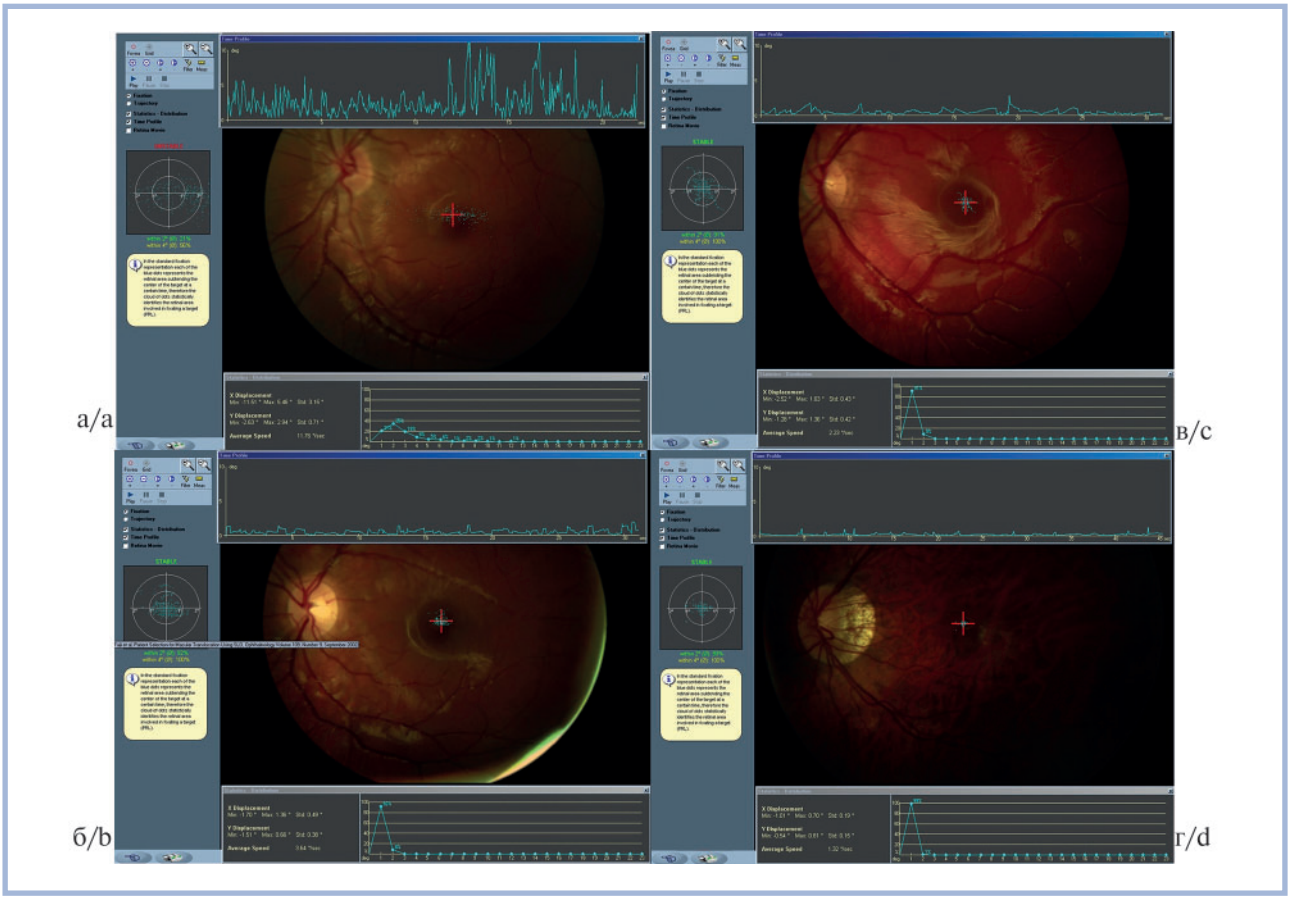

Рис. 2. **Примеры зрительной фиксации у пациентов с различными видами амблиопии с одинаковой остротой зрения (Vis=0,3).**
а — нистагм; б — дисбинокулярная амблиопия; в — гиперметропия; г — миопия.

Fig. 2. **Examples of visual fixation in patients with various types of amblyopia with equal visual acuity (Vis=0.3).**
a — nystagmus; b — strabismic amblyopia; c — hyperopia; d — myopia.

туды смещения точки фиксации в диагностике глазодвигательных нарушений.

Следующий параметр — среднее смещение точки фиксации — не оказался столь патогномоничным, хотя также выявил наибольшее изменение в 1-й группе. Его величина по горизонтали (2,07°) в 2 раза превысила те же значения во 2-й группе (±1,02) и почти в 3 раза в 3-й и 4-й группах. По вертикали отмечалась такая же тенденция, но достоверных различий не обнаружено.

Сравнение средней скорости смещения также резко выделяет группу нистагма. Величина этого показателя составляла в среднем 17,1°/с и не коррелировала с остротой зрения: 13,17, 22,97 и 15,29°/с при амблиопии высокой, средней и слабой степени соответственно. Не отмечалось связи этого показателя с остротой зрения и в остальных нозологических группах. При этом средняя величина его в группе с дисбинокулярной амблиопией в отличие от всех описанных ранее параметров была даже несколько ниже, чем при рефракционной амблиопии: 2,82; 3,75; 3,56°/с во 2, 3 и 4-й группах соответственно. В целом этот показатель в 1-й группе (нистагм) не различался в глазах с амблиопией и без амблиопии (17,1 и 17,9°/с соответственно); при дисбинокулярной различия были недостоверны (2,82 и 1,97°/с соответственно). При рефракционной амблиопии средняя скорость смещения в глазах с амблиопией была в 2,3—2,4 раза выше, чем в контрольных, однако ввиду большого разброса индивидуальных значений эти различия также оказались статистически недостоверными.

Выводы

1. Впервые проведено сравнительное объективное исследование параметров зрительной фиксации при различных видах и степенях амблиопии с помощью микропериметра NIDEK MP-1.

2. Снижение плотности фиксации, повышение амплитуды и среднего смещения точки фиксации при всех видах амблиопии коррелирует со снижением остроты зрения. Средняя скорость смещения не имеет четкой зависимости от остроты зрения.

3. Наиболее выраженное нарушение всех параметров фиксации, включая среднюю скорость смещения точки фиксации, отмечено при нистагме. Да-

лее по степени нарушений следует дисбинокулярная амблиопия.

При нистагме с остротой зрения более 0,9 все параметры фиксации резко нарушены по сравнению с группами без амблиопии при других нозологиях (косоглазие, гиперметропия, миопия): плотность фиксации снижена в 1,7 раза, амплитуда точки фиксации повышена в 4,6 раза, ее среднее смещение повышено в 7 раз, скорость смещения — в 10 раз.

4. Исследование параметров фиксации с помощью микропериметрии является прецизионным методом диагностики амблиопии и глазодвигательных нарушений.

Участие авторов:
Концепция и дизайн исследования: Е.Т., А.А.
Сбор и обработка материала: А.А.
Статистическая обработка данных: А.А.
Написание текста: Е.Т., А.А.
Редактирование: Е.Т.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Аветисов Э.С. *Дисбинокулярная амблиопия и ее лечение.* М.: Медицина; 1968.
Avetisov ES. *Disbinokulyarnaya ambliopiya i ee lechenie.* M.: Medicina; 1968. (In Russ.).
2. Либман Е.С., Шахова Е.В., Мирошникова Е.К. Причины слепоты и слабовидения, потребность в медицинской реабилитации детей школьного возраста. *Офтальмологический журнал.* 1994;1:5-7.
Libman ES, Shahova EV, Miroshnikova EK. Causes of blindness and low vision, the need for medical rehabilitation of children of school age. *Oftal'mologicheskij zhurnal.* 1994;1:5-7. (In Russ.).
3. Глезер В.Д. *О модели зрительной фиксации объекта и функциях микроскачков глаз.* М.: Наука; 1975.
Glezer VD. *O modeli zritel'noj fiksacii ob»ekta i funkciyah mikroskachkov glaz.* M.: Nauka; 1975. (In Russ.).
4. Филин В.А. *Автоматия саккад.* М.: Издательство МГУ; 2002.
Filin VA. *Avtomatiya sakkad.* M.: Izdatel'stvo MGU; 2002. (In Russ.).
5. Шахнович А.Р. *Мозг и регуляция движений глаз.* М.: Медицина; 1974.
Shahnovich AR. *Mozg i regulyaciya dvizhenij glaz.* M.: Medicine; 1974. (In Russ.).
6. Тарутта Е.П., Губкина Г.Л., Кантаржи Е.П., Чернышева С.Г., Апаев А.В., Киселева О.А. Патент РФ на изобретение №2535511/14.10.2014. Бюл. №34. Ссылка активна на 16.12.18.
Tarutta EP, Gubkina GL, Kantarzhi EP, Chernysheva SG, Apaev AV, Kiseleva OA. Patent RF na izobretenie №2535511/14.10.2014. Byul. №34. Accessed 16.12.18. (In Russ.). http://www1.fips.ru/Archive/PAT/2014FULL/2014.12.10/Index_ru.htm

Поступила 17.03.19
Received 17.03.19
Принята к печати 15.04.19
Accepted 15.04.19