

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2022-15-1-32-38>



Функциональные и структурные особенности сетчатки, характеристики фиксации и их корреляции с остротой зрения при нистагме и амблиопии различного генеза

В.В. Нероев^{1, 2}, Е.П. Тарутта¹, Р.Р. Хубиева¹ ✉, А.В. Апаев¹

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

² ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России, ул. Делегатская, д. 20, стр. 1, Москва, 127473, Россия

Цель работы — изучить параметры зрительной фиксации, светочувствительности сетчатки в макулярной области, толщины центральной области сетчатки и хориоидеи и их взаимосвязь с максимально скорректированной остротой зрения (МКОЗ) и рефракцией при нистагме и различных видах амблиопии. **Материал и методы.** В исследование включены 65 пациентов в возрасте от 5 до 44 лет (в среднем $12,61 \pm 7,12$ года). Пациенты разделены на группы в зависимости от вида амблиопии и сопутствующих состояний (при нистагме), группу контроля составили лица той же возрастной группы без офтальмопатологии. Светочувствительность сетчатки и параметры фиксации исследовали на микропериметре MP-3 Nidek (Япония). Хориоретинальные параметры оценивали с помощью спектрального оптического когерентного томографа RS-3000 Advance 2 (Nidek, Япония). **Результаты.** Светочувствительность сетчатки в группах с нистагмом и относительной амблиопией при врожденной миопии была ниже, чем в группе контроля. Показатели плотности и стабильности фиксации были наиболее низкими при нистагме и дисбинокулярной амблиопии. Во всех группах с нистагмом выявлен более сглаженный профиль фовеальной области, чем в группе контроля. Наиболее грубые нарушения дифференцировки центральной ямки выявлены при нистагме в сочетании с врожденной миопией. При нистагме, рефракционной и дисбинокулярной амблиопии выявлена значимая корреляционная связь показателей МКОЗ и плотности фиксации. В группах, ассоциированных с врожденной близорукостью, выявлена связь между МКОЗ, сферозквивалентом рефракции и фовеальной светочувствительностью. **Заключение.** При нистагме наблюдаются нарушения и фиксации, и светочувствительности. При относительной амблиопии вследствие врожденной миопии нарушается светочувствительность при нормальных показателях фиксации. При дисбинокулярной и рефракционной амблиопии светочувствительность сетчатки остается в пределах нормы, параметры фиксации снижаются незначительно.

Ключевые слова: нистагм; амблиопия; микропериметрия; оптическая когерентная томография; фиксация; светочувствительность сетчатки; сетчатка; хориоидея

Конфликт интересов: отсутствует.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования: Нероев В.В., Тарутта Е.П., Хубиева Р.Р., Апаев А.В. Функциональные и структурные особенности сетчатки, характеристики фиксации и их корреляции с остротой зрения при нистагме и амблиопии различного генеза. Russian ophthalmological journal. 2022; 15 (1): 32-8. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2022-15-1-32-38>

Functional and structural features of the retina, fixation characteristics and their correlations with visual acuity in nystagmus and amblyopia of various origins

Vladimir V. Neroev^{1, 2}, Elena P. Tarutta¹, Regina R. Khubieva¹ ✉, Alexander V. Apaev¹

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

² Evdokimov Moscow State Medical Stomatological University of Medicine and Dentistry, 20/1, Delegatskaya St., Moscow, 127473, Russia
reginahubieva@mail.ru

Purpose. To study the parameters of visual fixation, photosensitivity of the retina in the macular region, thickness of the central region of the retina and the choroid and their relationship with the best corrected visual acuity (BCVA) and refraction in nystagmus and various types of amblyopia. **Material and methods.** 65 patients aged 5 to 44 (mean age 12.61 ± 7.12 years) were divided into 6 groups depending on the type of amblyopia and associated conditions. The control group was composed of subjects of the same age range without eye pathologies. The retinal photosensitivity and fixation parameters were studied using an MP-3 Nidek microperimeter (Japan). Chorioretinal parameters were evaluated using an RS-3000 Advance 2 spectral optical coherence tomograph (Nidek, Japan). **Results.** Retinal photosensitivity was lower in the groups with nystagmus and relative amblyopia in congenital myopia compared with the control group. The indices of density and stability of fixation were the lowest in nystagmus and dysbinocular amblyopia. In all groups with nystagmus, a smoother profile of the foveal region was revealed as compared to the control group. The grossest violations of the differentiation of the central fossa were found in nystagmus in combination with congenital myopia. In nystagmus, refractive and dysbinocular amblyopia, a significant correlation was found between the indicators of BCVA and the density of fixation. In the groups associated with congenital myopia, a relationship was found between BCVA, refraction, and foveal photosensitivity. **Conclusion.** With nystagmus, violations of both fixation and photosensitivity are revealed. With relative amblyopia due to congenital myopia, the fixation is normal while photosensitivity is impaired. With dysbinocular and refractive amblyopia, the photosensitivity of the retina remains within the normal range, and the fixation parameters are slightly reduced.

Keywords: nystagmus; amblyopia; microperimetry; optical coherence tomography; fixation; retinal photosensitivity; retina; choroid

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

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

For citation: Neroev V.V., Tarutta E.P., Khubieva R.R., Apaev A.V. Functional and structural features of the retina, fixation characteristics and their correlations with visual acuity in nystagmus and amblyopia of various origins. Russian ophthalmological journal. 2022; 15 (1): 32-8 (In Russian). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2022-15-1-32-38>

В структуре детской офтальмопатологии врожденный нистагм является одним из частых заболеваний и занимает особое место. Среди слабовидящих детей врожденный оптический нистагм диагностируется в разных регионах России в 20–40 % случаев, а в развитых странах нистагм встречается у 6–10 % среди невидящих и слабовидящих детей [1]. Оптический нистагм ассоциирован со сложными патогенетическими механизмами, включающими сенсорные и моторные нарушения. Считается, что в основе нистагма сенсорного типа лежит дефект формирования четкого изображения в фoveальной области сетчатки вследствие нарушения поступления сенсорной информации, в результате чего обратная связь от сетчатки становится неадекватной, нарушается нормальный глазодвигательный механизм фиксации, что приводит к возникновению нистагма. В основе моторного типа лежит дефект в эфферентных системах [2].

Ранее диагностика нистагма была крайне затруднительной и детальная оценка зрительного анализатора не представлялась возможной. В последние десятилетия появились приборы с усовершенствованной системой Eye Tracking, благодаря которой можно проводить до-

стоверные исследования даже при самопроизвольных колебательных движениях глаз и значительном снижении остроты зрения.

Одной из важных проблем в обследовании пациентов с нистагмом является оценка состояния глазного дна. Благодаря современным оптическим когерентным томографам (ОКТ) стала доступна объективная диагностика ретинальных и хориоидальных структур заднего полюса даже при такой тяжелой патологии. Дополнительно появились новые диагностические приборы с возможностью оценки функциональной способности сетчатки в строгой корреляции с ее морфологией. Микропериметрия (МП) — инновационный метод, позволяющий создавать карты светочувствительности сетчатки путем наблюдения реальной картины глазного дна с определением точного анатомического местоположения стимула. Помимо функциональных особенностей сетчатки, данный метод позволяет детально оценить параметры фиксации, такие как ее стабильность во времени, амплитуда, а также локализация точки фиксации, которая автоматически накладывается на изображение глазного дна, полученное с помощью инфракрасной фундус-камеры. Результаты могут служить надежным

критерием устойчивости фиксации и косвенно отражать функциональную организацию центрального зрения [3].

Все это открывает перед врачом-офтальмологом перспективу углубленной оценки и возможность динамического наблюдения за изменениями структур заднего полюса глаза и, что особенно важно, значительного расширения знаний о закономерностях функционирования зрительной системы при нистагме и амблиопии. В дальнейшем полученные знания послужат основой для прогнозирования многих функциональных параметров и разработки современных стратегий патогенетически обоснованной терапии.

ЦЕЛЬЮ нашей работы явилось изучение параметров зрительной фиксации, светочувствительности сетчатки в макулярной области, толщины центральной области сетчатки и хориоидеи и их взаимосвязи с максимально скорректированной остротой зрения (МКОЗ) и рефракцией при нистагме и различных видах амблиопии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследование включены 65 пациентов в возрасте от 5 до 44 лет (в среднем $12,61 \pm 7,12$ года). Пациенты были разделены на 7 групп: 1-я — пациенты с нистагмом без сопутствующей офтальмологической патологии (12 глаз) с максимальной МКОЗ в среднем $0,36 \pm 0,20$; рефракцией (R) $-0,29 \pm 1,4$ дптр; 2-я — пациенты с нистагмом и косоглазием (12 глаз) с МКОЗ $0,4 \pm 0,2$ и R $3,20 \pm 2,53$ дптр; 3-я — пациенты с нистагмом и врожденной миопией (14 глаз) с МКОЗ $0,40 \pm 0,16$ и R $-12,3 \pm 3,2$ дптр; 4-я группа — пациенты с относительной амблиопией при врожденной миопии (23 глаза) с МКОЗ $0,41 \pm 0,27$ и R $-11,1 \pm 3,2$ дптр; 5-я группа — пациенты с рефракционной амблиопией (14 глаз) с МКОЗ $0,42 \pm 0,20$ и R $3,77 \pm 3,01$ дптр; 6-я — пациенты с дисбинокулярной амблиопией (11 глаз) с МКОЗ $0,54 \pm 0,15$ и R $1,75 \pm 1,14$ дптр; 7-я группа — контрольная (20 глаз) без офтальмопатологии, МКОЗ $1,03 \pm 0,02$ и R $-0,17 \pm 1,7$ дптр. Кроме стандартных методов обследования, всем пациентам проводили исследование светочувствительности сетчатки в макулярной области и параметров фиксации на микропериметре MP-3 Nidek (Япония). Светочувствительность сетчатки определялась в центре фовеа и 16 точках по окружности на расстоянии 2° и 4° от него; использовали стимул Goldmann III длительностью 200 мс; 4–2 (fast) пороговую стратегию. Динамический диапазон стимула был установлен на уровне 34 дБ, а в качестве мишени для фиксации использовали один красный крест размером 2° . Также определяли минимальную и максимальную светочувствительность в данной области. Параметры фиксации оценивали путем измерения площади эллипсов, которые охватывают 68, 95 и 99 % точек фиксации (площадь эллипса двумерного контура [VCEA]). Плотность фиксации оценивали в областях 2° и 4° . Толщину сетчатки и хориоидеи определяли на спектральном ОКТ RS-3000 Advance 2 (Nidek, Япония) в программе MACULA LINE, мануальном режиме в фовеальной и парафовеальной носовой и височной областях (в 1,5 мм от центрального измерения соответственно).

Статистическая обработка данных выполнена на персональном компьютере с использованием приложения Microsoft Excel и пакета статистического анализа Biostatistics 6.0 for Windows. Для анализа связи МКОЗ с данными светочувствительности сетчатки, характеристиками фиксации и параметрами фовеальной толщины сетчатки, а также рефракции и субфовеальной толщины сосудистой оболочки использовали корреляционный анализ — линейный коэффициент корреляции Пирсона (r). Уровень достоверности различий определяли по стандартному t-критерию Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Все показатели светочувствительности сетчатки в центральной области были достоверно ниже ($p < 0,05$) во всех группах с нистагмом и относительной амблиопией при врожденной миопии по сравнению с группой контроля (табл. 1). В группах с дисбинокулярной и рефракционной амблиопией также отмечена тенденция к уменьшению этих показателей, но различия с контролем не были достоверными ($p > 0,05$). При межгрупповом сравнении показано, что данные параметры были значительно ниже в группах с нистагмом группы (1, 2, 3), чем в сопоставимых группах с амблиопией (табл. 1). Наименьшие показали минимальной и максимальной фовеальной светочувствительности, а также в кольцах на расстоянии 2° и 4° от фовеа были в группах, ассоциированных с врожденной миопией (группы 3, 4: $21,6 \pm 2,3$, $31,1 \pm 2,1$, $24,0 \pm 4,0$, $26,2 \pm 3,1$, $27,9 \pm 2,0$ дБ в группе 3; $21,7 \pm 4,9$, $31,0 \pm 2,7$, $24,0 \pm 5,0$, $26,0 \pm 3,6$, $27,6 \pm 3,3$ дБ в группе 4 соответственно). Наиболее высокие показатели светочувствительности центральной области сетчатки были в группах дисбинокулярной и рефракционной амблиопии (группы 5, 6: $25,9 \pm 6,6$, $33,0 \pm 2,0$, $26,0 \pm 6,06$, $28,1 \pm 5,2$, $29,6 \pm 4,4$ дБ в группе 5; $25,09 \pm 3,50$, $33,1 \pm 1,1$, $28,8 \pm 2,9$, $28,9 \pm 2,9$, $30,0 \pm 2,6$ дБ в группе 6 соответственно).

Показатели плотности фиксации в 2° и 4° были достоверно ниже ($p < 0,05$) в группах с нистагмом, чем в группе контроля и в группах с амблиопией (табл. 1). Данные показатели были также достоверно ниже ($p < 0,05$) в группах с дисбинокулярной и рефракционной амблиопией по сравнению с группой контроля, в кольце 2° : $88,30 \pm 0,18$, $95,40 \pm 0,09$ % (группа 5); $87,00 \pm 0,12$, $98,0 \pm 0,02$ % (группа 6); $96,6 \pm 0,2$, $98,80 \pm 0,21$ % (группа 7). В группе с относительной амблиопией вследствие врожденной миопии (группа 4) показатели плотности фиксации в 2° и 4° не отличались от группы контроля (табл. 1). Сочетание врожденной миопии с нистагмом приводило к резкому снижению плотности фиксации: $66,4 \pm 28,2$, $85,7 \pm 19,1$ % в 2° и 4° соответственно ($p < 0,05$). Наиболее низкие показатели плотности фиксации отмечались при нистагме и нистагме в сочетании с косоглазием (группы 1, 2): $53,8 \pm 28,7$, $79,5 \pm 21,8$, $54,01 \pm 27,70$, $77,2 \pm 25,8$ % в 2° и 4° соответственно. Показатели площади эллипсов, которые охватывают 68, 95, 99 % точек фиксации (Ellipse 68 %; Ellipse 95 %; Ellipse 99 %), были достоверно выше ($p < 0,05$) в группах с нистагмом, чем в группе контроля и в группах с амблиопией (табл. 1). Следует отметить, что площадь эллипса является показателем, обратным по отношению к плотности фиксации: чем меньше плотность, тем больше площадь эллипса. Наиболее высокие показатели площади эллипсов были в группах с нистагмом (группы 1–3), наименьшие — при врожденной миопии (группа 4). В последнем случае параметры фиксации достоверно не отличались от контрольной группы ($p > 0,05$). При дисбинокулярной и рефракционной амблиопии отмечалось увеличение площади эллипсов в 2–3 раза по сравнению с контрольной группой (табл. 1).

Толщина фовеальной области сетчатки (ТФ) была достоверно выше ($p < 0,05$) во всех группах с нистагмом и амблиопией различного генеза, чем в группе контроля (табл. 2). Межгрупповое сравнение показало, что ТФ выше в группах с нистагмом и врожденной миопией, чем в сопоставимых группах с амблиопией: $233,0 \pm 28,9$ мкм в группе 1; $229,2 \pm 13,3$ мкм в группе 2; $257,2 \pm 32,3$ мкм в группе 3; $232,5 \pm 38,5$ мкм в группе 4; $225,2 \pm 15,2$ мкм в группе 5; $226,4 \pm 18,3$ мкм в группа 6 соответственно. Наибольший показатель толщины сетчатки в фовеальной области отмечен при сочетании нистагма с врожденной миопией ($257,2 \pm 32,3$ мкм), наиболее приближенный к группе контроля — при

Таблица 1. Параметры зрительной фиксации и светочувствительности сетчатки в центральной области в группах с нистагмом, амблиопией различного генеза и в группе контроля
Table 1. Parameters of visual fixation and light sensitivity of the retina in the central region in groups with nystagmus, amblyopia of various origins and in the control group

Группа Group	Количество (глаз) Number (eyes)	Сферический эквивалент рефракции (диоптрии) Spherical equivalent of refraction (D)	МКОЗ BCVA	Светочувствительность минимальная (дБ) Sensitivity minimum (dB)	Светочувствительность максимальная (дБ) Sensitivity maximum (dB)	Светочувствительность 0° (дБ) Sensitivity 0° (dB)	Светочувствительность 2° (дБ) Sensitivity 2° (dB)	Светочувствительность 4° (дБ) Sensitivity 4° (dB)	Фиксация 2° (%) Fixation 2° (%)	Фиксация 4° (%) Fixation 4° (%)	Ellipse 68 % (?) Ellipse 68 % (?)	Ellipse 95 % (?) Ellipse 95 % (?)	Ellipse 99 % (?) Ellipse 99 % (?)
1	12	0,36 ± 0,20	-0,29 ± 1,40	22,1 ± 3,9	30,8 ± 2,2	25,5 ± 2,2	25,7 ± 2,1	27,4 ± 1,8	53,8 ± 28,7	79,5 ± 21,8	4,05 ± 3,20	11,6 ± 8,7	22,3 ± 17,1
2	12	3,2 ± 2,5	0,4 ± 0,2	22,1 ± 6,2	31,2 ± 2,1	24,7 ± 5,9	26,5 ± 3,9	26,7 ± 4,4	54,01 ± 27,70	77,2 ± 25,8	5,26 ± 5,10	14,18 ± 13,90	27,17 ± 22,6
3	14	-12,3 ± 3,2	0,39 ± 0,17	21,6 ± 2,3	31,1 ± 2,1	24,0 ± 4,0	26,2 ± 3,1	27,9 ± 2,0	66,4 ± 28,2	85,7 ± 19,1	2,4 ± 3,0	9,2 ± 13,8	17,5 ± 24,7
4	23	-11,1 ± 3,2	0,41 ± 0,27	21,7 ± 4,9	31,0 ± 2,7	24,0 ± 5,0	26,0 ± 3,6	27,6 ± 3,3	94,20 ± 0,05	98,20 ± 0,14	0,88 ± 0,54	2,45 ± 1,48	4,60 ± 2,84
5	14	3,77 ± 3,01	0,4 ± 0,1	25,9 ± 6,6	33,0 ± 2,0	26,00 ± 6,06	28,1 ± 5,2	29,6 ± 4,4	88,3 ± 0,18	95,4 ± 0,09	2,03 ± 3,40	3,3 ± 5,2	10,4 ± 9,1
6	11	1,75 ± 1,14	0,50 ± 0,15	25,09 ± 3,50	33,1 ± 1,1	28,8 ± 2,9	28,9 ± 2,9	30,0 ± 2,6	87,0 ± 0,12	98,00 ± 0,02	1,4 ± 1,4	3,9 ± 3,7	7,6 ± 7,1
7	20	-0,6 ± 2,1	1,02 ± 0,13	27,4 ± 2,4	33,8 ± 0,5	29,5 ± 3,2	30,7 ± 1,7	31,5 ± 0,8	96,6 ± 0,2	98,8 ± 0,21	0,8 ± 0,4	1,7 ± 0,7	3,0 ± 1,4

дисбинокулярной и рефракционной амблиопии (226,4 ± 18,3 и 225,2 ± 15,2 мкм соответственно). Толщина сетчатки в височной (ТВ) и носовой (ТН) областях при нистагме имела недостоверную тенденцию к снижению по сравнению с группой контроля, в группах с дисбинокулярной и рефракционной амблиопией отмечалась противоположная тенденция. В группе с относительной амблиопией при врожденной миопии показатели толщины сетчатки были достоверно ниже ($p < 0,05$), чем в группе контроля (табл. 2).

Для оценки степени формирования макулы ранее было предложено использовать коэффициент отношения парафовеальной толщины (ПФ) сетчатки к фовеальной (Ф) [4]. Мы вычисляли этот коэффициент путем деления средней парафовеальной толщины $\frac{ТН + ТВ}{2}$ на центральную (ТФ). Коэффициент ПФ/Ф был меньше во всех группах с нистагмом и заметно снижен при врожденной миопии и при ее сочетании с нистагмом (1,3, 1,2 соответственно; табл. 2). При нистагме без врожденной миопии (группы 1, 2) он был снижен незначительно. При амблиопии (группы 5, 6) нарушения фовеальной депрессии не обнаружено (табл. 2).

Субфовеальная толщина сосудистой (СТХ) оболочки была достоверно выше в группах с рефракционной и дисбинокулярной амблиопией, чем в группе контроля; в группах с врожденной миопией результаты были противоположные ($p < 0,05$, табл. 2). Наибольшая СТХ отмечена при рефракционной амблиопии (361,7 ± 69,3 мкм), наименьшая — при нистагме в сочетании с врожденной близорукостью (173,2 ± 51,1 мкм). При нистагме без врожденной близорукости (группы 1, 2) показатель СТХ также был достоверно выше, чем в группе контроля, но несколько ниже, чем при амблиопии: 311,4 ± 57,2 и 324,7 ± 48,9 соответственно.

Проведен подробный корреляционный анализ хориоретинальных параметров, светочувствительности сетчатки и фиксации с МКОЗ у пациентов с нистагмом и амблиопией различного генеза. Выявлена умеренная корреляционная связь МКОЗ и плотности фиксации в зоне 2° у пациентов с нистагмом ($r = 0,42$). Наиболее сильной эта связь была в группе с нистагмом и косоглазием ($r = 0,6$). В группах с врожденной миопией и нистагмом и врожденной миопией выявлена умеренная корреляционная связь МКОЗ и фовеальной светочувствительности ($r = 0,35$, $r = 0,28$ соответственно). Связь параметров МКОЗ и фовеальной светочувствительности в других группах отсутствовала ($r = 0,12$).

У пациентов с относительной амблиопией при врожденной миопии выявлена сильная корреляционная связь между рефракцией и фовеальной светочувствительностью ($r = 0,58$); связь между МКОЗ и параметрами плотности фиксации в 2° была слабой ($r = 0,2$). При рефракционной и дисбинокулярной амблиопии выявлена сильная корреляционная связь между МКОЗ и плотностью фиксации в 2° ($r = 0,45$, $r = 0,67$ соответственно), связь между МКОЗ и фовеальной светочувствительностью отсутствовала.

Взаимосвязь между параметрами МКОЗ и ТФ выявлена в группе с нистагмом и врожденной миопией, а также в группе рефракционной амблиопии ($r = 0,4$; $r = 0,6$ соответственно), в остальных группах данной связи не обнаружено.

Выявлена сильная корреляционная связь сферический эквивалента рефракции и субфовеальной толщины хориоидеи ($r = 0,81$), связь между субфовеальной толщиной сосудистой оболочки и МКОЗ отсутствовала ($r = 0,05$).

ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе нашей работы было показано, что и при нистагме, и при амблиопии существуют как функциональные, так и

Таблица 2. Некоторые хориоретинальные параметры у пациентов с нистагмом, амблиопией различного генеза и в контрольной группе
Table 2. Some chorioretinal parameters in patients with nystagmus, amblyopia of various origins and in the control group

Группа Group	ТФ TF	ТВ TT	ТН TN	КФ ПФ/Ф CF PF/F	СТХ STC
1	233,0 ± 28,9	319,1 ± 37,9	338,1 ± 38,2	1,4	311,4 ± 57,2
2	229,2 ± 13,3	321,0 ± 3,8	330,0 ± 3,8	1,4	324,7 ± 48,9
3	257,2 ± 32,3	312,1 ± 18,5	336,4 ± 23,7	1,2	173,2 ± 51,1
4	232,5 ± 38,5	298,1 ± 19,6	313,2 ± 21,8	1,3	179,7 ± 59,3
5	225,2 ± 15,2	329,5 ± 7,5	335,2 ± 36,1	1,5	361,7 ± 69,3
6	226,4 ± 18,3	332,0 ± 16,8	351,4 ± 15,8	1,5	337,5 ± 96,7
7	220,8 ± 16,7	322,6 ± 21,1	340,5 ± 22,7	1,55	234,0 ± 48,9

Примечание. ТФ — фовеальная толщина сетчатки; ТВ — толщина сетчатки в височной области; ТН — толщина сетчатки в носовой области; КФ ПФ/Ф — коэффициент отношения парафовеальной толщины сетчатки к фовеальной толщине сетчатки; СТХ — субфовеальная толщина хориоида.

Note. TF — foveal thickness of the retina; TT — thickness of the retina in the temporal region; TN — thickness of the retina in the nasal region; CF PF/F — coefficient of the ratio of the parafoveal thickness of the retina to the foveal thickness of the retina; STC — subfoveal thickness of the choroid.

структурные изменения, но они различаются в зависимости от генеза заболевания. При рефракционной и дисбинокулярной амблиопии снижение стабильности фиксации коррелирует со снижением МКОЗ, а параметры светочувствительности достоверно не отличаются от контрольной группы. Похожие результаты были получены рядом отечественных и зарубежных авторов. Так, показано, что нестабильность фиксации при амблиопии, ассоциированной с косоглазием и анизометропической гиперметропией, коррелирует со степенью амблиопии, продолжительностью заболевания, хирургией на глазодвигательных мышцах и степенью аметропии [5–7]. Отечественными исследователями продемонстрировано снижение параметров светочувствительности сетчатки при дисбинокулярной и рефракционной амблиопии, коррелирующее с изменениями фиксации, что не подтвердилось в ходе нашей работы [8]. Высказывались предположения, что неустойчивость монокулярной зрительной фиксации связана с увеличенным количеством саккадических движений и отсутствием бинокулярного взаимодействия, менее устойчивой взаимосвязью зрительного восприятия и движений глаз [9, 10]. На наш взгляд, неустойчивость фиксации у пациентов с дисбинокулярной и рефракционной амблиопией обусловлена длительной депривацией и, как следствие, нарушением развития правильных функциональных связей в зрительном анализаторе. Это предположение подтверждает тот факт, что параметры фиксации парных глаз без снижения остроты зрения и с функциональной сохранностью показали меньшую стабильность фиксации по сравнению с группой контроля, что согласуется с результатами зарубежных работ [11]. У пациентов с относительной амблиопией при врожденной миопии не выявлено нарушений фиксации, а показатели МКОЗ и сферозэквивалента рефракции коррелировали со сниженной фовеальной светочувствительностью. Полученные результаты подтверждают частично органическую природу данного состояния и показывают, что, возможно, первичным амблиогенным фактором в структуре относительной амблиопии являются изменения, локализующиеся в сетчатке и/или зрительном нерве.

Работы, посвященные исследованию параметров фиксации и функциональных характеристик сетчатки при нистагме, единичны. В зарубежной литературе мы встретили лишь одну работу, где использовалась диагностическая МП при данной патологии. А. Molina и соавт. [12] в 2013 г. продемонстрировали возможность успешного использования микропериметра MAIA (Centervue, Италия) у пациентки 14 лет с врожденным горизонтальным нистагмом. Иссле-

дование ограничено лишь одним пациентом, и сравнивать полученные нами результаты с данной работой не представляется возможным. Сравнение параметров фиксации и светочувствительности сетчатки в центральной области, а также их корреляционная оценка при нистагме проведены нами впервые. Выявлено, что при нистагме различного генеза есть нарушения как светочувствительности сетчатки, так и характеристик фиксации, что может указывать на наличие органических изменений в зрительном анализаторе и первичное нарушение фиксации. Во всех группах с нистагмом параметры фиксации были достоверно ниже, чем в группе контроля и сопоставимых группах с амблиопией. Однако стоит отметить, что при нистагме в сочетании с косоглазием характеристики фиксации были наихудшими. Полученные данные подтверждают, что косоглазие является отягощающим фактором по отношению к формированию правильной зрительной фиксации, это согласуется с выводами нашей предыдущей работы [13]. Все показатели светочувствительности сетчатки в центральной области были максимально снижены при нистагме и врожденной миопии. Наиболее низкие показатели светочувствительности выявлены при их сочетании; лишь в этой группе установлена корреляционная связь показателей МКОЗ с данным параметром. По нашему мнению, этот факт подтверждает первичное нарушение фиксации вследствие нистагма и органические изменения сетчатки (и/или зрительного нерва) вследствие врожденной миопии.

Исследование ОКТ показало, что толщина фовеальной и парафовеальной области сетчатки выше во всех группах с амблиопией, чем в группе контроля. Наши результаты согласуются с работами зарубежных [14] и отечественных авторов [15]. Однако есть исследования, в которых показаны изменения в структуре сетчатки только при дисбинокулярной [16] либо же исключительно при анизометропической [17] амблиопии, а также работы, которые опровергают наличие структурных изменений заднего полюса глаза при амблиопии любого генеза [18]. При относительной амблиопии вследствие врожденной миопии ТФ оказалась достоверно выше, чем в группе контроля, а ПФ, наоборот, значительно ниже, что в итоге привело к значительному нарушению фовеальной депрессии. Полученные нами данные могут быть результатом нарушения постнатальной дифференцировки центральной области сетчатки и запрограммированного апоптоза ганглиозных клеток вследствие зрительной депривации, что согласуется с более ранними зарубежными и отечественными работами [4, 19].

В группах с нистагмом выявлено более грубое нарушение дифференцировки фовеальной области, чем в группах с рефракционной и дисбинокулярной амблиопией.

Межгрупповое сравнение продемонстрировало, что наиболее сглаженный профиль центральной ямки был при нистагме в сочетании с врожденной близорукостью, и лишь в этой группе выявлена значимая корреляционная связь этого параметра с МКОЗ. Этот факт подтверждает, что в генез врожденной миопии входят как функциональные изменения зрительного анализатора, так и его структурное поражение, которое вносит свой вклад в некорригируемое снижение остроты зрения.

Внедрение ОКТ в диагностику нистагма произошло относительно недавно, что связано с более широкими возможностями современных томографов: улучшением программного обеспечения, скорости сканирования, контроля фиксации, исключением артефактов. Поэтому научной литературы, затрагивающей данную тематику, относительно немного. Большинство работ посвящены исследованию нистагма, ассоциированного с альбинизмом, ахроматописией, врожденной анириидией, а идиопатическому нистагму отведены лишь единичные сообщения. Зарубежные авторы также выявили задержку или отсутствие дифференцировки тканей центральной области при нистагме различного генеза, в том числе и без сопутствующих наследственных заболеваний. Одни исследователи отмечают значимую корреляционную связь между остротой зрения и ТФ у пациентов с нистагмом [20], однако другие авторы опровергают вовлечение заднего полюса в патогенез данного заболевания и подчеркивают, что при обнаружении гипоплазии фовеальной области стоит продолжить диагностический поиск среди наследственных заболеваний, которым может сопутствовать нистагм [21]. М. Thomas и соавт. [22], проведя исследование центрального отдела заднего полюса глаза при помощи ОКТ у пациентов с нистагмом и альбинизмом, предложили систему структурной классификации гипоплазии фовеа, которая включает 4 степени нарушения дифференцировки и широко используется клиницистами. Предлагаемая схема классификации имеет ряд преимуществ: она дает представление о степени развития макулы у пациентов с нистагмом и предоставляет прогностический индекс на основе морфологического состояния центральной области сетчатки. Одно из последних продольных исследований S. Ruffai и соавт. [23] посвящено пациентам с нистагмом младенческого возраста и возможности успешного использования ОКТ как диагностического и прогностического инструмента при данной патологии. Авторами обнаружена гипоплазия фовеальной области различной степени у пациентов с нистагмом и предложена схема прогнозирования будущей остроты зрения у детей с нистагмом на основе снимков, полученных при помощи ОКТ. Как зарубежные, так и отечественные авторы связывают более гладкий профиль центральной ямки при нистагме с увеличением толщины внутренних слоев сетчатки, внешнего сегмента фоторецепторного слоя, а также с изменениями в наружном ядерном слое, но однозначного мнения на этот счет до сих пор нет [24, 25]. На наш взгляд, действительно, центробежное смещение внутренних слоев и дифференцировка слоя фоторецепторов при нистагме угнетаются, но детальный генез этого процесса еще требует изучения.

В последние годы вопросов о патогенезе, структурных особенностях и закономерностях функционирования зрительного анализатора при нистагме и амблиопии появляется все больше, что, в свою очередь, обусловлено большим процентом инвалидизации пациентов детского возраста и недостаточным эффектом от проводимого лечения. Внедрение современного диагностического оборудования является непосредственным ключом к получению новых знаний о механизмах формирования данной патологии, что

в дальнейшем откроет перед врачами новые возможности и альтернативные, более перспективные направления в лечении.

ВЫВОДЫ

1. При нистагме выявлено снижение светочувствительности центральной области сетчатки и фиксации по сравнению с амблиопией и группой контроля, а также установлена сильная корреляционная связь между параметрами фиксации и МКОЗ, что может указывать на наличие органических изменений в центральных отделах сетчатки и первичное нарушение фиксации.

2. При врожденной миопии и особенно при ее сочетании с нистагмом отмечено наиболее выраженное снижение светочувствительности сетчатки, коррелирующее со снижением остроты зрения ($r = 0,35$; $r = 0,28$). Это указывает на частично органическую природу амблиопии при врожденной миопии.

3. При дисбинокулярной и рефракционной амблиопии выявлено снижение устойчивости фиксации, которое коррелирует со снижением остроты зрения. Параметры светочувствительности макулярной области достоверно не отличались от группы контроля.

4. Показатели ТФ выше во всех группах с нистагмом по сравнению с сопоставимыми группами с амблиопией. Выраженная сглаженность макулярного рельефа выявлена при врожденной близорукости, особенно в сочетании с нистагмом. В этих группах, а также при рефракционной амблиопии показатели МКОЗ коррелировали с ТФ.

5. Полученные данные указывают на патогенетические различия разных видов амблиопии — рефракционной, дисбинокулярной, относительной при нистагме и врожденной близорукости, а также способствуют дифференциальной диагностике указанных состояний.

Литература/References

1. Тарутта Е.П., Чернышева С.Г., Губкина Г.Л. и др. Новый способ диагностики и оценки эффективности лечения оптического нистагма с использованием микропериметрии. Российская педиатрическая офтальмология. 2014; (1): 46–8. [Tarutta E.P., Chernysheva S.G., Gubkina G.L., et al. A new way of diagnostic and treatment effectiveness evaluation of the optical nystagmus using microperimetry. Rossiiskaya pediatricheskaya oftal'mologiya. 2014; (1): 46–8 (in Russian)].
2. Abadi R.V., Scallan C.J. Waveform characteristics of manifest latent nystagmus. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2000; 41 (12): 3805–17.
3. Longhin E., Convento E., Piloto E., et al. Static and dynamic retinal fixation stability in microperimetry. Can. J. Ophthalmol. 2013; 48 (5): 375–80. <https://doi.org/10.1016/j.jcjo.2013.05.021>
4. Маркосян Г.А., Тарутта Е.П., Рябина М.В. Толщина сетчатки в макулярной области у детей с врожденной и приобретенной миопией высокой степени по данным оптической когерентной томографии. Вестник офтальмологии. 2010; 126 (3): 21–4. [Markosyan G.A., Tarutta E.P., Ryabina M.V. Retina thickness in the macular area in children with congenital and acquired high myopia according to optical coherence tomography. Vestnik oftal'mologii. 2010; 126 (3): 21–4 (in Russian)].
5. González E.G., Wong A.M., Niechwiej-Szwedo E., Tarita-Nistor L., Steinbach M.J. Eye position stability in amblyopia and in normal binocular vision. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2012; 53 (9): 5386–94. <https://doi.org/10.1167/iovs.12-9941>
6. Fawcett S.L., Birch E.E. Risk factors for abnormal binocular vision after successful alignment of accommodative esotropia. J. AAPOS. 2003; 7 (4): 256–62. [https://doi.org/10.1016/S1091-8531\(03\)00111-3](https://doi.org/10.1016/S1091-8531(03)00111-3)
7. Кошелев Д.И. Зрительные вызванные потенциалы и движения глаза при фиксации как средства объективного мониторинга зрительных функций у детей с нарушением центрального зрения. Практическая медицина. 2019; 17 (1): 127–9. [Koshelev D.I. Visual evoked potentials and eye movements during fixation as a means of objective monitoring of visual functions in children with central vision impairment. Prakticheskaya meditsina. 2019; 17 (1): 127–9 (in Russian)].
8. Кащенко М.А., Кащенко Т.П., Магарамова М.Д., Педанова Е.К., Голяховский С.Е. Влияние плеоптического лечения на отклонение точки фиксации от

- центра макулярной зоны у детей с амблиопией различной степени при исследовании методом микропериметрии. Российская детская офтальмология. 2019; 2: 22–4. [Kashchenko M.A., Kashchenko T.P., Magaromova M.D., Pedanova E.K., Golyakhovskiy S.E. Influence of pleoptic treatment on the deviation of the fixation point from the center of the macular zone in children with amblyopia of varying degrees when studied by the method microperimetry. Rossiiskaya detskaya oftal'mologiya. 2019; 2: 22–4 (in Russian)]. <https://doi.org/10.25276/2307-6658-2019-2-22-24>
9. Shaikh A.G., Otero-Millan J., Kumar P., Ghasia F.F. Abnormal fixational eye movements in amblyopia. PLoS One. 2016; 11 (3): e0149953. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149953>
 10. Chen D., Otero-Millan J., Kumar P., Shaikh A.G., Ghasia F.F. Visual search in amblyopia: abnormal fixational eye movements and suboptimal sampling strategies. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2018; 59 (11): 4506–17. <https://doi.org/10.1167/iov.18-24794>
 11. Dickmann A., Petroni S., Perrotta V., et al. A morpho-functional study of amblyopic eyes with the use of optical coherence tomography and microperimetry. J. AAPOS. 2011; 15 (4): 338–41. doi: 10.1016/j.jaapos.2011.03.019
 12. Molina A., Pérez-Cambrodí R.J., Ruiz-Fortes P., Laria C., Piñero D.P. Utility of microperimetry in nystagmus: A case report. Canadian Journal of Ophthalmology. 2013; 48 (5): e103–05. <https://doi.org/10.1016/j.cjco.2016.11.016>
 13. Анаев А.В., Тарутта Е.П. Сравнительная оценка параметров зрительной фиксации при амблиопии различного генеза. Вестник офтальмологии. 2020; 136 (2): 26–31. [Apaev A.V., Tarutta E.P. Comparative assessment of the parameters of visual fixation in amblyopia of different origin Vestnik oftal'mologii. 2020; 136 (2): 26–31 (in Russian)]. <https://doi.org/10.17116/oftalma202013602126>
 14. Rajavi Z., Sabbaghi H., Behradfar N., et al. Macular thickness in moderate to severe amblyopia. Korean Journal of Ophthalmology. 2018; 32 (4): 312. <https://doi.org/10.3341/kjo.2017.0101>
 15. Бойчук И.М., Яхница Е.И. Морфометрические особенности слоя нервных волокон и диска зрительного нерва у детей с амблиопией и гиперметропической рефракцией. Офтальмологический журнал. 2013; 6: 17–22. [Boychuk I.M., Yakhnitsa E.I. Morphometric peculiarities of nerve fiber layer and optic disc in children with amblyopia and hypermetropic refraction. Oftal'mologicheskij zhurnal. 2013; 6: 17–22 (in Russian)].
 16. Kasem M. A., Amani Badawi E. Changes in macular parameters in different types of amblyopia: optical coherence tomography study. Clin. Ophthalmol. 2017; 4 (11): 1407–16. <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S143223>
 17. Wu S.Q., Zhu L.W., Xu Q.B., Xu J.L., Zhang Y. Macular and peripapillary retinal nerve fiber layer thickness in children with hyperopic anisometropic amblyopia. Int. J. Ophthalmol. 2013; 6 (1): 85–9. <https://doi.org/10.3980/j.issn.2222-3959.2013.01.18>
 18. Miki A., Shirakashi M., Yaoeda K., et al. Retinal nerve fiber layer thickness in recovered and persistent amblyopia. Clin. Ophthalmol. 2010; (4): 1061–4. <https://doi.org/10.2147/ophth.s13145>
 19. Pang Y., Goodfellow G.W., Allison C., Block S., Frantz K.A. A prospective study of macular thickness in amblyopic children with unilateral high myopia. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2011; 52 (5): 2444–9. <https://doi.org/10.1167/iov.10-5550>
 20. Harvey P.S., King R.A., Summers C.G. Spectrum of foveal development in albinism detected with optical coherence tomography. J. AAPOS. 2006; 10 (3): 237–42. <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2006.01.008>
 21. Cronin T.H., Hertle R.W., Ishikawa H., Schuman J.S. Spectral domain optical coherence tomography for detection of foveal morphology in patients with nystagmus. J. AAPOS. 2009; 13 (6): 563–6. <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2009.09.019>
 22. Thomas M.G., Kumar A., Mohammad S., et al. Structural grading of foveal hypoplasia using spectral-domain optical coherence tomography a predictor of visual acuity? Ophthalmology. 2011; 118 (8): 1653–60. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2011.01.028>
 23. Rufai S.R., Thomas M.G., Purohit R., et al. Can structural grading of foveal hypoplasia predict future vision in infantile nystagmus? A longitudinal study. Ophthalmology. 2020; 127 (4): 492–500. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2019.10.037>
 24. Lee H. Sheth V., Bibi M., et al. Potential of handheld optical coherence tomography to determine cause of infantile nystagmus in children by using foveal morphology. Ophthalmology. 2013; 120 (12): 2714–24. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2013.07.018>
 25. Holmstrom G., Eriksson U., Hellgren K., Larsson E. Optical coherence tomography is helpful in the diagnosis of foveal hypoplasia. Acta Ophthalmol. 2009; 88 (4): 439–42. <https://doi.org/10.1111/j.1755-3768.2009.01533.x>

Вклад авторов в работу: В.В. Нероев, Е.П. Тарутта — разработка концепции и дизайна исследования, финальная подготовка статьи к публикации; Р.Р. Хубиева — сбор, статистическая обработка данных и их интерпретация, написание текста статьи; А.В. Апаев — разработка концепции и дизайна исследования, написание текста статьи.

Author's contribution: V.V. Neroev, E.P. Tarutta — development of the concept and design of the study, final preparation of the article for publication; R.R. Khubieva — data collection, processing and interpretation, writing of the article; A.V. Apaev — development of the concept and design of the study, writing of the article.

Поступила: 25.01.2021. Переработана: 28.01.2021. Принята к печати: 01.02.2021
Originally received: 25.01.2021. Final revision: 28.01.2021. Accepted: 01.02.2021

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

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

² ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России, ул. Десятская, д. 20, стр. 1, Москва, 127473, Россия

Владимир Владимирович Нероев — академик РАН, д-р мед. наук, профессор, директор¹, заведующий кафедрой глазных болезней²

Елена Петровна Тарутта — д-р мед. наук, профессор, начальник отдела патологии рефракции бинокулярного зрения и офтальмоэргномики¹

Регина Расуловна Хубиева — аспирантка отдела патологии рефракции бинокулярного зрения и офтальмоэргномики¹

Александр Вячеславович Апаев — научный сотрудник отдела патологии рефракции бинокулярного зрения и офтальмоэргномики¹

Для контактов: Регина Расуловна Хубиева, reginahubieva@mail.ru

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

² Evdokimov Moscow State Medical Stomatological University of Medicine and Dentistry, 20/1, Delegatskaya St., Moscow, 127473, Russia

Vladimir V. Neroev — Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. of Med. Sci., professor, director¹, head of chair of ophthalmology²

Elena P. Tarutta — Dr. of Med. Sci., professor, head of the department of refraction pathology, binocular vision and ophthalmology¹

Regina R. Khubieva — PhD student, department of refraction pathology, binocular vision and ophthalmology¹

Alexander V. Apaev — researcher, department of refraction pathology, binocular vision and ophthalmology¹

Contact information: Regina R. Khubieva, reginahubieva@mail.ru