

## ИЗМЕНЕНИЕ МАКУЛЯРНОЙ ФУНКЦИИ ПАРНОГО ГЛАЗА У БОЛЬНЫХ С РЕГМАТОГЕННОЙ ОТСЛОЙКОЙ СЕТЧАТКИ И ПЕРИФЕРИЧЕСКИМИ ВИТРЕОХОРИОРЕТИНАЛЬНЫМИ ДИСТРОФИЯМИ ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАЗЕРНОЙ КОАГУЛЯЦИИ СЕТЧАТКИ

**Владимир Владимирович НЕРОЕВ, Ирина Владимировна ЦАПЕНКО,  
Галина Юрьевна ЗАХАРОВА, Юлия Петровна КОНДРАТЬЕВА,  
Марина Владимировна ЗУЕВА**

*ФГБУ Московский НИИ глазных болезней им. Гельмгольца Минздрава России  
105062, г. Москва, ул. Садовая-Черногрязская, 14/19*

Исследовалась топография функциональной активности макулярной области сетчатки 34 парных глаз с периферическими витреохориоретинальными дистрофиями (ПВХРД) у больных с регматогенной отслойкой сетчатки и у больных с ПВХРД на обоих глазах до лазерной коагуляции (ЛК) и через 3, 6 и 12 месяцев после нее. Данные мультифокальной ЭРГ (мф-ЭРГ) свидетельствуют о снижении функциональной активности центральной сетчатки при ПВХРД. В глазах с прогрессированием ПВХРД показано более выраженное угнетение-mf-ЭРГ до и после ЛК, чем на глазах без прогрессирования ПВХРД, особенно в зоне фовеа, перифовеа и средней периферии. По результатам mf-ЭРГ, ЛК на периферии сетчатки ассоциируется в большей степени с угнетением функциональной активности колбочковых фоторецепторов, чем биполярных клеток.

**Ключевые слова:** ПВХРД, мультифокальная электроретинография, оптическая когерентная томография, лазерная коагуляция сетчатки.

Регматогенная отслойка сетчатки (РОС) – одно из наиболее тяжелых заболеваний органа зрения, приводящее к слепоте и слабовидению в работоспособном возрасте [4, 8, 10]. Основной причиной ее развития являются периферические витреохориоретинальные дистрофии (ПВХРД), среди которых наиболее опасны три вида, представляющие факторы риска возникновения РОС: решетчатая дистрофия, изолированные разрывы сетчатки и ретиношизис. В связи с этим раннее выявление признаков прогрессирования ПВХРД и своевременное проведение необходимого профилактического лазерного лечения может предотвратить развитие РОС. Однако, учитывая, что поражение сетчатки любой локализации, включая периферические отделы, может вызывать нарушение функции соседней ткани, прилегающей к месту поражения [13], а также тот факт, что при осложненной миопии развиваются изменения в макулярной области сетчатки и повышается чувствительность нейронов к любому внешнему воз-

действию, проведение лазерной коагуляции (ЛК) на периферии сетчатки может привести к развитию непрямого повреждения макулы [11], что диктует необходимость более широкого исследования макулярной функции сетчатки у больных с РОС и ПВХРД.

Известно, что в парном глазу у больных с РОС опасные виды ПВХРД встречаются значительно чаще, чем у пациентов без РОС. Поэтому изучение характера и динамики ретинальных изменений на парном глазу у больных с ПВХРД, сочетанной с РОС, и больных с ПВХРД без РОС представляет собой актуальную задачу ретинологии.

Объективным методом оценки функционального состояния сетчатки являются электроретинографические исследования. Характер изменений различных видов электроретинограммы (ЭРГ) позволяет судить о выраженности и распространности патологического процесса в периферических и центральных отделах сетчатки

*Нероев В.В. – д.м.н., проф., руководитель отдела патологии сетчатки, директор*

*Цапенко И.В. – к.б.н., старший научный сотрудник лаборатории клинической физиологии зрения им. С.В. Кравкова*

*Захарова Г.Ю. – к.м.н., ведущий научный сотрудник отдела патологии сетчатки*

*Кондратьева Ю.П. – аспирант отдела патологии сетчатки, e-mail oftal-julia@yandex.ru*

*Зуева М.В. – д.б.н., проф., руководитель лаборатории клинической физиологии зрения им. С.В. Кравкова*

[1, 3, 6]. С помощью мультифокальной ЭРГ (мф-ЭРГ) оценивают топографию нарушений биоэлектрической активности колбочковой системы в центральной зоне сетчатки (25–30° от фовеа). В глазах, оперированных по поводу РОС, мф-ЭРГ регистрировали для избирательной оценки функциональных нарушений в отслоенной сетчатке при близком прилегании отслойки к макулярной области [2, 9, 12].

Цель работы – исследовать характер изменений функциональной активности макулярной области сетчатки парного глаза у больных с РОС и ПВХРД с помощью мф-ЭРГ до и после проведения лазерной коагуляции сетчатки.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Под наблюдением находились 34 пациента (34 глаза) с ПВХРД на парном глазу у больных с РОС и с ПВХРД на обоих глазах в возрасте от 20 до 67 лет (в среднем 36,7 года), в том числе 27 женщин и 7 мужчин. У всех пациентов выявлена миопическая рефракция: слабой степени – 6, средней степени – 6, высокой степени – 22 человека, острота зрения парного глаза с коррекцией составляла около 1,0. Все исследования выполнены с информированного согласия испытуемых и в соответствии с этическими нормами Хельсинкской декларации (2000 г.).

Всем пациентам проводили стандартные офтальмологические исследования, включающие визометрию, тонометрию, биомикроскопию и офтальмоскопию, оптическую когерентную томографию (ОКТ) сетчатки. Электроретинографические исследования выполняли на диагностической системе «RETImap» (Roland Consult, Германия). Определяли топографию изменений ретиальной функции методом мф-ЭРГ у больных с ПВХРД и динамику функциональной активности сетчатки через 3, 6, 12 месяцев после ЛК.

Исследования проводили в соответствии с рекомендациями международного общества клинической электрофизиологии зрения (ISCEV) [5]. Использовали стандартный протокол с 61 гексагональными стимулами. Регистрацию ФОК (кernels первого порядка) мф-ЭРГ выполняли после 10 минут адаптации к комнатному освещению. Расстояние от монитора до роговицы составляло 29 см, усредненный угловой размер паттерна – 30°. Размеры стимула составили: центральный гексагон (кольцо 1) с радиусом 2,3°; кольца 2–5 имеют усредненные внутренние и наружные радиусы 2,3–6,9°, 6,9–14,3°, 14,3–20,8° и 20,8–29,9°, эксцентричнее точки фиксации. Это примерно соответствует следующим анатомическим обла-

стям сетчатки: центральный гексагон (1 кольцо) – фовеа, кольцо 2 – парафовеа; кольцо 3 – перифовеа и кольца 4–5 соответствуют области средней периферии. Рассчитывали средние значения и стандартное отклонение амплитуды негативного компонента N1, плотности (нормализованной по стимулируемой площади амплитуды) и пиковой латентности положительного компонента P1 ФОК мф-ЭРГ по кольцам стимулируемого паттерна.

ОКТ сетчатки выполняли на приборе Stratus OCT 3000 (Zeiss, Германия). Использовались протоколы сканирования макулярной области Fast Macular Thickness Map и Line. Сканирование проводили по шести лучам длиной 6 мм, проходящим через центр макулы и началом в 0, 30, 60, 90, 120, 150 градусах с последующим автоматическим анализом результатов по программе макулярного картирования. ОКТ выполняли на обоих глазах до лечения и через 1 месяц после лечения. ЛК выполняли на фотокоагуляторе Pascal DC-00849 (Optimedica, США) по общепринятой методике: диаметр коагулята 200 мкм, время экспозиции 0,1–0,2 с, мощность 200–300 мВт [7].

Все пациенты (34 глаза) были разделены на две группы: в первую вошли 14 парных глаз с ПВХРД у больных с РОС, вторую составили пациенты с ПВХРД без РОС (20 глаз); контролем служили 20 здоровых лиц в возрасте от 21 до 55 лет с клинической рефракцией не более –1,0 дптр. При осмотре глазного дна пациентов отмечено, что изолированно один вид ПВХРД встречался редко. В основном обнаружены смешанные формы дистрофий, т.е. определялось наличие двух или трех видов ПВХРД в одном глазу, включая обязательно один из опасных видов ПВХРД (сочетание решетчатой дистрофии с изолированными разрывами сетчатки; ретиношизис, патологическая гиперпигментация и классическая решетчатая дистрофия, патологическая гиперпигментация и классический вид решетчатой дистрофии, клапанные разрывы сетчатки с дистрофиями по типу «след улитки» и т. д.).

По видам ПВХРД в парном глазу у больных 1-й группы изменения распределялись следующим образом: решетчатая дистрофия в трех, разрывы в двух, смешанная форма в девяти глазах. Распространенность патологического процесса была следующей: ПВХРД выявлены в одном квадранте в одном глазу, в двух квадрантах – в четырех глазах, в трех квадрантах – в двух глазах, в четырех квадрантах – в семи глазах. Больные 2-й группы распределялись следующим образом: по видам ПВХРД – решетчатая дистрофия в восьми глазах и смешанная форма в 12, по квадрантам ПВХРД – по восьми глазам в двух и трех квадрантах и четыре глаза в четырех квадрантах.

При динамическом наблюдении после проведения ЛК периферии сетчатки в 1-й группе у одной пациентки на парном глазу выявлено прогрессирование ПВХРД в виде появления новых зон дистрофии, во 2-й группе – у пяти пациентов в виде появления новых зон дистрофии, истончений и разрывов в имеющейся зоне дистрофии, формирования новых разрывов сетчатки. Острота зрения глаз с ПВХРД на протяжении всего периода наблюдения не менялась.

При проведении статистического анализа для выявления различий между группами применяли точный критерий Фишера, различия считали значимыми при  $p < 0,05$ .

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В работе оценивали наличие или отсутствие отслойки нейроэпителия в макуле, структурные изменения нейроэпителия, состояние витреоретинального интерфейса в обеих группах до и после ЛК. В исследование были включены только пациенты с опасными видами ПВХРД на парных глазах, с отсутствием томографических признаков эпимакулярной мембраны, резидуальной отслойки нейросенсорной сетчатки в макулярной области. Томографически у всех пациентов патологических изменений структуры сетчатки и отслойки нейроэпителия в центральной области до и после ЛК не выявлено.

При анализе мф-ЭРГ по кольцам установлены следующие закономерности изменения ретинальной функции при ПВХРД на парных глазах у больных с РОС и при ПВХРД у больных без РОС.

На парных глазах у больных с РОС до лечения наблюдалось статистически значимое ( $p < 0,05$ ) снижение плотности положительного компонента P1 мф-ЭРГ в центральном гексагоне (зона фовеа) в среднем до 87 % от величины в группе контроля, принятой за 100 %. Плотность P1 в кольцах 2–4 не отличалась от значений в контрольной группе, в 5-м кольце отмечено лишь небольшое уменьшение, в среднем на 10 %. Через 3 мес. после лечения (операция на глазах с РОС и ЛК на периферии сетчатки парного глаза) показано угнетение P1 во всех кольцах мультифокального ответа сетчатки по сравнению с исходными данными, более выраженное для зоны фовеа (в среднем до 57 % от нормы,  $p < 0,01$ ). На сроках наблюдения 6 и 12 мес. после ЛК плотность P1-компонента снижалась от зоны перифовеа и средней периферии (кольца R3–R5) в среднем до 54, 65 и 57 % от нормы соответственно.

Амплитуда N1 мф-ЭРГ уменьшалась более значительно, чем компонент P1; максимальное

угнетение отмечалось в 3–5 кольцах, в которых ее величина в среднем составляла 35, 41 и 43 % от значений здоровых лиц соответственно, в фовеа и парафовеальной зоне амплитуда N1 в среднем равнялась 57 и 54 % от нормы. Учитывая природу генерации мф-ЭРГ, большее снижение волны N1, чем P1-компонента на глазах с ПВХРД, свидетельствует о более выраженном угнетении функциональной активности колбочек, чем колбочковых биполярных клеток сетчатки при данном заболевании.

Во 2-й группе больных (без РОС) с прогрессированием ПВХРД до ЛК установлено угнетение P1-компонента во всех пяти кольцах, наиболее выраженное в фовеа (до 69 % нормы) и в кольцах 3–5 (до 66, 69 и 54 % от значений контрольной группы соответственно,  $p < 0,01$ ). Также отмечено умеренное удлинение пиковой латентности P1 в зоне фовеа и парафовеа.

На сроках наблюдения 6 и 12 мес. после ЛК у них выявлена отрицательная динамика показателей мф-ЭРГ по всем пяти кольцам, более выраженная в фовеа и на средней периферии сетчатки, значения P1-компонента через 1 год составляли 48, 51, 46, 48 и 38 % от нормы в 1–5 кольцах соответственно. Удлинение латентности P1 (до 136 %) в большей степени было характерным для 1, 2 и 5 колец стимулируемого поля. Таким образом, ЛК на периферии сетчатки приводит к развитию функциональных нарушений на уровне внутреннего синаптического и внутреннего ядерного слоев сетчатки в макулярной области и на средней периферии сетчатки. Кроме того, в глазах с прогрессированием ПВХРД отмечалось существенное угнетение амплитуды N1 мф-ЭРГ: в кольце 1 до 47 % и в кольцах 2–5 – в среднем до 20 % от значений здоровых лиц ( $p < 0,01$ ). После ЛК установлено удлинение латентности N1 через 6 мес. в кольцах 3, 4 и 5 мф-ЭРГ ответа, а через 1 год – во всех кольцах стимулируемого поля зрения.

У больных 2-й группы на глазах без прогрессирования ПВХРД до лечения плотность P1-компонента была снижена в кольцах 1–3 стимулируемого поля в среднем до 74 % и в пятом кольце – до 65 % от нормы. Через 6 мес. после ЛК отмечалось некоторое восстановление показателей мф-ЭРГ во всех кольцах, за исключением центрального гексагона. Через год плотность P1 уменьшалась в области фовеа до 61 %, в области перифовеа и средней периферии – до 59 и 52 % от нормы соответственно. Пиковая латентность P1 в данной группе больных до лечения не отличалась от нормальных значений. Через 6 и 12 мес. после ЛК отмечено удлинение пиковой латентности по-

ложительного компонента мф-ЭРГ в среднем на 32 % от нормы во всех исследуемых кольцах. Угнетение негативной волны N1 мф-ЭРГ на глазах с ПВХРД без прогрессирования также было более выраженным, чем угнетение P1-компонента. Амплитуда N1 в кольцах 1 и 2 составляла 54 %, в кольцах 3, 4 и 5 – 38 % от нормы. Пиковая латентность отрицательного компонента не отличалась от значений контрольной группы. При динамическом наблюдении через 3 мес. после ЛК установлено удлинение латентности волны N1 от всех колец мультифокального ответа, кроме центрального гексагона (на 24–35 % в зависимости от стимулируемой области сетчатки).

Таким образом, угнетение P1 и N1-компонентов мф-ЭРГ во всех кольцах стимулируемой центральной сетчатки, включая зону фовеа, свидетельствует о дисфункции макулярной области у больных с ПВХРД. Прогрессирование ПВХРД ассоциируется с нарастающим снижением плотности и удлинением латентности P1 и N1 в зоне фовеа, перифовеа и средней периферии (кольца 3–5). Известно, что при миопии высокой степени и увеличении переднезадней оси глаза развиваются изменения сетчатки, приводящие к снижению функции колбочек в макулярной зоне и возрастанию чувствительности различных нейронов сетчатки к любому внешнему воздействию, например ЛК. Это отражается на амплитуде и латентности мф-ЭРГ. Угнетение амплитуды мф-ЭРГ в макулярной области может свидетельствовать о риске прогрессирования патологических изменений в сетчатке после ЛК.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С помощью мультифокальной электроретинографии показано снижение функциональной активности макулярной области сетчатки при ПВХРД. Характер изменений свидетельствует об относительно более выраженном изменении функции колбочковых рецепторов, чем колбочковых биполярных клеток. В глазах с прогрессированием ПВХРД угнетение функции центральной сетчатки до и после ЛК является более выраженным, чем на глазах без прогрессирования ПВХРД, особенно в зоне фовеа, перифовеа и средней периферии. По результатам мф-ЭРГ, ЛК на периферии сетчатки ассоциируется с угнетением функциональной активности нейронов колбочковой системы сетчатки, в большей степени в фовеа и на средней периферии. Больным с ПВХРД с це-

лью ранней диагностики и мониторинга макулярных изменений после лазерной коагуляции сетчатки целесообразно проведение мф-ЭРГ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захарова Г.Ю., Нероев В.В., Зуева М.В., Цепенко И.В. Динамика зрительных функций при хирургическом лечении регматогенной отслойки сетчатки с пролиферативной витреоретинопатией // Клиническая физиология зрения : очерки, обзоры, ориг. ст.: [Посвящ. памяти А.И. Богословского]. М.: МБН, 2002. 70–92.
2. Нероев В.В., Гринченко М.И., Зуева М.В. и др. Мультифокальная ЭРГ при регматогенной отслойке сетчатки в миопическом глазу // Вестн. офтальмологии. 2009. (1). 21–27.
3. Шамшинова А.М., Волков В.В. Функциональные методы исследования в офтальмологии. М.: Медицина, 1998. 419 с.
4. Algvare P.V., Jahnberg P., Textorius O. The Swedish Retinal Detachment Register, I: a database for epidemiological and clinical studies // Graefes. Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. 1999. 237. 37–44.
5. Hood D.C., Bach M., Brigell M. et al. ISCEV standard for clinical multifocal electroretinography (mfERG) (2011 edition) // Doc. Ophthalmol. 2012. 124. 1–13.
6. Karpe G. The basis of clinical electroretinography // Acta Ophthalmol. 1945. 24. 1–118.
7. L'Esperance F.A.Jr. Ophthalmic Lasers (3rd edn). St. Louis: CVMosby Co., 1989. 291–301.
8. Mitry D., Charteris D.G., Yorston D. et al. The epidemiology and socioeconomic associations of retinal detachment in Scotland: a two-year prospective population-based study // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2010. 51. (10). 4963–4968.
9. Moschos M., Malias J., Ladas J. et al. Multifocal ERG in retinal detachment surgery // Eur. J. Ophthalmol. 2001. 11. (3). 296–300.
10. Polkinghorne P.J., Craig J.P. Northern New Zealand Rhegmatogenous Retinal Detachment Study: epidemiology and risk factors // Clin. Experiment. Ophthalmol. 2004. 32. (2). 159–163.
11. Robertson Norton. Long-term follow up of treated retinal breaks // Amer. J. Ophthalm., 1973. 75. (3). 395–404.
12. Wu D., Gao R., Zhang G., Wu L. Comparison of pre- and postoperational multifocal electroretinograms of retinal detachment // Chin. Med. J. 2002. 115. (10). 1560–1563.
13. Zueva M., Neroyev V., Grinchenko M. et al. Morphofunctional correlates in rhegmatogenous detachment of the retina // Acta Ophthalmol. 2008. 86. (Suppl.). 243.

## **THE ALTERATIONS OF FELLOW EYE'S MACULAR FUNCTION IN THE PATIENTS WITH RHEGMATOGENOUS RETINAL DETACHMENT AND PERIPHERAL VITREORETINAL DYSTROPHIES AFTER LASER COAGULATION OF THE RETINA**

**Vladimir Vladimirovich NEROEV, Irina Vladimirovna TSAPENKO,  
Galina Yurievna ZAKHAROVA, Yulia Petrovna KONDRATYEVA,  
Marina Vladimirovna ZUEVA**

*Moscow Helmholtz Research Institute of Eye Diseases  
105062, Moscow, Sadovaya-Chernogryazskaya str., 14/19*

---

The topography of functional activity of the macula zone before and 3, 6 and 12 months after laser coagulation of the retina of 34 fellow eyes with peripheral vitreoretinal dystrophies (PVRD) was studied in patients with rhegmatogenous retinal detachment and in patients with PVRD on both eyes. The multifocal ERG (mfERG) data showed a decrease in functional activity of the central retina when PVRD. In the eyes with PVRD progression stronger reduction of mfERG was found before and after the laser coagulation than in the eyes without PVRD progression, especially in the fovea, perifoveal and middle periphery zones. According to the results of mfERG, the laser coagulation at the retinal periphery associated largely with the reduction in functional activity of cone photoreceptors than cone bipolar cells.

---

**Key words:** peripheral vitreoretinal dystrophy; multifocal electroretinography; optical coherent tomography; laser coagulation of the retina.

*Neroev V.V. – doctor of medical sciences, professor, head of retinal pathology department, director*

*Tsapenko I.V. – candidate of biological sciences, senior researcher of laboratory of clinical physiology  
of vision n.a. S.V. Kravkov*

*Zakharova G.Yu. – candidate of medical sciences, leading researcher of the retinal pathology department*

*Kondratyeva Yu.P. – postgraduate student of the retinal pathology department, e-mail [oftal-julia@yandex.ru](mailto:oftal-julia@yandex.ru)*

*Zueva M.V. – doctor of biological sciences, professor, head of laboratory of clinical physiology  
of vision n.a. S.V. Kravkov*