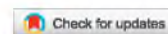


<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2022-15-2-49-55>



Клинико-функциональное состояние сетчатки после адекватно проведенной лазеркоагуляции периферических витреохориоретинальных дистрофий

В.В. Нероев, Г.Ю. Захарова[✉], Т.Д. Охошимская, И.В. Цапенко, М.В. Зуева[✉], М.А. Аракелян, Б.М. Магамадов
ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

Цель работы — оценить влияние адекватной лазеркоагуляции (ЛК) при периферических витреохориоретинальных дистрофиях (ПВХРД) на клинико-функциональное состояние сетчатки и микроциркуляцию макулярной области. **Материал и методы.** Ганцфельд-электроретинограмму (ЭРГ), мультифокальную ЭРГ (мфЭРГ), а также оптическую когерентную томографию с функцией ангиографии (ОКТА) записали у 22 больных (37 глаз) в возрасте от 20 до 62 лет, которым была в адекватном объеме проведена ЛК опасных видов ПВХРД. Исследования проводили до ЛК, а также в сроки 1, 3, 6, 9, 12 мес после вмешательства. Результаты исследования анализировались в двух подгруппах: 1) 27 глаз с объемом ЛК «менее 200 коагулятов» и 2) 10 глаз с объемом ЛК «более 200 коагулятов». **Результаты.** Выявлено умеренное угнетение скотопических видов ЭРГ и удлинение пиковой латентности α -волны максимальной ЭРГ после ЛК. Во 2-й подгруппе происходило более существенное, чем в первой, снижение амплитуды второй волны осцилляторных потенциалов (ОП2) и индекса ОП (на 17 и 21 % от исходных значений соответственно, $p < 0,05$). Колбочковая и ритмическая ЭРГ в 1-й подгруппе не изменялись, во 2-й подгруппе происходило устойчивое снижение их амплитуды на 10–20 % от показателей до лечения. Функциональная активность макулярной области по данным мфЭРГ умеренно и обратимо снижалась во 2-й подгруппе. По данным ОКТА имелось общее снижение плотности кровотока после ЛК (в среднем на 6,6 %), максимальное в сроки 6 мес после ЛК с последующим восстановлением через 12 мес. В 1-й подгруппе восстановление параметров плотности кровотока было полным, во 2-й подгруппе — частичным. **Заключение.** Проведение ЛК ПВХРД в адекватном объеме приводит к умеренному снижению активности сетчатки с восстановлением до исходных амплитуд скотопических, фотопических ритмических ЭРГ и мфЭРГ в течение 6–12 мес. По данным ОКТА при адекватной ЛК отсутствовало значимое нарушение микроциркуляции в зоне фovea. Умеренная депрессия кровотока была более выражена в подгруппе с количеством коагулятов «более 200».

Ключевые слова: периферическая витреохориоретинальная дистрофия; макулярная дисфункция; ганцфельд- и мультифокальная электроретинограмма; лазеркоагуляция сетчатки; макулярная область; оптическая когерентная томография с функцией ангиографии; микроциркуляция

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Нероев В.В., Захарова Г.Ю., Охошимская Т.Д., Цапенко И.В., Зуева М.В., Аракелян М.А., Магамадов Б.М. Клинико-функциональное состояние сетчатки после адекватно проведенной лазеркоагуляции периферических витреохориоретинальных дистрофий. Российский офтальмологический журнал. 2022; 15 (2): 49-55. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2022-15-2-49-55>

Clinical and functional state of the retina after adequately performed laser coagulation of peripheral vitreochorioretinal dystrophies

Vladimir V. Neroev, Galina Yu. Zakharova[✉], Tatiana D. Okhotsimskaya, Irina V. Tsapenko, Marina V. Zueva[✉], Mariam A. Arakelyan, Bilukhazh M. Magamadov

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia
visionlab@yandex.ru; guzakharova@gmail.com

Purpose. To assess the effect of adequate laser coagulation (LC) of peripheral vitreochorioretinal dystrophy (PVCRD) on the clinical and functional state of the retina and the microcirculation of the macular region. **Material and methods.** Ganzfeld electroretinogram (ERG), multifocal ERG (mfERG), and optical coherent tomography with a function of angiography (OCTA) were performed for the retina of 22 patients (37 eyes), aged 20 to 62, who had been given an adequate volume of LC to treat dangerous types of PVCRD. The tests took place before LC and 1, 3, 6, 9, 12 months after it. To analyze the results, two groups were formed: (1) 27 eyes with LC volume of less than 200 coagulates and (2) 10 eyes with LC volume of more than 200 coagulates. **Results.** After LC, we observed a moderate decrease in the amplitudes of scotopic ERGs and the a-wave peak latency lengthening in the maximal ERG. In the 2nd subgroup, the amplitude of the second wave of oscillatory potentials (OP2) and the OP index decreased more significantly than in the 1st subgroup (by 17 and 21 % from the initial values, respectively, $p < 0.05$). The cone and flicker ERGs in the 1st subgroup did not change, while in the 2nd subgroup the amplitude showed a stable decrease by 10 to 20 % as compared to the data before LC. As shown by mfERG, in the 2nd subgroup the functional activity of the macular region was moderately and reversibly declining. OCTA showed a general decrease in blood flow density (by 6.6% against the initial data) after LC, which reached the minimum 6 months after the intervention, with subsequent recovery in another 6 months. The recovery of blood flow density was complete in the 1st subgroup and partial in the 2nd subgroup. **Conclusion.** LC of PVCRD in an adequate volume leads to a moderate general decrease in retinal activity with the restoration to the initial amplitudes of scotopic and photopic ERGs, and mfERG within 6 to 12 months. OCTA also showed that LC conducted in an adequate volume does not significantly impair the microcirculation in the fovea zone. A moderate depression of blood flow was more pronounced in the subgroup with the higher number of coagulates.

Keywords: peripheral vitreochorioretinal dystrophy; macular dysfunction; full-field and multifocal electroretinogram; laser coagulation; macular area, optical coherence tomography with angiography of the retina; microcirculation

Conflict of interests: there is no conflict of interest.

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

For citation: Neroev V.V., Zakharova G.Yu., Okhotsimskaya T.D., Tsapenko I.V., Zueva M.V., Arakelyan M.A., Magamadov B.M. Clinical and functional state of the retina after adequately performed laser coagulation of peripheral vitreochorioretinal dystrophies. Russian ophthalmological journal. 2022; 15 (2): 49-55 (In Russian). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2022-15-2-49-55>

Использование метода лазерной коагуляции (ЛК) при периферических витреохориоидальных дистрофиях (ПВХРД) позволило значительно снизить частоту развития регматогенной отслойки сетчатки (РОС). Однако, несмотря на многолетнее изучение этой проблемы, до сих пор нет единого мнения о показаниях и методиках ее проведения. Однозначно показано проведение ЛК при симптоматических разрывах сетчатки [1–5], относительно других видов ПВХРД можно встретить противоречивые мнения [6–11]. Для получения хорошего результата ЛК важным представляется грамотная диагностика вида ПВХРД и адекватное, квалифицированное ее проведение. Использование ЛК при неопасных видах ПВХРД, таких как «булыжная мостовая», «инееподобная дистрофия», или при нормальном глазном дне может привести к развитию осложнений, что не только снижает эффективность этого метода лечения, но и дискредитирует его. Хотелось бы обратить внимание, что некоторые авторы рекомендуют проводить большую по объему ЛК даже при небольших зонах опасных ПВХРД: сливные лазеркоагуляты в 3–4 ряда вокруг разрыва с размером лазерного пятна 500 мк [9], многократные (до 5) сеансы ЛК при ретиношизисе с нанесением 150–200 коагулятов за один сеанс [7]. В то же

время проведение небольшой по объему ЛК также приводит к длительному стойкому положительному результату.

Ранее нами было показано ухудшение функциональной активности макулярной области после массивной ЛК ПВХРД при отсутствии офтальмоскопически видимых изменений. Описаны характерные признаки угнетения гангфельд-электроретинограммы (ЭРГ) и мультифокальной ЭРГ (мфЭРГ), ассоциированные с большим объемом ЛК ПВХРД. Неадекватно проведенная ЛК сетчатки у пациентов с ПВХРД приводила к существенному изменению функциональной активности фоторецепторов и нейронов внутреннего ядерного слоя не только в зонах проведения ЛК, но и в макулярной области, и к развитию осложнений в отсроченном периоде [12]. Методом оптической когерентной томографии с функцией ангиографии (ОКТА) получены данные, свидетельствующие о негативном влиянии неадекватно проведенной ЛК при ПВХРД на состояние микроциркуляторного русла сетчатки в центральной зоне. У пациентов с избыточной ЛК отмечена тенденция к снижению плотности кровотока по сравнению с пациентами с миопией без ПВХРД и здоровыми лицами. Наиболее выраженные изменения в случаях гиперлазеркоагуляции обнаружены в зоне фovea.

В глазах с избыточной ЛК выявлено также расширение фовеолярной аваскулярной зоны (ФАЗ) и истончение сетчатки. Полученные данные коррелируют с результатами электрофизиологических исследований [13].

ЦЕЛЬ работы — изучить особенности клинико-функционального состояния сетчатки и микроциркуляции макулярной области у пациентов с опасными видами ПВХРД до и после проведения ЛК в адекватном объеме в динамике в течение года.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследование включено 22 пациента (9 мужчин и 13 женщин) в возрасте от 15 до 66 лет (в среднем 34,1 года), у которых была выявлена миопия различной степени (15 человек), эметропия (4) и гиперметропия слабой степени (3). В 37 глазах диагностированы опасные виды ПВХРД, в 7 глазах — нормальное глазное дно или незначительные дистрофические изменения по типу единичных атрофических или пигментных очагов, не требующие проведения профилактической ЛК. Группу контроля по данным электроретинографии составили 10 пациентов с миопией без ПВХРД (20 глаз) в возрасте от 26 до 63 лет (в среднем 38,6 года), в том числе 4 мужчины и 6 женщин. Миопическая рефракция слабой степени выявлена у 4 пациентов, средней степени — у 4 и высокой — у 2. Транспупиллярная ЛК по поводу опасных видов ПВХРД проведена в отделе патологии сетчатки и зрительного нерва НМИЦ ГБ им. Гельмгольца с использованием медицинской технологии [14].

Учитывая различную площадь дистрофических изменений на глазном дне, потребовавшую ЛК с различным количеством коагулятов, анализ данных выполнялся в двух подгруппах: (1) «менее 200 коагулятов» и (2) «более 200 коагулятов». В 1-й подгруппе в 20 глазах выявлены разновидности решетчатой дистрофии: классическая форма (2 глаза) и дистрофия «след улитки» (18 глаз) в различных вариантах (с истончениями и/или разрывами сетчатки). Число зон дистрофии в одном глазу колебалось от 2 до 5. В 3 глазах дистрофия «след улитки» была с дырчатым разрывом сетчатки. По локализации процесса чаще всего (19 глаз) зоны дистрофии располагались соответственно 10:30–14 ч и 4–8 ч, в остальных случаях — в наружной половине. В 3 глазах выявлен выраженный ретиношизис, при этом в одном глазу — с большим разрывом наружной стенки. Изолированные разрывы сетчатки диагностированы в 4 глазах: в 2 — дырчатый разрыв, в одном глазу — клапанный разрыв, в одном глазу — разрыв с крышечкой. Все разрывы располагались в наружной половине глазного дна. Среднее число лазеркоагулятов в одном глазу составило 118 (максимальное — 181, минимальное — 30). Во 2-й подгруппе множественные зоны решетчатой дистрофии выявлены в 5 глазах: в 2 глазах — от 7 до 9 зон, в 3 глазах зоны решетчатой дистрофии с дырчатыми разрывами располагались практически циркулярно. В 2 глазах зоны решетчатой дистрофии располагались в 2 ряда параллельно друг другу. В одном глазу выявлена киста сетчатки. В 4 глазах выявлены разрывы сетчатки: в одном глазу — большой клапанный разрыв, в 2 глазах — дырчатый разрыв с локальной плоской отслойкой сетчатки, в одном глазу — 2 дырчатых разрыва, один из которых с локальной плоской отслойкой сетчатки. Среднее число коагулятов в одном глазу составило 359 (максимальное — 601, минимальное — 232).

У всех пациентов регистрировали стандартный комплекс ганцфельд-ЭРГ в условиях темновой и световой адаптации, фотопическую ритмическую ЭРГ (РЭРГ) в широком спектре частот (8,3, 10, 12, 24 Гц) [15], мфЭРГ на приборе RETiport/scan21 (Roland Consult, Германия) по стандартам

ISCEV [16]. ОКТА (RTVue XR Avanti, Optovue Inc, США) проводили в режиме Angio Retina с использованием площади сканирования 6 × 6 мм. Определяли плотность кровотока в поверхностном сосудистом сплетении по протоколам «9 квадратов» и «решетка ETDRS», а также определяли параметры ФАЗ и толщины нейроэпителия. Исследования проводили до и через 1, 3, 6, 9 и 12 мес после ЛК.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Динамика мфЭРГ и функциональная активность макулярной области. Сравнительный анализ результатов мфЭРГ в 2 подгруппах с разным объемом ЛК выявил следующие закономерности. У пациентов 1-й подгруппы в ранние сроки (1–3 мес после ЛК) происходило небольшое повышение плотности Р1 в зоне фовеа, в среднем на 10–16 % от исходных показателей (до лечения). При этом Р1-компонент во 2–5 кольцах мфЭРГ практически не отличался от базовых показателей. У некоторых пациентов с малым количеством коагулятов (30–62 коагулята) через месяц наблюдался и более существенный рост мультифокального ответа от центрального гексагона (на 40–60 % от показателей до лечения) с нормализацией плотности Р1 в поздние сроки наблюдения (рис. 1).

Механизм повышения амплитуды ЭРГ пока до конца не понятен и требует дальнейших исследований. При большом объеме ЛК данный феномен не наблюдался. Результаты мфЭРГ согласуются с установленной нами динамикой b-волны максимальной ЭРГ на вспышки, которая также временно возрастала сразу после ЛК в данной подгруппе пациентов.

Во 2-й подгруппе ЛК сначала вызывала небольшое угнетение (в среднем на 10 % относительно исходного состояния) функциональной активности сетчатки на средней периферии, в 4 и 5 кольцах (рис. 2) с последующим восстановлением функции. Это значит, что при адекватно проведенном лазерном лечении снижение биоэлектрической активности сетчатки является обратимым. При этом активность сетчатки в зонах фовеа и паравовеа практически не изменялась.

Динамика ганцфельд-ЭРГ и активность периферических отделов сетчатки. В 1-й подгруппе пациентов амплитуда а- и b-волн максимальной ЭРГ через 3 мес после ЛК несколько возрастала (в среднем на 13–15 % для а- и b-волн соответственно), затем снижалась, возвращаясь к исходным значениям. Через год мы также наблюдали удлинение пиковой латентности а-волны на 12 % от нормы ($p < 0,05$). Через 1–3 мес после ЛК отмечалось достоверное снижение амплитуды ОП2 и индекса ОП, в среднем, на 15 %. Однако через 12 мес показатели ОП практически восстанавливались, хотя на некоторых глазах небольшие изменения сохранялись и через год. Характерным для 2-й подгруппы было снижение амплитуды а- и b-волн ЭРГ через 6, 9 и 12 мес после ЛК, в среднем на 10–15 % от исходных значений (для а-волны $p < 0,05$), и удлинение пиковой латентности а-волны.

Выявлено снижение амплитуды РЭРГ на 10–20 % от исходных показателей для всех частот стимуляции, и в течение года наблюдения полного восстановления показателей не наблюдалось. У больных 2-й подгруппы в первые 3 мес после ЛК происходило снижение ОП2 и индекса ОП на 17 и 21 % от исходных значений соответственно ($p < 0,05$), которое было более существенным, чем в 1-й подгруппе. Угнетение ОП может свидетельствовать о нарушении межнейронных взаимодействий во внутреннем плексиформном слое сетчатки, возможно, связанном с изменением ретинального кровотока на периферии сетчатки.

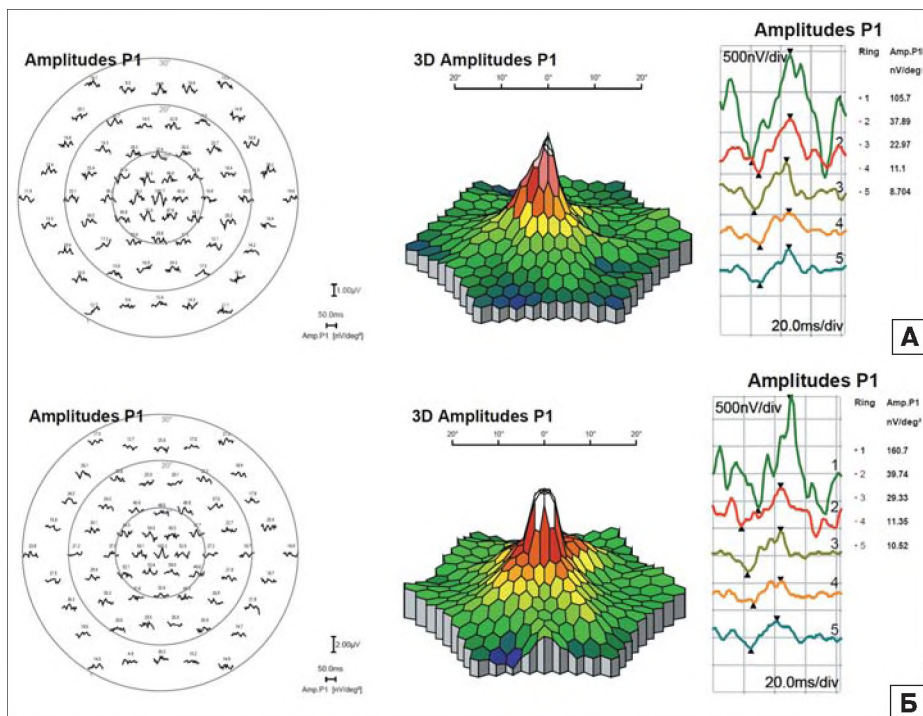


Рис. 1. Больная Е. МфЭРГ до (А) и через 3 мес после ЛК (Б). Возрастание плотности компонента Р1 в зоне фовеа на 55 % от исходных значений

Fig. 1. Patient E. The mfERG before (A) and 3 months after the LC (Б). The increase in the density of the P1 component in the fovea zone by 55 % from the initial values

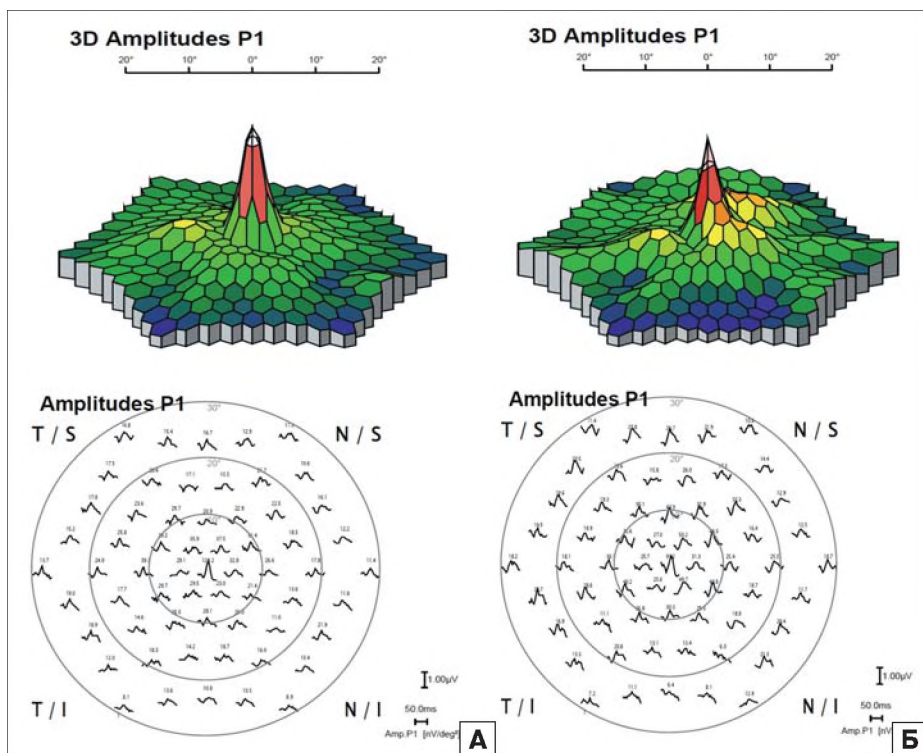


Рис. 2. Больной С. МфЭРГ: 3D-топография биоэлектрической активности и ЭРГ от локальных зон макулярной сетчатки до (А) и через 6 мес (Б) после ЛК сетчатки. Снижена плотность ответов в 4 и 5 кольцах паттерна (синие участки). Ответ от зоны фовеа не изменен

Fig. 2. Patient S. The mfERG: a 3D topography of bioelectric activity and ERGs from local areas of the macula before (A) and 6 months (Б) after the LC of the retina. Reduced response density in the 4 and 5 rings of the pattern (blue areas). The response from a fovea zone is not changed

Представляется интересным тот факт, что во 2-й подгруппе амплитуды b-волны палочковой ЭРГ и a-волны максимальной ЭРГ, отражающие активность биполяров и фоторецепторов главным образом периферической сетчатки, исходно были соответственно на 28 и 11 % ниже, чем в группе контроля, включающей пациентов с миопией без ПВХРД (опубликовано ранее) [12]. В 1-й подгруппе такой закономерности не выявлено. Эти данные подтверждают значительные дистрофические изменения на периферии сетчатки, которые и определили больший объем ЛК во 2-й подгруппе.

До настоящего времени не изучался характер изменений глиейно-ретикулярных взаимоотношений в сетчатке при различном объеме ЛК ПВХРД. Мы рассчитывали фотопический глиальный индекс (Кг) как отношение амплитуд b-волны колбочковой ЭРГ на одиночную вспышку и РЭРГ для различной частоты мельканий [15, 17]. В 1-й подгруппе на поздних сроках наблюдения Кг умеренно повышался только для РЭРГ в ответах на мелькания 8,3 и 10 Гц, в то время как для 24 Гц Кг практически не отличался от исходных значений. Во 2-й подгруппе через 9 и 12 мес отмечен рост Кг для всех частот стимуляции, более выраженный — для РЭРГ на 24 Гц. Глиальный индекс составлял 110, 111 и 113 % от показателей до ЛК для РЭРГ на мелькания 8,3 10 и 12 Гц соответственно и 120 % — при частоте 24 Гц. С учетом различных источников генерации РЭРГ на низкую и высокую частоту мельканий результаты свидетельствуют об умеренном усилении глиейно-ретикулярных взаимодействий между клетками Мюллера и фоторецепторами в обеих подгруппах и более существенных изменениях симбиоза между клетками Мюллера и колбочковыми биполярными клетками во 2-й подгруппе.

Исследование микроциркуляции макулярной области. Анализ данных ОКТА по 9 квадрантам показал отсутствие изменений плотности поверхностного сосудистого сплетения в среднем по всем показателям через 1 и 3 мес после ЛК по сравнению с исходными данными. Максимальное изменение плотности микрососудов (снижение на 6,6 %) отмечено к 6-му месяцу наблюдений ($p < 0,05$). Однако данный эффект не был стойким, и в дальнейшем происходило восстановление показателей практически до исходных значений. Через 9 мес снижение плотности составило 2,4 %, через 12 мес — 2,2 % от исходных значений.

Максимальное выраженное снижение плотности микрососудов отмечалось в центральном квадранте (9 %) и было зарегистрировано через 6 мес. Анализ данных по «решетке ETDRS» показал аналогичные закономерности: максимальное снижение плотности сосудистого рисунка на 6-й месяц наблюдений (7,8 %, разница достоверна, $p < 0,05$) с последующим восстановлением к 12-му месяцу (снижение на 2,7 % от исходных значений).

Выявлена существенная разница динамики показателей в 2 подгруппах пациентов. В 1-й подгруппе при анализе данных по 9 квадрантам значимые изменения плотности сосудистого рисунка отмечены через 6 мес наблюдения. В среднем снижение составило 8 % по всем квадрантам ($p < 0,05$) (рис. 3, 4). При дальнейшем наблюдении выявлено восстановление параметров: снижение показателей через 9 мес составило 2 %, через 12 мес после ЛК — 1 %, что не являлось статистически достоверным.

Наибольшее снижение плотности микроциркуляторного русла по «решетке ETDRS» также отмечено через 6 мес после ЛК (в среднем, на 8 %, $p \leq 0,05$). Максимальное снижение отмечалось в зоне фовеа (на 10 %) через 3 мес наблюдений, однако разница не была статистически достоверна из-за большого разброса показателей.

Во 2-й подгруппе выявлены более существенные изменения плотности кровотока, чем в подгруппе 1. Отмечалось снижение плотности микрососудов в сроках месяц (9 и 10 % по «9 квадрантам» и по «решетке ETDRS» соответственно), 6 мес (10 и 12 %), 12 мес (8 и 9%). Выявлена статистическая достоверность разницы показателей в сроки 6 и 12 мес наблюдений по сравнению с исходными значениями (рис. 5).

Выраженное снижение плотности кровотока в центральном квадранте по протоколу «9 квадратов» отмечалось через месяц — 8 %, 6 мес — 14 %, 9 мес — 9 % и 12 мес — 10 % ($p \leq 0,05$ в сроки 6 и 12 мес). Такая же тенденция выявлялась и в зоне фовеа при определении плотности по «решетке ETDRS»: наблюдалось снижение на 16, 10, 8, 5, 4 % через 1, 3, 6, 9, 12 мес соответственно (разница статистически не достоверна).

Статистически значимых закономерностей динамики параметров ФАЗ (площадь, периметр) не выявлено. Показатель плотности кровотока в области перифовеолярного кольца оставался стабильным на протяжении всего периода наблюдений (рис. 5). Во 2-й подгруппе показатели плотности сосудов в зоне перифовеолярного кольца

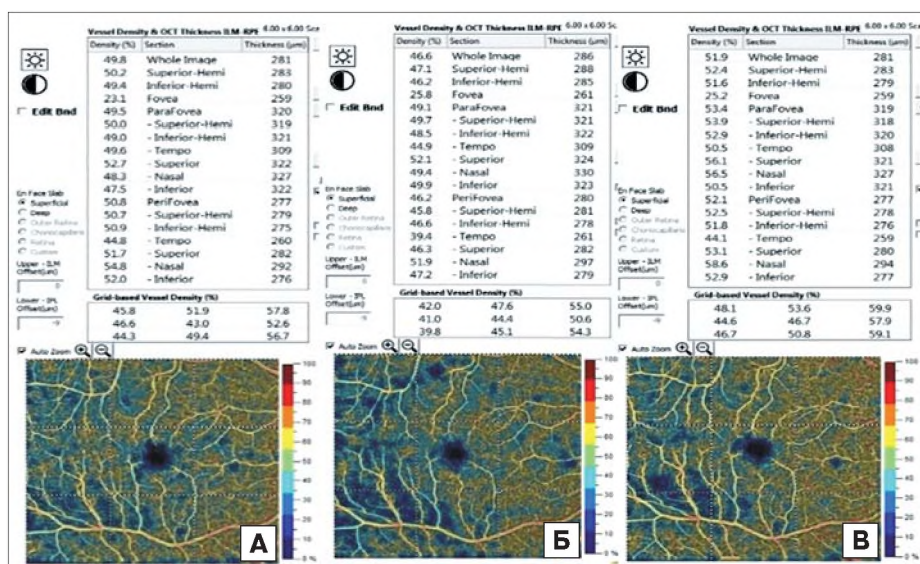


Рис. 3. ОКА. Параметры плотности кровотока в 1-й подгруппе. Пациентка О. А — до ЛК. Б — через 6 мес. В — через 12 мес после ЛК

Fig. 3. OCTA. Parameters of blood flow density in the 1st subgroup. Patient O. A — before LC. B — 6 months after LC. B — 12 months after LC

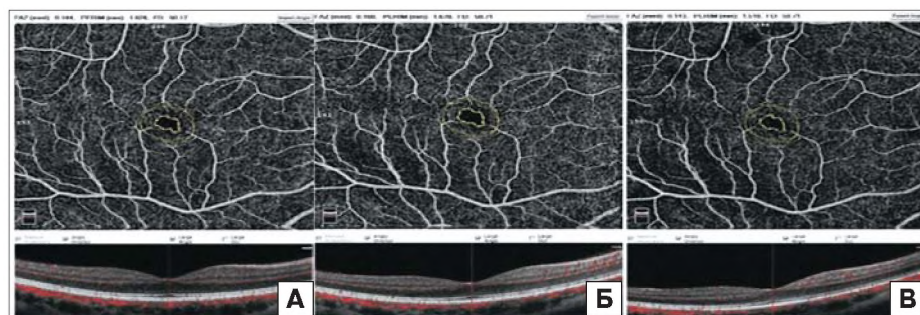


Рис. 4. ОКА. Параметры фовеолярной аваскулярной зоны в 1-й подгруппе. Пациентка О. А — до ЛК. Б — через 6 мес после ЛК. В — через 12 мес после ЛК

Fig. 4. OCTA. Foveal avascular zone parameters in the 1st subgroup. Patient O. A — before LC. B — 6 months after LC. B — 12 months after LC

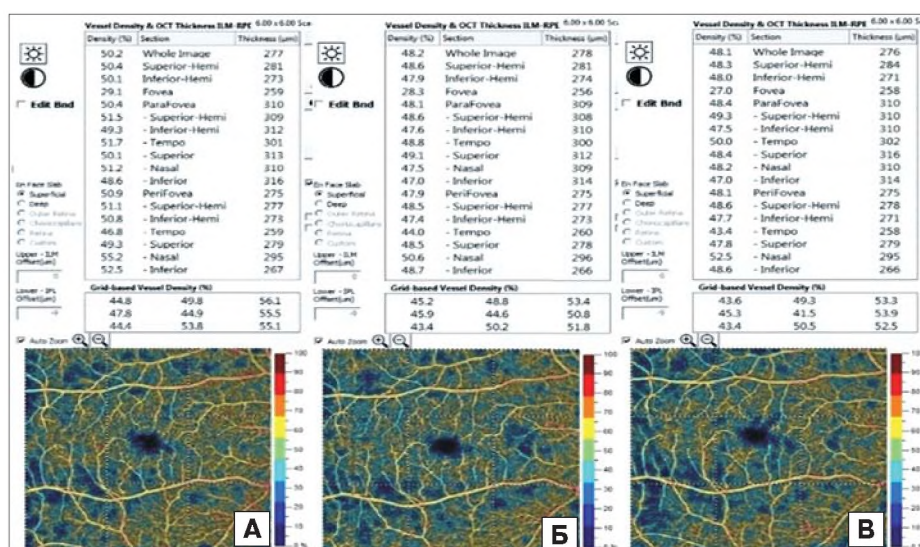


Рис. 5. ОКА. Параметры плотности кровотока во 2-й подгруппе. Пациентка Т. А — до ЛК. Б — через 6 мес после ЛК. В — через 12 мес после ЛК

Fig. 5. OCTA: Parameters of blood flow density in the 2nd subgroup. Patient T. A — before LC. B — 6 months after LC. B — 12 months after LC

были исходно ниже, чем в 1-й подгруппе, что, вероятно, связано с исходно более тяжелым состоянием глазного дна, большей степенью микроциркуляторных нарушений, которые были ассоциированы с большей площадью зон ПВХРД (рис. 6). По данным структурной ОКТ (проводилась как часть используемого протокола Angio Retina) средняя толщина нейроэпителия в центральной зоне (Whole Image) и в зоне фовеа у всех обследованных пациентов существенно не менялась на протяжении всего периода наблюдений. К 9-му и 12-му месяцам наблюдений выявлено некоторое истончение сетчатки в зоне парафовеа (2 %) и перифовеа (4 %, $p \leq 0,05$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведение адекватной ЛК ПВХРД приводило к временному снижению активности периферических отделов сетчатки с восстановлением до исходных показателей амплитуд гангфельд-ЭРГ и фотопических РЭРГ в течение года и при отсутствии выраженной дисфункции макулярной области сетчатки по данным мфЭРГ. Проведение ЛК ПВХРД в адекватном объеме не оказывает существенного повреждающего влияния на микроциркуляцию в зоне фовеа по данным ОКА. Отмечена незначительная или умеренная депрессия кровотока, более выраженная при объеме ЛК свыше 200 коагулятов.

Литература/References

1. Большунов А.В., Ильина Т.С., Прививкова Е.А. Лазерная профилактика и лечение отслоек сетчатки. В кн.: Большунов А.В., ред. Вопросы лазерной офтальмологии. Москва: Апрель; 2013: 186–95. [Bolshunov A.V., Pina T.S., Privivkova Ye.A. Laser prevention and treatment of retinal detachments. In: Bolshunov A.V., ed. Voprosy lazernoy oftalmologii. Moscow: April; 2013: 186–95 (in Russian)].
2. Морхат М.В., Марченко Л.Н., Морхат В.И. Профилактическая лазерная коагуляция при изменениях периферических отделов сетчатки (обзор литературы). Офтальмология. Восточная Европа. 2011; 4 (11): 85–92. [Morkhat M.V., Marchenko L.N., Morkhat V.I. Prophylactic laser coagulation for changes in the peripheral parts of the retina (literature review). Oftalmologiya. Vostochnaya Yevropa. 2011; 4 (11): 85–92 (in Russian)].
3. American Academy of Ophthalmology Retina Panel. Preferred Practice Pattern Guidelines. Available at: <http://one.aao.org/CE/PracticeGuidelines/PPP.aspx>. (Accessed 30 May 2022).
4. Шаимов Р.Б., Шаимова В.А., Шаимов Т.Б., Галин А.Ю., Семенова Л.Е. Профилактическая лазерная коагуляция сетчатки при периферических ретинальных разрывах (разработка показаний по результатам ОКТ). Современные технологии в офтальмологии. 2016; 1: 238. [Shaimov R.B., Shaimova V.A., Shaimov T.B., Galin A.Y., Semenova L.E. Prophylactic laser coagulation of the retina in peripheral retinal ruptures (development of indications based on the results of OCT). Sovremennyye tekhnologii v oftalmologii. 2016; 1: 238 (in Russian)].
5. Kornblau I.S., El-Annan J.F. Adverse reactions to fluorescein angiography: a comprehensive review of the literature. Survey of ophthalmology. 2019; 64 (5): 679–93. doi: 10.1016/j.survophthal.2019.02.004
6. Большунов А.В., Ильина Т.С., Прививкова Е.А. и др. Профилактика осложнений при комбинированном (лазерном и экстрасклеральном) лечении отслоек сетчатки. Вестник офтальмологии. 2004; 120 (5): 5–7. [Bolshunov A.V., Pina T.S., Privivkova Ye.A., et al. Prevention of complications in the combined (laser and extrac scleral) treatment of retinal detachments. Vestnik oftalmologii. 2004; 120 (5): 5–7 (in Russian)].
7. Луковская Н.Г., Астахов Ю.С. Ретинолизис: этиопатогенез, диагностика, клиника, лечение. Санкт-Петербург; 2008. [Lukovskaya N.G., Astakhov Yu.S.

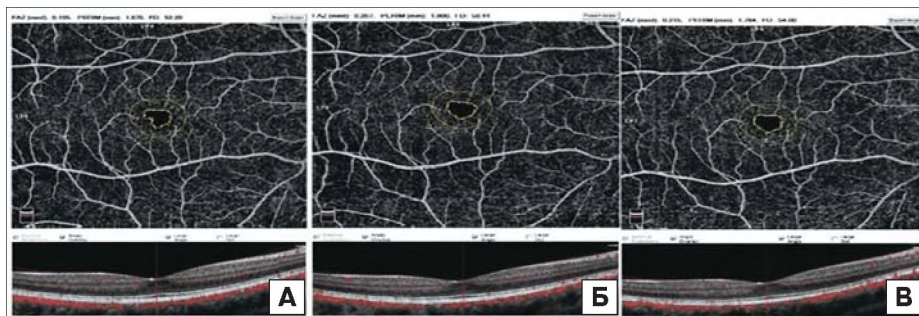


Рис. 6. ОКА. Параметры фовеолярной аваскулярной зоны во 2-й подгруппе. Пациентка Т. А — до ЛК. Б — через 6 мес после ЛК. В — через 12 мес после ЛК

Fig. 6. OCTA. Foveal avascular zone parameters in the 2nd subgroup. Patient T. A — before LC. Б — 6 months after LC. В — 12 months after LC

- Retinosis: etiopathogenesis, diagnosis, clinical picture, treatment. Sankt-Peterburg; 2008 (in Russian)].
8. Пасечникова Н.В. Лазерное лечение при патологии глазного дна. Киев: Наук. Думка; 2007. [Pasechnikova N.V. Laser treatment for fundus pathology. Kiyev: Nauk. Dumka; 2007 (in Russian)].
9. Adrean S.D., Elliot D. Prophylaxis for retinal detachment. Rev. Ophthalmol. 2005; 12(7): 82–7.
10. Kreis A.J., Aylward G.W., Wolfensberger T.J. Prophylaxis for retinal detachment: evidence or eminence based? Retina. 2007; 27 (4): 468–72. doi: 10.1097/01.iae.00000243069.11708.f6
11. Lupidi M., Cerquaglia A., Chhablani J., et al. Optical coherence tomography angiography in age-related macular degeneration: the game changer. Eur. J. Ophthalmol. 2018; 28 (4): 349–57. doi: 10.1177/1120672118766807
12. Нероев В.В., Захарова Г.Ю., Цапенко И.В. и др. Клинико-функциональное состояние сетчатки после неадекватно проведенной лазеркоагуляции периферических витреохориоретинальных дистрофий. Сообщение 1. Электроретинография. Российский офтальмологический журнал. 2020; 13 (2): 45–52. [Neroev V.V., Zakharova G.Yu., Tsapenko I.V., et al. Clinical and functional state of the retina after inadequate laser coagulation of peripheral vitreochorioretinal dystrophies. Part 1. Electroretinography. Russian ophthalmological journal. 2020; 13 (2): 45–52 (in Russian)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2020-13-2-45-52>
13. Нероев В.В., Захарова Г.Ю., Охочимская Т.Д. и др. Клинико-функциональное состояние сетчатки после неадекватно проведенной лазеркоагуляции периферических витреохориоретинальных дистрофий. Сообщение 2. Исследование микроциркуляции макулярной области. Российский офтальмологический журнал. 2020; 13 (4): 17–23. [Neroev V.V., Zakharova G.YU., Okhotsimskaya T.D., et al. Clinical and functional state of the retina after inadequate laser coagulation of peripheral vitreochorioretinal dystrophies. Part 2. A study of microcirculation of the macular area. Russian ophthalmological journal. 2020; 13 (4): 17–23 (in Russian)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2020-13-4-17-23>
14. Нероев В.В., Захарова Г.Ю., Ахмеджанова Е.В. Медицинская технология «Лазеркоагуляция сетчатки при периферических витреохориоретинальных дистрофиях». Москва; 2006. [Neroev V.V., Zakharova G.YU., Akhmedzhanova Ye.V. Medical technology "Laser coagulation of the retina in peripheral vitreochorioretinal dystrophies". Moscow; 2006 (in Russian)].
15. Зуева М.В., Нероев В.В., Цапенко И.В. и др. Топографическая диагностика нарушений ретиальной функции при ретинотомической отслойке сетчатки методом ритмической ЭРГ широкого спектра частот. Российский офтальмологический журнал. 2008; 1 (2): 18–23. [Zueva M.V., Neroev V.V., Tsapenko I.V., et al. Topographic diagnosis of retinal dysfunction in case of rhegmatogenous retinal detachment by the rhythmic ERG method of a wide range of frequencies. Russian ophthalmological journal. 2008; 1 (2): 18–23 (in Russian)].
16. Hood D.C., Bach M., Brigell M., et al. ISCEV standard for clinical multifocal electroretinography (mfERG) (2011 edition). Documenta Ophthalmologica. 2012; 124 (1): 1–13. <https://doi.org/10.1007/s10633-011-9296-8>
17. Зуева М.В., Цапенко И.В. Клетки Мюллера: спектр и профиль глионейрональных взаимодействий в сетчатке. Российский физиологический журнал им. Сеченова. 2004; 90 (8): 435–6. [Zueva M.V., Tsapenko I.V. Mueller cells: spectrum and profile of glioneuronal interactions in the retina. Rossijskij fiziologicheskij zhurnal im. Sechenova. 2004; 90 (8): 435–6 (in Russian)].

Вклад авторов в работу: В.В. Нероев — идея и дизайн исследования, научное редактирование; Г.Ю. Захарова — анализ литературы, написание текста; И.В. Цапенко — концепция исследования, сбор и анализ данных; М.В. Зуева — концепция исследования, анализ литературы, написание текста; Т.Д. Охотимская — концепция исследования, анализ данных, написание текста; Б.М. Магамадов, М.А. Аракелян — сбор и анализ данных.

Author's contribution: V.V. Neroev — concept and design of the study, editing of the article; G.Yu. Zakharova — analysis of literature, writing the text; I.V. Tsapenko — concept, data collection and analysis; M.V. Zueva — concept of the study, analysis of literature, writing the text; T.D. Okhotsimskaya — concept of the study, data collection and analysis; B.M. Magamadov, M.A. Arakelyan — data collection and analysis.

Поступила: 11.06.2021. Переработана: 14.06.2021. Принята к печати: 15.06.2021
Originally received: 11.06.2021. Final revision: 14.06.2021. Accepted: 15.06.2021

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

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

Владимир Владимирович Нероев — академик РАН, д-р мед. наук, профессор, начальник отдела патологии сетчатки и зрительного нерва, директор

Галина Юрьевна Захарова — канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник отдела патологии сетчатки и зрительного нерва

Татьяна Дмитриевна Охотимская — канд. мед. наук, врач-офтальмолог отдела патологии сетчатки и зрительного нерва

Ирина Владимировна Цапенко — канд. биол. наук, старший научный сотрудник отдела клинической физиологии зрения им. С.В. Кравкова

Марина Владимировна Зуева — д-р биол. наук, профессор, начальник отдела клинической физиологии зрения им. С.В. Кравкова

Мариам Арамовна Аракелян — канд. мед. наук, врач-офтальмолог отдела клинической физиологии зрения им. С.В. Кравкова

Билухаж Мовлидович Магамадов — аспирант отдела патологии сетчатки и зрительного нерва

Для контактов: Марина Владимировна Зуева,
visionlab@yandex.ru;
Галина Юрьевна Захарова,
guzakharova@gmail.com

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

Vladimir V. Neroev — Academician of RAS, Dr. of Med. Sci., professor, head of the department of pathology of the retina and optic nerve, director

Galina Yu. Zakharova — Cand. of Med. Sci., leading researcher, department of pathology of the retina and optic nerve

Tatyana D. Okhotsimskaya — Cand. of Med. Sci., ophthalmologist, the department of pathology of the retina and optic nerve

Irina V. Tsapenko — Cand. of Biol. Sci., senior researcher, the department of clinical physiology of vision named after S.V. Kravkov

Marina V. Zueva — Dr. of Biol. Sci., professor, head of the department of clinical physiology of vision named after S.V. Kravkov

Mariam A. Arakelyan — Cand. of Med. Sci., ophthalmologist, the department of clinical physiology of vision named after S.V. Kravkov

Bilukhazh M. Magamadov — PhD student, department of pathology of the retina and optic nerve

Contact information: Marina V. Zueva,
visionlab@yandex.ru;
Galina Yu. Zakharova,
guzakharova@gmail.com