

## ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СТРУКТУРЫ СЕТЧАТКИ И ХОРИОРЕТИНАЛЬНОГО КРОВОТОКА ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ МАКУЛЯРНЫХ РАЗРЫВОВ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

Бронский Д.И.<sup>1</sup>,  
Жукова С.И.<sup>1</sup>,  
Зайка В.А.<sup>1</sup>,  
Щуко А.Г.<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> Иркутский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Фёдорова» Минздрава России (664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 337, Россия)

<sup>2</sup> Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России (664049, г. Иркутск, Юбилейный, 100, Россия)

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России (664003, г. Иркутск, ул. Красного Восстания, 1, Россия)

Автор, ответственный за переписку:  
Бронский Денис Игоревич,  
e-mail: dr.bronskiy@gmail.com

### РЕЗЮМЕ

**Цель работы:** оценить особенности восстановления структурных взаимоотношений сетчатки и хориоретинального кровотока после хирургического лечения макулярных разрывов (МР) большого диаметра с применением модифицированной технологии.

**Материалы и методы.** Проведено проспективное исследование 14 пациентов (14 глаз) – 13 женщин и 1 мужчина – с МР среднего и большого диаметра. Средний возраст пациентов составил  $67,7 \pm 5,38$  года (55–80 лет). В исследование были включены пациенты со сквозными МР 3–4-й стадии по классификации J. Gass. Всем пациентам проведено хирургическое лечение макулярного разрыва по предложенной методике инвертированного лоскута внутренней пограничной мембраны (ВПМ) и заправлением его в карман, сформированный между сетчаткой и ВПМ.

Наряду с традиционными методами исследования выполняли оптическую когерентную томографию. На полученных снимках вручную замерялись параметры МР сетчатки, толщина хориоидеи в проекции разрыва и зоне fovea до операции и спустя 1, 3 и 6 месяцев после операции. В режиме *angio* оценивались фовеолярная аваскулярная зона (FAZ, foveal avascular zone), а также плотность капилляров поверхностного и глубокого ретинального сплетения в четырёх квадрантах, за исключением центральной зоны.

**Результаты.** У всех пациентов удалось достичь блокирования разрыва. Острота зрения на глазах с МР варьировала от 0,02 до 0,3, в то время как в группе сравнения максимально скорректированная острота зрения составляла от 0,3 до 1,0 ( $p = 0,002$ ). Обращало на себя внимание увеличение диаметра крупных хориоидальных сосудов, а также выраженное уменьшение диаметра задней короткой цилиарной артерии. Однако несмотря на улучшение остроты зрения, у пациентов сохранялось значимое расширение фовеолярной аваскулярной зоны, которая к 6 месяцам превышала площадь FAZ парного глаза на 25,8 % ( $p = 0,01$ ).

**Выводы.** Полученные результаты свидетельствуют о том, что достижение анатомо-реконструктивного эффекта и даже умеренное улучшение остроты зрения при хирургическом лечении макулярных разрывов методом модифицированной технологии инвертированного лоскута внутренней пограничной мембраны не определяет восстановление ретинальной перфузии в полном объёме.

**Ключевые слова:** макулярный разрыв, инвертированный лоскут, фиксация лоскута, ретинальный кровоток, фовеолярная аваскулярная зона

**Для цитирования:** Бронский Д.И., Жукова С.И., Зайка В.А., Щуко А.Г. Оценка степени восстановления структуры сетчатки и хориоретинального кровотока после хирургического лечения макулярных разрывов большого диаметра. *Acta biomedica scientifica*. 2021; 6(6-1): 159-167. doi: 10.29413/ABS.2021-6.6-1.19

Статья поступила: 10.09.2021

Статья принята: 22.11.2021

Статья опубликована: 28.12.2021

## ASSESSMENT OF THE DEGREE OF RESTORATION OF THE RETINAL STRUCTURE AND CHORIORETINAL BLOOD FLOW AFTER SURGICAL TREATMENT OF LARGE-DIAMETER MACULAR HOLES

Bronskiy D.I.<sup>1</sup>,  
Zhukova S.I.<sup>1</sup>,  
Zaika V.A.<sup>1</sup>,  
Shchuko A.G.<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> Irkutsk Branch of S.N. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution (Lermontova str. 337, Irkutsk 664033, Russian Federation)

<sup>2</sup> Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education (Yubileyniy 100, Irkutsk 664049, Russian Federation)

<sup>3</sup> Irkutsk State Medical University (Krasnogo Vosstaniya str. 1, Irkutsk 664003, Russian Federation)

Corresponding author:  
Denis I. Bronskiy,  
e-mail: dr.bronskiy@gmail.com

### ABSTRACT

**The aim:** to evaluate the restoration features of the structural relationships of the retina and chorioretinal blood flow after surgical treatment of large-diameter macular hole (MH) using a modified technology.

**Material and methods.** A prospective study of 14 patients (14 eyes), 13 women and 1 man, with medium- and large-diameter MH was conducted. The mean age of the patients was  $67.7 \pm 5.38$  (55–80) years. The study included patients with end-to-end MH of the 3<sup>rd</sup>–4<sup>th</sup> stage according to the classification of J. Gass. All patients underwent surgical treatment of macular rupture according to the proposed method of inverted flap of the internal limiting membrane (ILM) and filling it into a “pocket” formed between the retina and the ILM.

Optical coherence tomography (OCT) was performed along with traditional research methods. The obtained images were used to measure manually the parameters of retinal MH, the thickness of the choroid in the projection of the rupture and the fovea zone before the operation and 1, 3 and 6 months after the operation. In the angio-mode, the foveal avascular zone (FAZ) was evaluated, as well as the density of capillaries of the superficial and deep retinal plexus in four quadrants, with the exception of the central zone.

**Results.** In all patients, it was possible to achieve MH blocking. Visual acuity in the eyes with MH varied from 0.02 to 0.3, while in the comparison group, the best corrected visual acuity was from 0.3 to 1.0 ( $p = 0.002$ ). An increase in the diameter of large choroidal vessels, as well as a pronounced decrease in the diameter of the posterior short ciliary artery, attracted attention. However, despite the improvement in visual acuity, patients retained a significant expansion of the FAZ, which by 6 months exceeded the FAZ area of the paired eye by 25.8 % ( $p = 0.01$ ).

**Conclusion.** The results obtained indicate that the achievement of an anatomical-reconstructive effect and even a moderate improvement in visual acuity during surgical treatment of macular holes by the modified inverted flap technology of the internal limiting membrane does not determine the restoration of retinal perfusion in full.

**Key words:** macular hole, inverted flap, flap fixation, retinal blood flow, foveal avascular zone

Received: 10.09.2021

Accepted: 22.11.2021

Published: 28.12.2021

**For citation:** Bronskiy D.I., Zhukova S.I., Zaika V.A., Shchuko A.G. Assessment of the degree of restoration of the retinal structure and chorioretinal blood flow after surgical treatment of large-diameter macular holes. *Acta biomedica scientifica*. 2021; 6(6-1): 159-167. doi: 10.29413/ABS.2021-6.6-1.19

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Одной из ведущих причин снижения центрального зрения является патология макулярной области сетчатки – макулярный разрыв (МР), распространённость которого имеет тенденцию к увеличению и составляет примерно 3–5 случаев на 1000 человек в возрасте старше 55 лет. Чаще МР возникает у женщин в возрасте 60–70 лет. В 80 % случаев заболевание является односторонним [1–3].

Согласно теории, предложенной J. Gass в 1988 г., ведущую роль в патогенезе идиопатических макулярных разрывов (ИМР) отводят тангенциальным витреомакулярным тракциям. На основе этой теории была разработана используемая до сих пор классификация макулярных разрывов с выделением четырёх стадий [4].

Интерес к данной патологии значительно возрос после того, как в 1991 г. N. Kelly и R. Wendel сообщили о первом эффективном хирургическом вмешательстве по поводу макулярного разрыва. Со временем показатель успешности закрытия МР увеличился за счёт внедрения в практику новых хирургических техник и их модификаций [5, 6].

В настоящий момент «золотым стандартом» в лечении первичных макулярных разрывов является эндовитреальное хирургическое вмешательство с обязательным удалением внутренней пограничной мембраны (ВПМ) и тампонадой витреальной полости газо-воздушной смесью [7, 8].

Одним из перспективных направлений хирургии макулярных разрывов остаётся проведение витрэктомии с укрыванием макулярного дефекта перевёрнутым лоскутом внутренней пограничной мембраны (ВПМ).

Однако в некоторых случаях, несмотря на анатомическое закрытие макулярного дефекта, острота зрения остаётся низкой [3, 9, 10].

Со времени внедрения в клиническую практику и по мере развития методики оптической когерентной томографии (ОКТ) и ОКТ-ангио расширилось понимание патогенеза, стадий и восстановления архитектуры сетчатки у пациентов с МР. В частности, чётко идентифицированы признаки анатомического восстановления микроструктуры сетчатки, к которым относится реставрация сочленения внутреннего и внешнего сегментов фоторецептора, а также внешней пограничной мембраны [11, 12].

Однако данные об изменении хориоретинального кровотока носят противоречивый характер, что и определило необходимость оценки эффективности хирургического лечения МР по предложенной технологии с позиций изучения структурных изменений на уровне сетчатки и хориоидеи, а также нарушения и восстановления ретинальной перфузии и зрительных функций.

## ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценить особенности восстановления структурных взаимоотношений сетчатки и хориоретинального кро-

вотока после хирургического лечения МР большого диаметра с применением модифицированной технологии.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено проспективное исследование 14 пациентов (14 глаз) – 13 женщин и 1 мужчина – с МР среднего и большого диаметра. Средний возраст пациентов составил  $67,7 \pm 5,38$  года (55–80 лет). В исследование были включены пациенты со сквозными МР 3–4-й стадии по классификации J. Gass. Данные парного глаза были использованы в качестве группы сравнения в тех случаях, когда на них отсутствовал сквозной МР. Критериями исключения являлись глаукома, постстромботическая ретинопатия, помутнения хрусталика, препятствующие проведению адекватного исследования, диабетическая ретинопатия. Длительность заболевания с момента появления характерных жалоб до момента хирургического вмешательства варьировала от 3 месяцев до 1 года. Данное исследование проводилось согласно текущей версии Хельсинкской декларации (52nd WMA General Assembly, Эдинбург, Шотландия, октябрь 2000 г.). Письменное информированное согласие было получено от всех пациентов до участия в исследовании.

Всем пациентам проведено хирургическое лечение МР. Операции выполнены одним хирургом с сопоставимым объёмом хирургического вмешательства. Выполнена стандартная трансконъюнктивальная 3-портовая витрэктомия 25G на аппарате «Eva» фирмы D.O.R.C. (Голландия) (частота – от 2500 до 6000 резов в минуту, вакуум – от 5 до 400 мм рт. ст.), проведено отделение задней гиаловидной мембраны с тщательной обработкой базиса стекловидного тела при помощи аспирационной техники под визуальным контролем с использованием оптической системы EIBOS. Далее по предложенной методике [13], принципиальным отличием которой от классической методики и её модификаций является фиксация свободного края лоскута ВПМ в сформированном кармане между ВПМ и сетчаткой [14], было выполнено закрытие макулярного разрыва.

Хирургические вмешательства выполнены в полном объёме без осложнений во всех случаях.

Всем пациентам наряду с традиционными методами исследования выполняли оптическую когерентную томографию на приборе Optovue (США). Повторные исследования производились по тем же оптическим срезам, что и во время первого исследования, – это позволяет технология TruTrack™. Сканы выполнялись в режимах Retina Map, Cross Line, Radial Line и Angio Retina 3 mm. На полученных снимках вручную замерялись параметры МР сетчатки: максимальный диаметр макулярного разрыва (MHD max, maximum diameter of macular hole), минимальный диаметр макулярного разрыва (MHD min, minimum diameter of macular hole), высота макулярного разрыва (MH height, macular hole height). Учитывая разность показателей и важность оценки параметров высоты макулярного разрыва, отдельно учитывались данные с височной (t, temporal) и носовой (n, nasal) стороны,

а также толщина хориоидеи в проекции разрыва и зоне fovea до операции и спустя 1, 3 и 6 месяцев после операции. В режиме *angio* оценивалась фовеолярная аваскулярная зона (FAZ, foveal avascular zone), а также плотность капилляров поверхностного и глубокого ретинального сплетения в четырёх квадрантах, за исключением центральной зоны. Результаты сравнивались с данными парного глаза при условии отсутствия на нём МР.

Статистическую обработку результатов осуществляли при помощи программы IBM SPSS Statistics 23 (Microsoft Corp., США).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

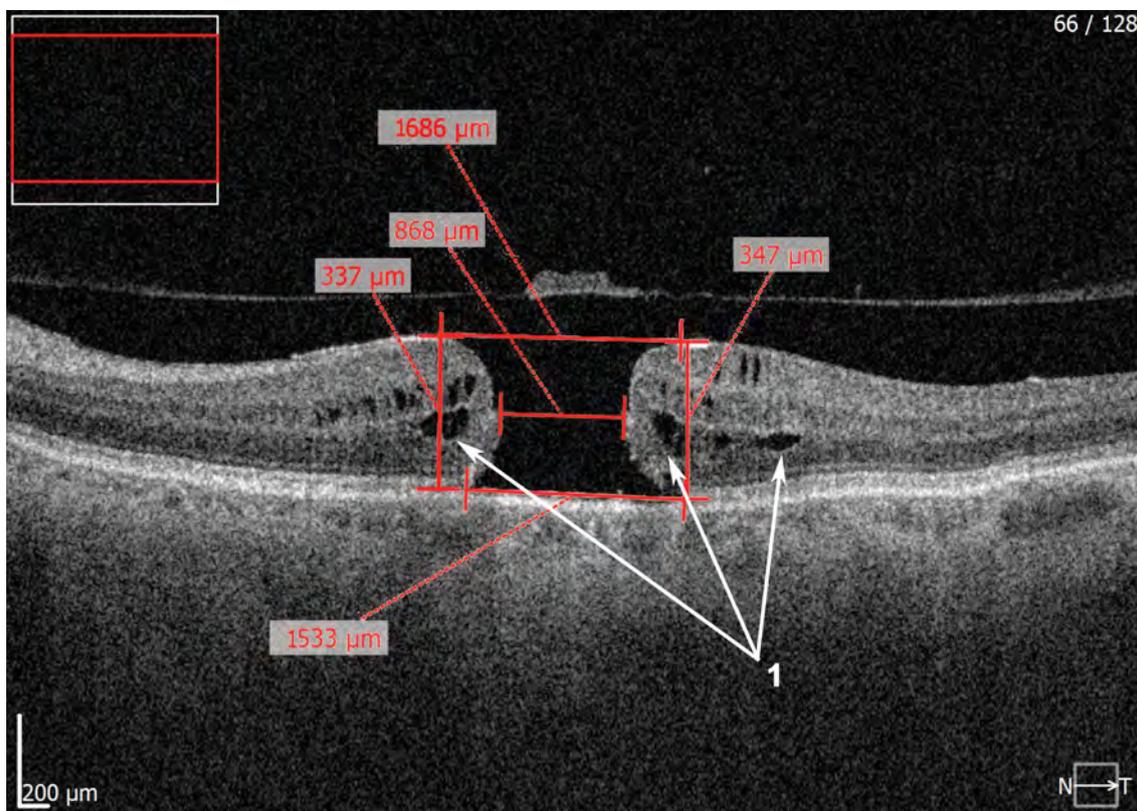
До операции пациенты предъявляли жалобы на искажение линий и наличие «пятна» в центральной зоне поля зрения. Во всех случаях визуализировались сквозные разрывы размерами от 741 до 1883 мкм с каллёзными краями, а также с интратретинальными кистами различного размера по краю разрыва (рис. 1). Высота разрывов с височной и носовой стороны варьировала от 333 до 562 мкм и от 345 до 489 мкм соответственно. У 6 (42,8%) пациентов отмечалось наличие эпиретинальной пролиферации в виде тонкой плёнки, плотно спаянной с ВПМ в области 2–3 диаметров диска зрительного нерва вокруг разрыва.

Предоперационная оценка ретинального кровотока представлялась нам неадекватной в связи с наличием отёка ретинальной ткани, что препятствовало корректному анализу данных. В связи с этим исходно оценивались только толщина и структура хориоидеи. Толщина хориоидеи в проекции разрыва варьировала от 106 до 309 мкм ( $192,6 \pm 82,02$  мкм) и в среднем была на 17,4 % меньше, чем на парном глазу ( $209,8 \pm 105,2$  мкм;  $p = 0,14$ ) (табл. 1).

В первые сутки после операции у всех пациентов удалось достичь блокирования разрыва. Послеоперационных осложнений ни в одном случае не отмечалось, в течение 6 месяцев с момента операции рецидивы отсутствовали.

Мониторинг восстановления зрительных функций и хориоретинального кровотока позволил установить следующее. Острота зрения на глазах с МР варьировала от 0,02 до 0,3, в то время как в группе сравнения МКОЗ составляла от 0,3 до 1,0 ( $p = 0,002$ ). При этом на условно здоровых глазах, в группе сравнения, у 57 % пациентов выявлены дефекты эллипсоидной зоны (рис. 2a(1), 2b(1)), в 28 % случаев присутствовала деформирующая макулярный профиль эпиретинальная мембрана (рис. 2a(2), 2b(2)), и в 1 (8,3 %) случае отмечено наличие витреомакулярной тракции в fovea (рис. 2a(3), 2b(3)).

Важными, на наш взгляд, являются результаты анализа изменений ретинального кровотока. Несмотря на улуч-



**РИС. 1.**  
ОКТ пациента со сквозным макулярным разрывом до операции с наличием интратретинальных кист различного диаметра по краю макулярного дефекта (1)

**FIG. 1.**  
OCT of a patient with a percolating macular hole before surgery with the presence of intraretinal cysts of various diameters along the edge of the macular defect (1)

шение остроты зрения, у пациентов сохранялось статистически значимое расширение фовеолярной аваскулярной зоны, которая к 6 месяцам превышала площадь FAZ парного глаза на 25,8 % ( $p = 0,01$ ). Также в течение всего срока наблюдения отмечалось умеренное снижение

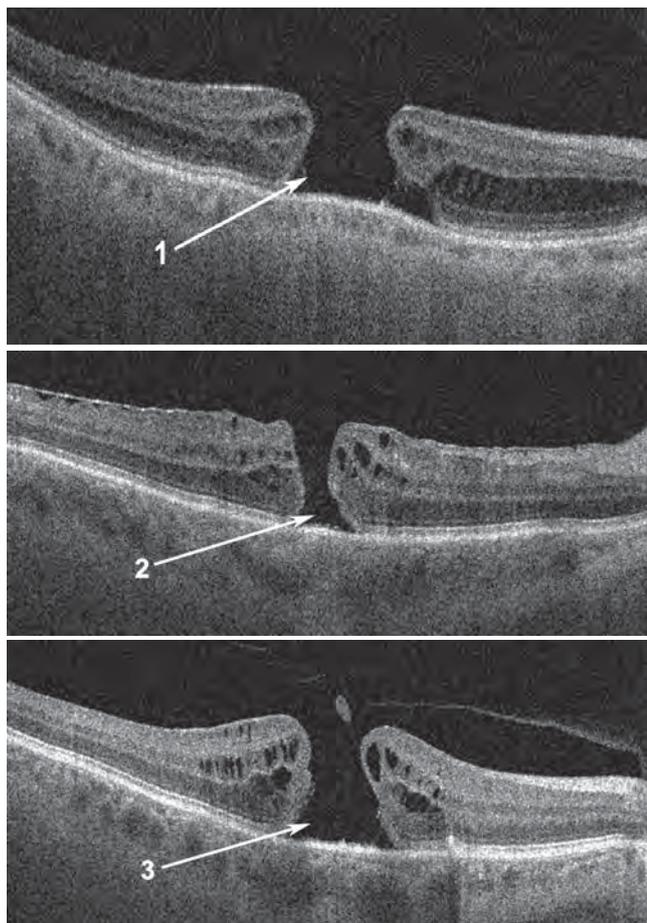
плотности капилляров как поверхностного, так и глубокого ретинального сплетения (табл. 2). Обращали на себя внимание и увеличение диаметра крупных хориоидальных сосудов, а также выраженное уменьшение диаметра задней короткой цилиарной артерии (рис. 3).

**ТАБЛИЦА 1**  
**КЛИНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУПП ИССЛЕДОВАНИЯ**

Показатель	1-я группа (n = 14)	2-я группа (n = 12)	$p_U$
Исходная острота зрения	0,15 ± 0,13	0,7 ± 0,28	0,001
MHD max, мкм	1281,1 ± 362,5	–	
MHD min, мкм	706,1 ± 229,6	–	
MH height(t), мкм	406,6 ± 78,08	–	
MH height(n), мкм	399,8 ± 51,25	–	
Исходная толщина хориоидеи в проекции fovea, мкм	192,6 ± 82,02	209,8 ± 105,2	0,14

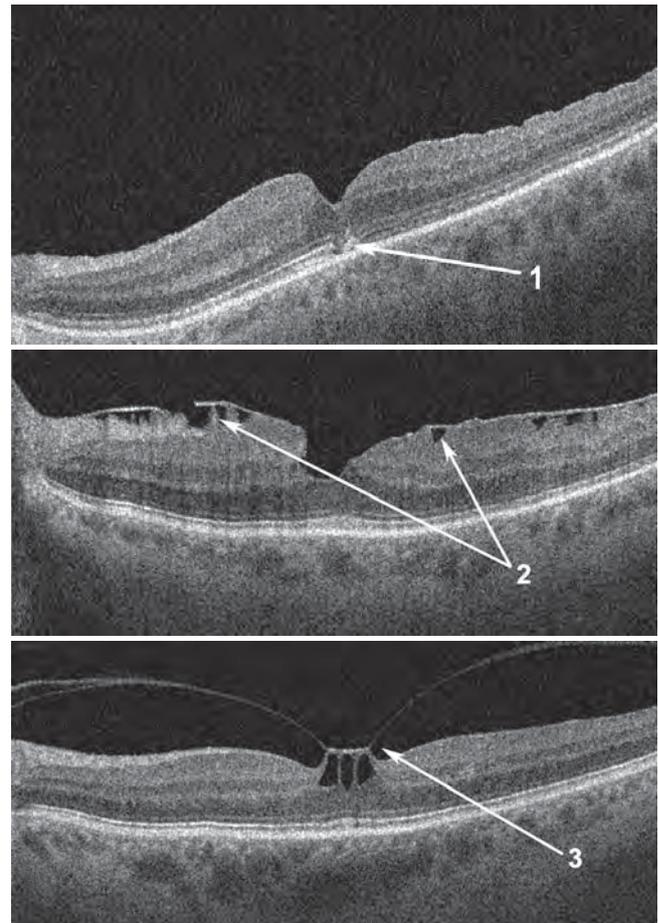
**Примечание.** 1-я группа – глаза с МР; 2-я группа – парный глаз.

**TABLE 1**  
**CLINICAL CHARACTERISTICS OF THE STUDY GROUPS**



**а**

**РИС. 2.**  
ОКТ макулярной области. **а** – глаз с МР; **б** – парный глаз; 1 – дефект эллипсоидной зоны; 2 – эпиретинальная мембрана с грубой деформацией ретинального профиля; 3 – грубая витреомакулярная тракция



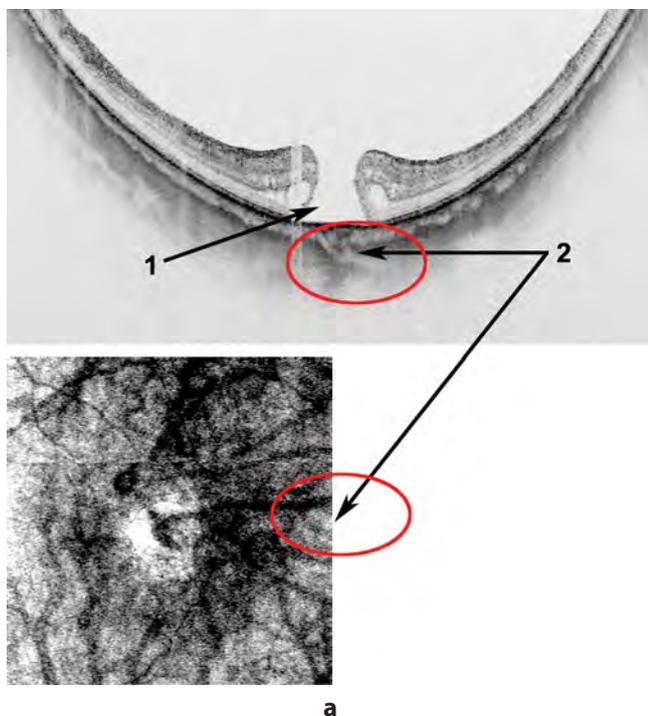
**б**

**FIG. 2.**  
OCT of macular area. **а** – eye with MH; **б** – fellow eye; 1 – ellipsoid zone defect; 2 – epiretinal membrane with a rough deformation of the retinal profile; 3 – rough vitreomacular traction

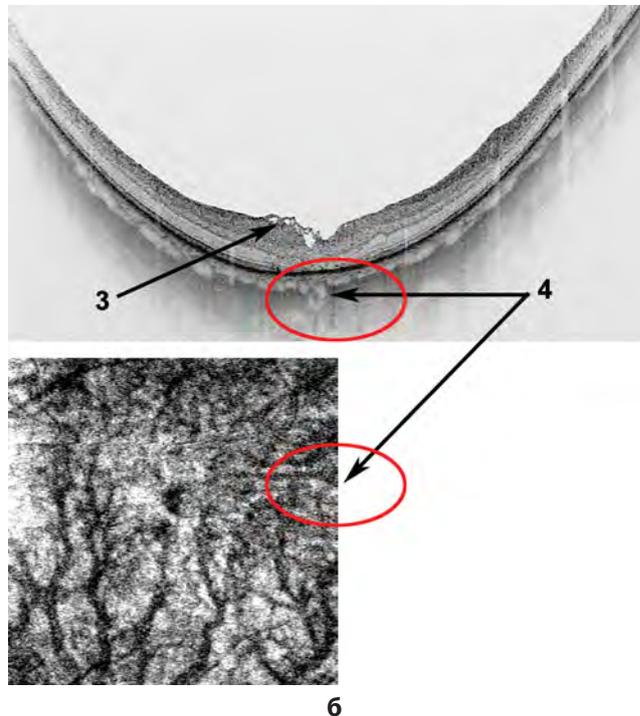
**ТАБЛИЦА 2**  
**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ОСТРОТЫ**  
**ЗРЕНИЯ, ТОЛЩИНЫ ХОРИОИДЕИ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ**  
**РЕТИНАЛЬНОГО КРОВОТОКА**

**TABLE 2**  
**COMPARATIVE ASSESSMENT OF CHANGES**  
**IN VISUAL ACUITY, CHOROID THICKNESS**  
**AND RETINAL BLOOD FLOW PARAMETERS**

Показатели	Группа 1			Группа 2	$p_U$
	1 месяц	3 месяца	6 месяцев	4	
	1	2	3	4	
Острота зрения	0,22 ± 0,14	0,29 ± 0,13	0,33 ± 0,14	0,71 ± 0,12	$p_{1-4, 2-4, 3-4} = 0,002$
Area (FAZ), мм <sup>2</sup>	0,64 ± 0,39	0,58 ± 0,23	0,61 ± 0,22	0,43 ± 0,42	$p_{1-4, 2-4} > 0,05$ $p_{3-4} = 0,01$
Толщина хориоидеи в проекции МР, мкм	182,86 ± 71,4	175,72 ± 77	173,43 ± 88,15	209,83 ± 105,21	$p_{1-4, 2-4, 3-4} > 0,05$
Density superfecial (nasalis)	36,31 ± 3,57	36,9 ± 3,08	35,93 ± 3,36	40,9 ± 1,75	$p_{1-4, 2-4, 3-4} > 0,05$
Density superfecial (temporalis)	36,95 ± 4,03	35,84 ± 4,39	35,03 ± 3,49	38,45 ± 2,18	$p_{1-4, 2-4, 3-4} > 0,05$
Density superfecial (superior)	39,24 ± 2,41	39,41 ± 2,84	38,97 ± 2,69	41,47 ± 1,29	$p_{1-4, 2-4, 3-4} > 0,05$
Density superfecial (inferior)	36 ± 5,29	36,99 ± 4,08	36,96 ± 3,29	40,02 ± 3,69	$p_{1-4, 2-4, 3-4} > 0,05$
Density deep (nasalis)	41,1 ± 2,63	41,96 ± 1,9	40,81 ± 2,63	43,67 ± 0,74	$p_{1-4, 2-4, 3-4} > 0,05$
Density deep (temporalis)	41,07 ± 3,4	41,74 ± 2,6	40,71 ± 3,27	42,5 ± 1,05	$p_{1-4, 2-4, 3-4} > 0,05$
Density deep (superior)	42,48 ± 1,36	43,21 ± 1,12	41,97 ± 2,49	43,42 ± 1,03	$p_{1-4, 2-4, 3-4} > 0,05$
Density deep (inferior)	40,26 ± 4,49	40,58 ± 2,7	40,56 ± 3,63	42,45 ± 2,05	$p_{1-4, 2-4, 3-4} > 0,05$



**РИС. 3.**  
ОКТ макулярной области в режимах HD и enface: **а** – до операции (1 – сквозной макулярный разрыв; 2 – короткая цилиарная артерия); **б** – через 6 месяцев после операции (3 – деформация листка внутренней пограничной мембраны; 4 – короткая цилиарная артерия)



**FIG. 3.**  
OCT of the macular area in HD and enface modes: **a** – before surgery (1 – percolating macular hole; 2 – short ciliary artery); **б** – 6 months after the surgery (3 – deformation of the internal limiting membrane flap; 4 – short ciliary artery)

**ОБСУЖДЕНИЕ**

Многочисленные исследования, направленные на изучение возможности восстановления зрительных функций после хирургического лечения МР методом удаления ВПМ с последующей газовой-воздушной тампонадой, говорят о том, что процессы формирования разрыва, а также послеоперационного восстановления ретиальной ткани и зрительных функций неразрывно связаны с процессами микроциркуляции в ретиальных сосудистых сплетениях и сосудах хориоидеи [15, 16, 17].

В работе О.Г. Поздеевой и соавт. [18] при проведении ОКТ у пациентов с МР отмечались истончение слоя хориокапилляров, его неравномерность, повышение светотражения вследствие уплотнения сосудистой стенки, что может свидетельствовать о нарушениях местной гемодинамики. Представленные в этой работе данные подтверждают важную роль хориоидального кровотока в патогенезе МР.

В нашем исследовании было также установлено умеренное снижение у пациентов с МР в предоперационном периоде толщины хориоидеи, которая и после операции имела тенденцию к дальнейшему снижению, что сопровождалось изменениями архитектоники и сегментации слоёв хориоидеи. Увеличение диаметра сосудов крупного калибра, замещение слоя хориокапилляров свидетельствовали о нарастании явлений ишемии. Помимо мелких и крупных сосудов хориоидеи, в процесс вовлекаются и задние короткие цилиарные артерии, что говорит о глубоких изменениях в кровоснабжении наружной сетчатки.

Несмотря на практически полное восстановление макулярного профиля и достижение анатомо-реконструктивного эффекта, отмечено значительное расширение FAZ по сравнению с парным глазом, не имеющим сквозного МР, что может быть обусловлено нарушением целостности перифовеального капиллярного сплетения на этапе формирования макулярного разрыва и обширного повреждения ретиальной ткани. Можно предположить, что площадь поражения сетчатки и сосудов при формировании разрыва играет ключевую роль и в процессах послеоперационного восстановления ретиальной гемодинамики. Так, в исследовании эффективности хирургического лечения МР, не превышающих средние размеры по классификации J. Gass, проведённом J.H. Cho et al. [19], было показано значительное сокращение площади FAZ по сравнению с парным глазом.

Установленное в данной работе ухудшение перфузии глубокого и поверхностного сосудистого сплетения в послеоперационном периоде согласуется с данными различных авторов [20, 21], но на данный момент не имеет однозначной интерпретации.

Не вызывает сомнения тот факт, что длительная ишемия приводит к постепенному формированию дегенеративных изменений ретиальной ткани и к необратимому снижению зрительных функций.

**ВЫВОДЫ**

Полученные результаты свидетельствуют о том, что достижение анатомо-реконструктивного эффекта и даже умеренное улучшение остроты зрения при хирургическом лечении макулярных разрывов методом модифицированной технологии инвертированного лоскута внутренней пограничной мембраны не определяет восстановление ретиальной перфузии в полном объёме.

Послеоперационный период при хирургическом лечении МР является динамическим и относительно длительным процессом, что требует дальнейшего наблюдения за пациентами, глубокого анализа полученных результатов, а также поиска методов лечения, обладающих вазоактивным и нейротропным эффектом.

**Конфликт интересов**

Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Белый Ю.А., Терещенко А.В., Шкворченко Д.О., Ерохина Е.В., Шилов Н.М. Хирургическое лечение больших идиопатических макулярных разрывов. *Практическая медицина*. 2015; 2(87): 119-123.
2. Белый Ю.А., Терещенко А.В., Шкворченко Д.О., Ерохина Е.В., Шилов Н.М. Новый подход к хирургии больших идиопатических макулярных разрывов. *Современные технологии лечения витреоретиальной патологии – 2015: Сборник научных статей*. М.; 2015: 24-27.
3. Жигулин А.В., Худяков А.Ю., Мащенко Н.В. Анализ результатов хирургического лечения макулярных разрывов большого диаметра. *Современные технологии в офтальмологии*. 2014; (2): 62-63.
4. Алпатов С.А., Щуко А.Г., Малышев В.В. Классификация идиопатических макулярных разрывов сетчатки. *Сибирский медицинский журнал*. 2004; 6(47): 56-59.
5. Алпатов С.А., Щуко А.Г., Малышев В.В. *Патогенез в лечении идиопатических макулярных разрывов*. Новосибирск: Наука; 2005.
6. Файзрахманов Р.Р., Павловский О.А., Ларина Е.А. Способ закрытия макулярных разрывов с частичным сохранением внутренней пограничной мембраны. *Вестник офтальмологии*. 2020; 136(1): 73-79.
7. Шпак А.А., Шкворченко Д.О., Шарифетдинов И.Х., Юханова О.А. Прогнозирование анатомического эффекта хирургического лечения идиопатического макулярного разрыва. *Современные технологии в офтальмологии*. 2015; (1): 136-138.
8. Kwork AK, Lai TY, Wong VW. Idiopathic macular hole surgery in Chinese patients: A randomised study to compare indocyanine green-assisted internal limiting membrane peeling with no internal limiting membrane peeling. *Hon Kong Med. J.* 2005; 11(4): 259-266.
9. Балашевич Л.И., Байбородов Я.В., Жоголев К.С. Хирургическое лечение патологии витремакулярного интерфейса. Обзор литературы в вопросах и ответах. *Офтальмохирургия*. 2015; (2): 80-85.

10. Самойлов А.Н., Мухаметзянова Г.М. Опыт хирургического лечения идиопатических макулярных разрывов большого диаметра. *Современные технологии в офтальмологии*. 2017; (1): 259-261.
11. Лыскин П.В., Захаров В.Д., Лозинская О.Л. Патогенез и лечение идиопатических макулярных разрывов. Эволюция вопроса. *Офтальмохирургия*. 2010; (3): 52-55.
12. Demirel S, Değirmenci MFK, Bilici S, Yanik Ö, Batioğlu F, Özmert E, et al. The recovery of microvascular status evaluated by optical coherence tomography angiography in patients after successful macular hole surgery. *Ophthalmic Res*. 2018; 59(1): 53-57. doi: 10.1159/000484092
13. Бронский Д.И. *Способ хирургического лечения сквозного идиопатического макулярного разрыва*: Патент № 2731812С1 Рос. Федерация; СПК А61F 9/007 (2020.02). № 2019109023; заявл. 28.03.2019; опубл. 08.09.2020. Бюл. № 25.
14. Бронский Д.И., Зайка В.А., Якимов А.П. Оценка клинической эффективности хирургического лечения идиопатических макулярных разрывов большого и среднего диаметра с использованием модифицированной технологии инвертированного лоскута ВПМ (предварительные результаты). *Современные технологии в офтальмологии*. 2021; 3(38): 20-25. doi: 10.25276/2312-4911-2021-3-20-25
15. Файзрахманов Р.Р., Зайнуллин Р.М., Гильманшин Т.Р., Ярмухаметова А.Л. Картирование фовеолярной зоны сетчатки при идиопатическом макулярном разрыве. *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2014; (13): 322-324.
16. Schumann RG, Yang Y, Haritoglou C, Schaumberger MM, Eibl KH, Kampik A, et al. Histopathology of internal limiting membrane peeling in traction induced maculopathies. *J Clin Exp Ophthalmol*. 2012; (3): 220-224.
17. Yun C, Ahn J, Kim M, Kim JT, Hwang SY, Kim SW, et al. Characteristics of retinal vessels in surgically closed macular hole: an optical coherence tomography angiography study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2017; 255(10): 1923-1934. doi: 10.1007/s00417-017-3742-6
18. Поздеева О.Г., Олейничук О.П., Ермак Е.М. Особенности хориоидального кровотока в патогенезе развития идиопатического макулярного разрыва. *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2014; (14): 307-309.
19. Cho JH, Yi HCh, Bae SH, Kim H. Foveal microvasculature features of surgically closed macular hole using optical coherence tomography angiography. *BMC Ophthalmol*. 2017; 17(1): 217. doi: 10.1186/s12886-017-0607-z
20. Baba T, Kakisu M, Nizawa T, Oshitari T, Yamamoto S. Superficial foveal avascular zone determined by optical coherence tomography angiography before and after macular hole surgery. *Retina*. 2017; (37): 444-450.
21. Kita Y, Inoue M, Kita R, Sano M, Orihara T, Itoh Y, et al. Changes in the size of the foveal avascular zone after vitrectomy with internal limiting membrane peeling for a macular hole. *Jpn J Ophthalmol*. 2017; 61(6): 465-471. doi: 10.1007/s10384-017-0529-6
2. Belyi YuA, Tereshchenko AV, Shkvorchenko DO, Erokhina EV, Shilov NM. A new approach to the surgery of large idiopathic macular tears. *Sovremennyye tekhnologii lecheniya vitreoretinalnoy patologii – 2015: Sbornik nauchnykh statey*. Moscow; 2015: 24-27. (In Russ.).
3. Zhigulin AV, Khudyakov AYU, Mashchenko NV. Analysis of the results of surgical treatment of macular ruptures of large diameter. *Modern Technologies in Ophthalmology*. 2014; (2): 62-63. (In Russ.).
4. Alpatov SA, Shchuko AG, Malyshev VV. Classification of idiopathic macular retinal ruptures. *Siberian Medical Journal (Irkutsk)*. 2004; 6(47): 56-59. (In Russ.).
5. Alpatov SA, Shchuko AG, Malyshev VV. *Pathogenesis in the treatment of idiopathic macular ruptures*. Novosibirsk: Nauka; 2005. (In Russ.).
6. Fayzrakhmanov RR, Pavlovskiy OA, Larina EA. The method of closing macular holes with partial preservation of the internal limiting membrane. *The Russian Annals of Ophthalmology*. 2020; 136(1): 73-79. (In Russ.).
7. Shpak AA, Shkvorchenko DO, Sharafetdinov IKh, Yukhanova OA. Predicting the anatomical effect of surgical treatment for idiopathic macular rupture. *Modern Technologies in Ophthalmology*. 2015; (1): 136-138. (In Russ.).
8. Kwork AK, Lai TY, Wong VW. Idiopathic macular hole surgery in Chinese patients: A randomised study to compare indocyanine green-assisted internal limiting membrane peeling with no internal limiting membrane peeling. *Hon Kong Med. J*. 2005; 11(4): 259-266.
9. Balashevich LI, Baiborodov JV, Zogolev KS. Surgical treatment of the vitreo-macular interface pathology. Review of the foreign literature in questions and answers. *Fedorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2015; (2): 80-85. (In Russ.).
10. Samoilo AN, Mukhametzyanova GM. Experience in the surgical treatment of large diameter idiopathic macular ruptures. *Modern Technologies in Ophthalmology*. 2017; (1): 259-261. (In Russ.).
11. Lyskin PV, Zakharov VD, Lozinskaya OL. Idiopathic macular holes pathogenesis and treatment. Evolution of the question (literature review). *Fedorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2010; (3): 52-55. (In Russ.).
12. Demirel S, Değirmenci MFK, Bilici S, Yanik Ö, Batioğlu F, Özmert E, et al. The recovery of microvascular status evaluated by optical coherence tomography angiography in patients after successful macular hole surgery. *Ophthalmic Res*. 2018; 59(1): 53-57. doi: 10.1159/000484092
13. Bronskiy DI. *Method for surgical treatment of penetrating idiopathic macular rupture*: Patent No. 2731812C1 of the Russian Federation. 2019; (25). (In Russ.).
14. Bronskiy DI, Zaika VA, Yakimov AP. Evaluation of the clinical efficacy of surgical treatment of large and medium diameter idiopathic macular ruptures using a modified ILM inverted flap technology (preliminary results). *Modern Technologies in Ophthalmology*. 2021; 3(38): 20-25. (In Russ.). doi: 10.25276/2312-4911-2021-3-20-25
15. Fayzrakhmanov RR, Zainullin RM, Gilmanshin TR, Yarmukhametova AL. Mapping of the retinal foveolar zone in case of idiopathic macular rupture. *Vestnik of Orenburg State University*. 2014; (13): 322-324. (In Russ.).
16. Schumann RG, Yang Y, Haritoglou C, Schaumberger MM, Eibl KH, Kampik A, et al. Histopathology of internal limiting membrane peeling in traction induced maculopathies. *J Clin Exp Ophthalmol*. 2012; (3): 220-224.

## REFERENCES

1. Belyi YuA, Tereshchenko AV, Shkvorchenko DO, Erokhina EV, Shilov NM. Surgical treatment of large idiopathic macular ruptures. *Practical Medicine*. 2015; 2-1(87): 119-123. (In Russ.).

17. Yun C, Ahn J, Kim M, Kim JT, Hwang SY, Kim SW, et al. Characteristics of retinal vessels in surgically closed macular hole: an optical coherence tomography angiography study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2017; 255(10): 1923-1934. doi: 10.1007/s00417-017-3742-6
18. Pozdeeva OG, Oleynichuk OP, Ermak EM. Features of chorioidal blood flow in the pathogenesis of the development of idiopathic macular rupture. *Vestnik of Orenburg State University.* 2014; (14): 307-309. (In Russ.).
19. Cho JH, Yi HCh, Bae SH, Kim H. Foveal microvasculature features of surgically closed macular hole using optical coherence tomography angiography. *BMC Ophthalmol.* 2017; 17(1): 217. doi: 10.1186/s12886-017-0607-z
20. Baba T, Kakisu M, Nizawa T, Oshitari T, Yamamoto S. Superficial foveal avascular zone determined by optical coherence tomography angiography before and after macular hole surgery. *Retina.* 2017; (37): 444-450.
21. Kita Y, Inoue M, Kita R, Sano M, Orihara T, Itoh Y, et al. Changes in the size of the foveal avascular zone after vitrectomy with internal limiting membrane peeling for a macular hole. *Jpn J Ophthalmol.* 2017; 61(6): 465-471. doi: 10.1007/s10384-017-0529-6

#### Сведения об авторах

**Бронский Денис Игоревич** – врач-офтальмолог, Иркутский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Фёдорова» Минздрава России, e-mail: dr.bronskiy@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5560-6099>

**Жукова Светлана Ивановна** – кандидат медицинских наук, заведующая диагностическим отделением, врач-офтальмолог, Иркутский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Фёдорова» Минздрава России, e-mail: zhukswetlana@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0227-7682>

**Зайка Владимир Александрович** – кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог, Иркутский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Фёдорова» Минздрава России, e-mail: vaz.baikal@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9100-1751>

**Щуко Андрей Геннадьевич** – доктор медицинских наук, профессор, директор, Иркутский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Фёдорова» Минздрава России; заведующий кафедрой офтальмологии, Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; заведующий кафедрой глазных болезней, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России, <https://orcid.org/0000-0002-4264-4408>

#### Information about the authors

**Denis I. Bronskiy** – ophthalmologist, Irkutsk Branch of S.N. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, e-mail: dr.bronskiy@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5560-6099>

**Svetlana I. Zhukova** – Cand. Sc. (Med.), Head of the Diagnostic Department, Ophthalmologist, Irkutsk Branch of S.N. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, e-mail: zhukswetlana@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0227-7682>

**Vladimir A. Zaika** – Cand. Sc. (Med.), Ophthalmologist, Irkutsk Branch of S.N. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, e-mail: vaz.baikal@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9100-1751>

**Andrey G. Shchuko** – Dr. Sc. (Med.), Professor, Director, Irkutsk Branch of S.N. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution; Head of the Department of Ophthalmology, Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education; Head of the Department of Eye Diseases, Irkutsk State Medical University, <https://orcid.org/0000-0002-4264-4408>

Статья опубликована в рамках Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «VIII Байкальские офтальмологические чтения «Визуализация в офтальмологии. Настоящее и будущее».