



<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2023-16-4-44-49>

Функциональные результаты хирургического лечения макулярных отверстий с полным сохранением внутренней пограничной мембраны в сравнении с традиционной методикой

П.В. Лыскин, П.Л. Володин, И.Р. Макаренко✉

ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова», Минздрава России, Бескудниковский бульвар, д. 59а, Москва, 127486, Россия

Цель работы — оценить функциональные результаты хирургического лечения макулярных отверстий (МО) по разработанной технологии с сохранением внутренней пограничной мембраны (ВПМ) и сравнить их с результатами хирургического лечения МО по традиционной технологии с удалением ВПМ. **Материал и методы.** Пациенты (150 чел.) в возрасте от 50 до 82 лет с диагнозом МО сплошным методом разделены на 2 равные группы: основную — хирургическое лечение по разработанной методике с сохранением ВПМ и контрольную — хирургическое лечение МО по традиционной методике с удалением ВПМ. В основной группе после проведения витрэктомии на макулярную область наносили раствор бактериальной коллагеназы в дозе 1 КЕ на 3 мин, затем ее вымывали, осушали витреальную полость и наносили богатую тромбоцитами плазму (БТП) крови. В контрольной группе после витрэктомии проводили окрашивание и удаление ВПМ, а затем также наносили БТП крови в воздушной среде. Анатомический результат оценивали по данным оптической когерентной томографии. Для оценки функционального результата определяли максимально скорректированную остроту зрения (МКОЗ) и проводили микропериметрию. Период наблюдения составил 24 мес. **Результаты.** Во всех случаях после хирургического лечения достигнуто достоверное повышение МКОЗ. После 6 мес в контрольной группе наблюдалась тенденция к снижению МКОЗ, в основной группе МКОЗ оставалась стабильной. В основной группе ни в одном случае не выявлено снижения общей светочувствительности сетчатки ниже порогового уровня нормы в 24 дБ, в то время как в контрольной группе в 35 (47 %) случаях выявлено снижение этого показателя ниже 24 дБ. Общая светочувствительность сетчатки в контрольной группе была достоверно ниже, чем в основной, в течение всего периода наблюдения ($p < 0,05$). Абсолютные скотомы в контрольной группе выявлены в 7 (9,3 %) случаях, в основной группе они не выявлены ни в одном случае. **Заключение.** Разработанная технология позволяет практически исключить формирование абсолютных скотом и существенно снизить формирование относительных скотом в послеоперационном периоде, а также повысить функциональные результаты в сравнении с традиционной методикой хирургического лечения МО с удалением ВПМ.

Ключевые слова: макулярное отверстие; внутренняя пограничная мембрана; пилинг ВПМ; микропериметрия

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Лыскин П.В., Володин П.Л., Макаренко И.Р. Функциональные результаты хирургического лечения макулярных отверстий с полным сохранением внутренней пограничной мембраны в сравнении с традиционной методикой. Российский офтальмологический журнал. 2023; 16 (4): 44-9. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2023-16-4-44-49>

Functional results of surgical treatment of macular holes fully preserving the internal limiting membrane as compared with the traditional method

Pavel V. Lyskin, Pavel L. Volodin, Irina R. Makarenko✉

S.N. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, 59A, Beskudnikovsky Blvd, Moscow, 127486, Russia
makarenkoirina505@gmail.com

Purpose: to assess the functional results of surgical treatment of macular holes (MH) using the authors' developed technology preserving the internal limiting membrane (ILM) and compare them with the results of traditional surgery technology involving ILM peeling. **Material and methods:** 150 MH patients aged 50 to 82 were divided into 2 groups: the main group who underwent surgical MH treatment with ILM preservation and the control group, whose traditional surgical treatment involved ILM peeling. After vitrectomy, the main group patients' macular areas were treated with a bacterial collagenase solution (1 kU) for three minutes, whereupon it was washed out, the vitreal cavity was dried and treated with platelet-rich plasma. In the control group, ILM was stained and removed, whereupon platelet-rich plasma was applied in the air medium. The anatomical result was assessed by optical coherence tomography data. To assess the functional results, the patients were tested for the best corrected visual acuity (BCVA) and subjected to microperimetry. The observation period was 24 months. **Results:** in all cases, a significant increase in BCVA was achieved after surgical treatment. After 6 months, the control group showed a tendency to a BCVA decrease, while in the main group BCVA remained stable. In the main group, not a single case showed a decrease in the total retinal photosensitivity below the threshold level of the norm of 24 dB, whilst in the control group, 35 cases (47 %) revealed a retinal sensitivity decrease below 24 dB. The total retinal sensitivity turned out to be significantly lower in the control group as compared to the main group over the entire observation period ($p < 0.05$). Postoperative scotomas were significantly more frequent after ILM peeling. Absolute scotomas were detected in 7 control group cases, whilst in the main group they were not noted in any case. **Conclusion.** The developed technology makes it possible to practically eliminate the formation of absolute scotomas and to significantly reduce the formation of relative scotomas in the postoperative period, as well as improve functional results against the traditional method of surgical treatment of MH with ILM peeling.

Keywords: macular hole; internal limiting membrane; ILM peeling; microperimetry

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

Financial disclosure: no authors have financial or property interest in any material or method mentioned.

For citation: Lyskin P.V., Volodin P.L., Makarenko I.R. Functional results of surgical treatment of macular holes fully preserving the internal limiting membrane as compared with the traditional method. Russian ophthalmological journal. 2023; 16 (4): 44-9 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2023-16-4-44-49>

Традиционным методом лечения макулярных отверстий (МО) является витрэктомия в сочетании с удалением внутренней пограничной мембраны (ВПМ). Эффективность удаления ВПМ в лечении МО не оспаривается и подтверждена многолетней практикой. Вместе с тем в современных публикациях описываются изменения в сетчатке, сопутствующие удалению ВПМ [1–4]. Установлено, что в области удаленной ВПМ в слое нервных волокон сетчатки (СНВС) происходит формирование множественных дефектов — диссоциаций СНВС [5–7]. При удалении ВПМ часть СНВС остается на ее поверхности. Зона повреждения не регенерирует, повреждение СНВС носит необратимый характер и приводит к формированию прогрессирующих инволюционных микроструктурных изменений сетчатки в этой зоне. Анализ ОСТ-сканов поверхности сетчатки в режиме En-Face показывает множественные углубления во внутренних слоях сетчатки (СНВС и слое ганглиозных клеток), которые прогрессируют в срок до 18–24 мес [8–13]. R. Spaide [8] назвал данные изменения inner retina dimpling, что можно интерпретировать как «ямочкообразование во внутренних слоях сетчатки».

Актуальным остается вопрос о влиянии удаления ВПМ на функциональное состояние сетчатки. Первоначально

«диссоциацию СНВС» не связывали с функциональными изменениями после макулярной хирургии с удалением ВПМ, считая микроструктурные изменения сетчатки доброкачественными (не приводящими к отрицательным эффектам) [5, 6, 12]. С появлением более тонких методов исследования функционального состояния сетчатки появились публикации о снижении светочувствительности сетчатки после хирургии МО с пилингом ВПМ [7, 14, 15]. На фоне стабильной остроты зрения в послеоперационном периоде пациенты жаловались на зрительный дискомфорт. Применение метода микропериметрии выявило локальные участки сетчатки со сниженной светочувствительностью в области удаленной ВПМ. Показано, что определение светочувствительности сетчатки является более точным методом оценки ее функционального состояния после макулярной хирургии, чем определение максимально скорректированной остроты зрения (МКОЗ), контрастной чувствительности и цветового зрения. Микропериметрия позволяет не только оценить фoveальную чувствительность, но и чувствительность в отдельных точках в заданной области сканирования. Снижение ретинальной светочувствительности и наличие парацентральных скотом могут вызывать зрительный дискомфорт, несмотря на высокую остроту зрения, о чем

сообщают некоторые пациенты после хирургического лечения МО [14, 16].

Нами был предложен метод хирургического лечения МО с полным сохранением ВПМ, позволяющий исключить травматизацию сетчатки и улучшить функциональные результаты лечения МО [17].

ЦЕЛЬ исследования — оценка функциональных результатов хирургического лечения МО по разработанной технологии с полным сохранением ВПМ и их сравнение с результатами хирургического лечения МО по традиционной технологии с удалением ВПМ.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследование вошли 150 пациентов (150 глаз) с МО, в том числе 135 женщин и 15 мужчин, в возрасте от 50 до 82 лет (в среднем $66,8 \pm 6,8$ года). Исходный диаметр МО был в диапазоне от 150 до 1060 мкм и в среднем составил $512,6 \pm 193,3$ мкм. Всем пациентам проводили стандартное офтальмологическое обследование: авторефрактометрию, визометрию, тонометрию, оптическую биометрию. Специальные методы обследования включали оптическую когерентную томографию с функцией ангиографии на томографе RTVue-XR Avanti (Optovue, Inc., Fremont, CA) для подтверждения наличия и закрытия МО; компьютерную микропериметрию с функцией сканирующей лазерной офтальмоскопии на приборе MAIA (CenterVue, Италия). Исследование на микропериметре осуществляли по программе 20° (41 точка, в пределах 20° от точки фиксации) с использованием стандартного стимула Goldmann III и длительностью 200 мс.

Сплошным методом пациенты были разделены на две сопоставимые по исходным клинико-демографическим показателям группы по 75 человек: 1-я группа — основная — пациенты, прооперированные по разработанной технологии с полным сохранением ВПМ; 2-я группа — контрольная — пациенты, прооперированные по традиционной методике с удалением ВПМ.

Хирургическая техника в основной группе: витрэктомии 25G, нанесение на область МО раствора бактериальной коллагеназы в дозе 1 КЕ / 100 мкл (разрешенная доза для интравитреального применения) с экспозицией 3 мин, промывание витреальной полости и замена физиологического раствора на воздух, аппланация на область МО богатой тромбоцитами плазмы (БоТП) крови, завершающиеся тампонадой витреальной полости газом или силиконом, в зависимости от диаметра разрыва. В контрольной группе после проведения витрэктомии выполняли окрашивание и удаление ВПМ, затем наносили БоТП и завершали операцию введением газа или силикона. При диаметре МО до 650 мкм использовали газовоздушную тампонаду витреальной полости, при диаметре МО свыше 650 мкм — силикон.

Анатомический и функциональный результаты оценивали по данным визометрии и микропериметрии в сроки 1, 3, 6, 12, 18 и 24 мес.

Статистическую обработку данных проводили в программах Microsoft Office Excel 2016 (Microsoft) и Statistica 10.0 (StatSoft). Данные представлены в виде $M \pm \sigma$, где M — среднее арифметическое, σ — стандартное отклонение. Для проверки достоверности различий между средними значениями выборок использовался параметрический t-критерий Стьюдента (p), для проверки достоверности зависимых данных использовали парный t-критерий Стьюдента. Критический уровень достоверности нулевой статистической гипотезы принимали равным 0,05. Корреляционный анализ выполнен для определения характера взаимоотношений между изучаемыми переменными. Соотношения количественных

признаков оценивали методом корреляционного анализа по Пирсону. Соотношения количественных и качественных признаков оценивали методом вычисления рангового коэффициента корреляции Спирмена.

РЕЗУЛЬТАТЫ

МКОЗ до лечения в основной группе составила $0,14 \pm 0,09$; в контрольной — $0,16 \pm 0,11$. В основной группе закрытие МО достигнуто в 71 из 75 случаев, в контрольной — в 72 из 75 случаев. После лечения МКОЗ в основной группе составила: через 1 мес — $0,41 \pm 0,19$; 3 мес — $0,47 \pm 0,19$; 6 мес — $0,51 \pm 0,20$; 12 мес — $0,53 \pm 0,20$; 18 мес — $0,51 \pm 0,21$; 24 мес — $0,53 \pm 0,18$. МКОЗ в контрольной группе составила: через 1 мес — $0,42 \pm 0,18$; 3 мес — $0,48 \pm 0,20$; 6 мес — $0,51 \pm 0,21$; 12 мес — $0,49 \pm 0,20$; 18 мес — $0,48 \pm 0,19$; 24 мес — $0,47 \pm 0,21$. В обеих группах достигнуто достоверное повышение МКОЗ ($p < 0,05$). Приrost МКОЗ в первый месяц после операции в основной группе составил $0,27 \pm 0,13$; в контрольной группе — $0,26 \pm 0,15$.

На протяжении всего периода наблюдения не выявлено достоверных различий между показателями МКОЗ в основной и контрольной группах, однако после 6 мес в контрольной группе отмечена тенденция к снижению МКОЗ. В основной группе МКОЗ в сроки наблюдения от 6 до 24 мес практически не изменялась.

Для оценки тонких функциональных изменений сетчатки была исследована ее светочувствительность методом микропериметрии. Определяли и анализировали 3 параметра: общую светочувствительность сетчатки, минимальную светочувствительность сетчатки, количество точек со сниженной светочувствительностью сетчатки.

Общая светочувствительность сетчатки в основной группе через 1 мес составила $25,45 \pm 1,74$ дБ; 3 мес — $26,06 \pm 1,83$ дБ; 6 мес — $26,66 \pm 1,64$ дБ; 12 мес — $26,81 \pm 1,72$ дБ; 18 мес — $26,83 \pm 1,74$ дБ; 24 мес — $26,84 \pm 1,55$ дБ. Общая светочувствительность сетчатки в контрольной группе через 1 мес составила $22,77 \pm 2,58$ дБ; 3 мес — $23,17 \pm 2,59$ дБ; 6 мес — $23,87 \pm 2,69$ дБ; 12 мес — $23,57 \pm 2,55$ дБ; 18 мес — $23,49 \pm 2,45$ дБ; 24 мес — $23,45 \pm 2,48$ дБ. Динамика изменений светочувствительности сетчатки в основной и контрольной группах представлена на рисунке 1.

В основной группе ни в одном случае не выявлено снижения общей светочувствительности сетчатки ниже порогового уровня нормы в 24 дБ, в то время как в группе контроля в 35 (47 %) случаях выявлено снижение этого показателя ниже 24 дБ. Выявлено, что общая светочувствительность

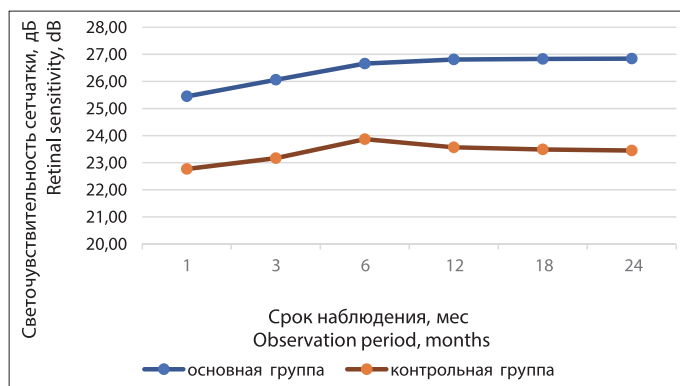


Рис. 1. Динамика общей светочувствительности сетчатки у пациентов основной и контрольной группы после лечения

Fig. 1. Retinal sensitivity change in main (blue line) and control (brown line) groups of patients after treatment

сетчатки была достоверно ниже в контрольной группе, чем в основной, в течение всего периода наблюдения ($p < 0,05$).

В основной группе в сроки от 1 до 12 мес отмечалось постепенное повышение светочувствительности сетчатки с последующей стабилизацией. В группе контроля в срок от 1 до 6 мес наблюдалось повышение этого показателя, а затем он демонстрировал тенденцию к снижению.

Минимальную светочувствительность сетчатки определяли по точке с наиболее низким показателем светочувствительности. Подробные данные о динамике минимальной светочувствительности сетчатки представлены в таблице 1. Степень снижения светочувствительности сетчатки в отдельных точках была менее выражена в основной группе, чем в группе контроля ($p < 0,05$). В контрольной группе в 7 случаях выявлены абсолютные скотомы — зоны отсутствия светочувствительности сетчатки. В основной группе ни в одном случае не выявлено точек с отсутствием световосприимчивости (со светочувствительностью, равной 0 дБ). Количество точек со снижением светочувствительности менее 24 дБ было достоверно меньше в основной группе, чем в контрольной ($p < 0,05$). На протяжении всего периода наблюдения после хирургического лечения в группе контроля увеличивалось количество точек со сниженной светочувствительностью, достигнув максимума к 12 мес и затем оставаясь на том же уровне. В основной группе наблюдалась тенденция к восстановлению светочувствительности сетчатки в отдельных точках и к уменьшению количества точек со сниженной светочувствительностью. На рисунке 2 представлен пример послеоперационной микропериметрии у пациентов, прооперированных по основной и традиционной методикам.

Проведен корреляционный анализ для определения влияния вида завершающей тампонады витреальной полости на функциональный результат. Выявлено, что функциональный результат не зависел от введения внутрь глаза газа или силикона, в связи с чем мы не проводили оценку результатов отдельно в каждой группе в зависимости от вида тампонирующего вещества.

Ни в одном случае интраоперационно и в ранний послеоперационный период не выявлено осложнений, свя-

занных с последовательным использованием бактериальной коллагеназы и БотП крови.

ОБСУЖДЕНИЕ

До настоящего времени не сложилось единого мнения о влиянии удаления ВПМ в ходе хирургического лечения МО на функциональное состояние сетчатки, особенно в отдаленном послеоперационном периоде (свыше 6 мес). В подавляющем большинстве работ срок наблюдения составлял 3–6 мес после лечения, реже — 12 мес. В настоящем исследовании все пациенты находились под нашим наблюдением в течение 24 мес после хирургического лечения,

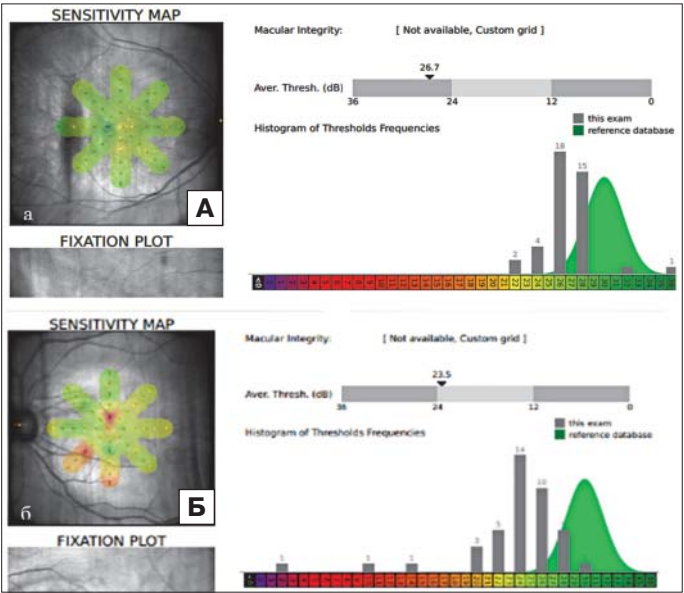


Рис. 2. Микропериметрия пациентов через 12 мес после лечения МО по разработанной технологии (А) и по традиционной технологии (Б)

Fig. 2. Microperimetry of patients 12 months after MH treatment using the developed technology (A) and traditional technology (B)

Таблица 1. Динамика изменений минимальной светочувствительности сетчатки в основной и контрольной группах после лечения
Table 1. Dynamics of changes in minimal retinal sensitivity in the main and control groups after treatment

Группа Group	Период, мес Period, months					
	1	3	6	12	18	24
Основная Main	19,15 ± 2,34	19,92 ± 2,21	20,81 ± 2,15	26,81 ± 1,72	26,83 ± 1,74	26,84 ± 1,55
Контрольная Control	14,16 ± 5,21	15,31 ± 6,15	12,26 ± 7,14	11,97 ± 6,65	11,87 ± 6,25	11,91 ± 7,01
Достоверность p-value	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$

Таблица 2. Динамика изменений количества точек со сниженной светочувствительностью сетчатки в основной и контрольной группах после лечения
Table 2. Changes of the number of points with reduced retinal sensitivity in the main and control groups after treatment

Группа Group	Период, мес Period, months					
	1	3	6	12	18	24
Основная Main	4,5 ± 2,7	4,1 ± 2,4	3,5 ± 2,5	3,3 ± 2,7	3,3 ± 2,4	3,2 ± 2,6
Контрольная Control	9,7 ± 4,9	10,2 ± 4,8	12,6 ± 5,1	15,8 ± 5,4	15,9 ± 5,3	15,8 ± 5,6
Достоверность p-value	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$

что позволило оценить отдаленные изменения в структуре и функциональном состоянии сетчатки. Микропериметрия является наиболее тонким и чувствительным методом, позволяющим оценить изменения светочувствительности сетчатки в отдельных точках на заданной площади сканирования [12, 14]. В работе нами исследовалось поле зрения пациентов в пределах 20° от точки фиксации, что позволяло оценить не только фoveальную светочувствительность, но и показатели в пара- и перифовеолярной зоне сетчатки, которые входили в область удаленной ВПМ, и выявить скотомы центральной, парацентральной и периферической локализации. Выявлено, что после удаления ВПМ в 47 % случаях отмечается прогрессирующее снижение общей светочувствительности сетчатки, продолжающееся в сроки до 12–18 мес, с последующей стабилизацией к 24 мес. Значительно чаще после пилинга ВПМ возникают относительные скотомы, а абсолютные скотомы формируются только в случаях с удалением ВПМ. Наиболее часто выявлялись парацентральные и периферические скотомы. Степень депрессии светочувствительности сетчатки в отдельных точках у пациентов после удаления ВПМ достоверно более выражена, чем у пациентов, которым ВПМ была сохранена.

По данным литературы, в ранних исследованиях не было показано влияние пилинга ВПМ на изменение светочувствительности сетчатки и поля зрения, либо эти изменения приписывали другим факторам, таким как использование красителей, изменения интраоперационного давления при жидкостно-газовом обмене [18–21]. Более поздние исследования продемонстрировали взаимосвязь между проведенным пилингом и ухудшением функциональных показателей в послеоперационном периоде, особенно в формировании абсолютных скотом [12, 14–16].

Дискутабельной остается причина формирования скотом после хирургического лечения МО. Выдвигалось предположение, что к формированию скотом приводит травма сетчатки в области захвата ВПМ эндовитреальным пинцетом [14].

Однако их количество и расположение заставляют усомниться в данном предположении, так как число формирующихся скотом существенно превышает число теоретически возможных захватов сетчатки в процессе пилинга ВПМ [14]. Кроме того, в нашем исследовании все манипуляции выполнялись опытным витреоретинальным хирургом с максимально бережным отделением ВПМ от сетчатки, поэтому фактор множественной травматизации сетчатки из рассмотрения можно исключить. По нашему мнению, депрессия светочувствительности сетчатки и формирование скотом зависят от объема нервных волокон, удаленных вместе с ВПМ, и, как следствие, от степени выраженности и объема микроструктурных изменений внутренних слоев сетчатки.

Применение бактериальной коллагеназы может быть одним из вариантов замены пилинга ВПМ. Бактериальная (клостридиальная) коллагеназа воздействует на коллагеновые волокна стекловидного тела (СТ) и ВПМ. Интенсивность ферментного воздействия зависит от плотности организации коллагеновых волокон объекта воздействия. Поскольку в ВПМ коллагеновые волокна расположены значительно плотнее, чем в СТ, то воздействие фермента на СТ значительно выше, чем на ВПМ [22]. Нанесение раствора бактериальной коллагеназы на макулярную область после проведенной витрэктомии позволяет подвергнуть деструкции оставшиеся на поверхности ВПМ волокна СТ, а также повысить эластичность ВПМ, при этом не растворяя ее. Таким образом удается ослабить тангенциальное натяжение края МО, что может способствовать их сближению и закрытию дефекта. В комбинации с применением БоТП крови разработанная технология повышает анатомический успех операции, снижая

при этом риск травматизации сетчатки. Кроме того, снижается риск развития эпиретинального фиброза в отдаленном послеоперационном периоде.

Используемая доза бактериальной коллагеназы разрешена для интравитреального применения. В 2001 г. была показана безопасность и эффективность интраоперационного интравитреального применения бактериальной коллагеназы в хирургическом лечении отслойки сетчатки, осложненной пролиферативной витреоретинопатией [23]. В 2011 г. М.М. Шишкин и соавт. [24] в экспериментальном исследовании на кроликах показали, что при интравитреальном введении 10 KE / 100 мкл бактериальной коллагеназы происходят локальные обратимые структурные изменения, которые затрагивают только внутренние слои сетчатки. В 2018 г. было проведено исследование цитотоксичности препарата, которое показало, что доза 15 KE / 100 мкл (150 KE / 1 мл) не несет в себе потенциальной опасности токсического воздействия на биологические ткани при максимальном времени экспозиции (24 ч) [25]. Ранее была предложена методика лечения МО с применением 15 KE / 100 мкл раствора бактериальной коллагеназы [26]. Однако дальнейшее совершенствование технологии и применение БоТП крови позволили снизить необходимую дозу бактериальной коллагеназы до 1 KE / 100 мкл.

Применение 1 KE бактериальной коллагеназы при непосредственном введении в премакулярную область показано при лечении витреомакулярной тракции. Данная дозировка позволила добиться разрешения тракции в 74,6 % случаев, что говорит о достаточном воздействии фермента на СТ. При этом ни в одном случае не отмечено повреждения внутренних слоев сетчатки, изменения профиля сетчатки и ухудшения зрительных функций [27]. Это исследование дополнительно подтверждает эффективность и безопасность интравитреального применения бактериальной коллагеназы.

Следует отметить, что ни в одном случае нами не отмечено осложнений, связанных с совместным применением бактериальной коллагеназы и БоТП крови. После воздействия коллагеназы ее раствор тщательно вымывался из витреальной полости после окончания времени экспозиции фермента. Операция завершалась полной заменой физиологического раствора на воздух. БоТП крови наносилась на область МО в воздушной среде, ее контакт с бактериальной коллагеназой исключался предварительным тщательным вымыванием.

Таким образом, предложенная методика хирургического лечения МО позволяет добиться высоких анатомических и функциональных результатов, избежать интраоперационной травмы сетчатки и микроструктурных изменений сетчатки в отдаленном послеоперационном периоде.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная технология позволяет практически исключить формирование абсолютных скотом и существенно снизить формирование относительных скотом в послеоперационном периоде, а также повысить функциональные результаты в сравнении с традиционной методикой хирургического лечения МО с удалением ВПМ. Применение технологии хирургии МО с пилингом ВПМ приводит к снижению светочувствительности сетчатки в 47 % случаев и сопряжено с формированием относительных и абсолютных скотом в центральном поле зрения.

Литература/References

1. Eckardt C, Eckardt U, Groos S, et al. Entfernung der Membrana limitans interna bei Makulalöchern Klinische und morphologische Befunde [Removal of the internal limiting membrane in macular holes. Clinical and morphological findings]. *Ophthalmologie*. 1997; 94 (8): 545–51.30. <https://doi.org/10.1007/s003470050156>

2. Lois N, Burr JM, Norrie J, et al. Internal limiting membrane peeling versus no peeling for idiopathic full thickness macular hole: A pragmatic randomised controlled trial. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2011; 52: 1586–92. <https://doi.org/10.1167/iov.10-6287>
3. Christensen UC. Value of internal limiting membrane peeling in surgery for idiopathic macular hole and the correlation between function and retinal morphology. *Acta Ophthalmol*. 2009; 87: Thesis 2: 1–23. <https://doi.org/10.1111/j.1755-3768.2009.01777.x>
4. Kwok 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. *Hong Kong Med J*. 2005; 11: 259–66. PMID: 16085942
5. Tadayoni R, Paques M, Massin P, et al. Dissociated optic nerve fiber layer appearance of the fundus after idiopathic epiretinal membrane removal. *Ophthalmology*. 2001; 108: 2279–83. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(01\)00856-9](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(01)00856-9)
6. Ito Y, Terasaki H, Takahashi A, et al. Dissociated optic nerve fiber layer appearance after internal limiting membrane peeling for idiopathic macular holes. *Ophthalmology*. 2005; 112: 1415–20. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2005.02.023>
7. Haritoglou C, Gass CA, Schaumberger M, et al. Long-term follow-up after macular hole surgery with internal limiting membrane peeling. *Am J Ophthalmol*. 2002; 134: 661–6. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(02\)01751-8](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(02)01751-8)
8. Spaide RF. Dissociated optic nerve fiber layer appearance after internal limiting membrane removal is inner retinal dimpling. *Retina*. 2012; 32 (9): 1719–26. <https://doi.org/10.1097/IAE.0b013e3182671191>
9. Alkabes M, Salinas C, Vitale L, et al. En Face optical coherence tomography of inner retinal defects after internal limiting membrane peeling for idiopathic macular hole. *IOVS*. 2011; 52 (11): 8349–55. <https://doi.org/10.1167/iov.11-8043>
10. Pichi F, Lembo A, Morara M, et al. Early and late inner retinal changes after inner limiting membrane peeling. *Int Ophthalmol*. 2014 Apr; 34 (2): 437–46. <https://doi.org/10.1007/s10792-013-9831-6>
11. Liu J, Chen Y, Wang S, et al. Evaluating inner retinal dimples after inner limiting membrane removal using multimodal imaging of optical coherence tomography. *BMC Ophthalmology*. 2018; 18: 155 <https://doi.org/10.1186/s12886-018-0828-9>
12. Sakimoto S, Ikuno Y, Fujimoto S, et al. Characteristics of the retinal surface after internal limiting membrane peeling in highly myopic eyes. *Am J Ophthalmol*. 2014; 158: 762–8 <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2014.06.024>
13. Лыскин П.В., Макаренко И.Р. Дополнительные аспекты пилинга внутренней пограничной мембраны сетчатки. *Российская детская офтальмология*. 2020; 1: 40–4. [Lyskin P.V., Makarenko I.R. Additional aspects of ILM peeling. *Russian ophthalmology of children*. 2020; 1: 40–4 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.25276/2307-6658-2020-1-40-44>
14. Tadayoni R, Svorenova I, Erginay A, et al. Decreased retinal sensitivity after internal limiting membrane peeling for macular hole surgery. *Br J Ophthalmol*. 2012; 96: 1513–6. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2012-302035>
15. Haritoglou CH, Ehrt O, Gass CA. Paracentral scotomata: a new finding after vitrectomy for idiopathic macular hole. *Br J Ophthalmol*. 2001; 85: 231–3. <https://doi.org/10.1136/bjo.85.2.231>
16. Sebag J. Vitreous in health and disease. Springer Science. 2014: 580–90.
17. Лыскин П.В., Макаренко И.Р. Способ хирургического лечения макулярных отверстий. Патент на изобретение RU 2695622 C1, 24.07.2019. [Lyskin P.V., Makarenko I.R. A method of surgical treatment of macular holes. Patent RF N 2695622; 2019 (In Russ.)].
18. Mitamura Y, Ohtsuka K. Relationship of dissociated optic nerve fiber layer appearance to internal limiting membrane peeling. *Ophthalmology*. 2005; 112: 1766–70. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2005.04.026>
19. Imai H, Ohta K. Microperimetric determination of retinal sensitivity in areas of dissociated optic nerve fiber layer following internal limiting membrane peeling. *Jpn J Ophthalmol*. 2010; 54: 435–40. <https://doi.org/10.1007/s10384-010-0839-4>
20. Ando F, Yasui O, Hirose H, Ohba N. Optic nerve atrophy after vitrectomy with indocyanine green-assisted internal limiting membrane peeling in diffuse diabetic macular edema. Adverse effect of ICG-assisted ILM peeling. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2004; 242: 995–9. Epub 2004 Jul 17. <https://doi.org/10.1007/s00417-004-0864-4>
21. Сдобникова С.В., Козлова И.В., Алексеев Д.С. Анализ причин появления периферических дефектов поля зрения после витреомаккулярной хирургии. *Вестник офтальмологии*. 2013; 1: 27–30. [Sdobnikova S.V., Kozlova I.V., Alekseenko D.S. Analysis of the causes of peripheral visual field defects after vitreomacular surgery. *Vestnik of ophthalmology*. 2013; 1: 27–30 (In Russ.)].
22. Лыскин П.В. Воздействие клостридиальной коллагеназы на эпиретинальные структуры глаза человека. *Российская детская офтальмология* 2019; 1: 34–8. [Lyskin P.V. The impact of clostridial collagenase on epiretinal structures of the human retina. Experimental studies. *Russian ophthalmology of children* 2019; 1: 34–8 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.25276/2307-6658-2019-1-34-38>
23. Лыскин П.В., Письменская В.А. Интраоперационное применение коллализина в хирургическом лечении витреоретинальной патологии. *Офтальмохирургия*. 2001; (3): 38–42. [Lyskin P.V., Pismenskaya V.A. Intraoperative use of collalazine in the surgical treatment of vitreoretinal pathology. *Ophthalmosurgery*. 2001; (3): 38–42 (In Russ.)].
24. Шишкин М.М., Юлдашева Н.М., Антонюк С.В. Клинико-морфологические аспекты безопасности интравитреальных инъекций различных доз коллализина в эксперименте. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2011; 1: 194–9. [Shishkin M.M., Yuldasheva N.M., Antonyuk S.V. Clinicopathologic aspects of the intravitreal injections security for different collalizin doses in the experiment. *Kuban scientific medical bulletin*. 2011; 1: 194–9 (In Russ.)].
25. Лыскин П.В., Захаров В.Д., Перова Н.В., Лозинская О.Л., Згоба М.И. Моделирование цитотоксического воздействия препарата Коллализин в различных концентрациях на культуре фибробластов мыши линии nih 3T3 в условиях in vitro. *Российская детская офтальмология*. 2018; 4: 33–7. [Lyskin P.V., Zakharov V.D., Perova N.V., Lozinskaya O.L., Zgoba M.I. Simulation of the cytotoxic effect of the Collalysine medicine in different concentrations on the culture of mouse fibroblasts of the NIH 3T3 line in vitro. *Russian ophthalmology of children*. 2018; 4: 33–7 (In Russ.)].
26. Тахчиди Х.П., Лыскин П.В., Лозинская О.Л. и др. Ферментная витреэктомия в лечении идиопатических макулярных разрывов. *Офтальмохирургия*. 2010; (1): 19–24. [Takhchidi Kh.P., Lyskin P.V., Lozinskaya O.L., et al. Enzyme-assisted vitrectomy for treatment of idiopathic macular holes. *Ophthalmosurgery*. 2010; (1): 19–24 (In Russ.)].
27. Лыскин П.В., Макаренко И.Р. Технология лечения витреомаккулярной тракции методом однопортового интравитреального введения коллагеназы в фовеолярную область. *Российский офтальмологический журнал*. 2022; 15 (4): 131–8. [Lyskin P.V., Makarenko I.R. A technology of vitreomacular traction treatment by single-port intravitreal injection of bacterial collagenase into the foveolar area. *Russian ophthalmological journal*. 2022; 15 (4): 131–8 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2022-15-4-131-138>

Вклад авторов в работу: П.В. Лыскин, П.Л. Володин — концепция и дизайн исследования, редактирование статьи; И.Р. Макаренко — концепция и дизайн исследования, сбор, статистическая обработка и анализ данных, написание статьи.

Author's contribution: P.V. Lyskin, P.L. Volodin — concept and design of the study, final editing of the article; I.R. Makarenko — concept and design of the study, data collection, processing and analysis, writing of the article.

Поступила: 29.07.2022. Переработана: 23.01.2023. Принята к печати: 28.01.2023

Originally received: 29.07.2022. Final revision: 23.01.2023. Accepted: 28.01.2023

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ФГАУ НМИЦ «МНТК "Микрохирургия глаза" им. проф. С.Н. Федорова», Минздрава России, Бескудниковский бульвар, д. 59а, Москва, 127486, Россия

Павел Владимирович Лыскин — канд. мед. наук, врач-офтальмолог, научный сотрудник отдела витреоретинальной хирургии, ORCID 0000-0002-5189-322X

Павел Львович Володин — д-р мед. наук, заведующий отделом лазерной хирургии сетчатки, ORCID 0000-0003-1460-9960

Ирина Романовна Макаренко — аспирант отдела витреоретинальной хирургии, врач-офтальмолог, ORCID 0000-0001-6719-6878

Для контактов: Ирина Романовна Макаренко, makarenkoirina505@gmail.com

S.N. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, 59A, Beskudnikovskii Blvd, Moscow, 127486, Russia

Pavel V. Lyskin — Cand. of Med. Sci., researcher, department of vitreoretinal surgery, ORCID 0000-0002-5189-322X

Pavel L. Volodin — Dr of Med. Sci., head of department of laser retinal surgery, ORCID 0000-0003-1460-9960

Irina R. Makarenko — PhD student, ophthalmologist, department of laser retinal surgery, ORCID 0000-0001-6719-6878

For contacts: Irina R. Makarenko, makarenkoirina505@gmail.com