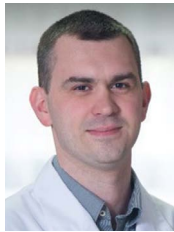


## К вопросу о необходимости «высушивания» сетчатки при хирургии макулярного разрыва

А.Ю. Клеймёнов<sup>1</sup>В.Н. Казайкин<sup>1</sup>М.Б. Матевосян<sup>1</sup>Г.В. Чаццин<sup>1</sup>А.В. Пестов<sup>2</sup>, И.С. Пузырев<sup>2</sup>

<sup>1</sup> АО «Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза»  
ул. Академика Бардина, 4А, Екатеринбург, 620149, Российская Федерация

<sup>2</sup> ФГБУН «Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского» Уральского отделения Российской академии наук  
ул. Софьи Ковалевской, 22, Екатеринбург, 620990, Российская Федерация

### РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2020;17(3S):572–576

**Цель:** на основании экспериментального исследования и расчета геометрических размеров капли влаги, образующейся в макулярной области, определить актуальность «высушивания» сетчатки во время проведения витрэктомии на этапе обмена инфузионного раствора на воздух. **Пациенты и методы.** В исследование были включены 10 пациентов (10 глаз), у которых на одном глазу выполняли витрэктомию по поводу макулярного разрыва с введением воздуха. Возраст пациентов составлял от 50 до 78 лет ( $64,0 \pm 3,1$ ), размер макулярного разрыва —  $250\text{--}631$  ( $431,6 \pm 44,3$ ) мкм. После проведения субтотальной витрэктомии 27G был выполнен забор жидкости, образующейся после обмена BSS/воздух, и измерен ее объем за равные промежутки времени: 3 забора с интервалом 3 минуты. Следующим этапом для определения формы капли внутриглазной жидкости (ВГЖ), которая образуется на поверхности сетчатки во время обмена BSS/Воздух, на кадаверном глазу было исследовано смачивание поверхности сетчатки тем объемом жидкости, который был получен во время операции, и измерен ее краевой угол смачивания. Далее рассчитывали диаметр капли ВГЖ, образующейся в течение 3 минут. Учитывая то обстоятельство, что ВГЖ во время операции формируется из двух источников: в результате продукции цилиарного тела (ЦТ) ( $2,5\text{--}4,0$  мкл/мин) и дегидратации стекловидного тела (СТ) за счет давления воздуха, подаваемого в витреальную полость, был рассчитан диаметр капли ВГЖ, во-первых, при продукции ЦТ и дегидратации СТ (ЦТ + СТ); во-вторых, только при продукции ЦТ. Это дало возможность понять, каким образом образующаяся во время операции капля ВГЖ будет проецироваться на поверхность макулы. **Результаты.** Объем полученной при заборе внутриглазной жидкости составил 60–80 мкл ( $68,1 \pm 2,8$ ) за 3 минуты, скорость образования —  $22,7$  мкл/мин, при этом скорость образования ВГЖ в течение 9 мин снижалась на 18–25 %. Краевой угол смачивания составил  $14,5^\circ$ . Диаметр капли ВГЖ, образовавшейся в результате выработки ЦТ и дегидратации остатков волокон СТ, составил  $17,98$  мм. Диаметр капли, образовавшейся в результате только выработки цилиарным телом, составил  $2,6$  мм. **Выводы.** «Высушивание» сетчатки при хирургии макулярного разрыва нецелесообразно, поскольку на поверхности сетчатки постоянно образуется ВГЖ, объем которой имеет достаточные размеры, чтобы вызвать разгерметизацию разрыва. Отказ от этой манипуляции не повлияет на анатомическую эффективность операции и снизит операционную травму.

**Ключевые слова:** внутриглазная жидкость, витрэктомия, макулярный разрыв, угол смачивания

**Для цитирования:** Клеймёнов А.Ю., Казайкин В.Н., Матевосян М.Б., Чаццин Г.В., Пестов А.В., Пузырев И.С. К вопросу о необходимости «высушивания» сетчатки при хирургии макулярного разрыва. *Офтальмология*. 2020;17(3S):572–576. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2020-3S-572-576>

**Прозрачность финансовой деятельности:** Никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах

**Конфликт интересов отсутствует**



# The Need for the Retina's Surface "Drying" during Macular Hole Surgery

A.Yu. Kleymentov<sup>1</sup>, V.N. Hazaykin<sup>1</sup>, M.B. Matevosyan<sup>1</sup>, G.V. Chashchin<sup>1</sup>, A.V. Pestov<sup>2</sup>, I.S. Puzyrev<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ekaterinburg Center IRTC "Eye Microsurgery"  
Academician Bardin str., 4A, Ekaterinburg, 620149, Russian Federation

<sup>2</sup> Postovsky Institute of Organic Synthesis  
Sofii Kovalevskoy str., 22, Ekaterinburg, 620990, Russian Federation

## ABSTRACT

**Ophthalmology in Russia. 2020;17(3S):572-576**

**Purpose:** to determine the relevance of retina's surface "drying" during vitrectomy at the stage of exchange of infusion solution for air based on an experimental study and calculation of the geometric dimensions of a drop of moisture formed in the macular region. **Patients and Methods.** There were 10 patients (10 eyes), who had a vitrectomy for a macular tear with air injection in one eye. Their age was from 50 to 78 ( $64.0 \pm 3.1$ ), the size of the macular tear 250–631 ( $431.6 \pm 44.3$ )  $\mu\text{m}$ . After 27G subtotal vitrectomy intake of fluid formed after fluid-air exchange was performed and its volume was measured in equal time intervals 3 times. The next step is to determine the shape of a drop of intraocular fluid (IOF) that forms on the surface of the retina during BSS exchange. For example, in the cadaveric eye, the wetting of the retinal surface was studied with the volume of liquid that was obtained during the operation, and its edge wetting angle was measured. Given the fact that INFLOW during surgery formed from two sources: the result of the production of the ciliary body (CB) (2.5–4.0  $\mu\text{l}/\text{min}$ ) and dehydration of the vitreous body (VB) due to the pressure of the air supplied in the vitreal cavity was calculated drop diameter INFLOW first, when the product of TST and dehydration VB (CB + VB); second, only if the production CT. This made it possible to understand how a drop of HGH formed during the operation will be projected onto the surface of the macula. **Results.** Volume of intraocular fluid taken during surgery was 60–80 microliters ( $68.1 \pm 2.8$ ) for 3 minutes, or 22.7 microliters per minute. Rate of fluid formation decreased by 18–25 % for 9 minutes. Contact angle of wetting made  $14.5^\circ$ . Drop diameter calculated for ciliary body secretion and vitreous remnants dehydration equals 17.98 mm. Drop diameter calculated for ciliary body secretion alone equals 2.6 mm. **Conclusions.** "Drying" of the retina during macular hole surgery is impractical as intraocular fluid is constantly formed on the retina surface. Its volume is sufficient to cause opening of the hole. Refusal from this manipulation would not influence anatomic efficacy of the operation and would reduce surgical trauma.

**Keywords:** intraocular fluid, vitrectomy, macular hole, wetting angle

**For citation:** Kleymentov A.Yu., Hazaykin V.N., Matevosyan M.B., Chashchin G.V., Pestov A.V., Puzyrev I.S. The Need for the Retina's Surface "Drying" during Macular Hole Surgery. *Ophthalmology in Russia*. 2020;17(3S):572-576. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2020-3S-572-576>

**Financial Disclosure:** No author has a financial or property interest in any material or method mentioned

**There is no conflict of interests**

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Макулярный разрыв (МР) является одной из ведущих причин выраженного снижения зрительных функций, в первую очередь центрального зрения. Распространенность данной патологии составляет приблизительно 3,3 на 10 000 населения, у людей старше 65 лет этот показатель увеличивается в 10 раз, у женщин данное состояние встречается в 3 раза чаще, чем у мужчин [1]. В настоящее время общепринятым способом лечения макулярных разрывов является 3-портовая витрэктомия 25–27G с удалением внутренней пограничной мембраны (ВПМ) и последующей газовой тампонадой витреальной полости. По современным данным, частота закрытия МР после витреальной хирургии варьирует от 68 до 98 %, наихудшие результаты обычно наблюдаются у пациентов с большими МР (более 400  $\mu\text{m}$ ) и при высокой миопии (ПЗО более 26 мм) [6, 7]. Технология лечения МР постоянно развивается, в последние годы разработаны новые интраоперационные приемы, в частности метод перевернутого лоскута ВПМ и метод аппликации аутологичной обогащенной тромбоцитами плазмы крови [2–5].

Во время операции на этапе замены инфузионного раствора на воздух хирурги сталкиваются с таким явлением, как появление жидкости в заднем сегменте поверхности сетчатки, что, как правило, вызывает смыкание краев разрыва. Размыкание краев разрыва на заключительном этапе операции вызывает дискомфорт у хирурга, и возникает вопрос — а нужно ли удалять появляющуюся жидкость, т.е. «сушить» сетчатку? Процедура удаления жидкости и каждое повторное смыкание краев разрыва сопряжены с риском травмы пигментного эпителия сетчатки и фоторецепторов, поэтому, когда речь идет о достижении максимально возможных зрительных функций, эта манипуляция уже не кажется совершенно безобидной.

Можно предположить, что если появление влаги на сетчатке во время обмена жидкости на воздух связано только с дегидратацией не удаленного в процессе витрэктомии стекловидного тела, то процедура «высушивания» может иметь успешное завершение и удаление влаги с поверхности сетчатки для интраоперационного смыкания краев разрыва имеет смысл. Если же появление влаги связано с продукцией цилиарным телом внутриглазной жидкости (ВГЖ), то эта процедура

A.Yu. Kleymentov, V.N. Hazaykin, M.B. Matevosyan, G.V. Chashchin, A.V. Pestov, I.S. Puzyrev

Contact information: Kleymentov Andrey Yu. [kley\\_82@mail.ru](mailto:kley_82@mail.ru)

The Need for the Retina's Surface "Drying" during Macular Hole Surgery

теряет смысл, поскольку продукция ВГЖ происходит непрерывно.

**Цель:** на основании экспериментального исследования и расчета геометрических размеров капли влаги, образующейся в макулярной области, определить актуальность «высушивания» сетчатки в процессе витрэктомии на этапе обмена инфузионного раствора на воздух.

## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Настоящая работа проведена на базе Екатеринбургского центра МНТК «Микрохирургия глаза» и Института органического синтеза УрО РАН в период с мая 2016 по апрель 2017 г. В исследование были включены 10 пациентов (10 глаз), у которых на одном глазу выполняли витрэктомию по поводу макулярного разрыва с введением воздуха. Возраст пациентов составил от 50 до 78 лет ( $64,0 \pm 3,1$ ), размер макулярного разрыва — 250–631 ( $431,6 \pm 44,3$ ) мкм. Исследование состояло из двух этапов: клинического и лабораторного.

**Клиническое исследование.** Пациентам проводили стандартную 3-портовую витрэктомию 25–27G с окрашиванием и удалением внутренней пограничной



Рис. 1. Измерение краевого угла смачивания  $\theta$  (угол смачивания составил  $14,5^\circ$ )

Fig. 1. Measurement of the wetting edge angle  $\theta$  (wetting angle was  $14,5^\circ$ )

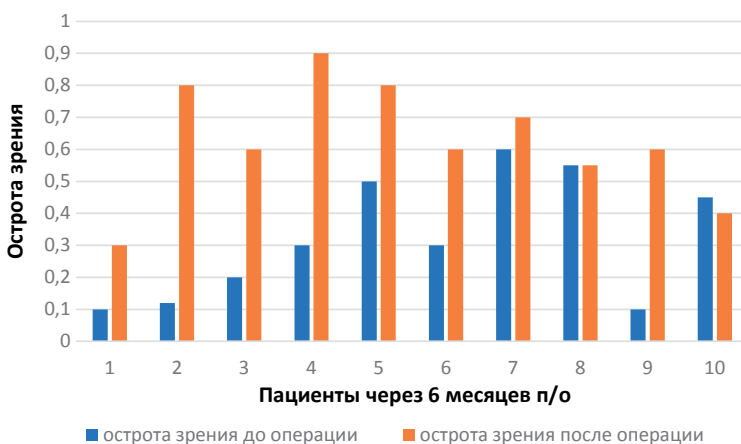


Рис. 2. График динамики остроты зрения

Fig. 2. Graph of visual acuity dynamics

мембраны в макулярной области и последующей тампонадой витреальной полости воздухом. После завершения обмена инфузионного раствора на воздух выполняли забор жидкости, появляющейся на поверхности сетчатки, и измеряли ее объем за равные промежутки времени: три забора с интервалом 3 минуты.

В конце операции выполняли однократное пассивное подтягивание краев макулярного разрыва к отверстию экстраузионной канюли при подаче воздуха в витреальную полость под давлением 25–30 мм рт. ст. Подтягивание проводили без контакта канюли с сетчаткой или пигментным эпителием. Операция завершалась во всех случаях тампонадой воздухом. Срок диспансерного наблюдения составил 6 месяцев.

**Лабораторное исследование.** Был проведен математический расчет размеров капли ВГЖ, образующейся при работе цилиарного тела и дегидратации СТ (ЦТ + СТ) в лабораторных условиях. Для расчета ВГЖ, образующейся только цилиарным телом (ЦТ), использовались данные литературы [8].

Для определения формы и объема капли ВГЖ, образующейся на поверхности сетчатки после обмена BSS/Воздух, на кадаверном глазу было исследовано смачивание поверхности сетчатки тем объемом жидкости, который был получен во время операции, и далее измерен краевой угол смачивания поверхности сетчатки внутриглазной жидкостью. Измерение краевого угла смачивания и высоты капли жидкости выполняли методом фотографирования сидячей капли (каплю воды помещали на горизонтальную твердую поверхность, фотографировали и изучали параметры капли) с последующей компьютерной обработкой данных (рис. 1). Далее из формулы объема шарового сегмента были рассчитаны радиус и диаметр этих капель.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Результаты клинического исследования

У всех пациентов макулярный разрыв через 6 месяцев после операции был закрыт. Динамика остроты зрения за этот период была следующей: при поступлении максимально скорректированной остроты зрения (МКОЗ) варьировала от 0,1 до 0,6 ( $0,32 \pm 0,06$ ), через 6 месяцев после операции — от 0,3 до 0,9 ( $0,62 \pm 0,06$ ) (рис. 2).

### Результаты лабораторного исследования

При заборе ВГЖ с поверхности сетчатки ее объем составил 60–80 мкл ( $68,1 \pm 2,8$ ) за 3 минуты, т.е. скорость образования ВГЖ оказалась равной 22,7 мкл/мин. Причем скорость образования ВГЖ в течение 9 мин снизилась на 18–25 %.

Скорость продукции водянистой влаги цилиарным телом, по данным литературы, составляет 2,5–4,0 мкл/мин, т.е. за 3 минуты объем ВГЖ из ЦТ равен 7,5–12 мкл [9]. В минуту происходит замена 3 % объема задней камеры и 1 % объема передней камеры (от 3 до 9 мл в сутки).

Таким образом, минимальный объем внутриглазной жидкости ( $V_{\min}$ ), выделенной при дегидратации СТ за 3 минуты, составил:  $V_{\min} = 60 \text{ мкл} - 12 \text{ мкл} = 48 \text{ мкл}$ . Максимальный объем (за 3 минуты):  $V_{\max} = 80 \text{ мкл} - 7,5 \text{ мкл} = 72,5 \text{ мкл}$ .

Величина краевого угла смачивания была равной  $14,5^\circ$  (рис. 1). Высота капли, образующейся в результате только продукции цилиарным телом, равна 1–2 мм. Высота капли жидкости, образующейся в результате продукции цилиарным телом и дегидратации волокон стекловидного тела — СТ:  $h = 1,5 \text{ мм}$ .

Зная объем капли, образующейся в результате продукции цилиарным телом и дегидратации волокон стекловидного тела:

$$V = \pi h^2 \left( R - \frac{1}{3} h \right),$$

находим радиус и диаметр капли:

$$R = \frac{V}{\pi h^2} + \frac{h}{3} = \frac{60}{3,14 \cdot 1,5^2} + \frac{1,5}{3} = 8,99 \text{ мм}.$$

Диаметр капли:  $D = 2R = 17,98 \text{ мм}$  (рис. 1).

Вычисляем диаметр капли, образующейся в результате продукции цилиарным телом:

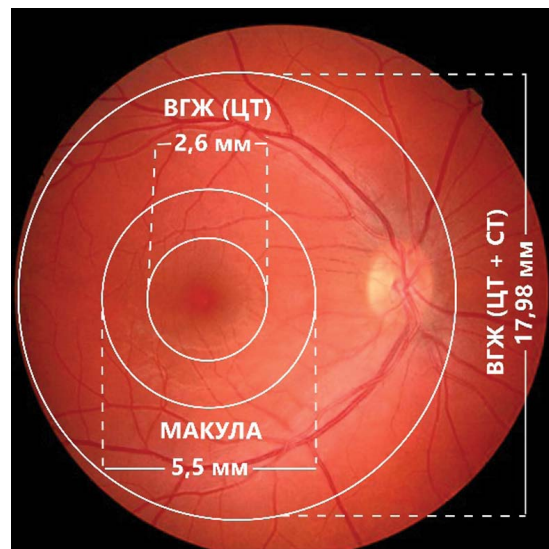
$$R = \frac{V}{\pi h^2} + \frac{h}{3} = \frac{7,5}{3,14 \cdot 2^2} + \frac{2}{3} = 1,3 \text{ мм}.$$

Диаметр капли:  $D = 2R = 2,6 \text{ мм}$ .

Визуальная оценка капли, образующейся в результате продукции цилиарным телом и при дегидратации СТ, представлена на рис. 3.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные размеры капли ВГЖ, даже той, которая получается только в результате работы цилиарного тела, в течение короткого промежутка времени полностью перекрывают края макулярного разрыва (еще до переворачивания пациента лицом вниз). Поскольку выработка ВГЖ цилиарным телом — непрерывный процесс, «высушивание» заднего сегмента сетчатки с целью смыкания краев макулярного разрыва характеризуется кратковременным эффектом, и целесообразность этой манипуляции имеет ограниченный характер, например для однократного центростремительного сближения краев разрыва при помощи пассивной аспирации экстрозионной канюлей (без контакта с тканью сетчатки) и последующей аппликацией на область разрыва обогащенной тромбоцитарной массы (ОТМ). Тем более что аппликация ОТМ сразу (интраоперационно) ограничивает доступ ВГЖ к разрыву, препятствуя его замыканию, а в послеоперационном периоде способствует регенерации ткани сетчатки [9].



**Рис. 3.** Визуальная оценка капли, образующейся на поверхности сетчатки в течение 3 минут. ВГЖ (ЦТ) — влага, образующаяся в результате продукции цилиарным телом, ВГЖ (ЦТ + СТ) — влага, образующаяся в результате продукции цилиарным телом и при дегидратации волокон СТ

**Fig. 3.** Visual assessment of a drop formed on the surface of the retina within 3 minutes. ВГЖ (ЦТ) — moisture formed as a result of production by the ciliary body, ВГЖ (ЦТ + СТ) — moisture formed as a result of production by the ciliary body and dehydration of vitreous body fibers

Таким образом, целесообразность длительного «высушивания» сетчатки для смыкания краев макулярного разрыва весьма сомнительна, а с учетом того, что любые механические действия с сетчаткой в этой зоне могут привести к ее необратимому повреждению, процедуру «высушивания» стоит проводить по ограниченным показаниям.

## ВЫВОДЫ

1. Во время первичной витрэктомии суммарный объем жидкости, который появляется на поверхности сетчатки за 3 минуты в результате дегидратации стекловидного тела и работы цилиарного тела, составляет 60 мкл и более (диаметр образующейся капли равен 17,98 мм), причем скорость ее образования снижается в течение 9 минут на 18–25 %.

2. Внутриглазная жидкость, которая образуется на поверхности сетчатки в результате работы только цилиарного тела в течение 3 минут, перекрывает разрыв макулы практически любого размера. Ее диаметр составляет 2,6 мм или более, поэтому «высушивание» сетчатки при хирургии макулярного разрыва нецелесообразно: отказ от этой манипуляции снизит операционную травму.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Клейменов А.Ю. — редактирование, написание текста;  
Казайкин В.Н. — научное редактирование;  
Матевосян М.Б. — математическое моделирование;  
Чашин Г.В. — техническое редактирование, оформление библиографии;  
Пестов А.В. — редактирование лабораторного исследования;  
Пузырев И.С. — проведение лабораторного исследования.



## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Алпатов С.А., Шуко А.Г., Малышев В.В. Классификация идиопатических макулярных разрывов сетчатки. *Сибирский медицинский журнал*. 2004;6(47):56–59. [Alpatov S.A., Shchuko A.G., Malyshev A.A. Classification of idiopathic macular holes of the retina. *Siberian Scientific Medical Journal = Sibirskiy medicinskiy zhurnal*. 2004;6(47):56–59 (In Russ.).]
- Шкворченко Д.О., Захаров В.Д., Шпак А.А. Наш опыт применения богатой тромбоцитами плазмы крови в хирургии макулярных разрывов. *Современные технологии в офтальмологии*. 2016;1(9):245–246. [Shkvorchenko D.O., Zaharov A.D., Shpak A.A. Our experience with platelet-rich blood plasma in macular hole surgery. *Modern technologies in ophthalmology = Sovremennye tekhnologii v oftalmologii*. 2016;1(9):245–246 (In Russ.).]
- Арсюттов Д.Г. Хирургическое лечение неэкссудативных форм центральной хориоретинальной дистрофии сетчатки с использованием аутоплазмы крови с повышенным содержанием тромбоцитов (PRP-массы). *Современные технологии в офтальмологии*. 2017;1(14):24–27. [Arsyutov D.G. Surgical treatment of non-exudative forms of central retinal chorioretinal dystrophy using autoplasm of blood with elevated platelet count (PRP-mass). *Modern technologies in ophthalmology = Sovremennye tekhnologii v oftalmologii*. 2017;1(14):24–27 (In Russ.).]
- Иванов С.В., Гилязов Р.М., Коновалов М.Е. Первый опыт использования аутоплазмы, обогащенной тромбоцитами (PRP), в хирургии макулярных разрывов. *Точка зрения Восток — Запад*. 2017;2:95–97. [Ivanov S.V., Gilyazev R.M., Konovalov M.E. First experience of surgical treatment of macular holes using platelet-rich autoplasm (PRP)]. *Point of view East — West = Tochka zreniya Vostok — Zapad*. 2017;2:95–97 (In Russ.).]
- Marx R.E. Platelet-rich plasma: evidence to support use. *J Oral Maxillofac Surgery*. 2004; 62:489–496. DOI: 10.1016/j.joms.2003.12.003
- Алпатов С.А., Шуко А.Г., Малышев В.В. Патогенез в лечении идиопатических макулярных разрывов. Новосибирск: Наука, 2005. 192 с. [Alpatov S.A., Shchuko A.G., Malyshev A.A. *Pathogenesis in the treatment of idiopathic macular holes*. Novosibirsk: Science, 2005. 192 p. (In Russ.).]
- Шпак А.А., Шкворченко Д.О., Шарафетдинов И.Х. Прогнозирование анатомического эффекта хирургического лечения идиопатического макулярного разрыва. *Офтальмохирургия*. 2015;2:55–61. [Shpak A.A., Shkvorchenko D.O., Sharafetdinov I.K. Predicting the results of surgical treatment of idiopathic macular hole] *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery = Oftalmohirurgiya*. 2015;2:55–61 (In Russ.). DOI: 10.25276/0235-4160-2015-2-55-61
- Lee W.T., Forrester J., Dick A.D., McMenamin P.G. *The eye: basic sciences in practice*. Philadelphia: W.B. Saunders: 2002:192.
- Шкворченко Д.О., Захаров В.Д., Крупина Е.А., Письменная В.А., Какунина С.А., Норманн К.С., Петерсен Е.В. Хирургическое лечение первичного макулярного разрыва с применением богатой тромбоцитами плазмы крови. *Офтальмохирургия*. 2017;3:27–30. [Shkvorchenko D.O., Zaharov V.D., Krupina E.A., Pis'menskaya V.A., Kakunina S.A., Normann K.S., Petersen E.V. Surgical treatment of primary macular hole using platelet-rich plasma. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery = Oftalmohirurgiya*. 2017;3:27–30 (In Russ.).]

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

АО «Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза»  
Клейменов Андрей Юрьевич  
врач-офтальмохирург витреоретинального отделения  
ул. Академика Бардина, 4а, Екатеринбург, 620149, Российская Федерация

АО «Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза»  
Казайкин Виктор Николаевич  
доктор медицинских наук, заведующий витреоретинальным отделением, врач-офтальмохирург  
ул. Академика Бардина, 4а, Екатеринбург, 620149, Российская Федерация

АО «Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза»  
Матевосян Михаил Багратович  
доктор технических наук, научный консультант Екатеринбургского центра «Микрохирургия глаза»  
ул. Академика Бардина, 4а, Екатеринбург, 620149, Российская Федерация

АО «Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза»  
Чашин Геннадий Викторович  
кандидат биологических наук, инженер отдела координации и развития медицинской деятельности  
ул. Академика Бардина, 4а, Екатеринбург, 620149, Российская Федерация

ФГБУН «Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского» Уральского отделения Российской академии наук  
Пестов Александр Викторович  
кандидат химических наук, старший научный сотрудник  
ул. Софьи Ковалевской, 22, Екатеринбург, 620990, Российская Федерация

ФГБУН «Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского» Уральского отделения Российской академии наук  
Пузырев Игорь Сергеевич  
кандидат химических наук, научный сотрудник  
ул. Софьи Ковалевской, 22, Екатеринбург, 620990, Российская Федерация

## ABOUT THE AUTHORS

Ekaterinburg Center IRTC “Eye Microsurgery”  
Kleymenov Andrey Yu.  
ophthalmosurgeon, Vitreoretinal surgery department  
Academician Bardin str., 4A, Ekaterinburg, 620149, Russian Federation

Ekaterinburg Center IRTC “Eye Microsurgery”  
Kazaykin Victor N.  
MD, head of Vitreoretinal surgery department, ophthalmosurgeon  
Academician Bardin str., 4A, Ekaterinburg, 620149, Russian Federation

Ekaterinburg Center IRTC “Eye Microsurgery”  
Matevosyan Mihail B.  
doctor of technical science, scientific consultant  
Academician Bardin str., 4A, Ekaterinburg, 620149, Russian Federation

Ekaterinburg Center IRTC “Eye Microsurgery”  
Chashchin Gennady V.  
Cand. in biological sciences, engineer of Coordination department  
Academician Bardin str., 4A, Ekaterinburg, 620149, Russian Federation

Postovsky Institute of Organic Synthesis  
Pestov Alexander V.  
Cand. of Chem., senior researcher  
Sofii Kovalevskoy str., 22, Ekaterinburg, 620990, Russian Federation

Postovsky Institute of Organic Synthesis  
Puzyrev Igor S.  
Cand. of Chem., researcher  
Sofii Kovalevskoy str., 22, Ekaterinburg, 620990, Russian Federation