

Современные подходы к хирургическому лечению полных макулярных отверстий большого диаметра

А.Н. Самойлов^{1,2*}, Т.Р. Хайбрахманов^{1,2}, Г.А. Хайбрахманова^{1,2}, П.А. Самойлова¹

¹Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия;

²Республиканская клиническая офтальмологическая больница
им. Е.В. Адамюка, г. Казань, Россия

Реферат

Витреоретинальная хирургия — активно развивающееся направление современной офтальмохирургии. Особого внимания заслуживают эндовитреальные вмешательства в центральной зоне сетчатки при полных макулярных отверстиях большого диаметра. В данной статье представлен обзор научной литературы, опубликованной в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией, также представленных в научных базах Scopus, PubMed, посвящённой современным подходам к хирургическому лечению полных макулярных отверстий большого диаметра. Основными методами закрытия дефекта в макулярной области на сегодняшний день служат применение различных модификаций методики инвертированного клапана внутренней пограничной мембраны и аппликации на область макулярного отверстия богатой тромбоцитами плазмы крови пациента. Данные способы лечения обеспечивают хорошие анатомические и функциональные результаты. Модификации метода инвертированного клапана внутренней пограничной мембраны продемонстрировали эффективность в таких сложных клинических ситуациях, как рецидив макулярного отверстия, сопутствующая миопия высокой степени, отслойка сетчатки. За последние 10 лет в научной литературе появились данные о применении богатой тромбоцитами плазмы для этой группы пациентов. При использовании данного метода в сравнении с традиционными способами лечения данной патологии необходимо более аккуратное выполнение хирургических манипуляций, однако этот метод применим у всех пациентов, не требует выполнения дополнительных манипуляций (забор и центрифугирование крови), дополнительного оборудования. Витреоретинальные вмешательства с аппликацией богатой тромбоцитами плазмы отличаются относительной простотой и удобством выполнения хирургических манипуляций. Однако нужно учитывать возможность развития псевдоувеальной реакции и необходимость в наличии дополнительного оборудования. Поскольку оба этих метода демонстрируют хорошие анатомические результаты, остаётся проблема выбора метода в конкретной клинической ситуации. Очевидно, что хирургическое вмешательство нужно выбирать с учётом возможных недостатков и ограничений к применению метода, а также навыков офтальмохирурга. Отсутствие единого подхода к хирургии макулярных отверстий побуждает исследователей к совершенствованию хирургической техники, разработке и внедрению новых модификаций хирургических подходов.

Ключевые слова: макулярное отверстие, инвертированный клапан ВПМ, перемещённый клапан ВПМ, богатая тромбоцитами плазма, аутологичная кондиционированная плазма.

Для цитирования: Самойлов А.Н., Хайбрахманов Т.Р., Хайбрахманова Г.А., Самойлова П.А. Современные подходы к хирургическому лечению полных макулярных отверстий большого диаметра. *Казанский мед. ж.* 2022;103(1): 119–125. DOI: 10.17816/KMJ2022-119.

REVIEW | DOI: 10.17816/KMJ2022-119

Modern approaches to the surgical treatment of large full-thickness macular holes

A.N. Samoylov^{1,2*}, T.R. Khaibrakhmanov^{1,2}, G.A. Khaibrakhmanova^{1,2}, P.A. Samoylova¹

¹Kazan State Medical University, Kazan, Russia;

²Republican Clinical Hospital of Ophthalmology named after Prof. E.V. Adamyuk, Kazan, Russia

*Для переписки: samoilovan16@gmail.com

Поступила 22.03.2021; принята в печать 25.08.2021;

опубликована 15.02.2022.

© Эко-Вектор, 2022. Все права защищены.

*For correspondence: samoilovan16@gmail.com

Submitted 22.03.2021; accepted 25.08.2021;

published 15.02.2022.

© Eco-Vector, 2022. All rights reserved.

Abstract

Vitreoretinal surgery is an actively developing area of modern ophthalmic surgery. Intravitreal interventions in the central retina with large full-thickness macular holes deserve special attention. This article provides an overview of the scientific literature published in journals recommended by the Higher Attestation Commission, also presented in the scientific databases Scopus, PubMed, dedicated to modern techniques to the surgical treatment of large full-thickness macular holes. The main methods for closing defects in the macular area today are the use of various modifications of the inverted internal limiting membrane flap technique and the application of autologous platelet rich plasma in a macular hole. These techniques provide high anatomical and functional outcomes. Modifications of the inverted internal limiting membrane flap technique demonstrated effectiveness in such complex clinical situations as recurrent macular holes, concomitant high myopia, retinal detachment. Over the past 10 years, data on the use of autologous platelet-rich plasma for this group of patients appeared in the scientific literature. More accurate surgical procedures are required for the use of this technique compared with the standard methods, but this technique is applicable in all patients, does not require additional manipulations (blood sampling and centrifugation), additional equipment. Vitreoretinal interventions with the use of platelet-rich plasma are characterized by relative simplicity and ease of carrying out surgical procedures. However, it is important to consider the possibility of pseudouveitis development, the need for additional equipment. Since both of these methods demonstrate good anatomical results, the problem of choosing a technique in a particular clinical case remains. It was clear that the method of surgical intervention should be chosen, taking into account possible disadvantages and limitations to the method, as well as the skills of an ophthalmic surgeon. The lack of a unified approach to macular hole surgery encourages researchers to improve surgical techniques, develop and implement new modifications of surgical approaches. **Keywords:** macular holes, inverted internal limiting membrane flap technique, displaced internal limiting membrane flap, Platelet-rich plasma, PRP, Autologous Conditioned Plasma, ACP.

For citation: Samoylov AN, Khaibrakhmanov TR, Khaibrakhmanova GA, Samoylova PA. Modern approaches to the surgical treatment of large full-thickness macular holes. *Kazan Medical Journal*. 2022;103(1):119–125. DOI: 10.17816/KMJ2022-119.

За последние 10 лет витреоретинальная хирургия претерпела значительные изменения в плане совершенствования операционного оборудования, хирургического инструментария, техники оперативных вмешательств [1]. Улучшились и диагностические возможности по выявлению витреоретинальной патологии [2]. Эти совершенствования коснулись и патологии витреомакулярного интерфейса, в частности полных макулярных отверстий (ПМО) большого диаметра. Однако, несмотря на динамичное развитие эндовитреальных вмешательств по поводу ПМО, всё же остаются неразрешённые вопросы и определённые проблемы в выборе того или иного метода хирургического вмешательства [2].

Целью данного обзора стали обобщение и сравнение используемых методов лечения ПМО, выявление их преимуществ и недостатков.

Лечение ПМО — хирургическое. Макулярные отверстия (МО) малого диаметра могут спонтанно закрываться, поэтому требуют динамического наблюдения или оперативно-го вмешательства в минимальном объёме. Как правило, достаточно витрэктомии без пилинга внутренней пограничной мембраны (ВПМ), возможно применение химического (фармакологического) витреолизиса, пневмовитреолизиса [3–5]. ПМО же большого диаметра не демонстрируют тенденцию к регрессу, наобо-

рот, по мере увеличения длительности существования происходит увеличение диаметра дефекта [6].

Наиболее широко применяемым методом оперативного вмешательства по поводу ПМО на сегодня служит 3-портовая *pars plana* витрэктомия с пилингом ВПМ сетчатки, послеоперационной тампонадой витреальной полости газовой смесью или стерильным воздухом и последующим позиционированием пациента «лицом вниз» на 1 сут и более [7]. Проводимое эндовмешательство обеспечивает хорошие анатомические и функциональные результаты, однако не всегда эффективно в хирургии ПМО большого диаметра [8]. По этой причине ведутся разработка новых и совершенствование существующих техник оперативного вмешательства.

Удаление ВПМ сетчатки в ходе эндовитреального вмешательства по поводу ПМО — одна из самых деликатных манипуляций в витреоретинальной хирургии. Первое сообщение в медицинской литературе о пилинге ВПМ в хирургии МО было опубликовано в 1997 г. Eckardt и соавт. [9]. В данном исследовании витреохirurg проводил полное механическое удаление ВПМ вокруг макулярного дефекта. Исследователи сообщили об успешном закрытии МО в 92% случаев. Данные о хороших анатомических и функциональных результатах подтвер-

ждались и данными других офтальмохирургов [10, 11]. Однако в литературе есть информация о том, что удаление ВПМ вокруг дефекта не даёт столь хороших результатов при оперативном лечении МО большого диаметра [12], что побудило исследователей к новым изысканиям в макулярной хирургии.

В 2010 г. Z. Michalewska и соавт. сообщили о методе инвертированного клапана ВПМ для лечения МО большого диаметра. Исследователи предложили сохранять адгезию участка ВПМ вокруг фовеолярного дефекта с последующим укладыванием сформированного лоскута в отверстие с двух сторон внахлест [13]. Данный способ продемонстрировал обнадеживающие результаты в хирургии МО: авторы отметили закрытие МО в 98% случаев (при среднем минимальном диаметре МО 698 мкм) [13].

За последнее десятилетие в литературе были опубликованы результаты вмешательств по данной методике, подтверждающие её эффективность [14, 15]. Однако укладывание лоскута ВПМ внахлест вызывает определённые трудности, особенно в момент замены жидкости на воздух: остатки ВПМ собираются вокруг МО. По этой причине стали появляться различные модификации метода инвертированного клапана ВПМ [16–22].

С конца XX века, после того как впервые был применён метод лечения МО с использованием пилинга ВПМ, в макулярной хирургии накопились данные как о положительной, так и об отрицательной сторонах применения этого метода. Бесспорен хороший анатомический результат при использовании пилинга ВПМ (особенно при применении различных модификаций метода инвертированного клапана ВПМ): анатомического закрытия достигают в 98–100% случаев [23–25], не возникают рецидивы МО [26]. При длительно существующих МО применение пилинга также оказалось более эффективным [27].

К негативным последствиям пилинга ВПМ относятся травматизация мюллеровских клеток по данным электронной микроскопии сетчатки, медленное и неполное восстановление по данным электроретинографии [28] и диссоциация слоя нервных волокон сетчатки [29]. В послеоперационном периоде у части пациентов выявляются дефекты в поле зрения (чаще с назальной стороны) [30], однако некоторые исследователи связывают эти изменения не с пилингом ВПМ, а с газо-жидкостным обменом в ходе витрэктомии [31].

Различные модификации метода инвертированного клапана ВПМ доказали свою эф-

фективность и в таких сложных клинических ситуациях, как рецидив МО, сопутствующая миопия высокой степени, отслойка сетчатки [17–19, 32].

Способы проведения оперативного вмешательства в макулярной хирургии совершенствуются, и в последнее время внедряются различные адъюванты, наиболее распространены богатая тромбоцитами плазма (БотП) и аутологичная кондиционированная плазма.

БотП — плазма, получаемая из аутологичной крови человека с концентрацией тромбоцитов до $1000 \times 10^9/\text{л}$ [33]. Первые сообщения о возможности применения БотП в хирургии МО появились в зарубежной литературе в конце XX столетия, с тех пор появились многочисленные модификации [34, 35]. Ряд исследователей придерживаются мнения о необходимости проведения пилинга ВПМ до аппликации БотП [36–39], другие же предлагают проводить оперативное вмешательство без пилинга ВПМ [40, 41]. Существуют данные и о витрэктомии без пилинга с аппликацией раствора фермента (коллагеназы) перед нанесением БотП на зону МО [42].

Применение аппликации БотП продемонстрировало свою эффективность в хирургии ПМО большого диаметра: анатомического закрытия МО достигают в 86–100% случаев [36, 38]. Встречаются упоминания о применении БотП в хирургии ПМО при миопии высокой степени [43], повторных оперативных вмешательствах по поводу МО [44, 45]. Данный метод отличается относительная простота выполнения хирургических манипуляций. Однако применение БотП имеет ряд особенностей, таких как необходимость наличия оборудования для центрифугирования крови, увеличение финансовых затрат для проведения оперативного вмешательства [46].

Процесс получения БотП требует проведения довольно «жёсткого» центрифугирования, что может разрушить тромбоциты и ухудшить свойства полученного материала [47]. Перед оперативным вмешательством необходимо выполнить взятие крови пациента в шприц, центрифугирование крови в специальной пробирке и забор готовой БотП. Нужно отметить, что система в ходе этих действий оказывается «открытой», что связано с возможной контаминацией готовой БотП [47]. В литературе есть сообщения о развитии псевдоувеальной реакции в передней камере и полости стекловидного тела [48].

В публикациях по данной тематике за последние годы всё чаще встречается описание

применения аутологичной кондиционированной плазмы в витреоретинальной, в том числе макулярной хирургии [48–51]. Аутологичную кондиционированную плазму отличает от БоТП более высокая степень очистки получаемой плазмы, обогащённой тромбоцитами, от сторонних элементов крови, в частности лейкоцитов [47]. При применении аутологичной кондиционированной плазмы забор биоматериала производят непосредственно в специально разработанный двойной шприц [48], который центрифугируют. Во внутренний шприц извлекается плазма, обогащённая тромбоцитами, что уменьшает риск инфицирования биологического материала. Крайне низкое содержание лейкоцитов уменьшает риск псевдоувеальной реакции [48].

Таким образом, на сегодняшний день в хирургии ПМО большого диаметра наиболее активно применяют метод инвертированного клапана ВПМ в различных модификациях и аппликацию БоТП в МО. Эти методы демонстрируют высокую анатомо-функциональную эффективность. При использовании модифицированных методов инвертированного клапана ВПМ по сравнению с традиционными методами оперативного вмешательства необходимо более щадящее выполнение хирургических манипуляций, однако это применимо у всех пациентов, не требует выполнения дополнительных манипуляций (забора и центрифугирования крови), дополнительного оборудования. Применение аппликации БоТП отличает простота и удобство выполнения хирургических манипуляций. Однако нужно учитывать риск развития псевдоувеальной реакции, необходимость наличия дополнительного оборудования.

Участие авторов. А.Н.С. — руководство работой, анализ литературы и редактирование текста; Т.Р.Х., Г.А.Х. и П.А.С. — сбор и анализ литературы, написание текста.

Источник финансирования. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов по представленной статье.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нероев В.В., Сарыгина О.И., Бычков П.А. Диагностика и хирургическое лечение идиопатических макулярных разрывов в современной офтальмологии. *Российский офтальмологический журнал*. 2014;(1):86–90. [Neroev VV, Sarygina OI, Bychkov PA. Diagnostics and surgery of idiopathic macular holes in modern ophthalmology. *Russian ophthalmological journal*. 2014;(1):86–90. (In Russ.)]
2. Duker JS, Kaiser PK, Binder S, Smet M, Gaudric A, Reichel E, Sadda S, Sebag J, Spaide R, Stalmans P. The international vitreomacular traction study group classification of vitreomacular adhesion, traction, and macular hole. *Ophthalmology*. 2013;120(12):2611–2619. DOI: 10.1016/j.ophtha.2013.07.042.
3. Chatziralli IP, Theodossiadis PG, Steel DHW. Internal limiting membrane peeling in macular hole surgery; why, when, and how? *Retina*. 2018;38(5):870–882. DOI: 10.1097/IAE.0000000000001959.
4. Stalmans P, Benz MS, Gandorfer A, Kampik A, Girach A, Pakola S. MIVI-TRUST Study Group. Enzymatic vitreolysis with ocriplasmin for vitreomacular traction and macular holes. *N Engl J Med*. 2012;367:606–615. DOI: 10.1056/NEJMoal110823.
5. Chan C, Wessels IF, Friedrichsen EJ. Treatment of idiopathic macular holes by induced posterior vitreous detachment. *Ophthalmology*. 1995;102(5):757–767. DOI: 10.1016/S0161-6420(95)30958-X.
6. Chew EY, Sperduto RD, Hiller R, Nowroozi L, Seigel D, Yanuzzi LA, Burton TC, Seddon JM, Gragoudas ES, Haller JA, Blair NP, Farber M. Clinical course of macular holes. The Eye Disease Case-Control Study. *Arch Ophthalmol*. 1999;117:242–246. DOI: 10.1001/archophth.117.2.242.
7. Самойлов А.Н., Хайбрахманов Т.Р., Фазлеева Г.А., Самойлова П.А. Идиопатический макулярный разрыв: история и современное состояние проблемы. *Вестник офтальмологии*. 2017;133(6):128–134. [Samoylov AN, Khaibrakhmanov TR, Fazleeva GA, Samoylova PA. Idiopathic macular hole: history and status quo review. *Russian annals of ophthalmology*. 2017;133(6):128–134. (In Russ.)] DOI: 10.17116/oftalma20171336131-137.
8. Naresh B, Piyush K, Obuli RN, Olukorede AO, Ashish A, Kim R. Comparison of platelet-rich plasma and inverted internal limiting membrane flap for the management of large macular holes. *Indian Journal of Ophthalmology*. 2020;68(5):880–884. DOI: 10.4103/ijo.IJO_1357_19.
9. Eckardt C, Eckardt U, Groos S, Luciano L, Reale E. Removal of the internal limiting membrane in macular holes. Clinical and morphological findings. *Ophthalmology*. 1997;94:545–551. DOI: 10.1007/s003470050156.
10. Gaudric A, Tadayoni R. *Macular Hole*. *Ryan's Retina*. 6th Edition. London: Elsevier Limited; 2017. 2976 p.
11. Uemoto R, Yamamoto S, Aoki T, Tsukahara I, Yamamoto T, Takeuchi S. Macular configuration determined by optical coherence tomography after idiopathic macular hole surgery with or without internal limiting membrane peeling. *Br J Ophthalmol*. 2002;86:1240–1242. DOI: 10.1136/bjo.86.11.1240.
12. Tadayoni R, Gaudric A, Haouchine B, Massin P. Relationship between macular hole size and the potential benefit of internal limiting membrane peeling. *Br J Ophthalmol*. 2006;90(10):1239–1241. DOI: 10.1136/bjo.2006.091777.
13. Michalewska Z, Michalewski J, Adelman R, Nawrocki J. Inverted internal limiting membrane flap technique for large macular holes. *Ophthalmology*. 2010;117(10):2018–2025. DOI: 10.1016/j.ophtha.2010.02.011.
14. Mahalingam P, Sambhav K. Surgical outcomes of inverted internal limiting membrane flap technique for large macular hole. *Indian J Ophthalmol*. 2013;61(10):601–603. DOI: 10.4103/0301-4738.121090.
15. Kuriyama S, Hayashi H, Jingami Y, Kuramoto N, Akita J, Matsumoto M. Efficacy of inverted internal limiting membrane flap technique for the treatment of macular hole in high myopia. *Am J Ophthalmol*. 2013;156(1):125–131. DOI: 10.1016/j.ajo.2013.02.014.
16. Белый Ю.А., Терещенко А.В., Шкворченко Д.О., Ерохина Е.В., Шилов Н.М. Новая методика формирования фрагмента внутренней пограничной мембраны

в хирургическом лечении больших идиопатических макулярных разрывов. *Офтальмология*. 2015;12(4):27–33. [Beliy YuA, Tereshchenko AV, Shkvorchenko DO, Erokhina EV, Shilov NM. A new technique of inverted internal limiting membrane flap formation in a surgical treatment for large idiopathic macular holes. *Ophthalmology in Russia*. 2015;12(4):27–33. (In Russ.)] DOI: 10.18008/1816-5095-2015-4-27-33.

17. Самойлов А.Н., Хайбрахманов Т.Р., Фазлеева Г.А., Фазлеева М.А., Самойлова П.А. *Способ хирургического лечения полного макулярного отверстия большого диаметра при миопии высокой степени*. Патент РФ на изобретение №2684183. Бюллетень №10 от 04.04.2019. [Samoylov AN, Khaibrakhmanov TR, Fazleeva GA, Fazleeva MA, Samoylova PA. *A method for surgical treatment of a large diameter complete macular hole in high myopia*. Patent for invention RF No. 2684183. Bulletin No. 10, issued at 04.04.2019. (In Russ.)]

18. Самойлов А.Н., Хайбрахманов Т.Р., Фазлеева Г.А., Самойлова П.А., Фазлеева М.А. *Способ хирургического лечения полного макулярного отверстия, ставшего причиной ретинальной отслойки сетчатки*. Патент РФ на изобретение №2715989. Бюллетень №7 от 04.03.2020. [Samoylov AN, Khaibrakhmanov TR, Fazleeva GA, Samoylova PA, Fazleeva MA. *A method for surgical treatment of a complete macular hole that caused rhegmatogenous retinal detachment*. Patent for invention RF No. 2715989. Bulletin No. 7, issued at 04.03.2020. (In Russ.)]

19. Самойлов А.Н., Гайнутдинов Р.И. *Способ хирургического лечения рецидивирующего макулярного разрыва*. Патент РФ на изобретение №2633338. Бюллетень №2 от 11.10.2017. [Samoylov AN, Gainutdinov RI. *The method of surgical treatment of recurrent macular rupture*. Patent for invention RF No. 2633338. Bulletin No. 2, issued at 11.10.2017. (In Russ.)]

20. Shin MK, Park KH, Park SW, Byon IS, Lee JE. Perfluoro-n-octane-assisted single-layered inverted internal limiting membrane flap technique for macular hole surgery. *Retina*. 2014;34(9):1905–1910. DOI: 10.1097/IAE.0000000000000339.

21. Самойлов А.Н., Мухаметзянова Г.М. Опыт хирургического лечения идиопатических макулярных разрывов большого диаметра. *Современные технологии в офтальмологии*. 2017;(1):259–261. [Samoylov AN, Mukhametzyanova GM. The experience of surgical treatment of large idiopathic macular holes. *Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii*. 2017;(1):259–261. (In Russ.)]

22. Andrew N, Chan WO, Tan M, Ebnetter A, Gilhota JS. Modification of the inverted internal limiting membrane flap technique for the treatment of chronic and large macular holes. *Retina*. 2016;36(4):834–837. DOI: 10.1097/IAE.0000000000000931.

23. Самойлов А.Н., Фазлеева Г.А., Хайбрахманов Т.Р., Самойлова П.А., Фазлеева М.А. Ретроспективный анализ результатов хирургического лечения макулярных разрывов большого диаметра (собственный опыт). *Казанский медицинский журнал*. 2018; 99(2):341–344. [Samoylov AN, Fazleeva GA, Khaibrakhmanov TR, Samoylova PA, Fazleeva MA. A retrospective analysis of the results of surgical treatment of large macular hole. *Kazan Medical Journal*. 2018;99(2):341–344. (In Russ.)]. DOI: 10.17816/KMJ2018-341.

24. Захаров В.Д., Кислицына Н.М., Колесник С.В., Новиков С.В., Колесник А.И., Веселкова М.П. Современные подходы к хирургическому лечению сквозных идиопатических макулярных разрывов большого диаметра (обзор литературы). *Практическая медици-*

на. 2018;(3):64–70. [Zakharov VD, Kislicyna NM, Kolesnik SV, Novikov SV, Kolesnik AI, Veselkova MP. Modern approaches to surgical treatment of full-thickness large idiopathic macular holes (literature review). *Prakticheskaya meditsina*. 2018;(3):64–70. (In Russ.)]

25. Самойлов А.Н., Фаттахиева Г.И. Исследование фовеолярной светочувствительности при хирургическом лечении пациентов с полным макулярным отверстием большого диаметра. *Вестник национально-го медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова*. 2020;15(1):74–77. [Samojlov AN, Fattahieva GI. The study of foveolar photosensitivity of a large diameter macular hole in the surgical treatment. *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center*. 2020;15(1):74–77. (In Russ.)] DOI: 10.25881/BPNMSC.2020.19.52.014.

26. Kumagai K, Furukawa M, Ogino N, Uemura A, Demizu S, Larson E. Vitreous surgery with and without internal limiting membrane peeling for macular hole repair. *Retina*. 2004;24(5):721–727. DOI: 10.1097/00006982-200410000-00006.

27. Tognetto D, Grandin R, Sanguinetti G, Minuto-la D, Nicola MD, Mascio RD, Ravalico G. Internal limiting membrane removal during macular hole surgery. Results of a multicenter retrospective study. *Ophthalmology*. 2006;113:1401–1410. DOI: 10.1016/j.ophtha.2006.02.061.

28. Terasaki H, Miyake Y, Nomura R, Piao CH, Hori K, Niwa T, Kondo M. Focal macular ERGs in eyes after removal of macular ILM during macular hole surgery. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2001;42(1):229–234. PMID: 11133873.

29. Ito Y, Terasaki H, Takahashi A, Yamakoshi T, Kondo M, Nakamura M. Dissociated nerve fiber layer appearance after internal limiting membrane peeling for idiopathic macular holes. *Ophthalmology*. 2005;112(8):1415–1420. DOI: 10.1016/j.ophtha.2005.02.023.

30. Haritoglou C, Gass CA, Schaumberger M, Gaudorfer A, Ulbig MW, Kampik A. Long-term follow-up after macular hole surgery with internal limiting membrane peeling. *Am J Ophthalmol*. 2002;134(5):661–666. DOI: 10.1016/s0002-9394(02)01751-8.

31. Hangai M, Ojima Y, Gotoh N, Inoue R, Yasuno Y, Makita S, Yamanari M, Yatagai T, Kita M, Yoshimura N. Three-dimensional imaging of macular holes with high-speed optical coherence tomography. *Ophthalmology*. 2007; 114:763–773. DOI: 10.1016/j.ophtha.2006.07.055.

32. Самойлов А.Н., Хайбрахманова Г.А., Хайбрахманов Т.Р. Опыт хирургического лечения идиопатических макулярных разрывов большого диаметра. *Современные технологии в офтальмологии*. 2020;(4):282–283. [Samoylov AN, Khaibrakhmanova GA, Khaibrakhmanov TR. Surgical treatment of a full-thickness macular hole — induced retinal detachment. *Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii*. 2020;(4):282–283. (In Russ.)] DOI: 10.25276/2312-4911-2020-4-282-283.

33. Федосеева Е.В., Ченцова Е.В., Боровкова Н.В., Алексеева И.Б., Романова И.Ю. Морфофункциональные особенности плазмы, богатой тромбоцитами, и её применение в офтальмологии. *Офтальмология*. 2018;15(4):388–393. [Fedoseeva EV, Chentsova EV, Borovkova NV, Alekseeva IB, Romanova IYu. Morphofunctional Peculiarities of Platelet Rich Plasma and Its Application in Ophthalmology. *Ophthalmology in Russia*. 2018;15(4):388–393. (In Russ.)] DOI: 10.18008/1816-5095-2018-4-388-393.

34. Gaudric A, Massin P, Paque M, Santiago PY, Guez JE, Gargasson JF, Mundler O, Drouet L. Autologous platelet concentrate for the treatment of full-thickness macular holes. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 1995;233(9):549–554. DOI: 10.1007/BF00404704.

35. Korobelnik JF, Hannouche D, Belayachi N, Branger M, Guez JE, Hoang-Xuan T. Autologous platelet concentrate as an adjunct in macular hole healing: a pilot study. *Ophthalmology*. 1996;103(4):590–594. DOI: 10.1016/s0161-6420(96)30648-9.
36. García-Arumí J, Martínez V, Puig J, Corcostegui B. The role of vitreoretinal surgery in the management of myopic macular hole without retinal detachment. *Retina*. 2001;21(4):332–338. DOI: 10.1097/00006982-200108000-00006.
37. Engelmann K, Sievert U, Hölig K, Wittig D, Weßlau S, Domann S, Siegert G, Valtink M. Effect of autologous platelet concentrates on the anatomical and functional outcome of late stage macular hole surgery: A retrospective analysis. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*. 2015;58(11–12):1289–1298. DOI: 10.7759/cureus.955.
38. Shkvorchenko DO, Zakharov VD, Krupina EA, Pismenskaya VA. Surgical treatment of primary macular hole using platelet-rich plasma. *Fedorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2017;3:27–30. DOI: 10.25276/0235-4160-2017-3-27-30.
39. Coca M, Makkouk F, Picciani R, Godley B, El-keeb A. Chronic traumatic giant macular hole repair with autologous platelets. *Cureus*. 2017;9(1):955. DOI: 10.7759/cureus.955.
40. Cheung CMG, Munshi V, Mughal S, Mann J, Hero M. Anatomical success rate of macular hole surgery with autologous platelet without internallimiting membrane peeling. *Eye*. 2005;19(11):1191–1193. DOI: 10.1038/sj.eye.6701733.
41. Konstantinidis A, Hero M, Nanos P, Panos G. Efficacy of autologous platelets in macular hole surgery. *Clin Ophthalmol*. 2013;7:745. DOI: 10.2147/OPTH.S44440.
42. Лыскин П.В., Макаренко И.Р. *Способ хирургического лечения макулярных отверстий*. Патент РФ на изобретение №2695622. Бюллетень №21 от 24.07.2019. [Lyskin PV, Makarenko IR. *The method of surgical treatment of macular holes*. Patent for invention RF No. 2695622. Bulletin No. 21, issued at 24.07.2019. (In Russ.)]
43. Figueroa M, Govetto A, Arriba-Palomero P. Short-term results of platelet-rich plasma as adjuvant to 23-G vitrectomy in the treatment of high myopic macular holes. *Eur J Ophthalmol*. 2015;26(5):491–496. DOI: 10.5301/ejo.5000729.
44. Purtskhvanidze K, Frühsorger B, Bartsch S, Hedderich J, Roeder J, Treumer F. Persistent full-thickness idiopathic macular hole: Anatomical and functional outcome of vitrectomy with autologous platelet concentrate or autologous whole blood. *Ophthalmologica*. 2018;239(1):19–26. DOI: 10.1159/000481268.
45. Kim JY, Kwon OW. Vitrectomy for refractory macular hole. *Retin Cases Brief Rep*. 2015;9(4):265–268. DOI: 10.1097/ICB.0000000000000183.
46. Engelmann K, Sievert U, Hölig K, Wittig D, Weßlau S, Domann S, Siegert G, Valtink M. Wirkung von autologem Thrombozytenkonzentrat auf den anatomischen und funktionellen Erfolg bei der Chirurgie des Makulaforamens im Spätstadium. *Bundesgesundheitsbl*. 2015;58:1289–1298. DOI: 10.1007/s00103-015-2251-1.
47. Файзрахманов Р.Р., Крупина Е.А., Павловский О.А., Ларина Е.А., Суханова А.В., Карпов Г.О. Анализ богатой тромбоцитами плазмы, полученной различными способами. *Medline.ru. Российский биомедицинский журнал*. 2019;20:363–372. [Fayzrahmanov RR, Krupina EA, Pavlovskiy OA, Larina EA, Sukhanova AV, Karpov GO. Analysis of platelet-rich plasma obtained in various ways. *Medline.ru. Rossiyskiy biomeditsinskiy zhurnal*. 2019;20:363–372. (In Russ.)]
48. Арсютов Д.Г. Использование нового типа обогащённой тромбоцитами плазмы — аутологичной кондиционированной плазмы (АСП) — в хирургии регматогенной отслойки сетчатки с большими и множественными разрывами, отрывом от зубчатой линии. *Современные технологии в офтальмологии*. 2019;(1):22–25. [Arsyutov DG. The use of a new type of platelet-rich plasma — autologous conditioned plasma (acp) in the surgery of rhegmatogenous retinal detachment with large and multiple breaks, abruption from the dentate line. *Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii*. 2019;(1):22–25. (In Russ.)] DOI: 10.25276/2312-4911-2019-1-22-25.
49. Арсютов Д.Г. Использование аутологичной кондиционированной плазмы, обогащённой тромбоцитами, в хирургии регматогенной отслойки сетчатки с центральным и периферическими разрывами. *Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. 2019;4(4):61–65. [Arsyutov DG. Use of Autologous Conditioned Platelet Rich Plasma in the Surgery of Rhegmatogenous Retinal Detachment with Central and Peripheral Tears. *Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. 2019;4(4):61–65. (In Russ.)] DOI: 10.29413/ABS.2019-4.4.8.
50. Бикбов М.М., Зайнуллин Р.М., Гильманшин Т.Р., Зиннатуллин А.А., Гиззатов А.В. Богатая тромбоцитами аутоплазма крови (АСП) — новый «инструмент» в макулярной хирургии. *Точка зрения. Восток — Запад*. 2020;(2):33–35. [Bikbov MM, Zainullin RM, Gilmanshin TR, Zinnatullin AA, Gizzatov AV. The results of large macular hole surgery using Autologous conditioned plasma. *Tochka zreniya. Vostok — Zapad*. 2020;(2):33–35. (In Russ.)] DOI: 10.25276/2410-1257-2020-2-33-35.
51. Акулов С.Н., Кабардина Е.В., Бронникова Н.С. Применение аутологичной кондиционированной плазмы в хирургическом лечении отслойки сетчатки, осложнённой макулярным разрывом. *Современные технологии в офтальмологии*. 2020;(1):88–90. [Akulov SN, Kabardina EV, Bronnikova NS. Application of autologous conditioned plasma in surgical treatment of retinal detachment complicated by macular hole. *Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii*. 2020;(1):88–90. (In Russ.)] DOI: 10.25276/2312-4911-2020-2-88-90.

Сведения об авторах

Самойлов Александр Николаевич, докт. мед. наук, проф., зав. каф., каф. офтальмологии, ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России; врач-офтальмолог, ГАУЗ «РКОБ МЗ РТ им. проф. Е.В. Адамюка»; samoilovan16@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0863-7762>

Хайбрахманов Тимур Рамилевич, асс., каф. офтальмологии, ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России; врач-офтальмолог ГАУЗ «РКОБ МЗ РТ им. проф. Е.В. Адамюка»; tim2317@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2147-0154>

Хайбрахманова Гульчачак Айратовна, асс., каф. офтальмологии, ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава

России; врач-офтальмолог ГАУЗ «РКОБ МЗ РТ им. проф. Е.В. Адамюка»; gulchachak.93@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0089-6527>

Самойлова Полина Александровна, студ., ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России; polina.student@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7139-4033>

Author details

Aleksandr N. Samoylov, MD, D. Sci. (Med.), Prof., Head, Depart. of Ophthalmology, Kazan State Medical University, Kazan; Ophthalmologist, Republican Clinical Ophthalmologic Hospital, Kazan; samoilovan16@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0863-7762>

Timur R. Khaibrakhmanov, MD, Assistant, Depart. of Ophthalmology, Kazan State Medical University, Kazan; ophthalmologist Republican Clinical Ophthalmologic Hospital, Kazan, Russia; tim2317@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2147-0154>

Gul'chachak A. Khaibrakhmanova, MD, Assistant, Depart. of Ophthalmology, Kazan State Medical University, Kazan, Russia; ophthalmologist Republican Clinical Ophthalmologic Hospital, Kazan; gulchachak.93@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0089-6527>

Polina A. Samoylova, stud., Kazan State Medical University, Kazan, Russia; polina.student@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7139-4033>