



ОБОЗРЫ ЛИТЕРАТУРЫ LITERATURE REVIEW

Обзор литературы
УДК 617.7-089:617.735
DOI: <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2022-3-50-56>

Факторы, влияющие на эффективность витреоретинальной хирургии при пролиферативной диабетической ретинопатии

М.Р. Каланов, К.И. Кудоярова
Уфимский НИИ глазных болезней, Уфа

РЕФЕРАТ

В обзоре литературы представлены актуальные хирургические методы лечения пролиферативной диабетической ретинопатии. Проведен подробный анализ современных представлений об анатомическом состоянии витреомакулярного интерфейса в норме и при патологических состояниях в заднем отрезке глаза. Описаны значимые звенья патогенеза в формировании витреомакулярной адгезии, тракционного синдрома и эпиретинальных мембран в ходе диабетического пролиферативного процесса.

Изучение результатов инструментально-диагностических исследований и клинико-морфологических параметров структур витреоретинального пространства позволило в полной мере раскрыть суть патологического процесса манифестации и развития данной патологии.

Ключевые слова: диабетическая ретинопатия, витреомакулярный интерфейс, витрэктомия, эпиретинальная мембрана

Для цитирования: Каланов М.Р., Кудоярова К.И. Факторы, влияющие на эффективность витреоретинальной хирургии при пролиферативной диабетической ретинопатии. Точка зрения. Восток – Запад. 2022;3: 50–56. <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2022-3-50-56>

Автор, ответственный за переписку: Каланов Марат Римович, kalanov_marat@mail.ru

Literature review

Factors affecting to effectiveness of vitreoretinal surgery for proliferative diabetic retinopathy

M.R. Kalanov, K.I. Kudoyarova
Ufa Eye Research Institute, Ufa

ABSTRACT

The literature review presents current surgical methods for the treatment of proliferative diabetic retinopathy. A detailed analysis of modern ideas about the anatomical state of the vitreomacular interface in normal and pathological conditions in the posterior segment of the eye was carried out. Significant links of pathogenesis in the formation of vitreomacular adhesion, traction syndrome and epiretinal membranes during the diabetic proliferative process are described.

Significant links of pathogenesis in the formation of vitreomacular adhesion, traction syndrome and epiretinal membranes during the diabetic proliferative process are described. The study of the results of instrumental diagnostic studies and clinical and morphological parameters of the structures of the vitreoretinal space made it possible to fully reveal the essence of the pathological process of manifestation and development of this pathology.

Keywords: diabetic retinopathy, vitreomacular interface, vitrectomy, epiretinal membrane

For quoting: Kalanov M.R., Kudoyarova K.I. Factors affecting to effectiveness of vitreoretinal surgery for proliferative diabetic retinopathy. Point of view. East – West. 2022;3: 50–56. <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2022-3-50-56>

Corresponding author: Kalanov Marat Rimovich, MD, E-mail: kalanov_marat@mail.ru

С внедрением витрэктомии (ВЭ) хирургический метод лечения пролиферативной диабетической ретинопатии (ПДР) начал активно развиваться. Витрэктомия относится к патогенетическому методу лечения, поскольку удаление стекловидного тела (СТ), иссечение или сегментирование фиброглиальной ткани (ФГТ) разрывает цепь патологических процессов в ди-

абетическом глазу. В результате этого происходит замедление прогрессирования ПДР [1, 2], уменьшение отека сетчатки [3], восстановление прозрачности витреальной полости, устранение тракционных воздействий на сетчатку со стороны ФГТ [4]. Также проведение ВЭ у больных ПДР выравнивает уровень оксигенации в полости СТ [5]. По мнению многих авторов, после ВЭ от-

мечается стабилизация пролиферативного процесса у больных с ПДР [6–8].

Оценивая результаты ВЭ, многие исследователи после ее выполнения отмечают улучшение остроты зрения (ОЗ) у 51–75 % пациентов с ПДР [9, 10]. По данным ряда авторов, выполнение ВЭ на ранних стадиях ПДР позволяет примерно в 80 % случаев добиться улучшения ОЗ до 0,5 и более и в 44 % случаев стабилизировать зрительные функции и снизить частоту осложнений в отдаленные сроки после операции [8, 11].

Стремление офтальмохирургов к малоинвазивному и безопасному витреоретинальному вмешательству (ВРВ) обусловлено наиболее благоприятными результатами. Необходимо отметить, что до 1990 года все ВРВ выполнялись с использованием инструментария калибра 20 Gauge (Ga), но после сообщения в указанном году de E. Juan et al. об использовании витреотома 25 Ga диаметром 0,5 мм офтальмохирурги стали применять его [12]. Разработанные в 2002 г. инфузионные микроканоулы и интравитреальные инструменты также диаметром 0,5 мм положили начало «трансконъюнктивальной бесшовной ВЭ 25 Ga» [13], которая через несколько лет стала доступной в России [14]. Позже технология 23 Ga (0,72 мм) появилась как компромисс между жестким (20 Ga) и тонким (25 Ga) витреотомами [15]. Наконец, технология 27 Ga ВЭ (0,4 мм) стала дальнейшим шагом к снижению интраоперационной травмы и послеоперационной воспалительной реакции в первую очередь за счет гарантированной и надежной самогерметизации склеральных тоннелей [16]. В последующие годы была разработана вся основная «палитра» инструментария для самой щадящей витреоретинальной хирургии, а в 2010 году доктор Y. Oshima продемонстрировал полноценную 27 Ga ВЭ [17].

При выраженном пролиферативном процессе и плотном сращении ФГТ с сетчаткой целесообразно применение бимануальной техники (4-портовая 25/27 Ga ВЭ) с применением современной осветительной системы (осветителя) «Шандельер» (при нативном хрусталике — в 4 мм от лимба, при артификации или афакии — в 3 мм) [6].

В настоящее время показаниями для проведения ВРВ при ПДР являются: витреоретинальные тракции в сочетании с гемофтальмом, не позволяющим выполнить лазеркоагуляцию сетчатки; активная неоваскуляризация сетчатки (или переднего сегмента) в сочетании с гемофтальмом; рецидивирующий гемофтальм; диабетический макулярный отек с наличием витреомакулярной тракции или фиброза внутренней пограничной мембраны (ВПМ) сетчатки; формирование эпиретинальной мембраны (ЭРМ) с тангенциальными тракциями; тракционная отслойка сетчатки — ОС (или угроза ее развития), захватывающая макулярную зону; тракционно-регатогенная отслойка сетчатки (РОС) [6].

Задачей хирурга при выполнении ВЭ является по возможности полное (тотальное, субтотальное) удале-

ние СТ, при возможности с полным иссечением и удалением ФГТ, адекватное (в полном объеме) проведение интраоперационной эндолазерной коагуляции сетчатки (ЭЛКС). Это позволяет восстановить прозрачность витреальной полости, устранить тракционные воздействия на сетчатку, стабилизировать пролиферативный процесс [18].

Массивная неоваскуляризация сетчатки и ФГТ являются основными факторами, ограничивающими возможности хирурга и приводящими к наиболее частым осложнениям ВЭ — массивным рецидивирующим кровоизлияниям в послеоперационном периоде и ОС, что требует дополнительных вмешательств.

Опубликованный в 2015 году Кокрейновский обзор (Cochrane Database of Systematic Reviews), основанный на анализе 12 рандомизированных клинических исследований (654 глаза), посвященных изучению влияния предварительного интравитреального введения (ИВВ) ингибитора ангиогенеза (ИА) на выраженность и частоту развития геморрагических осложнений после ВЭ, выполненной при ПДР, показал обнадеживающие клинические результаты. При этом в резюмирующей части обзора указывается целесообразность дальнейшего изучения этого направления, в частности, в аспекте обоснования сроков ИВВ ИА перед операцией и развития методологии в целом [19].

По данным отечественных исследователей было определено, что оптимальный срок для проведения ВЭ составляет 10–14 суток после предварительного ИВВ ИА. Этот срок обусловлен максимальным регрессом неоваскуляризации и минимальным тракционным воздействием на сетчатку, что было подтверждено ежедневным проведением оптической когерентной томографии (ОКТ) макулярной области (МО) с оценкой изменения расстояния (натяжения) патологического витреомакулярного интерфейса и колориметрическим анализом снимков глазного дна [20]. При сроке более 14 суток после ИВВ ИА наблюдался рецидив неоваскуляризации в составе ФГТ (на 23 сутки) и отмечалось усиление тракционного компонента с ее стороны, что привело к повышению риска развития локальной тракционной ОС в 36,6 % случаев, а в одном случае даже к формированию ламеллярного макулярного разрыва (1/30) [21].

Также было установлено, что проведение ВЭ в период между 10 и 14 днями после предварительного ИВВ ИА, способствует снижению риска развития интраоперационных геморрагических осложнений в 4,2 раза, частоты применения перфторорганических соединений (ПФОС) — в 3,7 раза, использованию газовой тампонады — в 2,9 раза и облегчению проведения оперативного вмешательства, в сравнении с результатами ВЭ, выполненной в сроки от 1 месяца [22].

В настоящее время многие витреоретинальные хирурги при проведении ВЭ по поводу ПДР делают интраоперационную ЭЛКС, которая может быть панретинальной или локальной вокруг участков неоваскуляри-

зации, ретинальных разрывов и ятрогенных ретиномий. Цель ее выполнения — регресс ангиогенеза и профилактика интра- и послеоперационных осложнений (отслойки сетчатки, рецидивирующего гемофтальма, фиброваскулярной пролиферации, неоваскулярной глаукомы, рубцеоза радужки и т.д.) [1, 6–8, 23].

По данным научной литературы, витреальная полость на различных стадиях ПДР тампонируется всеми известными заместителями СТ. Опубликованные данные были настолько разноречивы, что дальнейшее изучение вопроса тампонады витреальной полости при ПДР остается весьма актуальной задачей [24].

Одним из обязательных условий при проведении ВЭ является необходимость замещения СТ с целью:

- поддержания объема витреальной полости и сохранения анатомо-топографических особенностей строения глазного яблока;

- обеспечения среды проведения операции;
- выбор тампонады витреальной полости [25, 26].

Для тампонады витреальной полости используются:

- сбалансированный солевой раствор, являющийся универсальным средством замещения СТ при ВЭ, так как обладает прозрачностью и низкой вязкостью. Однако недостаток «водной среды» заключается в том, что она хорошо смешивается с биологическими жидкостями (например, с излившейся кровью), в связи с чем нарушается ее прозрачность и, следовательно, ухудшается визуальный контроль во время операции;

- газовые среды/смеси (SF₆, C₂F₆, C₃F₈ или др.), стерильный воздух, газоздушная смесь (ГВС) в соответствующих разведениях. При заполнении витреальной полости ГВС у хирурга должна быть высокая степень уверенности в отсутствии крупных ретинальных разрывов (преимущественно в нижних отделах глазного дна), риска послеоперационных геморрагических осложнений. Для этого можно применить тест: перед завершением операции на некоторое время (10–15 секунд) остановить подачу солевого раствора (или стерильного воздуха) в витреальную полость. Если при возникшей во время теста гипотонии появляется кровотечение, то нужно выполнить дополнительный гемостаз или выбрать другой заместитель СТ — ПФОС или силиконовое масло (СМ);

- ПФОС или СМ высокой плотности с целью адаптации и фиксирования внутренних оболочек глаза при их тракционно-РОС. При выраженном интраоперационном кровотечении также применяются «тяжелые» заместители СТ, которые обладают высокими оптическими свойствами и не смешиваются с кровью [27, 28].

Однако, несмотря на успехи витреоретинальной хирургии в лечении больных с ПДР, послеоперационные осложнения, по данным литературы, встречаются в 20–41 % случаев [8].

Одним из серьезных послеоперационных осложнений считается ОС, которая развивается в 7–20 % случаев в связи с неполной ликвидацией тракционных воздействий, наличием разрывов сетчатки или сокращением

неудаленных периферических пролиферативных мембран [29].

Рецидивирующие кровоизлияния в витреальную полость встречаются в 15–25% случаев, источниками которых могут быть сосуды цилиарного тела, склеры и эписклеры в области склеротомических отверстий, остатки ФГТ, дефекты сетчатки, переднегиалоидная пролиферация, фиброваскулярные вращающиеся и послеоперационная гипотония [18, 30].

У прооперированных больных с ПДР в отдаленном послеоперационном периоде, по данным литературы, неоваскулярная глаукома возникает в 2–9,4 % случаев, субатрофия глазного яблока — в 5,4–14 % [29, 31].

Кроме вышеперечисленных послеоперационных осложнений, нередко в авитреальных глазах наблюдался тракционный отек МО за счет образования вторичной ЭРМ [32]. В большинстве случаев ЭРМ возникает вследствие пролиферативного ответа (миграция клеток ретинального пигментного эпителия, глиальных клеток, моноцитов и макрофагов) на хирургическое вмешательство, чаще в глазах с силиконовой тампонадой витреальной полости (вследствие искусственно сформированного ретросиликонового пространства), в том числе и при ПДР [33].

Группой исследователей были продемонстрированы преимущества удаления ВПМ при ВЭ, которая в диабетических глазах оказалась в несколько раз толще, чем в норме [34]. Витрэктомию в сочетании с пилингом ВПМ в лечении рефрактерного диабетического или тракционного МО (со стороны ВПМ/ЭРМ) на фоне ПДР способствует значительному его регрессу, стабилизации процесса и улучшению зрительных функций [35].

На сегодняшний день проведено достаточное количество исследований, посвященных выявлению частоты формирования вторичной ЭРМ при различной витреоретинальной патологии, в частности, при ПДР (табл.).

В ряде публикаций исследователи отмечают снижение ОЗ в отдаленном послеоперационном периоде (от 6 до 36 мес.) после мембранопилинга при различной ВРП. Данный факт они связывают с целым рядом причин: избыточным интраоперационным внутриглазным давлением (ВГД), фототоксическим воздействием эндоосветителей, тракционной интраоперационной индукцией задней гиалоидной мембраны [47, 48].

В единичных публикациях причиной снижения ОЗ и появления дефектов поля зрения считают развивающуюся в отдаленном послеоперационном периоде диссоциацию слоя нервных волокон сетчатки (Dissociated optic nerve fiber layer), которая может произойти вследствие удаления ВПМ [49, 50].

Учитывая вышесказанное, перспективным выглядит вариант частичного сохранения ВПМ в фовеолярной области при хирургии ПДР с целью профилактики тангенциальных тракций в случае эпиретинального фиброобразования и / или развития диссоциации слоя нервных волокон сетчатки.

Таблица

Исследования, посвященные выявлению частоты формирования вторичной ЭРМ после ВЭ с дифференцированным подходом к пилингу ВПМ при различной витреоретинальной патологии

Table

Studies devoted to identifying the frequency of secondary ERM formation after VE with a differentiated approach to ELM peeling in various vitreoretinal pathologies

ВРП VRP	Автор / исследование Author / research	Частота ЭРМ (%) ERM frequency (%)		Срок наблюдения (мес.) / тампонада Follow-up period (months) / tamponade
		с пилингом ВПМ with peeling VPM	без пилинга ВПМ without peeling VPM	
РОС TRD	Schocket L.S. et al., 2006 [36]	–	59,0	5 / СМ
	Katira R.C. et al., 2008 [37]	–	12,8	– / СМ
	Wakabayashi T. et al., 2009 [38]	–	23,0	12 / СМ
	Delolme M.P. et al., 2012 [39]	–	64,1	– / СМ
	Nam K.Y., Kim J.Y., 2015 [40]	0	21,5	12 / СМ
ПВР* PVR*	Silicone Study Group, 1992 [41]	–	15,0	36 / СМ
РОС + ПВР TRD + PVR	Kiss C. G. et al., 2007 [42]	–	20,5	– / СМ
	Odrobina D.C., 2010 [43]	0	17,6	6 / СМ
ПДР PDR	Michalewska Z. et al., 2013 [44]	24,0		24/СМ, ГВС
			49,0	60/СМ, ГВС
	Bikbov M.M. et al., 2017–2019 [45, 46]	0	96,2	12 / СМ
		0	36,0	12 / ГВС

Примечание: ПВР – пролиферативная витреоретинопатия.

Note: PVR – proliferative vitreoretinopathy, TRD-traction rhegmatogenous detachment.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог данному обзору литературы, можно заключить, что успех хирургического лечения пациентов с пролиферативной диабетической ретинопатией зависит от многих факторов: выполнения его в оптимальные сроки после предварительного интравитреального введения ингибитора ангиогенеза; сохранения морфологии сетчатки при удалении фиброглияльной ткани при использовании бимануальной техники витрэктомии; дифференцированного подхода к пилингу внутренней пограничной мембраны с возможностью его частичного сохранения в фовеолярной зоне; интраоперационного гемостаза и эндолазерной коагуляции

сетчатки; выбора соответствующих заместителей стекловидного тела; своевременного проведения дополнительных витреоретинальных вмешательств, связанных с силиконовой тампонадой, рецидивов кровоизлияний и отслойки сетчатки, эпиретинального фиброзирования.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Cruz-Iñigo YJ, Berrocal MH. Twenty-seven-gauge vitrectomy for combined tractional and rhegmatogenous retinal detachment involving the macula associated with proliferative diabetic retinopathy. *Int. J. Retina and Vitreous*. 2017;3(1):38. doi: <https://doi.org/10.1186/s40942-017-0091-x>
2. Zhao X, Xia S, Chen Y. Antivascular endothelial growth factor agents pretreatment before vitrectomy for complicated

- proliferative diabetic retinopathy: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Br. J. Ophthalmol.* 2018;102(8):1077–1085. doi: <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2017-311344>
3. Diabetic Retinopathy Clinical Research Network. Vitrectomy outcomes in eyes with diabetic macular edema and vitreomacular traction. *Ophthalmology.* 2010;117(6):1087–1093. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2009.10.040>
 4. Yamamoto T, Hitani K, Tsukahara I, Yamamoto S, Kawasaki R, Yamashita H, Takeuchi S. Early postoperative retinal thickness changes and complications after vitrectomy for diabetic macular edema. *Am. J. Ophthalmol.* 2003;135(1):14–19. doi: [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(02\)01819-6](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(02)01819-6)
 5. Амханицкая Л.И. Изменение стекловидного тела при различных патологических состояниях глазного яблока. *Росс. детская офтальмология.* 2014;2:41–50. [Amkhanitskaya LI. Alterations of vitreous body in various pathological conditions of eyeball. *Rossiyskaya detskaya oftalmologiya.* 2014;2:41–50. (In Russ.)]
 6. Казайкин В.Н. Диабетическая ретинопатия: Клиника, диагностика и лечение: Методические рекомендации по специальности «Офтальмология». – М., ООО «НПЦ Мединформ»; 2016:27–29. [Kazaikin VN. *Diabeticheskaya retinopatiya: klinika, diagnostika i lechenie.* М.: ООО «NPTs Medinform»; 2016. Accessed February 2, 2018. (In Russ.)] <http://eyeclinic.ru/upload/fayly-dlya-zagruzki/DiabetRetina.pdf>
 7. Шкворченко Д.О., Левина Л.В. К вопросу о тактике хирургического лечения пролиферативной диабетической ретинопатии, осложненной передней пролиферативной витреоретинопатией. *Офтальмохирургия.* 2006;1:29–32. [Shkvorchenko DO., Levina L. K voprosu o taktike khirurgicheskogo lecheniya proliferativnoi diabeticheskoi retinopatii, oslozhnennoi perednei proliferativnoi vitreoretinopatii. *Oftal'mokhirurgiya.* 2006;1:29–32. (In Russ.)]
 8. Yau GL, Silva PS, Arrigg PG, Sun JK. Postoperative Complications of Pars Plana Vitrectomy for Diabetic Retinal Disease. *Seminars in ophthalmology.* Taylor & Francis. 2018;33(1):126–133. doi: <https://doi.org/10.1080/08820538.2017.1353832>
 9. Oellers P, Mahmoud TH. Surgery for proliferative diabetic retinopathy: new tips and tricks. *Journal of ophthalmic & vision research.* 2016;11(1):93. doi: <https://doi.org/10.4103/2008-322x.180697>
 10. Hamill EB, Ali SF, Weng CY. An Update in the Management of Proliferative Diabetic Retinopathy. *Int. Ophthalmology Clinics.* 2016;56(4):209–225. doi: <https://doi.org/10.1097/iao.0000000000000136>
 11. Scanlon PH. Why do patients still require surgery for the late complications of Proliferative Diabetic Retinopathy? *Eye.* 2010;24(3):435–440. doi: <https://doi.org/10.1038/eye.2009.320>
 12. de Juan E, Hickingbotham D. Refinements in microinstrumentation for vitreous surgery. *Am. J. Ophthalmol.* 1990;109(2):218–220. doi: [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(14\)75990-2](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(14)75990-2)
 13. Fujii GY, de Juan E, Humayun MS, Pieramici DJ, Chang TS, Ng E, Somerville DN. A new 25-gauge instrument system for transconjunctival sutureless vitrectomy surgery. *Ophthalmology.* 2002;109(10):1807–1812. doi: [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(02\)01179-x](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(02)01179-x)
 14. Тахчиди Х.П., Метаев С.А., Глинчук Н.Я. Комбинированная техника эндовитреальной хирургии глаза с использованием системы 25-го калибра. *Современные технологии лечения витреоретинальной патологии.* 2006; 177–183. [Takhchidi KhP, Metaev SA, Glinchuk NYa. *Kombinirovannaya tekhnika chndovitreal'noi khirurgii glaza s ispol'zovaniem sistemy 25-go kalibra. Sovremennye tekhnologii lecheniya vitreoretinal'noi patologii.* 2006; 177–183 (In Russ.)]
 15. Eckardt C. Transconjunctival sutureless 23-gauge vitrectomy. *Retina.* 2005;25(2):208–211. doi: <https://doi.org/10.1097/00006982-200502000-00015>
 16. Алпатов С.А., Щуко А.Г., Малышев В.В. Лечение помутнений стекловидного тела с помощью 27Ga-витректоми. *РМЖ. Клин. офтальмология.* 2011;2:73–74. [Alpatov SA, Shchuko AG, Malyshev VV. *Lechenie pomutnenii steklovidnogo tela s pomoshch'yu 27Ga-vitrektomii.* RMZH. *Klin. oftal'mologiya.* 2011;2:73–74. (In Russ.)]
 17. Oshima Y, Wakabayashi T, Sato T, Ohji M, Tano Y. A 27-gauge instrument system for transconjunctival sutureless microincision vitrectomy surgery. *Ophthalmology.* 2010;117(1):93–102. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2009.06.043>
 18. Berrocal MH, Acaba LA, Acaba A. Surgery for diabetic eye complications. *Cur Diabetes Reports.* 2016;16(10):99–108. doi: <https://doi.org/10.1007/s11892-016-0787-6>
 19. Smith JM, Steel DHW. Anti-vascular endothelial growth factor for prevention of postoperative vitreous cavity hemorrhage after vitrectomy for proliferative diabetic retinopathy. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2015; (8). doi: <https://doi.org/10.1002/14651858.cd008214.pub3>
 20. Бикбов М.М., Каланов М.Р., Гильманшин Т.Р., Зайнуллин Р.М., Кудоярова К.И., Халимов Т.А. Обоснование оптимальных сроков для проведения витреоретинального вмешательства на фоне предоперационной антивазопролиферативной терапии при пролиферативной диабетической ретинопатии. Точка зрения. Восток-Запад. 2020;(3):13–15. [Bikbov MM, Kalanov MR, Gilmanshin TR, Zainullin RM, Kudoyarova KI, Khalimov TA. Justification of optimal period for vitreoretinal intervention on the background of preoperative anti-VEGF therapy for proliferative diabetic retinopathy. 2020;(3):13–15. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2020-3-13-15>
 21. Бикбов М.М., Файзрахманов Р.Р., Каланов М.Р. Комбинированный подход к оперативному лечению пациентов с пролиферативной стадией диабетической ретинопатии. Саратовский научно-медицинский журнал. 2017;13(2):338–345. [Bikbov MM, Faizrahmanov RR, Kalanov MR. Combined approach to the surgical treatment of patients with proliferative stage of diabetic retinopathy. *Saratovskii nauchno-meditsinskii zhurnal.* 2017;13(2):338–345. (In Russ.)]
 22. Каланов М.Р. Клинико-функциональная оценка эффективности комбинированного витреоретинального вмешательства при пролиферативной диабетической ретинопатии. Дис. ... канд. мед. наук. М.; 2019. [Kalanov M/R. *Kliniko-funktional'naya otsenka ehffektivnosti kombinirovannogo vitreoretinal'nogo vmeshatel'stva pri proliferativnoi diabeticheskoi retinopatii [Dissertation] M.; 2019. (in Russ.)]*
 23. Шишкин М.М., Бабаева Д.Б., Шиковная Е.Ю. Пролiferативная диабетическая ретинопатия с витреопиллярным тракционным компонентом: особенности клиники и результаты лечения. *Современные технологии в офтальмологии.* 2015;(1):133–134. [Shishkin MM, Babaeva DB, Shikovnaya EYu. *Proliferativnaya diabeticheskaya retinopatiya s vitreopapillyarnym traksiionnym komponentom: osobennosti kliniki i rezul'taty lecheniya. Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii.* 2015;(1):133–134. (In Russ.)]
 24. Байбородов Я.В., Балашевич Л.И. Оптимизация техники витректоми при поздних стадиях пролиферативной диабетической ретинопатии. *Сахарный диабет.* 2008;(3):16–19. [Bayborodov YV, Balashevich LI. *Optimizatsiya tekhniki vitrektomii pri pozdnykh stadiyakh proliferativnoy diabeticheskoy retinopatii. Diabetes mellitus.* 2008;11(3):16–19. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.14341/2072-0351-5351>
 25. Тахчиди Х.П. Избранные разделы микрохирургии глаза. *Стекловидное тело.* М.; 2002. [Takhchidi KhP. *Izbrannye razdely mikrokhirurgii glaza. Steklovidnoye telo.* М.; 2002. (In Russ.)]
 26. Banerjee PJ, Chandra A, Petrou P, Charteris DG. Silicone oil versus gas tamponade for giant retinal tear-associated fovea-sparing retinal detachment: a comparison of outcome. *Eye.* 2017;31(9):1302–1307. doi: <https://doi.org/10.1038/eye.2017.167>
 27. Казайкин В.Н. Тампонада витреальной полости жидкими заместителями стекловидного тела в хирургии гигантских ре-

- гинальных разрывов. Дис. ... канд. мед. наук. Екатеринбург; 2000 [Tamponada vitreal'noi polosti zhidkimi zamestitel'nyami steklovidnogo tela v khirurgii gigantskikh retinal'nykh razryvov. [Dissertation]. Ekaterinburg; 2000 (in Russ.).]
28. Tsui MC, Hsieh YT, Yang C.M. Silicone oil removal after extended tamponade in proliferative diabetic retinopathy—a long range of follow-up. *Eye*. 2020;34(12):2307–2314. doi: <https://doi.org/10.1038/s41433-020-0815-2>
 29. Sakamoto M, Hashimoto R, Yoshida I, Maeno T. Risk factors for requirement of filtration surgery after vitrectomy in patients with proliferative diabetic retinopathy. *Clinical Ophthalmology (Auckland, NZ)*. 2018; 12: 733–738. doi: <https://doi.org/10.2147/ophth.s158873>
 30. Yang CM, Yeh PT, Yang CH. Intravitreal long-acting gas in the prevention of early postoperative vitreous hemorrhage in diabetic vitrectomy. *Ophthalmology*. 2007;114(4):710–715. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2006.07.047>
 31. Haji Z, Rouillot JS, Roth P, Grange JD. Should associated intraoperative and/or postoperative photocoagulation be systematic during or after vitrectomy for proliferative diabetic vitreoretinopathy? *J. Francais d'Ophthalmologie*. 2003;26(1):47–53. PMID: 12610409
 32. Akiyama K, Fujinami K, Watanabe K, Tsunoda K, Noda T. Internal limiting membrane peeling to prevent post-vitrectomy epiretinal membrane development in retinal detachment. *Am. J. Ophthalmol.* 2016;171:1–10. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2016.08.015>
 33. Качалина Г.Ф., Дога А.В., Касмынина Т.А. и др. Эпиретинальный фиброз: патогенез, исходы, способы лечения. *Офтальмохирургия*. 2013;(4):108–110. [Kachalina G.F., Doga A.V., Kasmyulina T.A., Kuranova O.I. Epiretinal fibrosis: Pathogenesis, outcomes, treatment, methods. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2013;(4):108–110. (In Russ.)]
 34. Kimura T, Kiryu J, Nishiwaki H. Efficacy of surgical removal of the internal limiting membrane in diabetic cystoid macular edema. *Retina*. 2005;25(4):454–461. doi: <https://doi.org/10.1097/00006982-200506000-00010>
 35. Файзрахманов Р.Р., Каланов М.Р., Зайнуллин Р.М. Витрэктомия в сочетании с пилингом внутренней пограничной мембраны при диабетическом макулярном отеке (обзор литературы). *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2015;187(12):257–259. [Faizrakhmanov RR, Kalanov MR, Zainullin RM. Vitrehtomiya v sochetanii s pilingom vnutrennei pograničnoi membrany pri diabeticheskom makulyarnom отеке (obzor literatury). *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2015;187(12):257–259. (In Russ.)]
 36. Schocket LS, Witkin AJ, Fujimoto JG, Ko TH, Schuman JS, Rogers AH, Duker JS. Ultrahigh-resolution optical coherence tomography in patients with decreased visual acuity after retinal detachment repair. *Ophthalmology*. 2006;113(4):666–672. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2006.01.003>
 37. Katira RC, Zamani M, Berinstein DM, Garfinkel RA. Incidence and characteristics of macular pucker formation after primary retinal detachment repair by pars plana vitrectomy alone. *Retina*. 2008;28(5):744–748. doi: [10.1097/IAE.0b013e318162b031](https://doi.org/10.1097/IAE.0b013e318162b031)
 38. Wakabayashi T, Oshima Y, Fujimoto H, Murakami Y, Sakaguchi H, Kusaka S, Tano Y. Foveal microstructure and visual acuity after retinal detachment repair: imaging analysis by Fourier-domain optical coherence tomography. *Ophthalmology*. 2009;116(3):519–528. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2008.10.001>
 39. Delolme MP, Dugas B, Nicot F, Muselier A, Bron AM, Creuzot-Garcher C. Anatomical and functional macular changes after rhegmatogenous retinal detachment with macula off. *Am J Ophthalmol.* 2012;153(1):128–136. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2011.06.010>
 40. Nam KY, Kim JY. Effect of internal limiting membrane peeling on the development of epiretinal membrane after pars plana vitrectomy for primary rhegmatogenous retinal detachment. *Retina*. 2015;35(5):880–885. doi: <https://doi.org/10.1097/iae.0000000000000421>
 41. Silicone Study Group. Vitrectomy with silicone oil or perfluoropropane gas in eyes with severe proliferative vitreoretinopathy: results of a randomized clinical trial. *Silicone Study Report 2. Arch Ophthalmol.* 1992;110(6):780–792. doi: <https://doi.org/10.1001/archophth.1992.01080180052028>
 42. Kiss CG, Richter-Mksch S, Sacu S, Benesch T, Velikay-Parel M. Anatomy and function of the macula after surgery for retinal detachment complicated by proliferative vitreoretinopathy. *Am J Ophthalmol.* 2007;144(6):872–877. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2007.08.001>
 43. Odrobina DC, Michalewska Z, Michalewski J, Nawrocki J. High-speed, high-resolution spectral coherence tomography in patients after vitrectomy with internal limiting membrane peeling for proliferative vitreoretinopathy retinal detachment. *Retina*. 2010;30(6):881–886. doi: [10.1097/IAE.0b013e3181c96952](https://doi.org/10.1097/IAE.0b013e3181c96952)
 44. Michalewska Z, Bednarski M, Michalewski J, Jerzy N. The role of ILM peeling in vitreous surgery for proliferative diabetic retinopathy complications. *Ophthalmic Surgery Lasers and Imaging Retina*. 2013; 4(3):238–242. doi: <https://doi.org/10.3928/23258160-20130503-05>
 45. Бикбов М.М., Каланов М.Р. Результаты применения усовершенствованного витреоретинального вмешательства при пролиферативной диабетической ретинопатии. *Точка зрения. Восток – Запад*. 2021;(3):47–52. [Bikbov MM, Kalanov MR. Results of improved vitreoretinal surgery at proliferative diabetic retinopathy. *Tochka zreniya Vostok – Zapad*. 2021; (3): 47-52. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2021-3-47-52>
 46. Бикбов М.М., Файзрахманов Р.Р., Каланов М.Р. Влияние пилинга внутренней пограничной мембраны на морфофункциональные показатели сетчатки при пролиферативной диабетической ретинопатии (предварительное сообщение). *Вестник офтальмологии*. 2018;134(1):63–69. [Bikbov MM, Fayzrakhmanov RR, Kalanov MR. Effect of internal limiting membrane peeling on morpho-functional state of the retina in patients with proliferative diabetic retinopathy (preliminary report). *Vestnik oftal'mologii*. 2018;134(1):63–69. (In Russ.)] doi: <https://doi.org/10.17116/oftalma2018134163-69>
 47. Лыскин П.В., Макаренко И. Р. Дополнительные аспекты пилинга внутренней пограничной мембраны сетчатки. *Российская детская офтальмология*. 2020;(1):40–44. [Lyskin PV, Makarenko IR. Additional aspects of ILM peeling. *Rossiiskaya detskaya oftal'mologiya*. 2020;(1):40–44 (In Russ.)]. doi: <https://doi.org/10.25276/2307-6658-2020-1-40-44>
 48. Sebag J. *Vitreous in Health and Disease*. Springer Science. 2014;580–590. doi: <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1086-1>
 49. Liu J, Chen Y, Wang S, Zhang X, Zhao P. Evaluating inner retinal dimples after inner limiting membrane removal using multimodal imaging of optical coherence tomography. *BMC Ophthalmology*. 2018;18(1):1–8. doi: <https://doi.org/10.1186/s12886-018-0828-9>
 50. Pichi F, Lembo A, Morara M, Veronese C, Alkabes M, Nucci P, Ciardella AP. Early and late inner retinal changes after inner limiting membrane peeling. *Int. Ophthalmol.* 2014;34(2):437–446. doi: <https://doi.org/10.1007/s10792-013-9831-6>

Информация об авторах:

Каланов Марат Римович — кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог 4-го микрохирургического отделения Уфимского НИИ глазных болезней; kalanov_marat@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8480-7949>

Кудоярова Ксения Игоревна — научный сотрудник отдела витреоретинальной и лазерной хирургии Уфимского НИИ глазных болезней; pasinkowa2012@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2148-4708>

Information about the authors

Kalanov Marat Rimovich – MD, ophthalmologist of the 4th microsurgical department Ufa of Eye Research Institute; kalanov_marat@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8480-7949>

Kudoyarova Ksenia Igorevna – researcher department of vitreoretinal and laser surgery of Eye Research Institute; pasinkowa2012@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2148-4708>

Вклад авторов в работу:

М.Р. Каланов: разработка концепции и дизайна исследования, анализ и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста

К.И. Кудоярова: сбор, анализ и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста

Authors' contribution:

M.R. Kalanov: development of the concept and study design, analysis and processing of the material, statistical data processing, writing the text

К.И. Кудоярова: collection, analysis and processing of material, statistical data processing, text writing

Финансирование: Авторы не получали конкретный грант на это исследование от какого-либо финансирующего агентства в государственном, коммерческом и некоммерческом секторах.

Конфликт интересов: Отсутствует.

Financial transparency: Authors have no financial interest in the submitted materials or methods.

Conflict of interest: none.

Поступила: 06.03.2022 г.

Переработана: 26.03.2022 г.

Принята к печати: 21.04.2022 г.

Originally received: 06.03.2022

Final revision: 26.03.2022

Accepted: 21.04.2022