

## ДВУХЭТАПНАЯ ИЛИ ОДНОМОМЕНТНАЯ ВИТРЕОРЕТИНАЛЬНАЯ ХИРУРГИЯ С ФАКОЭМУЛЬСИФИКАЦИЕЙ У ПАЦИЕНТОВ С ДАЛЕКОЗАШЕДШЕЙ СТАДИЕЙ ПРОЛИФЕРАТИВНОЙ ДИАБЕТИЧЕСКОЙ РЕТИНОПАТИИ?

© К.И. Коновалова, М.М. Шишкин

ФГБУ «Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва

Для цитирования: Коновалова К.И., Шишкин М.М. Двухэтапная или одномоментная витреоретинальная хирургия с фактоэмульсификацией у пациентов с далекозашедшей стадией пролиферативной диабетической ретинопатии? // Офтальмологические ведомости. — 2019. — Т. 12. — № 4. — С. 43–48. <https://doi.org/10.17816/OV16065>

Поступила: 16.09.2019

Одобрена: 17.10.2019

Принята: 18.12.2019

✧ Данный обзор литературы посвящён сравнению комбинированного (витреоретинальная хирургия с силиконовой тампонадой и фактоэмульсификация начальной катаракты с имплантацией интраокулярной линзы) и двухэтапного (фактоэмульсификация начальной катаракты с имплантацией интраокулярной линзы вторым этапом одновременно с удалением силиконового масла, после витреоретинальной хирургии) методов хирургического лечения пациентов с далекозашедшей стадией пролиферативной диабетической ретинопатии и с осложнённой начальной катарактой. Рассмотрены современные представления о тактике лечения данной патологии, её эффективности, а также перечислены преимущества и недостатки каждого из рассматриваемых методов оперативного вмешательства.

✧ **Ключевые слова:** пролиферативная диабетическая ретинопатия; витреоретинальная хирургия; фактоэмульсификация; сахарный диабет.

## TWO-STAGE OR SINGLE-STAGE VITREORETINAL SURGERY WITH PHACOEMULSIFICATION IN PATIENTS WITH ADVANCED PROLIFERATIVE DIABETIC RETINOPATHY?

© K.I. Konovalova, M.M. Shishkin

N.I. Pirogov National Medical Surgical Center, Moscow, Russia

For citation: Konovalova KI, Shishkin MM. Two-stage or single-stage vitreoretinal surgery with phacoemulsification in patients with advanced proliferative diabetic retinopathy? *Ophthalmology Journal*. 2019;12(4):43-48. <https://doi.org/10.17816/OV16065>

Received: 16.09.2019

Revised: 17.10.2019

Accepted: 18.12.2019

✧ The literature review compares the combined (vitreoretinal surgery with silicone tamponade and phacoemulsification of incipient cataract with intraocular lens implantation) and two-stage (phacoemulsification with intraocular lens implantation as a second step, simultaneously with the silicon oil removal, after vitreoretinal surgery) surgical treatment of patients with advanced proliferative diabetic retinopathy and complicated incipient cataract. Modern concepts of treatment tactics of this disease, its efficacy are analyzed. Benefits and drawbacks of each of the discussed surgical treatment methods are specified.

✧ **Keywords:** proliferative diabetic retinopathy; vitreoretinal surgery; phacoemulsification; diabetes mellitus.

Далекозашедшая стадия пролиферативной диабетической ретинопатии (ПДР) — одно из наиболее тяжёлых осложнений сахарного диабета (СД), которое является основной причиной потери зрения и инвалидности у данной категории больных [1]. Согласно последним данным Международной диабетической федерации, в мире около 425 млн человек в возрасте 20–79 лет страдают СД. При этом примерно каждый третий больной СД име-

ет различные стадии диабетической ретинопатии, а у каждого десятого развивается далекозашедшая стадия, угрожающая потерей зрения [2]. Кроме того, известно, что данная группа пациентов нередко имеет сопутствующее помутнение хрусталика. Доказано, что катаракта у больных СД встречается в 2–5 раз чаще, чем у людей, не страдающих данным заболеванием, а риск развития катаракты у диабетиков младше 40 лет выше в 15–25 раз [3].

В настоящее время «золотым стандартом» хирургического лечения пациентов с далекозашедшей стадией ПДР является витреоретинальная хирургия (ВРХ) [4]. Но при обсуждении плана таких операций довольно часто ставится вопрос, когда убирать начальную катаракту, во время ВРХ или потом, при дальнейшем её прогрессировании? В ряде случаев таким пациентам предлагают выполнить факэмульсификацию катаракты (ФЭК) с имплантацией интраокулярной линзы (ИОЛ) в качестве операции первого этапа, а затем, через некоторое время, планируют ВРХ. Основанием для таких решений служат наблюдения, в которых авторы отмечают, что катаракта после ВРХ развивается или прогрессирует довольно часто: по некоторым данным от 12,5 до 80 % [5, 6].

К причинам её развития и прогрессирования относят механическое повреждение хрусталика во время ВРХ, неблагоприятное воздействие ирригационных растворов, использование в качестве эндотампонады газозвоздушной смеси или силиконового масла (СМ) [7]. S. Singh et al. (2016) в своём исследовании зарегистрировали наличие катаракты у 18,8 % пациентов с тампонадой витреальной полости газозвоздушной смесью в течение трёх месяцев после оперативного вмешательства [8]. По данным A.G. Casswell (1987), клинически значимая катаракта развивается у 60 % пациентов после ВРХ с силиконовой тампонадой и в 85 % случаев наблюдается прогрессирование уже имеющегося помутнения хрусталика [9]. O. Zeitz (2008) установил, что развитие катаракты происходит в 89,2 % случаев при тампонаде витреальной полости СМ сроком более трёх месяцев [10]. Следует отметить, что витрэктомия с индуцированной задней отслойкой стекловидного тела и удалением его передних отделов дополнительно увеличивает риск формирования помутнений хрусталика [11].

Высокий риск развития и прогрессирования катаракты после ВРХ послужил поводом для внедрения в клиническую практику комбинированного выполнения ВРХ и ФЭК [12, 13]. Впервые результаты одномоментного выполнения ВРХ и ФЭК были представлены в 1990 г. S.V. Koenig [14]. В дальнейшем развитие и совершенствование техники факовитрэктомии увеличило число сторонников данного подхода к хирургическому лечению пациентов с витреоретинальной патологией.

Одномоментное с ВРХ выполнение ФЭК обосновывается необходимостью лучшей визуализации глазного дна во время оперативного вмешательства [12], сокращением срока реабилитации

пациентов и уменьшением общего числа хирургических вмешательств, снижением рисков и стоимости, связанных со второй операцией [13]. Улучшение визуализации глазного дна после ФЭК, как этапа комбинированной хирургии, оптимизирует санацию сетчатки, позволяет выполнять лазеркоагуляцию на крайней периферии у пациентов с ПДР, что, по мнению авторов, уменьшает риск развития таких осложнений, как вторичная неоваскулярная глаукома (НВГ), рецидивы гемофтальма и отслойки сетчатки [15].

Сторонники комбинированного подхода отмечают, что выполнение ФЭК на авитреальном глазу связано с определенными трудностями, а именно: мобильностью хрусталиковой капсулы, нестабильностью глубины передней камеры, слабостью цинновых связок, ригидностью зрачка во время операции [16–20]. Хирургия катаракты в таких условиях увеличивает риск повреждения задней капсулы хрусталика и смещения хрусталиковых масс в витреальную полость [6]. Так, Z. Elhousseini et al. (2016) сообщили, что частота ятрогенных повреждений задней капсулы хрусталика во время ВРХ на авитреальном глазу составила 3,7 % (52 случая из 1399), а в 11 % (5 из 45 случаев) были зарегистрированы разрывы задней капсулы во время последующего выполнения ФЭК у данной группы пациентов [21]. Но разработка технических приёмов, направленных на уменьшение рисков ФЭК на авитреальных глазах, позволила значительно оптимизировать результаты. Так, Б.Э. Малюгин и др. (2013) проанализировали особенности изменившихся анатомических параметров передней камеры авитреального глаза и предложили обоснованную технологию выполнения ФЭК. Её особенности состоят в характерной геометрии формируемого роговичного тоннеля, увеличении выстояния факэмульсификационной иглы относительно ирригационной муфты и уменьшении угла наклона рабочей части чоппера. Завершают операцию формированием окна с помощью витреофага в уплотнённой задней капсуле хрусталика после имплантации ИОЛ. По данной методике авторы прооперировали 45 авитреальных глаз и во всех случаях получили положительный результат без осложнений [22].

Похожую технику описали Х.П. Тахчиди и др. (2009), оригинальной особенностью было применение ими модифицированного чоппера с углом наклона рабочей части в 70–75° [17]. N. Sachedev et al. (2009) предложили модифицировать технику «phaco chop», снизив параметры ирригационной аспирации, что позволило уменьшить нагрузку

на связочный аппарат и безопасно производить разлом ядра, особенно в условиях миоза [23]. R.S. Joshi (2018) доложил об успешном опыте выполнения ФЭК на авитреальных глазах с использованием модифицированного силиконового чехла, который помогает поддерживать глубину передней камеры, снижая риск интраоперационных осложнений [16]. Для предотвращения сужения зрачка и поддержания необходимого мидриаза на протяжении всей операции было предложено вводить в переднюю камеру раствор адреналина или использовать ирис-ретракторы [6]. Tau Yu et al. (2018) сообщили, что увеличенная глубина передней камеры на фоне авитрии позволяет производить удаление хрусталика в передней камере, поддерживая безопасное расстояние до эндотелия роговицы и уменьшая риск повреждения задней капсулы [24]. Таким образом, применение вышеуказанных технических приемов позволяет избежать специфических осложнений, характерных для ФЭК, на авитреальных глазах и обосновывает выполнение ФЭК в качестве альтернативной хирургии второго этапа после ВРХ при реабилитации пациентов с ПДР. В пользу такого выбора свидетельствует и то, что при проведении ФЭК в ходе комбинированной ВРХ у пациентов с ПДР хирурги отмечают трудности при выполнении капсулорексиса из-за отсутствия или ослабления рефлекса с глазного дна вследствие гемофтальма, а также нежелательные призматические эффекты во время ВРХ, вызванные имплантацией ИОЛ [25].

Ещё одной особенностью ВРХ у пациентов с далекозашедшей стадией ПДР является необходимость выполнения второго этапа хирургического лечения, обусловленного силиконовой тампонадой витреальной полости. Это, в свою очередь, при начальной катаракте даёт возможность выполнять ФЭК отсроченно во время планового удаления СМ. Использование вискоэластика и внутрикапсульного кольца во время ФЭК на глазах с силиконовой тампонадой оптимизирует и снижает риски такой хирургии [26].

М.М. Шишкин и др. (2013) предложили щадящий вариант удаления СМ через один порт после ФЭК на глазах с катарактой и частичным выходом масла в переднюю камеру. Наличие дефекта в передней гиалоидной мембране обеспечивает возможность подачи инфузионного раствора через канюлю, установленную в переднюю камеру. Такой подход, по мнению авторов, обеспечивает более щадящее отношение к анатомическим структурам и снижает риск развития ло-

кальной пролиферации в области склеростом [27]. Yu-Cheng Zhu et al. (2017) сообщили об эффективности и безопасности сочетания транспупиллярного удаления СМ с ФЭК и имплантацией ИОЛ [28].

Также в литературе в последнее время значительное внимание уделяют наличию рефракционных ошибок после факовитрэктомии [29, 30]. Они обусловлены рядом факторов: заменой стекловидного тела, изменением данных кератометрии, ошибками при измерении переднезадней оси глаза при расчете ИОЛ, разницей между актуальной и планируемой позициями ИОЛ, наличием витреоретинальной патологии в макулярной области, таких как диабетический макулярный отёк и отслойка сетчатки [31]. Стоит отметить, трудности возникают и при расчете ИОЛ на глазах с тампонадой витреальной полости СМ. Измерение величины переднезадней оси глаза на таких глазах является сложной процедурой, поскольку коэффициент преломления СМ выше, чем у стекловидного тела, и, соответственно, скорость проведения ультразвука в среде СМ изменяется. Однако, несмотря на это, имеются работы, демонстрирующие, что измерение переднезадней оси глаза на глазах с силиконовой тампонадой не только возможно, но и достаточно достоверно при использовании модифицированной ультразвуковой биометрии при скорости ультразвука 1000 м/с и оптической биометрии IOL-Master в режиме Silicon Filled Eye [32].

Выполнение ФЭК вторым этапом после ВРХ у пациентов с начальной катарактой и ПДР (или отказ от профилактического удаления прозрачного хрусталика в ходе ВРХ) позволяет избежать значительного повреждения гематофтальмического барьера и уменьшить риск развития таких специфических осложнений, как НВГ, рецидивы гемофтальма, кистозный макулярный отёк [33–35].

При этом развитие послеоперационных осложнений отмечают и сторонники комбинированного подхода к хирургическому лечению данной категории больных, акцентируя внимание на необходимости проведения более масштабных исследований для определения наиболее безопасных сроков выполнения ФЭК [36–38]. Так, в ретроспективном исследовании Qin-Xiang Zheng et al. (2010) отметили, что наиболее распространенным изменением переднего отрезка в послеоперационном периоде является фиброз задней капсулы хрусталика, который развивается в 17,5 % случаев [37]. Одним из самых серьезных осложнений,

которое может привести к безвозвратной потере зрительных функций, является НВГ. Считается, что неоваскуляризация радужки и угла передней камеры развивается в ответ на ишемию сетчатки, травму и воспалительный процесс [39]. К механизмам развития НВГ после одномоментного выполнения ВРХ и ФЭК относят разрушение барьера между передним и задним сегментами глаза, что приводит к передней диффузии вазопродлиферативных веществ, таких как VEGF (Vascular Endothelial Growth Factors) и воспалительные цитокины [40]. Так, T.Y. Chung et al. (2002) в ретроспективном исследовании сравнили эффективность комбинированной и последовательной хирургии (ФЭК после ВРХ), оказалось, что НВГ имела место только после факовитрэктомии у пациентов с СД (15,4 %) [41]. При этом назначение медикаментозного гипотензивного режима часто бывает недостаточно эффективным в лечении НВГ, что обуславливает необходимость проведения дополнительного оперативного вмешательства. Jin-woo Kwon et al. (2017) показали, что НВГ развилась в 11,8 % случаев у пациентов с ПДР после выполнения факовитрэктомии, а у 46,6 % из них потребовалось проведение дополнительной хирургии — антиглаукомной операции с имплантацией ахмед-дренажа [36].

Многие исследователи отмечают, что кистозный макулярный отёк является одним из наиболее частых осложнений ФЭК, особенно при удалении осложнённой катаракты у пациентов с СД [42]. При этом имеются данные, что комбинированное выполнение ВРХ и ФЭК также приводит к более частому развитию кистозного макулярного отёка [34, 35]. Хотя механизм его развития после ФЭК до сих пор не до конца ясен, известно, что в его патогенезе важную роль играет воспалительный ответ [43]. J.M. Lahey et al. (2003) сообщают, что послеоперационное воспаление в передней камере было более выражено после комбинированной хирургии по сравнению с просто ВРХ [16]. P. Rivas-Aguino et al. (2009) в своем исследовании также отмечают развитие диффузной фибриноидной реакции передней камеры после одномоментного выполнения ВРХ и ФЭК у пациентов с ПДР в 32,1 % [35].

Ещё одним частым осложнением комбинированной хирургии является офтальмогипертензия. Так, в работе S.P. Park et al. было установлено, что процент повышенного ВГД был значительно выше в группе факовитрэктомии, чем в группе, где выполняли только ВРХ (60 против 30 % соответственно) [44]. Данное осложнение нередко

приводит к необходимости более раннего удаления СМ из витреальной полости, что, в свою очередь, часто сопровождается рецидивами гемотальма и отслойки сетчатки [45].

Таким образом, в настоящее время не существует единого мнения о необходимости удаления начальной катаракты (или прозрачного хрусталика) в ходе ВРХ у пациентов с далекозашедшей стадией ПДР. Несмотря на то что кажущимся преимуществом факовитрэктомии является сокращение общего числа хирургических вмешательств, следует отметить, что у многих пациентов данной категории появляется необходимость обязательного выполнения второго этапа хирургического лечения, обусловленная силиконовой тампонадой витреальной полости [14]. Это, в свою очередь, дает возможность выполнять ФЭК отсроченно во время планового удаления СМ. Кроме того, одномоментное выполнение ВРХ и ФЭК увеличивает продолжительность первого этапа хирургического лечения. Большой объем оперативного пособия повышает риск развития послеоперационных осложнений, что нередко приводит к необходимости проведения дополнительного хирургического лечения [34–36]. Это представляет собой определённый риск у лиц с длительно протекающим СД, тяжёлой сопутствующей патологией и высоким риском сердечно-сосудистых осложнений.

В связи с этим остается не решенным вопрос: является ли оптимальным существующий подход выполнения ФЭК одновременно с ВРХ у пациентов с далекозашедшей ПДР? Немногочисленные наблюдения различных авторов свидетельствуют о возможности выполнения ФЭК вторым этапом, после ВРХ. Также возможно, что при определенных условиях будет обоснованное удаление хрусталика первым этапом после предварительной подготовки с применением нестероидных противовоспалительных средств. Таким образом, исследование безопасности и эффективности поэтапного выполнения ФЭК и ВРХ у пациентов с далекозашедшей стадией ПДР является актуальным.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шадричев Ф.Е. Диабетическая ретинопатия (взгляд офтальмолога) // Сахарный диабет. – 2008. – № 3. – С. 8–11. [Shadrachev FE. Diabeticheskaya retinopatiya (vzglyad oftal'mologa). *Diabetes Mellitus*. 2008;(3):8-11. (In Russ.)]
2. IDF Diabetes Atlas, 8<sup>th</sup> Edition. Brussels: International Diabetes Federation; 2017. Available from: <https://www.idf.org/e-library/epidemiologyresearch/diabetesatlas/134-idf-diabetes-atlas-8th-edition.html>.
3. Javadi MA, Zarei-Ghanavati S. Cataracts in diabetic patients: a review article. *J Ophthalmic Vis Res*. 2008;3(1):52-65.

4. Юлдашева Н.М. Проллиферативная диабетическая ретинопатия: новые аспекты патогенеза, обоснование системы щадящей витреоретинальной хирургии и комплексной фармакотерапии: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2014. – 49 с. [Yuldasheva NM. Proliferativnaya diabeticheskaya retinopatiya: novyye aspekty patogeneza, obosnovaniye sistemy shchadyashchey vitreoretinal'noy khirurgii i kompleksnoy farmakoterapii. [dissertation abstract] Moscow; 2014. 49 p. (In Russ.)]. Доступно по: <https://search.rsl.ru/record/01005551866>. Ссылка активна на 15.07.2019.
5. Chang MA, Parides MK, Chang S et al. Outcome of phacoemulsification after pars plana vitrectomy. *Ophthalmology*. 2002;109(5):948-954. [https://doi.org/10.1016/S0161-6420\(01\)01010-7](https://doi.org/10.1016/S0161-6420(01)01010-7).
6. Biro Z, Kovacs B. Results of cataract surgery in previously vitrectomized eyes. *J Cataract Refract Surg*. 2002;28(6):1003-1006. [https://doi.org/10.1016/s0886-3350\(02\)01237-3](https://doi.org/10.1016/s0886-3350(02)01237-3).
7. Feng H, Adelman RA. Cataract formation following vitreoretinal procedures. *Clin Ophthalmol*. 2014;8:1957-1965. <https://doi.org/10.2147/OPTH.S68661>.
8. Singh S, Byanju R, Pradhan S, Lamichhane G. Retrospective study on outcome of macular hole surgery. *Nepal J Ophthalmol*. 2016;8(16):139-143. <https://doi.org/10.3126/nepjoph.v8i2.17002>.
9. Casswell AG, Gregor ZJ. Silicone oil removal. I. The effect on the complications of silicone oil. *Br J Ophthalmol*. 1987;71(12):893-897. <https://doi.org/10.1136/bjo.71.12.893>.
10. Zeitz O. Subluxated lenses removing after Silicone oil vitreal surgery. *Ocul Surg News Eur. Pacif Edot*. 2008;19(12):20-21.
11. Yee KM, Tan S, Lesnik Oberstein SY, et al. Incidence of cataract surgery after vitrectomy for vitreous opacities. *Ophthalmol Ret*. 2017;1(2):154-157. <https://doi.org/10.1016/j.oret.2016.11.012>.
12. Vatauvuk Z, Bencic G, Loncar VL, et al. Phacoemulsification, vitrectomy and the implantation of an intraocular lens in diabetic patients. *Coll Antropol*. 2005;29 Suppl. 1:13-16.
13. Villegas VM, Gold AS, Latiff A, et al. Phacovitrectomy. *Dev Ophthalmol*. 2014;54:102-107. <https://doi.org/10.1159/000360455>.
14. Koenig SB, Han DP, Mieler WF, et al. Combined phacoemulsification and pars plana vitrectomy. *Arch Ophthalmol*. 1990;108(3):362-364. <https://doi.org/10.1001/archophth.1990.01070050060031>.
15. Lahey JM, Francis RR, Kearney JJ. Combining phacoemulsification with pars plana vitrectomy in patients with proliferative diabetic retinopathy: a series of 223 cases. *Ophthalmol*. 2003;110:1335-1339. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(03\)00454-8](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(03)00454-8).
16. Joshi RS. Phacoemulsification in completely vitrectomized eyes: intraoperative analysis of modified phaco sleeve. *Indian J Ophthalmol*. 2016;64:659-662. <https://doi.org/10.4103/0301-4738.97072>.
17. Тахчиди Х.П., Пантелеев Е.Н., Бессарабов А.Н., и др. Особенности техники и результаты факоэмульсикации после субтотальной витрэктомии // Офтальмохирургия. – 2009. – № 2. – С. 8–12. [Tahchidi HP, Panteleev EN, Bessarabov AN, et al. Osobennosti tekhniki i rezul'taty fakoemul'sikatsii posle subtotal'noy vitrektomii. *Oftalmokhirurgiya*. 2009;(2):8-12. (In Russ.)]
18. Yang CQ, Tong JP, Lou DH. Surgical results of pars plana vitrectomy combined with phacoemulsification. *J Zhejiang Univ Sci B*. 2006;7(2):129-132. <https://doi.org/10.1631/jzus.2006.b0129>.
19. Куликов В.С., Ширяев И.В., Михальченко Ю.Г. Факоэмульсификация с имплантацией ИОЛ и витрэктомия как комбинированная процедура в лечении пролиферативной диабетической ретинопатии // Офтальмологические ведомости. – 2009. – Т. 2. – № 1. – С. 24–27. [Kulikov VS, Shiryayev IV, Mikhanchenko YuG. Phacoemulsification with iol implantation and vitrectomy as a combined procedure in proliferative diabetic retinopathy treatment. *Ophthalmology Journal*. 2009;2(1):24-27. (In Russ.)]
20. Rey A, Jürgens I, Maseras X, et al. Visual outcome and complications of cataract extraction after pars plana vitrectomy. *Clin Ophthalmol*. 2018;12:989-994. <https://doi.org/10.2147/oph.s161223>.
21. Elhousseini Z, Lee E, Williamson TH. Incidence of lens touch during pars plana vitrectomy and outcomes from subsequent cataract surgery. *Retina*. 2016;36(4):825-829. <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000000779>.
22. Малугин Б.Э., Пантелеев Е.Н., Бессарабов А.Н., и др. Особенности хирургии катаракты после субтотальной витрэктомии // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2013. – № 4. – С. 164–166. [Malyugin BE, Panteleev EN, Bessarabov AN, et al. Features of cataract surgery in post-vitrectomy eyes. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2013;(4):164-166. (In Russ.)]
23. Sachdev N, Brar GS, Sukhija J, et al. Phacoemulsification in vitrectomized eyes: results using a “phaco chop” technique. *Acta Ophthalmol*. 2009;87:382-385. <https://doi.org/10.1111/j.1755-3768.2008.01294.x>.
24. Yu T, Han XG, Li YM, et al. Phacoemulsification in the anterior chamber: an alternativesurgical technique in post-vitrectomy cataract. *Pak J Med Sci*. 2018;34(6):1512-1516. <https://doi.org/10.12669/pjms.346.15962>.
25. Weng CY. A closer look at combined cataract and vitreoretinal surgery. Is together better? *Ret Phys*. 2019;16:20-23.
26. Oner HE, Durak I, Saatci OA. Phacoemulsification and foldable intraocular lens implantation in eyes filled with silicone oil. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2003;34(5):358-362.
27. Шишкин М.М., Юлдашева Н.М., Шиковная Е.Ю., и др. Особенности удаления силиконового масла из полости глаза через один порт калибром 23 Г и ирригацией через переднюю камеру // Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии: сб. науч. стат. XIV Научно-практической конференции с международным участием. – М., 2013. – С. 192–195. [Shishkin MM, Yuldasheva NM, Shikovnaya EYu, et al. Osobennosti udaleniya silikonoaogo masla iz polosti glaza cherez odin port kalibrom 23 G i irrigaciej cherez perednyuyu kameru. In: *Sovremennye tekhnologii kataraktal'noj i refrakcionnoj hirurgii: sb. nauch. stat. XIV Nnauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem*. Moscow; 2013. P. 192-195. (In Russ.)]
28. Zhu YC, Yuan DQ, Xie P, et al. Phacoemulsification combined with transpupillary removal of silicone oil and intracapsular intraocular lens implantation. *Int J Ophthalmol*. 2017;10(11):1693-1697. <https://doi.org/10.18240/ijo.2017.11.09>.
29. Hotte GJ, Bruyn DP, Joeri H. Post-operative refractive prediction error after phacovitrectomy: a retrospective study. *Ophthalmol Ther*. 2018;7:83-94. <https://doi.org/10.1007/s40123-017-0116-4>.

30. Проничкин Д.В. Преимущества и недостатки одномоментной факовитректоми (обзор зарубежной литературы) // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2017. – Т. 22. – № 4. – С. 708–713. [Pronichkin DV. Advantages and disadvantages of one-stage phacovitrectomy (foreign literature review). *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Estestvennyye i tekhnicheskiye nauki*. 2017;22(4):708-713. (In Russ.). <https://doi.org/10.20310/1810-0198-2017-22-4-708-713>.
31. Iwase T, Oveson BC, Nishi Y. Inherent possibility of refraction error for phacovitrectomy. *Clin Exp Ophthalmol*. 2013;41:302-311. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9071.2012.02873.x>.
32. Касьянов А.А., Сдобникова С.В., Троицкая Н.А., Рыжкова Е.Г. Расчет оптической силы интраокулярной линзы у пациентов с силиконовой тампонадой // Вестник офтальмологии. – 2015. – Т. 131. – № 5. – С. 26–31. [Kas'yanov AA, Sdobnikova SV, Troitskaya NA, Ryzhkova E.G. Intraocular lens power calculation in silicone filled eyes. *Annals of ophthalmology*. 2015;131(5):26-31. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/oftalma2015131526-31>.
33. Treumer F, Bunse A, Rudolf M, et al. Pars plana vitrectomy, phacoemulsification and intraocular lens implantation. Comparison of clinical complications in a combined versus two-step surgical approach. *Graef Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2006;244(7):808-815. <https://doi.org/10.1007/s00417-005-0146-9>.
34. Shi L, Huang YF. Postvitrectomy diabetic vitreous hemorrhage in proliferative diabetic retinopathy. *J Res Med Sci*. 2012;17(9):865-871.
35. Rivas-Aguino P, Garcia-Amaris RA, Berrocal MH. Pars plana vitrectomy, phacoemulsification and intraocular lens implantation for the management of cataract and proliferative diabetic retinopathy: comparison of a combined versus two-step surgical approach. *Arch Soc Esp Oftalmol*. 2009;84(1):31-38. <https://doi.org/10.4321/s0365-66912009000100005>.
36. Kwon JW, Jee D, La TY. Neovascular glaucoma after vitrectomy in patients with proliferative diabetic retinopathy. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96(10):e6263. <https://doi.org/10.1097/md.0000000000006263>.
37. Zheng QX, Wu RH, Zhang YP, et al. Anterior segment complications after phacoemulsification combined vitrectomy and foldable intraocular lens implantation. *Int J Ophthalmol*. 2010;3(3):249-254. <https://doi.org/10.3980/j.issn.2222-3959.2010.03.16>.
38. Sizmaz S, Esen E, Isik P, et al. Outcome and complications of combined phacoemulsification and 23-gauge pars plana vitrectomy. *J Ophthalmol*. 2019;2019:7918237. <https://doi.org/10.1155/2019/7918237>.
39. Liao N, Li C, Jiang H, et al. Neovascular glaucoma: a retrospective review from a tertiary center in China. *BMC Ophthalmol*. 2016;16:14. <https://doi.org/10.1186/s12886-016-0190-8>.
40. Senn P, Schipper I, Perren B. Combined pars plana vitrectomy, phacoemulsification, and intraocular lens implantation in the capsular bag: a comparison to vitrectomy and subsequent cataract surgery as a two-step procedure. *Ophthalmic Surg Lasers*. 1995;26(5):420-428.
41. Chung TY, Chung H, Lee JH. Combined surgery and sequential surgery comprising phacoemulsification, pars plana vitrectomy, and intraocular lens implantation: comparison of clinical outcomes. *J Cataract Refract Surg*. 2002;28(11):2001-2005. [https://doi.org/10.1016/s0886-3350\(02\)01354-8](https://doi.org/10.1016/s0886-3350(02)01354-8).
42. Montes J, Erakgun T, Afrashi F, et al. Incidence of cystoid macular edema after uncomplicated phacoemulsification. *Ophthalmol*. 2003;217(6):408-412. <https://doi.org/10.1159/000073070>.
43. Loewenstein A, Zur D. Postsurgical cystoid macular edema. In: A. Loewenstein, D. Zur, ed. *Macular edema*. Basel: Karger; 2010. P. 148-159. <https://doi.org/10.1159/000320078>.
44. Park SP, Ahn JK, Lee GH. Morphologic changes in the anterior segment after phacovitrectomy for proliferative diabetic retinopathy. *J Cataract Refract Surg*. 2009;35(5):868-873. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2008.12.032>.
45. Тахчиди Х.П., Метаев С.А., Глинчук Н.Я., Газаль Н.А. Обоснование раннего удаления силиконового масла при лечении тяжелых отслоек сетчатки различного генеза // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2004. – № 5. – С. 60–65. [Tahchidi HP, Metaev SA, Glinchuk NYa, Gazal NA. Basis of early removal of silicone oil during treatment of hard retinal detachment of different genesis. *Vestnik of the Orenburg State University*. 2004;(5):60-65. (In Russ.)]

#### Сведения об авторах

**Карина Игоревна Коновалова** — аспирант кафедры глазных болезней, врач-офтальмолог. ФГБУ «Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова», Москва. SPIN: 2760-1006. E-mail: Kaleria1992@yandex.ru.

**Михаил Михайлович Шишкин** — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой глазных болезней, главный офтальмолог. ФГБУ «Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова», Москва. E-mail: michael.shishkin@yahoo.com.

#### Information about the authors

**Karina I. Konovalova** — Graduate Student of the Department of Eye Diseases, Ophthalmologist. N.I. Pirogov National Medical Surgical Center, Moscow, Russia. SPIN: 2760-1006. E-mail: Kaleria1992@yandex.ru.

**Mikhail M. Shishkin** — Doctor of Medical Science, Professor, Head of the Department of Eye Diseases, Chief Ophthalmologist. N.I. Pirogov National Medical Surgical Center, Moscow, Russia. E-mail: michael.shishkin@yahoo.com.