

DOI: <https://doi.org/10.17816/medjrf624868>

Пролиферативная диабетическая ретинопатия тяжёлых стадий: современные подходы к диагностике и лечению (систематический обзор)

А.Ф. Тешев¹, А.В. Малышев², А.С. Головин³¹ Адыгейская республиканская клиническая больница, Майкоп, Россия;² Научно-исследовательский институт — Краевая клиническая больница № 1 имени профессора С.В. Очаповского, Краснодар, Россия;³ Ленинградская областная клиническая больница, Санкт-Петербург, Россия

АННОТАЦИЯ

Диабетическая ретинопатия (ДР) является одним из ведущих осложнений у пациентов с сахарным диабетом (СД). Важно отметить, что в связи с повышением клинической эффективности лечения СД отмечается увеличение продолжительности жизни пациентов, что, соответственно, повышает вероятность возникновения тяжёлых форм ДР — пролиферативной ДР, являющейся одной из основных причин слепоты и слабовидения в трудоспособном возрасте. По данным литературы, общая распространённость ДР и пролиферативной ДР составляет до 34,6 и до 12,0% соответственно, при этом 25% случаев потери зрения, связанных с ДР, обусловлены осложнениями пролиферативной ДР. Наиболее информативными клинико-диагностическими методами для ДР признаются цветное фотографирование глазного дна и оптическая когерентная томография. В то же время при тяжёлых стадиях пролиферативной ДР информативность изложенных показателей может быть существенно снижена вследствие недостаточной визуализации глазного дна пациента. В связи с этим в литературе предлагаются качественные критерии (конкретизированные и одиночные показатели), основанные на экспертной оценке состояния глазного дна офтальмохирургом. При этом следует отметить достаточно высокую диагностическую эффективность изложенного подхода. Наряду с этим актуальным представляется исследование качества жизни пациента с явлениями пролиферативной ДР вследствие возникновения характерных проявлений психологического дистресса (психологических и тревожных расстройств, депрессии). В хирургическом плане необходимо отметить улучшение функциональных результатов после проведения витрэктомии по поводу пролиферативной ДР в 49–83% случаев. При этом в предлагаемых методиках проведения витрэктомии пациентам с далеко зашедшей стадией пролиферативной ДР не в полном объёме учитываются офтальмологические и соматические особенности, что требует рассмотрения хирургического лечения данного контингента в качестве отдельного направления витрэктомии с позиций совершенствования офтальмологических техник, медикаментозного сопровождения и выбора анестезиологического пособия.

Ключевые слова: пролиферативная диабетическая ретинопатия; качество жизни; витрэктомия; оптическая когерентная томография.

Как цитировать

Тешев А.Ф., Малышев А.В., Головин А.С. Пролиферативная диабетическая ретинопатия тяжёлых стадий: современные подходы к диагностике и лечению (систематический обзор) // Российский медицинский журнал. 2024. Т. 30, № 1. С. 77–85. DOI: <https://doi.org/10.17816/medjrf624868>

DOI: <https://doi.org/10.17816/medjrf624868>

Proliferative diabetic retinopathy in severe stages: modern approaches to diagnosis and treatment (systematic review)

Adam F. Teshev¹, Alexey V. Malyshev², Aleksandr S. Golovin³

¹ Adygea Republican Clinical Hospital, Maikop, Russia;

² Research Institute of Regional Clinical Hospital N 1 named after professor S.V. Ochapovsky, Krasnodar, Russia;

³ Leningrad Regional Clinical Hospital, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT

Diabetic retinopathy (DR) is a leading complication in patients with diabetes mellitus (DM). Because of the increase in the clinical effectiveness of treatment for diabetes, the life expectancy of patients has increased, which accordingly increases the risk of severe forms of DR (proliferative DR), which is one of the main causes of blindness and low vision in the working-age population. In the literature, the overall prevalence of DR and proliferative DR is up to 34.6% and 12.0%, respectively, whereas 25% of cases of vision loss associated with DR are caused by complications of proliferative DR. Colour fundus photography and optical coherence tomography are the most informative clinical diagnostic methods for DR. In severe stages of proliferative DR, the information content of the presented indicators can be significantly reduced because of insufficient visualisation of the patient's fundus. Thus, the literature proposes qualitative criteria (specific and single indicators) based on an expert assessment of the condition of the fundus by an ophthalmic surgeon. The described approach has a fairly high diagnostic efficiency. Along with this, it appears relevant to study the 'quality of life' of a patient with symptoms of proliferative DR caused by the occurrence of characteristic manifestations of psychological distress (psychological and anxiety disorders and depression). In surgical terms, functional results notably improved after vitrectomy for proliferative DR in 49–83% of cases. Moreover, the proposed methods for conducting vitrectomy for patients with advanced stages of proliferative DR do not fully consider ophthalmological and somatic features, which requires the consideration of the surgical treatment of this contingent as a separate area of vitrectomy for improving ophthalmological 'techniques', drug support and choice of anaesthesia.

Keywords: proliferative diabetic retinopathy; the quality of life; vitrectomy; optical coherence tomography.

To cite this article

Teshev AF, Malyshev AV, Golovin AS. Proliferative diabetic retinopathy in severe stages: modern approaches to diagnosis and treatment (systematic review). *Russian Medicine*. 2024;30(1):77–85. DOI: <https://doi.org/10.17816/medjrf624868>

ВВЕДЕНИЕ

Диабетическая ретинопатия (ДР) является одним из ведущих осложнений у пациентов с сахарным диабетом (СД). Важно отметить, что в связи с повышением клинической эффективности лечения СД отмечается увеличение продолжительности жизни пациентов, что, соответственно, увеличивает вероятность возникновения тяжёлых форм ДР — пролиферативной ДР, являющейся одной из основных причин слепоты и слабовидения в трудоспособном возрасте [1–5]. По данным литературы, общая распространённость ДР и пролиферативной ДР составляет до 34,6% и до 12,0% соответственно, при этом 25% случаев потери зрения, связанных с ДР, обусловлены осложнениями пролиферативной ДР [6–10].

Целью настоящего систематического обзора является анализ современных подходов к диагностике и лечению пролиферативной ДР.

Анализ литературных данных выполнялся в базах данных RSCI и PubMed, продолжительность ретроспективного анализа составляла 7 лет (2017–2023 гг.).

КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ И ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Достаточно полный анализ существующих классификаций ДР и пролиферативной ДР представлен в работе [11]. В частности, E. Kohner и M. Porta в 1991 г. предложено выделять непролиферативную, препролиферативную и пролиферативную ретинопатию, что позволило дифференцировать ДР по степени тяжести на основе патологических изменений на глазном дне, определяемых офтальмоскопически. По нашему мнению, применительно к пролиферативной ДР наиболее полной представляется классификация ETDRS (Early Treatment Diabetic Retinopathy Study, 1991), в соответствии с которой согласно конкретным офтальмоскопическим признакам выделяют непролиферативную и пролиферативную ДР со следующими стадиями: начальная, выраженная, тяжёлая (высокого риска-1, высокого риска-2) и далеко зашедшая.

В зарубежной литературе иногда выделяют ДР и угрожающую зрению ДР. При этом ДР рассматривается как любая ретинопатия на фоне диабета, включая непролиферативную ретинопатию (лёгкую, умеренную или тяжёлую), пролиферативную ретинопатию или макулярный отёк. Угрожающая зрению ДР рассматривается как наличие на фоне диабета тяжёлой непролиферативной ретинопатии, пролиферативной ретинопатии, панретинальных фотокоагуляционных рубцов или макулярного отёка [12].

Диагностику пролиферативной ДР выполняют на основе ряда методов, наиболее эффективными из которых признаются цветное фотографирование глазного дна, оптическая когерентная томография (ОКТ) и ультразвуковое исследование глазного яблока для оценки состояния внутриглазных оболочек, наиболее достоверное при наличии

гемофтальма [13–16]. Применительно к первому методу следует отметить, что благодаря недавним достижениям в области искусственного интеллекта и сегментации поражений появились новые возможности фотографирования глазного дна для более количественной оценки патологических изменений. При этом количественный подход, при котором все очаги ДР сегментируются (в рамках стандартной семипольной (S7F) области исследования), позволяет оценить расположение каждого очага относительно ориентира (например, диска зрительного нерва или фовеального центра), что потенциально предполагает более точную оценку. Важно отметить, что количество и площадь очагов ДР достаточно хорошо коррелируют с категориальными уровнями её тяжести [17–20].

Оценить диабетическую неоваскуляризацию на самых ранних стадиях и распознать связанные с ней изменения витреоретинального интерфейса позволяет ОКТ-ангиография [21–23]. В последние годы появилось значительное количество публикаций, в которых указывается: сочетание ОКТ с хирургическим микроскопом (оптическая когерентная томографическая ангиография) позволяет в режиме реального времени оценить витреоретинальные структуры и идентифицировать радикальность, полноту расщипывания/сегментацию мембраны, что является важным этапом в хирургии диабетической тракционной отслойки сетчатки. Таким образом, ОКТ расширила возможности обнаружения и мониторинга пролиферативной ДР безопасным и неинвазивным способом. По мере накопления знаний и опыта данный метод всё более расширяет возможности диагностики как в обнаружении, так и в прогнозе развития заболевания от ДР до пролиферативной ДР [24, 25].

Важно отметить, что при тяжёлых стадиях пролиферативной ДР указанный объём офтальмологической диагностики существенно затруднён в связи с недостаточной визуализацией глазного дна пациента. Одним из перспективных диагностических подходов в этих случаях представляются предложенные авторами работы [26] «конкретизированные» и «одиночные» показатели, оцениваемые врачом-офтальмологом по балльной шкале, которая отражает выраженность патологических проявлений. Конкретизированные показатели представляют собой апробированные в литературе клинические признаки, совокупность которых определяет тяжесть состояния глазного дна и диабетического макулярного отёка. Одиночные показатели отображают отдельные клинические особенности состояния сетчатки. При этом следует отметить достаточно высокую диагностическую эффективность изложенного подхода.

Следует также отметить, что ДР и особенно — пролиферативная ДР на поздних стадиях заболевания оказывает решающее влияние на качество жизни и эмоциональное состояние пациентов. Пациенты с нарушениями зрения, связанными с ДР, сталкиваются с трудностями во многих фундаментальных аспектах

своей повседневной деятельности. В этом контексте, по данным литературы, у ряда пациентов возникают характерные проявления психологического дистресса (психологические и тревожные расстройства, депрессия), что ещё больше ухудшает их состояние [27, 28]. В частности, в работе [29] определено, что признаки депрессии чаще встречались у пациентов с умеренной и тяжёлой ДР (16%), чем у лиц без ДР (7%), лёгкой непролиферативной ДР (6%) или пролиферативной ДР (5%). Для оценки потенциального влияния ДР на качество жизни пациентов применяется ряд опросников [30–32].

В заключение данного раздела следует отметить, что в литературе присутствует достаточно большой объём исследований, рассматривающих показатели зрения и организма в целом в качестве прогностических критериев прогрессирования ДР или пролиферативной ДР. В частности, оценивались следующие параметры: продолжительность диабета и уровень гликемии [33, 34], артериальное давление [35], общий холестерин [36], липидный профиль [37], биомаркёры функции почек [38, 39] и ряд других. Полученные различными авторами результаты достаточно разноплановы. По-видимому, прогрессирование патологических процессов при ДР в большей степени связано с повышением уровня гликированного гемоглобина, поэтому поддержание и контроль адекватного уровня глюкозы на протяжении всей жизни независимо от стадии тяжести заболевания может помочь предотвратить возникновение (развитие) пролиферативной ДР и риск осложнений, угрожающих зрению. Определённую роль играют возраст пациента и наличие почечной недостаточности [40].

ХИРУРГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

В общем плане следует отметить, что благодаря достижениям хирургии (начиная с системы витрэктомии малого диаметра и вспомогательного инструментария, необходимого для безопасного и полного удаления фиброваскулярной ткани с поверхности сетчатки) появилось больше показаний для витрэктомии в тяжёлых случаях пролиферативной ДР [41]. Благодаря достижениям витреоретинальной хирургии в последние годы частота первичного и окончательного прилегания сетчатки после витрэктомии по поводу тракционной отслойки увеличилась и варьируется от 86,3 до 100,0% [7, 42]. Большинство исследований показывают, что функциональные результаты улучшаются после витрэктомии по поводу пролиферативной ДР в 49–83% случаев, при этом в качестве предикторов низких клинических исходов хирургического вмешательства обозначают рубец радужной оболочки, витреопапиллярную тракцию, низкую предоперационную остроту зрения и наличие тракционной отслойки сетчатки. Вероятность интра- и послеоперационных осложнений после витрэктомии по поводу пролиферативной ДР достаточно низкая и не оказывает существенного влияния на конечные функциональные результаты [6, 43–46].

При этом предикторами планируемого функционального результата являются частота и выраженность геморрагических осложнений, степень морфологических повреждений сетчатки, объём фиброглияльной ткани и некоторые другие [47].

Необходимо подчеркнуть, что конкретное рассмотрение хирургических «техник» витрэктомии тяжёлых стадий не входило в целевые установки настоящего обзора. В общем плане следует отметить методику витрэктомии при тяжёлых стадиях пролиферативной витреоретинопатии у пациентов, находящихся на гемодиализе (одномоментная лентивитрэктомия с имплантацией интраокулярной линзы, максимально возможное удаление базального витреума, выполнение периферической эндолазеркоагуляции, бимануальная техника работы и др.) [48]. Наряду с этим некоторые авторы применяют при витрэктомии «пилинг внутренней пограничной мембраны при одномоментном удалении фиброглияльной ткани на фоне тампонады витреальной полости» [49] или двухэтапное хирургическое вмешательство (факоемульсификация + имплантация интраокулярной линзы с последующим пилингом внутренней пограничной мембраны, эндолазеркоагуляцией сетчатки в зонах сосудистых микроаномалий, ретинальной ишемии и др.) [50]. Предлагается также методика «щадящей» витрэктомии («последовательное выполнение факоемульсификации и витрэктомии; послабляющей капсулотомии в послеоперационном периоде; мономануальной методики витрэктомии и др.») [51].

Следует отдельно рассмотреть предоперационное интравитреальное введение антиангиогенных препаратов (инъекция ранибизумаба) как достаточно новое направление в комплексном хирургическом лечении пациентов с тяжёлыми стадиями пролиферативной ДР. Традиционная хирургия пролиферативной ДР в сочетании с кровоизлиянием в стекловидное тело включает в себя витрэктомию и фотокоагуляцию сетчатки. Однако удаление преретинальной васкуляризированной мембраны во время операции, особенно у пациентов с тяжёлыми стадиями пролиферативной ДР, может вызвать кровотечение, что серьёзно ухудшает визуализацию операционного поля. Повторные кровотечения удлиняют время операции и увеличивают частоту интраоперационного ввода и вывода хирургических инструментов, значительно повышая вероятность возможных осложнений. Проведённые исследования (с учётом измерения концентрации антиангиогенных препаратов в стекловидном теле и внутриглазной жидкости) достаточно убедительно свидетельствуют, что применение (за 1–3 дня до операции) антиангиогенных препаратов обеспечивает существенное снижение фактора роста эндотелия. Это в конечном счёте эффективно улучшает интраоперационные условия хирургического вмешательства и является действенной профилактикой тракционной отслойки сетчатки вследствие уменьшения количества новообразованных сосудов и снижения риска кровотечения во время и после операции [52, 53].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диабетическая ретинопатия является одним из ведущих осложнений у пациентов с сахарным диабетом. Важно отметить, что в связи с повышением клинической эффективности лечения сахарного диабета отмечается увеличение продолжительности жизни пациентов, что, соответственно, повышает вероятность возникновения тяжёлых форм заболевания — пролиферативной диабетической ретинопатии, являющейся одной из основных причин слепоты и слабовидения в трудоспособном возрасте. Наиболее информативными клинико-диагностическими методами для диабетической ретинопатии признаются цветное фотографирование глазного дна и оптическая когерентная томография. В предлагаемых методиках проведения витрэктомии пациентам с далеко зашедшей стадией пролиферативной диабетической ретинопатии не в полном объёме учитываются офтальмологические и соматические особенности, что требует рассмотрения хирургического лечения данного контингента в качестве отдельного направления

витрэктомии с позиций совершенствования офтальмологических техник, медикаментозного сопровождения и выбора анестезиологического пособия.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с проведённым исследованием и публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. А.Ф. Тешев, А.С. Головин — анализ литературных источников, написание текста; А.В. Малышев — редактирование статьи.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. A.F. Teshev, A.S. Golovin — analysis of literary sources, writing the text; A.V. Malyshev — editing the article.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нероев В.В., Зайцева О.В., Михайлова Л.А. Распространенность диабетической ретинопатии в Российской Федерации, по данным федеральной статистики // Российский офтальмологический журнал. 2023. Т. 16, № 3. С. 7–11. EDN: ZBWKBI doi: 10.21516/2072-0076-2023-16-3-7-11
2. Teo Z.L., Tham Y.C., Yu M., et al. Global prevalence of diabetic retinopathy and projection of burden through 2045: systematic review and meta-analysis // Ophthalmology. 2021. Vol. 128, N 11. P. 1580–1591. doi: 10.1016/j.ophtha.2021.04.027
3. Thomas R., Halim S., Gurudas S., et al. IDF Diabetes Atlas: a review of studies utilising retinal photography on the global prevalence of diabetes related retinopathy between 2015 and 2018 // Diabetes Res Clin Pract. 2019. Vol. 157. P. 107840. doi: 10.1016/j.diabres.2019.107840
4. Ogurtsova K., da Rocha Fernandes J.D., Huang Y., et al. IDF Diabetes Atlas: global estimates for the prevalence of diabetes for 2015 and 2040 // Diabetes Res Clin Pract. 2017. Vol. 128. P. 40–50. doi: 10.1016/j.diabres.2017.03.024
5. Zhang Y., Yang R., Hou Y., et al. Association of cardiovascular health with diabetic complications, all-cause mortality, and life expectancy among people with type 2 diabetes // Diabetol Metab Syndr. 2022. Vol. 14, N 1. P. 158. doi: 10.1186/s13098-022-00934-6
6. Stewart M.W., Browning D.J., Landers M.B. Current management of diabetic tractional retinal detachments // Indian J Ophthalmol. 2018. Vol. 66, N 12. P. 1751–1762. doi: 10.4103/ijo.IJO_1217_18
7. Kaźmierczak K., Żuchowski P., Stafiej J., et al. Functional and structural outcomes and complications after pars planavitrectomy for severe features of proliferative diabetic retinopathy in type 1 and type 2 diabetes mellitus // PLoS One. 2023. Vol. 18, N 7. P. e0288805. doi: 10.1371/journal.pone.0288805
8. Scott R.A., Lu V.I., Grove N., et al. Rates of diabetic retinopathy among cluster analysis-identified type 2 diabetic

- mellitus subgroups // Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2023. doi: 10.1007/s00417-023-06260-5.
9. Rai B.B., Essex R.W., Morley M.G., et al. Prevalence and severity of diabetic retinopathy at first presentation to vitreoretinal services in Bhutan: a 3-year national study // Jpn J Ophthalmol. 2023. Vol. 67, N 3. P. 287–294. doi: 10.1007/s10384-023-00989-6
10. GverovićAntunica A., Bućan K., Kaštelan S., et al. Prevalence of diabetic retinopathy in the Dubrovnik-Neretva County // Cent Eur J Public Health. 2019. Vol. 27, N 2. P. 160–164. doi: 10.21101/cejph.a5213
11. Будзинская М.В., Петрачков Д.В., Савочкина О.А., Аржуханов Д.Д. К вопросу о классификации диабетической ретинопатии // Вестник офтальмологии. 2019. Т. 135, № 5-2. С. 272–277. EDN: GUPFSC doi: 10.17116/oftalma2019135052272
12. Lundeen E.A., Burke-Conte Z., Rein D.B., et al. Prevalence of diabetic retinopathy in the US in 2021 // JAMA Ophthalmol. 2023. Vol. 141, N 8. P. 747–754. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2023.2289.
13. Stattin M., Haas A.M., Ahmed D., et al. Detection rate of diabetic macular microaneurysms comparing dye-based angiography and optical coherence tomography angiography // Sci Rep. 2020. Vol. 10, N 1. P. 16274. doi: 10.1038/s41598-020-73516-z
14. Дуржинская М.Х. Микроаневризмы как маркер диабетической ретинопатии // Вестник офтальмологии. 2021. Т. 137, № 5-2. С. 300–305. EDN: IZCQCA doi: 10.17116/oftalma2021137052300
15. Parravano M., De Geronimo D., Scarinci F., et al. Diabetic microaneurysms internal reflectivity on spectral-domain optical coherence tomography and optical coherence tomography angiography detection // Am J Ophthalmol. 2017. Vol. 179. P. 90–96. doi: 10.1016/j.ajo.2017.04.021
16. Querques G., Borrelli E., Battista M., et al. Optical coherence tomography angiography in diabetes: focus on microaneurysms // Eye (Lond). 2021. Vol. 35, N 1. P. 142–148. doi: 10.1038/s41433-020-01173-7

17. Esmailkhanian H., Liu H., Fasih-Ahmed S., et al. The relationship of diabetic retinopathy severity scales with frequency and surface area of diabetic retinopathy lesions // *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2023. Vol. 261, N 11. P. 3165–3176. doi: 10.1007/s00417-023-06145-7
18. Sears C.M., Nittala M.G., Jayadev C., et al. Comparison of subjective assessment and precise quantitative assessment of lesion distribution in diabetic retinopathy // *JAMA Ophthalmol*. 2018. Vol. 136, N 4. P. 365–371. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2018.0070
19. Santos A.R., Mendes L., Madeira M.H., et al. microaneurysm turnover in mild non-proliferative diabetic retinopathy is associated with progression and development of vision-threatening complications: a 5-year longitudinal study // *J Clin Med*. 2021. Vol. 10, N 10. P. 2142. doi: 10.3390/jcm10102142
20. Marques I.P., Alves D., Santos T., et al. Characterization of disease progression in the initial stages of retinopathy in type 2 diabetes: a 2-year longitudinal study // *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2020. Vol. 61, N 3. P. 20. doi: 10.1167/iov.61.3.20
21. Nagasawa T., Tabuchi H., Masumoto H., et al. Accuracy of diabetic retinopathy staging with a deep convolutional neural network using ultra-wide-field fundus ophthalmoscopy and optical coherence tomography angiography // *J Ophthalmol*. 2021. Vol. 2021. P. 6651175. doi: 10.1155/2021/6651175
22. Russell J.F., Flynn H.W. Jr, Sridhar J., et al. Distribution of diabetic neovascularization on ultra-widefield fluorescein angiography and on simulated widefield OCT angiography // *Am J Ophthalmol*. 2019. Vol. 207. P. 110–120. doi: 10.1016/j.ajo.2019.05.031
23. Schwartz R., Khalid H., Sivaprasad S., et al. Objective evaluation of proliferative diabetic retinopathy using OCT // *Ophthalmol Retina*. 2020. Vol. 4, N 2. P. 164–174. doi: 10.1016/j.oret.2019.09.004
24. Shoshani Y., Harris A., Shoja M.M., et al. Impaired ocular blood flow regulation in patients with open-angle glaucoma and diabetes // *Clin Exp Ophthalmol*. 2012. Vol. 40, N 7. P. 697–705. doi: 10.1111/j.1442-9071.2012.02778.x
25. Vaz-Pereira S., Morais-Sarmiento T., Esteves Marques R. Optical coherence tomography features of neovascularization in proliferative diabetic retinopathy: a systematic review // *Int J Retina Vitreous*. 2020. Vol. 6. P. 26. doi: 10.1186/s40942-020-00230-3
26. Головин А.С., Беликова Е.И. Сравнительная качественная оценка тяжести диабетической ретинопатии у пациентов с III, IV и V, требующей гемодиализа, стадиями хронической почечной недостаточности // *Российский офтальмологический журнал*. 2022. Т. 15, № 4. С. 18–22. EDN: KINIVC doi: 10.21516/2072-0076-2022-15-4-18-22
27. Roberts-Martínez Aguirre I., Rodríguez-Fernández P., González-Santos J., et al. Exploring the quality of life related to health and vision in a group of patients with diabetic retinopathy // *Healthcare (Basel)*. 2022. Vol. 10, N 1. P. 142. doi: 10.3390/healthcare10010142
28. Ströhle A., Gensichen J., Domschke K. The diagnosis and treatment of anxiety disorders // *Dtsch Arztebl Int*. 2018. Vol. 155, N 37. P. 611–620. doi: 10.3238/arztebl.2018.0611
29. Valluru G., Costa A., Klawe J., et al. Depression in individuals with diabetic retinopathy in the US national health and nutrition examination Survey, 2005–2008 // *Am J Ophthalmol*. 2023. Vol. 256. P. 63–69. doi: 10.1016/j.ajo.2023.07.005
30. Terheyden J.H., Finger R.P. Visuelle Lebensqualität bei starker Sehbehinderung — Messung und Messinstrumente // *Klin Monbl Augenheilkd*. 2019. Vol. 236, N 3. P. 261–268. doi: 10.1055/a-0838-5810
31. Assi L., Rosman L., Chamseddine F., et al. Eye health and quality of life: an umbrella review protocol // *BMJ Open*. 2020. Vol. 10, N 8. P. e037648. doi: 10.1136/bmjopen-2020-037648
32. Овечкин И.Г., Ковригина Е.И., Коновалов М.Е., Кумар В. Исследование «качества жизни» в офтальмологической практике // *Офтальмологические ведомости*. 2021. Т. 14, № 3. С. 61–70. EDN: RFIQGN doi: 10.17816/OV71041
33. Perais J., Agarwal R., Evans J.R., et al. Prognostic factors for the development and progression of proliferative diabetic retinopathy in people with diabetic retinopathy // *Cochrane Database Syst Rev*. 2023. Vol. 2, N 2. P. CD013775. doi: 10.1002/14651858.CD013775.pub2
34. Zhang Y., Zhu W., Wang J., Zuo Y. Identification of biomarkers associated with immune scores in diabetic retinopathy // *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2023. Vol. 14. P. 1228843. doi: 10.3389/fendo.2023.1228843
35. Zhou J.B., Song Z.H., Bai L., et al. Retraction note: could intensive blood pressure control really reduce diabetic retinopathy outcomes? Evidence from meta-analysis and trial sequential analysis from randomized controlled trials // *Diabetes Ther*. 2023. Vol. 14, N 5. P. 951. doi: 10.1007/s13300-023-01396-3
36. Kataoka S.Y., Lois N., Kawano S., et al. Fenofibrate for diabetic retinopathy // *Cochrane Database Syst Rev*. 2023. Vol. 6, N 6. P. CD013318. doi: 10.1002/14651858.CD013318.pub2
37. Lee C.C., Hsing S.C., Lin Y.T., et al. The importance of close follow-up in patients with early-grade diabetic retinopathy: a taiwan population-based study grading via deep learning model // *Int J Environ Res Public Health*. 2021. Vol. 18, N 18. P. 9768. doi: 10.3390/ijerph18189768
38. Gange W.S., Lopez J., Xu B.Y., et al. Incidence of proliferative diabetic retinopathy and other neovascular sequelae at 5 years following diagnosis of type 2 diabetes // *Diabetes Care*. 2021. Vol. 44, N 11. P. 2518–2526. doi: 10.2337/dc21-0228
39. Hsieh Y.T., Hsieh M.C. Time-sequential correlations between diabetic kidney disease and diabetic retinopathy in type 2 diabetes — an 8-year prospective cohort study // *Acta Ophthalmol*. 2021. Vol. 99, N 1. P. e1–e6. doi: 10.1111/aos.14487
40. Storey P.P., Ter-Zakarian A., Philander S.A., et al. Visual and anatomical outcomes after diabetic traction and traction-rhegmatogenous retinal detachment repair // *Retina*. 2018. Vol. 38, N 10. P. 1913–1919. doi: 10.1097/IAE.0000000000001793
41. Huang C.H., Hsieh Y.T., Yang C.M. Vitrectomy for complications of proliferative diabetic retinopathy in young adults: clinical features and surgical outcomes // *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2017. Vol. 255, N 5. P. 863–871. doi: 10.1007/s00417-016-3579-4
42. Nishi K., Nishitsuka K., Yamamoto T., Yamashita H. Factors correlated with visual outcomes at two and four years after vitreous surgery for proliferative diabetic retinopathy // *PLoS One*. 2021. Vol. 16, N 1. P. e0244281. doi: 10.1371/journal.pone.0244281
43. Cruz-Iñigo Y.J., Berrocal M.H. Twenty-seven-gauge vitrectomy for combined tractional and rhegmatogenous retinal detachment involving the macula associated with proliferative diabetic retinopathy // *Int J Retina Vitreous*. 2017. Vol. 3. P. 38. doi: 10.1186/s40942-017-0091-x
44. Im J.C., Kim J.H., Park D.H., Shin J.P. Structural changes of the macula on optical coherence tomography after vitrectomy for proliferative diabetic retinopathy // *Ophthalmologica*. 2017. Vol. 238, N 4. P. 186–195. doi: 10.1159/000477826

45. Algethami A., Talea M., Alsakran W.A., et al. Persistent subretinal fluid following diabetic tractional retinal detachment repair: risk factors, natural history, and management outcomes // *Int Ophthalmol.* 2021. Vol. 41, N 2. P. 453–464. doi: 10.1007/s10792-020-01595-y

46. Li Y., Teng D., Shi X., et al. Prevalence of diabetes recorded in mainland China using 2018 diagnostic criteria from the American Diabetes Association: national cross sectional study // *BMJ.* 2020. Vol. 369. P. m997. doi: 10.1136/bmj.m997

47. DCCT/EDIC Research Group, Nathan D.M., Bebu I., et al. Frequency of evidence-based screening for retinopathy in type 1 diabetes // *N Engl J Med.* 2017. Vol. 376, N 16. P. 1507–1516. doi: 10.1056/NEJMoa1612836

48. Головин А.С., Беликова Е.И. Научное обоснование, разработка, оценка безопасности и клинической эффективности технологии витрэктомии у пациентов с тяжелыми формами пролиферативной диабетической ретинопатии, находящихся на гемодиализе // *Офтальмология.* 2022. Т. 19, № 4. С. 746–752. EDN: ONYTOU doi: 10.18008/1816-5095-2022-4-746-752

49. Бикбов М.М., Файзрахманов Р.П., Каланов М.Р. Влияние пилинга внутренней пограничной мембраны на морфофункци-

ональные показатели сетчатки при пролиферативной диабетической ретинопатии (предварительное сообщение) // *Вестник офтальмологии.* 2018. Т. 134, № 1. С. 63–69. EDN: YSGVWV doi: 10.17116/oftalma2018134163-69

50. Коновалова К.И., Шишкин М.М., Файзрахманов Р.П. Эффективность многоэтапного хирургического лечения пролиферативной диабетической ретинопатии, осложненной начальной катарактой // *Вестник офтальмологии.* 2020. Т. 136, № 6-2. С. 171–176. EDN: NOWWJG doi: 10.17116/oftalma2020136062171

51. Бабаева Д.Б., Шишкин М.М., Файзрахманов Р.П., Коновалова К.И. Витреопапиллярный тракционный синдром при пролиферативной диабетической ретинопатии // *Вестник офтальмологии.* 2021. Т. 137, № 6. С. 38–44. EDN: AHZKOG doi: 10.17116/oftalma202113706138

52. Li S., Yang Y., Zou J., et al. The efficacy and safety of intravitreal injection of Ranibizumab pre-treatment for vitrectomy in proliferative diabetic retinopathy with vitreous hemorrhage // *BMC Ophthalmol.* 2022. Vol. 22, N 1. P. 63. doi: 10.1186/s12886-022-02303-3

53. Gale M.J., Scruggs B.A., Flaxel C.J. Diabetic eye disease: a review of screening and management recommendations // *Clin Exp Ophthalmol.* 2021. Vol. 49, N 2. P. 128–145. doi: 10.1111/ceo.13894

REFERENCES

1. Neroev VV, Zaytseva OV, Mikhailova LA. Diabetic retinopathy prevalence in the Russian Federation according to all-Russia statistics. *Russian Ophthalmological Journal.* 2023;16(3):7–11. EDN: ZBWKBI doi: 10.21516/2072-0076-2023-16-3-7-11

2. Teo ZL, Tham YC, Yu M, et al. Global prevalence of diabetic retinopathy and projection of burden through 2045: systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology.* 2021;128(11):1580–1591. doi: 10.1016/j.ophtha.2021.04.027

3. Thomas R, Halim S, Gurudas S, et al. IDF Diabetes Atlas: a review of studies utilising retinal photography on the global prevalence of diabetes related retinopathy between 2015 and 2018. *Diabetes Res Clin Pract.* 2019;157:107840. doi: 10.1016/j.diabres.2019.107840

4. Ogurtsova K, da Rocha Fernandes JD, Huang Y, et al. IDF Diabetes Atlas: global estimates for the prevalence of diabetes for 2015 and 2040. *Diabetes Res Clin Pract.* 2017;128:40–50. doi: 10.1016/j.diabres.2017.03.024

5. Zhang Y, Yang R, Hou Y, et al. Association of cardiovascular health with diabetic complications, all-cause mortality, and life expectancy among people with type 2 diabetes. *Diabetol Metab Syndr.* 2022;14(1):158. doi: 10.1186/s13098-022-00934-6

6. Stewart MW, Browning DJ, Landers MB. Current management of diabetic tractional retinal detachments. *Indian J Ophthalmol.* 2018;66(12):1751–1762. doi: 10.4103/ijo.IJO_1217_18

7. Kaźmierczak K, Żuchowski P, Stafiej J, Malukiewicz G. Functional and structural outcomes and complications after pars planavitrectomy for severe features of proliferative diabetic retinopathy in type 1 and type 2 diabetes mellitus. *PLoS One.* 2023;18(7):e0288805. doi: 10.1371/journal.pone.0288805

8. Scott RA, Lu VI, Grove N, et al. Rates of diabetic retinopathy among cluster analysis-identified type 2 diabetic mellitus subgroups. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2023. doi: 10.1007/s00417-023-06260-5

9. Rai BB, Essex RW, Morley MG, et al. Prevalence and severity of diabetic retinopathy at first presentation to vitreoretinal services

in Bhutan: a 3-year national study. *Jpn J Ophthalmol.* 2023;67(3): 287–294. doi: 10.1007/s10384-023-00989-6

10. GverovićAntunica A, Bućan K, Kaštelan S, et al. Prevalence of diabetic retinopathy in the Dubrovnik-Neretva County. *Cent Eur J Public Health.* 2019;27(2):160–164. doi: 10.21101/cejph.a5213

11. Budzinskaia MV, Petrachkov DV, Savochkina OA, Arzhukhanov DD. On classification of diabetic retinopathy. *The Russian Annals of Ophthalmology.* 2019;135(5-2):272–277. EDN: GUPFSC doi: 10.17116/oftalma2019135052272

12. Lundeen EA, Burke-Conte Z, Rein DB, et al. Prevalence of diabetic retinopathy in the US in 2021. *JAMA Ophthalmol.* 2023;141(8): 747–754. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2023.2289

13. Stattin M, Haas AM, Ahmed D, et al. Detection rate of diabetic macular microaneurysms comparing dye-based angiography and optical coherence tomography angiography. *Sci Rep.* 2020; 10(1):16274. doi: 10.1038/s41598-020-73516-z

14. Durzhinskaya MKh. Microaneurysms as a marker of diabetic retinopathy. *The Russian Annals of Ophthalmology.* 2021;137(5-2): 300–305 EDN: IZCQCA doi: 10.17116/oftalma2021137052300

15. Parravano M, De Geronimo D, Scarinci F, et al. Diabetic microaneurysms internal reflectivity on spectral-domain optical coherence tomography and optical coherence tomography angiography detection. *Am J Ophthalmol.* 2017;179:90–96. doi: 10.1016/j.ajo.2017.04.021

16. Querques G, Borrelli E, Battista M, et al. Optical coherence tomography angiography in diabetes: focus on microaneurysms. *Eye (Lond).* 2021;35(1):142–148. doi: 10.1038/s41433-020-01173-7

17. Esmailkhanian H, Liu H, Fasih-Ahmed S, et al. The relationship of diabetic retinopathy severity scales with frequency and surface area of diabetic retinopathy lesions. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2023;261(11):3165–3176. doi: 10.1007/s00417-023-06145-7

18. Sears CM, Nittala MG, Jayadev C, et al. Comparison of subjective assessment and precise quantitative assessment of lesion distribution

- in diabetic retinopathy. *JAMA Ophthalmol.* 2018;136(4):365–371. doi: 10.1001/jamaophthol.2018.0070
19. Santos AR, Mendes L, Madeira MH, et al. Microaneurysm turnover in mild non-proliferative diabetic retinopathy is associated with progression and development of vision-threatening complications: a 5-year longitudinal study. *J Clin Med.* 2021;10(10):2142. doi: 10.3390/jcm10102142
20. Marques IP, Alves D, Santos T, et al. Characterization of disease progression in the initial stages of retinopathy in type 2 diabetes: a 2-year longitudinal study. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2020;61(3):20. doi: 10.1167/iovs.61.3.20
21. Nagasawa T, Tabuchi H, Masumoto H, et al. Accuracy of diabetic retinopathy staging with a deep convolutional neural network using ultra-wide-field fundus ophthalmoscopy and optical coherence tomography angiography. *J Ophthalmol.* 2021;3(4):2021:6651175. doi: 10.1155/2021/6651175
22. Russell JF, Flynn HW Jr, Sridhar J, et al. Distribution of diabetic neovascularization on ultra-widefield fluorescein angiography and on simulated widefield OCT angiography. *Am J Ophthalmol.* 2019;207:110–120. doi: 10.1016/j.ajo.2019.05.031
23. Schwartz R, Khalid H, Sivaprasad S, et al. Objective evaluation of proliferative diabetic retinopathy using OCT. *Ophthalmol Retina.* 2020;4(2):164–174. doi: 10.1016/j.oret.2019.09.004
24. Shoshani Y, Harris A, Shoja MM, et al. Impaired ocular blood flow regulation in patients with open-angle glaucoma and diabetes. *Clin Exp Ophthalmol.* 2012;40(7):697–705. doi: 10.1111/j.1442-9071.2012.02778.x
25. Vaz-Pereira S, Morais-Sarmento T, Esteves Marques R. Optical coherence tomography features of neovascularization in proliferative diabetic retinopathy: a systematic review. *Int J Retina Vitreous.* 2020;6:26. doi: 10.1186/s40942-020-00230-3
26. Golovin AS, Belikova EI. A comparative qualitative assessment of the severity of diabetic retinopathy in patients with stages III, IV and V, requiring hemodialysis, of chronic renal insufficiency. *Russian Ophthalmological Journal.* 2022;15(4):18–22. EDN: KINIVC doi: 10.21516/2072-0076-2022-15-4-18-22
27. Roberts-Martínez Aguirre I, Rodríguez-Fernández P, González-Santos J, et al. Exploring the quality of life related to health and vision in a group of patients with diabetic retinopathy. *Healthcare (Basel).* 2022;10(1):142. doi: 10.3390/healthcare10010142
28. Ströhle A, Gensichen J, Domschke K. The diagnosis and treatment of anxiety disorders. *Dtsch Arztebl Int.* 2018;155(37):611–620. doi: 10.3238/arztebl.2018.0611
29. Valluru G, Costa A, Klawe J, et al. Depression in individuals with diabetic retinopathy in the US national health and nutrition examination survey, 2005–2008. *Am J Ophthalmol.* 2023;256:63–69. doi: 10.1016/j.ajo.2023.07.005
30. Terheyden JH, Finger RP. Vision-related quality of life with low vision — assessment and instruments. *Klin Monbl Augenheilkd.* 2019;236(3):261–268. (In Germany). doi: 10.1055/a-0838-5810
31. Assi L, Rosman L, Chamseddine F, et al. Eye health and quality of life: an umbrella review protocol. *BMJ Open.* 2020;10(8):e037648. doi: 10.1136/bmjopen-2020-037648
32. Ovechkin IG, Kovrigina EI, Kononov ME, Kumar V. Quality of life study in ophthalmic practice. *Ophthalmology Reports.* 2021;14(3):61–70. EDN: RFI0GN doi: 10.17816/OV71041
33. Perais J, Agarwal R, Evans JR, et al. Prognostic factors for the development and progression of proliferative diabetic retinopathy in people with diabetic retinopathy. *Cochrane Database Syst Rev.* 2023;2(2):CD013775. doi: 10.1002/14651858.CD013775.pub2
34. Zhang Y, Zhu W, Wang J, Zuo Y. Identification of biomarkers associated with immune scores in diabetic retinopathy. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2023;14:1228843. doi: 10.3389/fendo.2023.1228843
35. Zhou JB, Song ZH, Bai L, et al. Retraction note: could intensive blood pressure control really reduce diabetic retinopathy outcomes? Evidence from meta-analysis and trial sequential analysis from randomized controlled trials. *Diabetes Ther.* 2023;14(5):951. doi: 10.1007/s13300-023-01396-3
36. Kataoka SY, Lois N, Kawano S, et al. Fenofibrate for diabetic retinopathy. *Cochrane Database Syst Rev.* 2023;6(6):CD013318. doi: 10.1002/14651858.CD013318.pub2.
37. Lee CC, Hsing SC, Lin YT, et al. The importance of close follow-up in patients with early-grade diabetic retinopathy: a taiwan population-based study grading via deep learning model. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(18):9768. doi: 10.3390/ijerph18189768
38. Gange WS, Lopez J, Xu BY, et al. Incidence of proliferative diabetic retinopathy and other neovascular sequelae at 5 years following diagnosis of type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2021;44(11):2518–2526. doi: 10.2337/dc21-0228
39. Hsieh YT, Hsieh MC. Time-sequential correlations between diabetic kidney disease and diabetic retinopathy in type 2 diabetes — an 8-year prospective cohort study. *Acta Ophthalmol.* 2021;99(1):e1–e6. doi: 10.1111/aos.14487
40. Storey PP, Ter-Zakarian A, Philander SA, et al. Visual and anatomical outcomes after diabetic traction and traction-rhegmatogenous retinal detachment repair. *Retina.* 2018;38(10):1913–1919. doi: 10.1097/IAE.0000000000001793
41. Huang CH, Hsieh YT, Yang CM. Vitrectomy for complications of proliferative diabetic retinopathy in young adults: clinical features and surgical outcomes. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2017;255(5):863–871. doi: 10.1007/s00417-016-3579-4
42. Nishi K, Nishitsuka K, Yamamoto T, Yamashita H. Factors correlated with visual outcomes at two and four years after vitreous surgery for proliferative diabetic retinopathy. *PLoS One.* 2021;16(1):e0244281. doi: 10.1371/journal.pone.0244281
43. 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 Vitreous.* 2017;3:38. doi: 10.1186/s40942-017-0091-x
44. Im JC, Kim JH, Park DH, Shin JP. Structural changes of the macula on optical coherence tomography after vitrectomy for proliferative diabetic retinopathy. *Ophthalmologica.* 2017;238(4):186–195. doi: 10.1159/000477826
45. Algethami A, Talea M, Alsakran WA, et al. Persistent subretinal fluid following diabetic tractional retinal detachment repair: risk factors, natural history, and management outcomes. *Int Ophthalmol.* 2021;41(2):453–464. doi: 10.1007/s10792-020-01595-y
46. Li Y, Teng D, Shi X, et al. Prevalence of diabetes recorded in mainland China using 2018 diagnostic criteria from the American Diabetes Association: national cross sectional study. *BMJ.* 2020;369:m997. doi: 10.1136/bmj.m997
47. DCCT/EDIC Research Group, Nathan DM, Bebu I, et al. Frequency of evidence-based screening for retinopathy in type 1 diabetes. *N Engl J Med.* 2017;376(16):1507–1516. doi: 10.1056/NEJMoa1612836

48. Golovin AS, Belikova EI. Scientific substantiation, development, evaluation of the safety and clinical efficacy of vitrectomy technology in patients with severe forms of proliferative diabetic retinopathy who are on hemodialysis. *Ophthalmology*. 2022;19(4):746–752. EDN: ONYTOU doi: 10.18008/1816-5095-2022-4-746-752

49. 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). *The Russian Annals of Ophthalmology*. 2018;134(1):63–69. EDN: YSGVWV doi: 10.17116/oftalma2018134163-69

50. Konovalova KI, Shishkin MM, Fayzrakhmanov RR. Effectiveness of multistage surgical treatment of advanced proliferative diabetic retinopathy complicated with primary cataract. *The Russian*

Annals of Ophthalmology. 2020;136(6-2):171–176. EDN: NOWWJG doi: 10.17116/oftalma2020136062171

51. Babayeva DB, Shishkin MM, Fayzrakhmanov RR, Konovalova KI. Vitreopapillary traction syndrome in patients with proliferative diabetic retinopathy. *Vestn Oftalmol*. 2021;137(6):38–44. EDN: AHZKOG doi: 10.17116/oftalma202113706138

52. Li S, Yang Y, Zou J, et al. The efficacy and safety of intravitreal injection of Ranibizumab as pre-treatment for vitrectomy in proliferative diabetic retinopathy with vitreous hemorrhage. *BMC Ophthalmol*. 2022;22(1):63. doi: 10.1186/s12886-022-02303-3

53. Gale MJ, Scruggs BA, Flaxel CJ. Diabetic eye disease: a review of screening and management recommendations. *Clin Exp Ophthalmol*. 2021;49(2):128–145. doi: 10.1111/ceo.13894

ОБ АВТОРАХ

*** Тешев Адам Феликсович;**

адрес: Россия, 385008, Республика Адыгея, Майкоп,
ул. Пирогова, д. 237а;
ORCID: 0009-0002-2434-7538;
eLibrary SPIN: 1548-8310;
e-mail: adam.teshev@gmail.com

Малышев Алексей Владиславович, д-р мед. наук, доцент;

ORCID: 0000-0002-1448-9690;
eLibrary SPIN: 1381-6881;
e-mail: mavr189@yandex.ru

Головин Александр Сергеевич,

ORCID: 0000-0002-4803-9241;
eLibrary SPIN: 7636-2314;
e-mail: asgolovin1982@gmail.com

AUTHORS' INFO

*** Adam F. Teshev;**

address: Russia, 237a Pirogova street, 385008 Maykop,
Republic of Adygea, Russia;
ORCID: 0009-0002-2434-7538;
eLibrary SPIN: 1548-8310;
e-mail: adam.teshev@gmail.com

Alexey V. Malyshev, MD, Dr. Sci. (Medicine), associate professor;

ORCID: 0000-0002-1448-9690;
eLibrary SPIN: 1381-6881;
e-mail: mavr189@yandex.ru

Aleksandr S. Golovin;

ORCID: 0000-0002-4803-9241;
eLibrary SPIN: 7636-2314;
e-mail: asgolovin1982@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author