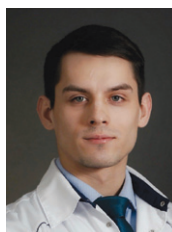


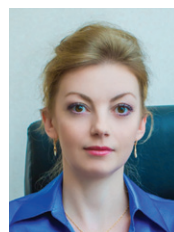
Комбинированное лазерно-хирургическое лечение пролиферативной диабетической ретинопатии в сочетании с диабетическим макулярным отеком



П.Л. Володин



А.И. Баталов



Е.В. Иванова

ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Бескудниковский бульвар, 59а, Москва, 127486, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(3):538–546

Цель: проанализировать клинико-функциональные и анатомические результаты комбинированного лазерно-хирургического лечения, включающего антиангиогенную терапию, панретинальную лазернокоагуляцию (ПРК) и прецизионную YAG-лазерную диссекцию у пациентов с пролиферативной диабетической ретинопатией (ПДР), осложненной развитием эпиретинального глиоза и диабетического макулярного отека (ДМО). **Пациенты и методы.** Всего в исследование были включены 18 пациентов (18 глаз) с ПДР в сочетании с эпиретинальным глиозом и ДМО, которым поэтапно выполняли комбинированное лазерно-хирургическое лечение: антиангиогенная терапия, ПРК, YAG-лазерная диссекция эпиретинального глиоза. В общей когорте пациентов средний возраст составил $60,7 \pm 4,9$ года. Всем пациентам до лечения, а также в сроки 1, 3, 6 и 12 месяцев после вмешательства выполняли исследование некорригированной и максимальной корригированной остроты зрения (НКОЗ, МКОЗ), компьютерную микропериметрию, оптическую когерентную томографию и цифровую фоторегистрацию глазного дна на широкопольной фундус-камере. ИАГ лазерная диссекция эпиретинального глиоза выполнялась на установке Ultra-Q Reflex Nd:YAG (Ellex). **Результаты.** Среднее значение НКОЗ до операции составило $0,23 \pm 0,14$, МКОЗ — $0,38 \pm 0,13$. Во всех случаях после проведенного комбинированного лечения через 12 месяцев наблюдения отмечалось достоверное улучшение как НКОЗ ($p < 0,05$), так и МКОЗ ($p < 0,05$). Через 12 месяцев наблюдения среднее значение НКОЗ составило $0,35 \pm 0,11$, МКОЗ — $0,47 \pm 0,14$. До операции всем пациентам проводили измерение центральной толщины сетчатки (ЦТС), среднее значение составило 529 ± 97 мкм, что свидетельствовало о наличии макулярного отека. Через 12 месяцев наблюдения ЦТС достоверно уменьшилась ($p < 0,05$), составив в среднем 344 ± 23 мкм. По результатам компьютерной периметрии светочувствительность сетчатки до проведения лечения в среднем составила $17,7 \pm 2,7$ дБ и постепенно повышалась на фоне лечения. Через 12 месяцев наблюдения светочувствительность составила $19,6 \pm 2,4$ дБ. В указанные сроки наблюдения достигнута стабилизация анатомических и функциональных показателей. **Заключение.** Полученные клинико-функциональные результаты свидетельствуют о достаточной эффективности и безопасности предложенного комбинированного поэтапного лазерно-хирургического лечения, включающего интравитреальную антиангиогенную терапию, панретинальную лазерную коагуляцию и YAG-лазерную диссекцию, у пациентов с ПДР в сочетании с эпиретинальным глиозом и ДМО.

Ключевые слова: пролиферативная диабетическая ретинопатия, диабетический макулярный отек, эпиретинальный глиоз, YAG-лазерная диссекция, оптическая когерентная томография

Для цитирования: Володин П.Л., Баталов А.И., Иванова Е.В. Комбинированное лазерно-хирургическое лечение пролиферативной диабетической ретинопатии в сочетании с диабетическим макулярным отеком. *Офтальмология*. 2025;22(3):538–546. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-538-546>

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.



Combined Laser Surgical Treatment of Proliferative Diabetic Retinopathy in Combination with Diabetic Macular Edema

P.L. Volodin, A.I. Batalov, E.V. Ivanova

S.N. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Beskudnikovskiy blvd, 59A, Moscow, 127486, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):538–546

Purpose. To evaluate the clinical, functional and anatomical results of combined laser surgical treatment, including antiangiogenic therapy, panretinal laser coagulation (PRC) and precise YAG laser dissection in patients with proliferative diabetic retinopathy (DR) complicated by the development of epiretinal gliosis and diabetic macular edema (DME). **Patients and methods.** A total of 18 patients (18 eyes) with PDR in combination with epiretinal gliosis and DME were included in the study, who underwent step-by-step combined laser surgical treatment: 1 — antiangiogenic therapy, 2 — PRC, 2 — YAG-laser dissection of epiretinal gliosis. In the general cohort of patients, the average age was 60.7 ± 4.9 years. Before the treatment, as well as within 1, 3, 6, and 12 months after the intervention, all patients underwent uncorrected and best corrected visual acuity (UCVA and BCVA), computer microperimetry, optical coherence tomography, and digital photoregistration of the fundus on a wide-field fundus camera. YAG laser dissection of epiretinal gliosis was performed using an Ultra-Q Reflex Nd:YAG (Ellex) device. **Results.** The average value of the UCVA before surgery was 0.23 ± 0.14 , and the best BCVA was 0.38 ± 0.13 . In all cases, after the combined treatment, after 12 months of follow-up, there was a significant improvement in both UCVA ($p < 0.05$) and BCVA ($p < 0.05$). After 12 months of follow-up, the average UCVA value was 0.35 ± 0.11 , and the BCVA was 0.47 ± 0.14 . Before surgery, all patients underwent the CRT measurements, the average value was 529 ± 97 microns, which indicated the presence of macular edema. After 12 months of follow-up, the CRT significantly decreased ($p < 0.05$), averaging 344 ± 23 microns. According to the results of computer perimetry, retinal photosensitivity before treatment averaged 17.7 ± 2.7 dB, gradually increasing with treatment. After 12 months of observation, the photosensitivity was 19.6 ± 2.4 dB. During the indicated follow-up period, stabilization of anatomical and functional parameters was achieved. **Conclusion.** The obtained clinical and functional results indicate sufficient efficacy and safety of the proposed combined phased laser surgical treatment, including intravitreal antiangiogenic therapy, panretinal laser coagulation and YAG laser dissection, in patients with DR in combination with epiretinal gliosis and DME.

Keywords: proliferative diabetic retinopathy, diabetic macular edema, epiretinal gliosis, YAG laser dissection, optical coherence tomography.

For citation: Volodin P.L., Batalov A.I., Ivanova E.V. Combined Laser Surgical Treatment of Proliferative Diabetic Retinopathy in Combination with Diabetic Macular Edema. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(3):538–546. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-538-546>

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

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Сахарный диабет (СД) — одно из наиболее распространенных хронических заболеваний — приводит к развитию инвалидизирующих и опасных для жизни осложнений. Распространенность СД к 2024 году существенно возросла в странах с любым уровнем дохода. По данным федеральной статистики сахарного диабета, в Российской Федерации (РФ) наблюдается прогрессирующий рост заболеваемости СД (5 168 896 пациентов, или 3,5 % населения) [1]. Диабетическая ретинопатия (ДР) и диабетический макулярный отек (ДМО) являются преобладающими причинами потери зрения у пациентов с СД [2].

ДР стоит на первом месте по тяжести поражения сетчатки и прогноза течения относительно потери центрального зрения и развивается у каждого третьего пациента с СД вне зависимости от возраста [3, 4]. Число пациентов с ДР в РФ на конец 2021 года составило 434 757 человек (8,4 % от общего числа больных СД), при этом пролиферативная диабетическая ретинопатия (ПДР) с полной потерей зрения у каждого 30-го больного наблюдалась у пациентов с СД 1-го типа в 23 % случаев

при длительности заболевания более 20 лет и в 65 % у пациентов с СД 2-го типа с длительностью заболевания более 15 лет [1, 3].

Причиной развития неоваскуляризации при ДР является нарушение капиллярного кровотока вследствие диабетической микроангиопатии, что приводит к появлению множественных участков неперфузии сетчатки. Отсутствие кровообращения в этих зонах вызывает тканевую гипоксию и усиленную продукцию факторов, стимулирующих ангиогенез в сосудах сетчатки, в частности фактор роста эндотелия сосудов (VEGF). Следовательно, в целях предотвращения прогрессирования заболевания патогенетически обоснованным является устранение ретинальной ишемии. Это возможно путем разрушения неперфузируемых зон сетчатки.

Крупномасштабные исследования Diabetic Retinopathy Study Research Group (DRS, 1976–1989) и Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group (ETDRS, 1985–1997) показали высокую клиническую эффективность панретинальной лазеркоагуляции (ПРК) и выдвинули ее в разряд стандартных методов лечения диабетической ретинопатии [4–7].

P.L. Volodin, A.I. Batalov, E.V. Ivanova

Contact information: Batalov Andrey I. batalovandrey@mail.ru

Combined Laser Surgical Treatment of Proliferative Diabetic Retinopathy in Combination with Diabetic...

С 1980-х годов и по настоящее время ПРК является одним из эффективных методов лечения ПДР, снижающим риск утраты зрительных функций на 50 %. В основе механизма лечебного эффекта ПРК лежит разрушение неперфузируемых зон сетчатки с целью уменьшения выработки вазопротрофирующих факторов, ответственных за развитие ретиальной неоваскуляризации и формирование ДМО. К недостаткам метода можно отнести: болевые ощущения, дискомфорт, длительность выполнения, появление атрофических очагов и микроскотом в поле зрения. Кроме того, данная операция требует достаточной прозрачности оптических сред [6].

ДМО является основной причиной снижения центрального зрения у пациентов с ДР. Частота развития ДМО увеличивается с тяжестью ДР и длительностью сахарного диабета. ДМО в сочетании с ПДР диагностируется в 70–74 % [8]. При длительной персистенции макулярного отека возникают необратимые изменения в структуре хориоретинального комплекса, которые могут осложняться ретиальным фиброзом, образованием кистозных полостей, ламеллярным разрывом [8].

Еще одним серьезным осложнением ПДР является образование эпиретинального глиоза и тракционной отслойки сетчатки. Фиброглияльная пролиферация неразрывно связана с ростом новообразованных ретиальных сосудов и наиболее выражена вдоль сосудистых аркад и в области диска зрительного нерва (ДЗН), где витреоретинальные сращения являются наиболее плотными. Гистологическая несостоятельность стенки новообразованных сосудов приводит к рецидивирующим преретинальным и витреальным кровоизлияниям, что также служит дополнительным стимулом для роста соединительной ткани. Рецидивирующие кровоизлияния и происходящее вследствие этого рубцевание задних отделов стекловидного тела ведут к образованию патологических витреоретинальных сращений, которые могут вызвать тракционную отслойку сетчатки [10].

Устранение эпиретинального глиоза для предотвращения или устранения тракционной отслойки сетчатки осуществляется в большинстве случаев при помощи витрэктомии (ВЭ). В 1970 году R. Machemer успешно выполнил первую витрэктомию через pars plana у пациента с диабетом по поводу нерассасывающегося кровоизлияния в стекловидном теле [11]. По данным отечественной и зарубежной литературы показано, что ВЭ является эффективным методом лечения ПДР, позволяющим восстановить прозрачность витреальной полости, устранить тракционные воздействия на сетчатку от измененного стекловидного тела и задней галоидной мембраны, стабилизировать пролиферативный процесс [12, 13].

Однако витрэктомия является полостной операцией, возможными осложнениями которой становятся ятрогенные разрывы сетчатки и ее отслойка, катаракта, глаукома, гипотония, рефракционные изменения, метамор-

фопсии, макулярный отек [14]. В связи с этим актуальным вопросом офтальмохирургии является поиск более щадящих неинвазивных методов устранения эпиретинального глиоза.

В 1985 году F. Fankhauser и соавт. [15], а затем в 1997 году А.Д. Семеновым и В.Л. Тимоховым [16] были предприняты первые попытки лазерной диссекции эпиретинальных мембран у пациентов с ПДР при помощи неодимового (Nd:YAG) лазера. Однако авторами был отмечен высокий риск геморрагических осложнений, кровоизлияний в сетчатку и стекловидное тело, а также необходимость многократных сеансов для достижения необходимого эффекта [9, 10, 15, 16].

Цель исследования — проанализировать клинико-функциональные и анатомические результаты комбинированного лазерно-хирургического лечения, включающего антиангиогенную терапию, панретиальную лазерную коагуляцию и дозированную YAG-лазерную диссекцию у пациентов с ПДР, осложненной ДМО и развитием эпиретинального глиоза.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Всего в исследование были включены 18 пациентов (18 глаз) с ПДР в сочетании с ДМО, которым выполняли комбинированное лазерно-хирургическое лечение. Основным критерием включения являлось наличие прогрессирующего эпиретинального глиоза по ходу сосудистых аркад с угрозой усиления тракционного компонента и развития тракционной отслойки макулы. В исследование не включали пациентов с препролиферативной и непролиферативной ДР, неоваскуляризацией радужки, клинически значимым гемофтальмом, вторичной неоваскулярной глаукомой и тракционной отслойкой сетчатки. Средняя продолжительность СД составила $13,9 \pm 3,7$ года.

Исследование проводилось в период с марта 2022 по декабрь 2024 года. В общей когорте пациентов женщины составили 33,3 % ($n = 6$), мужчины — 66,7% ($n = 12$). Возраст больных колебался в диапазоне 53–70 лет (среднее значение $60,6 \pm 4,9$ года). У всех пациентов в анамнезе был СД с длительностью от 8 до 21 года. Максимальный срок наблюдения составил 12 месяцев.

Всем пациентам при поступлении, а также через 1, 3, 6 и 12 месяцев после вмешательства выполняли полное офтальмологическое обследование. Стандартные методы диагностики включали: авторефрактометрию, визометрию с определением некорригированной остроты зрения (НКОЗ) и максимально скорректированной остроты зрения (МКОЗ), пневмотонометрию, биомикроскопию и офтальмоскопию. Дополнительно всем пациентам проводили компьютерную микропериметрию с измерением светочувствительности сетчатки («MAIA», CenterVue, Италия), оптическую когерентную томографию («RTVue-100» Optovue, Optovue Solix FullRange, США) в режиме Line, а также в режиме Retina Map, цифровую фоторегистрацию глазного дна

при помощи фундус-камеры «Visucam 500» и «Clarus 500» (Carl Zeiss, Германия), ПРК (лазерные установки Navilas 577s, OD-OS, Teltow, Германия, Pascal Photocoagulator «Optimedica», США) в полуавтоматическом сканирующем режиме с использованием различных паттернов (шаблонов).

Комбинированное лечение включало несколько этапов: 1 — интравитреальная антиангиогенная терапия, 2 — ПРК, 2 — дозированная YAG-лазерная диссекция эпиретинального глиоза (лазерная установка Ultra-Q Reflex Nd:YAG (Ellex)). Всем пациентам проводили от одной до шести интравитреальных инъекций антиангиогенного препарата, среднее количество инъекций составило $3,1 \pm 1,3$; количество этапов YAG-лазерной диссекции глиоза — от одной до четырех ($1,8 \pm 0,9$), мощность импульса — от 2 до 8 мДж ($6,4 \pm 1,1$ мДж).

Первичные результаты оценивали следующим образом: изменения НКОЗ, МКОЗ, регресс неоваскуляризации, частичное рассечение и расхождение краев эпиретинального глиоза. Частота нежелательных явлений оценивалась как вторичные исходы, включая кровоизлияние в стекловидное тело и формирование тракционной отслойки сетчатки.

Статистическую обработку результатов проводили с расчетом *t*-критерия Стьюдента и точного критерия Фишера с помощью программ Microsoft Excel 2010 и Statistica 10.1 («StatSoft», США). Различия между выборками считали достоверными при $p < 0,05$, доверительный интервал 95 %.

РЕЗУЛЬТАТЫ

За период наблюдения в течение 12 месяцев у всех пациентов была отмечена стабилизация анатомических показателей, отсутствие пролиферации, отсутствие усиления глиоза и тракционного компонента, тракционной отслойки макулы. Среднее значение НКОЗ до операции составило $0,23 \pm 0,14$, МКОЗ — $0,38 \pm 0,13$. Во всех случаях после проведенного комбинированного лечения через 12 месяцев наблюдения отмечалось достоверное улучшение как НКОЗ ($p < 0,05$), так и МКОЗ ($p < 0,05$). Динамика обоих показателей представлена в таблице 1. Через 12 месяцев наблюдения среднее значение НКОЗ составило $0,35 \pm 0,11$, МКОЗ — $0,47 \pm 0,14$.

Таблица 1. Динамика НКОЗ и МКОЗ у пациентов с ПДР, ДМО и эпиретинальным глиозом на фоне комбинированного лазерно-хирургического лечения

Table 1. Dynamics of UCVA and BCVA in patients with PDR, DME and epiretinal gliosis during combined laser-surgical treatment

Срок / Time	НКОЗ / UCVA	МКОЗ / BCVA
До операции / Before surgery	$0,23 \pm 0,14$	$0,38 \pm 0,13$
Через 1 месяц / In 1 month	$0,29 \pm 0,11$	$0,42 \pm 0,11$
Через 3 месяца / In 3 months	$0,32 \pm 0,12$	$0,44 \pm 0,12$
Через 6 месяцев / In 6 months	$0,32 \pm 0,12$	$0,45 \pm 0,14$
Через 12 месяцев / In 12 months	$0,35 \pm 0,11$	$0,47 \pm 0,14$

Таблица 2. Динамика ЦТС и светочувствительности сетчатки у пациентов с ПДР, ДМО и эпиретинальным глиозом на фоне комбинированного лазерно-хирургического лечения

Table 2. Dynamics of CRT and retinal photosensitivity in patients with PDR, DME and epiretinal gliosis during combined laser-surgical treatment

Срок / Time	ЦТС (мкм) / CRT	Светочувствительность сетчатки (дБ) / Retinal sensitivity (dB)
До операции / Before surgery	529 ± 97	$17,7 \pm 2,7$
Через 1 месяц / In 1 month	387 ± 49	$18,1 \pm 2,3$
Через 3 месяца / In 3 months	395 ± 92	$18,7 \pm 2,5$
Через 6 месяцев / In 6 months	396 ± 86	$18,8 \pm 2,9$
Через 12 месяцев / In 12 months	344 ± 23	$19,6 \pm 2,4$

До операции средний уровень ВГД составил $14,6 \pm 2,3$ мм рт. ст., на протяжении всего периода наблюдения уровень был в пределах нормы, составив через 12 месяцев $14,1 \pm 3,2$ мм рт. ст. ($p < 0,05$).

До операции всем пациентам проводили измерение ЦТС, среднее значение составило 529 ± 97 мкм, что свидетельствовало о наличии макулярного отека. Через 12 месяцев наблюдения ЦТС достоверно уменьшилась ($p < 0,05$), составив в среднем 344 ± 23 мкм. Динамика ЦТС представлена в таблице 2.

По результатам компьютерной периметрии светочувствительность сетчатки до проведения лечения в среднем составила $17,7 \pm 2,7$ дБ, постепенно увеличиваясь по мере лечения, через 12 месяцев наблюдения, достигнув в среднем $19,6 \pm 2,4$ дБ (табл. 2).

В отдаленном периоде никому из пациентов не потребовалась дополнительная YAG-лазерная диссекция.

Клинический пример. Пациент Л., 53 года, поступил с жалобами на постепенное снижение зрения левого глаза. Из анамнеза заболевания и жизни пациента установлено, что пациент страдает СД 2-го типа в течение 17 лет.

В ходе стандартного офтальмологического обследования пациента на момент обращения получены следующие результаты. МКОЗ правого глаза (OD) — 1,0, левого глаза (OS) — 0,5 (по таблице Головина — Сивцева). Уровень ВГД OD по данным пневмотонометрии составлял 20 мм рт. ст., OS — 18 мм рт. ст. Биомикроскопическая картина переднего отрезка OS: глаз спокоен, придаточный аппарат глаза без изменений, роговица прозрачная, передняя камера средней глубины, влага прозрачная, радужная оболочка субатрофична, имеется помутнение хрусталика в кортикальных слоях. Офтальмоскопическая картина OS: ДЗН бледно-розовый с четкими границами, перипапиллярно — неоваскуляризация, в макулярной зоне рефлекс ступешван, отек, множественные микроаневризмы и микрогеморрагии, на крайней периферии в нижнем отделе частично рассосавшийся гемофтальм.

Компьютерная микропериметрия OS: светочувствительность сетчатки — 20,8 дБ. По данным ОКТ макулярной зоны (M3) OS: ЦТС — 722 мкм.

На основании проведенного обследования поставлен диагноз OS: пролиферативная диабетическая ретинопатия, кистозный диабетический макулярный отек, частичный гемофтальм.

Учитывая наличие высокого кистозного ДМО в сочетании с высокой сосудистой активностью, выраженной и распространенной ретиальной неоваскуляризацией, в качестве лечения первой линии было проведено интравитреальное введение антиангиогенного препарата бrolуцизумаб. На фоне антиангиогенной терапии отмечено уменьшение макулярного отека (рис. 1). По данным ОКТ через 1,5 месяца ЦТС составила 333 мкм (рис. 2), однако при этом наблюдалось появление перипапиллярных преретинальных геморагий, усиление тракционного компонента с формированием выраженного эпиретинального глиоза на фоне частичного запустевания новообразованных сосудов (рис. 3).

Вторым этапом была проведена ПРК сетчатки в полном объеме за 3 сеанса (рис. 4), которую в связи с ремитирующим характером ДМО чередовали с ИВВ антиангиогенного препарата бrolуцизумаб.

Через 4,5 месяца лечения эпиретинальный глиоз был наиболее выражен от ДЗН к области височных сосудистых аркад. Пациенту была повторно проведена ОКТ в режиме Line по ходу эпиретинального глиоза для определения высоты отстояния глиоза от поверхно-

сти сетчатки и выбора оптимальной локализации YAG-лазерного воздействия (рис. 5).

В связи с этим на третьем этапе пациенту была проведена YAG-лазерная диссекция эпиретинального глиоза. Подбор энергии лазерного излучения начинался с 2 мДж с постепенным увеличением до достижения результативного импульса, который сопровождался появлением парогазовых пузырьков в СТ и фрагментацией эпиретинального глиоза. В данном случае понадобилось три сеанса с промежутком в одну неделю, максимальное значение лазерной энергии в импульсе составило 7 мДж.

После вмешательства по данным ОКТ было отмечено уменьшение натяжения, а затем расхождение краев эпиретинального глиоза. В ходе самой YAG-лазерной диссекции, а также в послеоперационном периоде значимые осложнения отсутствовали, точечные геморагии в проекции нанесения лазерных импульсов подверглись самопроизвольной резорбции. Динамика состояния эпиретинального глиоза до и после YAG-лазерной диссекции представлена на рисунках 6 и 7.

Через 12 месяцев наблюдения МКОЗ составила 0,6 (по таблице Головина — Сивцева), ВГД — 16 мм рт. ст. Отмечалась стабилизация анатомических показателей, отсутствие усиления пролиферации, по данным ОКТ было отмечено значительное расхождение краев эпиретинального глиоза, снижение тракционного компонента, ЦТС составила 340 мкм.

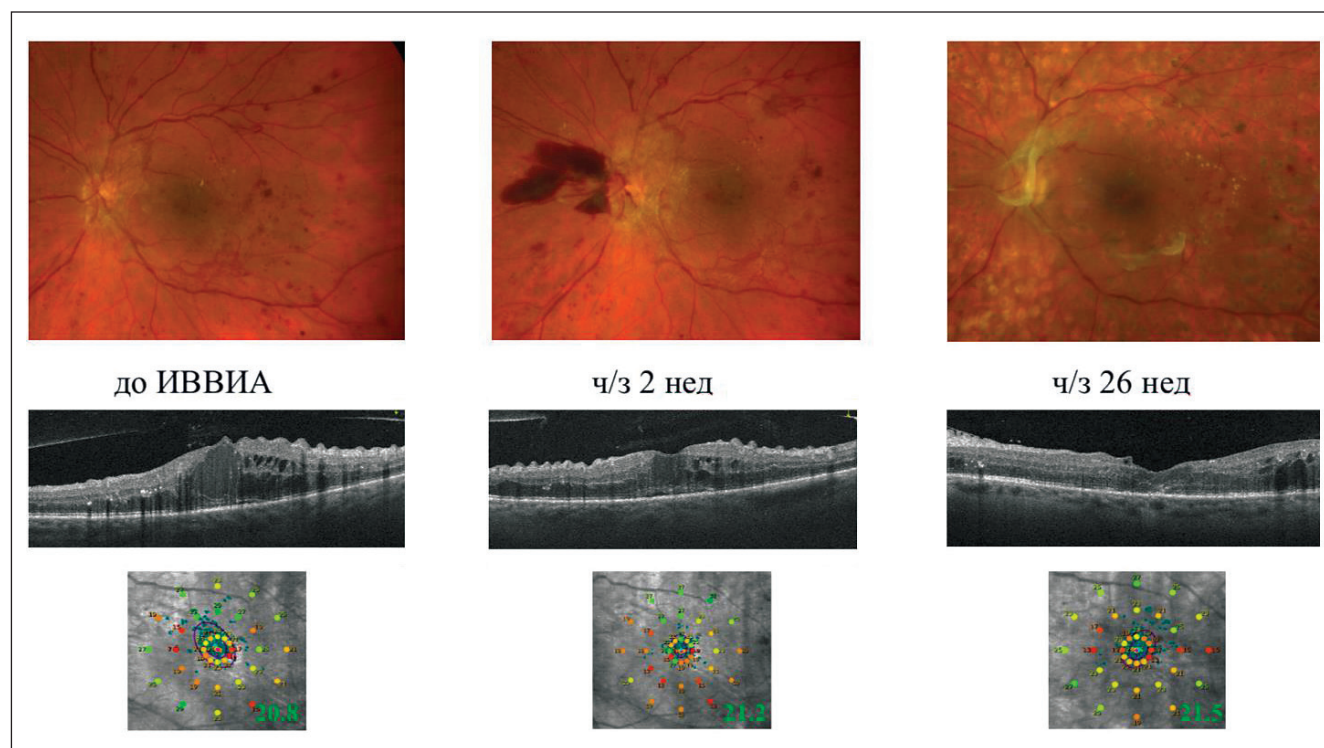


Рис. 1. Динамика ЦТС и светочувствительности пациента на фоне проводимого комбинированного лечения в различные сроки наблюдения: до интравитреального введения ингибитора ангиогенеза; через 2 недели; через 26 недель

Fig. 1. Dynamics of CRT and photosensitivity of the patient against the background of the combined treatment at different observation periods: before intravitreal injection of an angiogenesis inhibitor; after 2 week; after 26 week

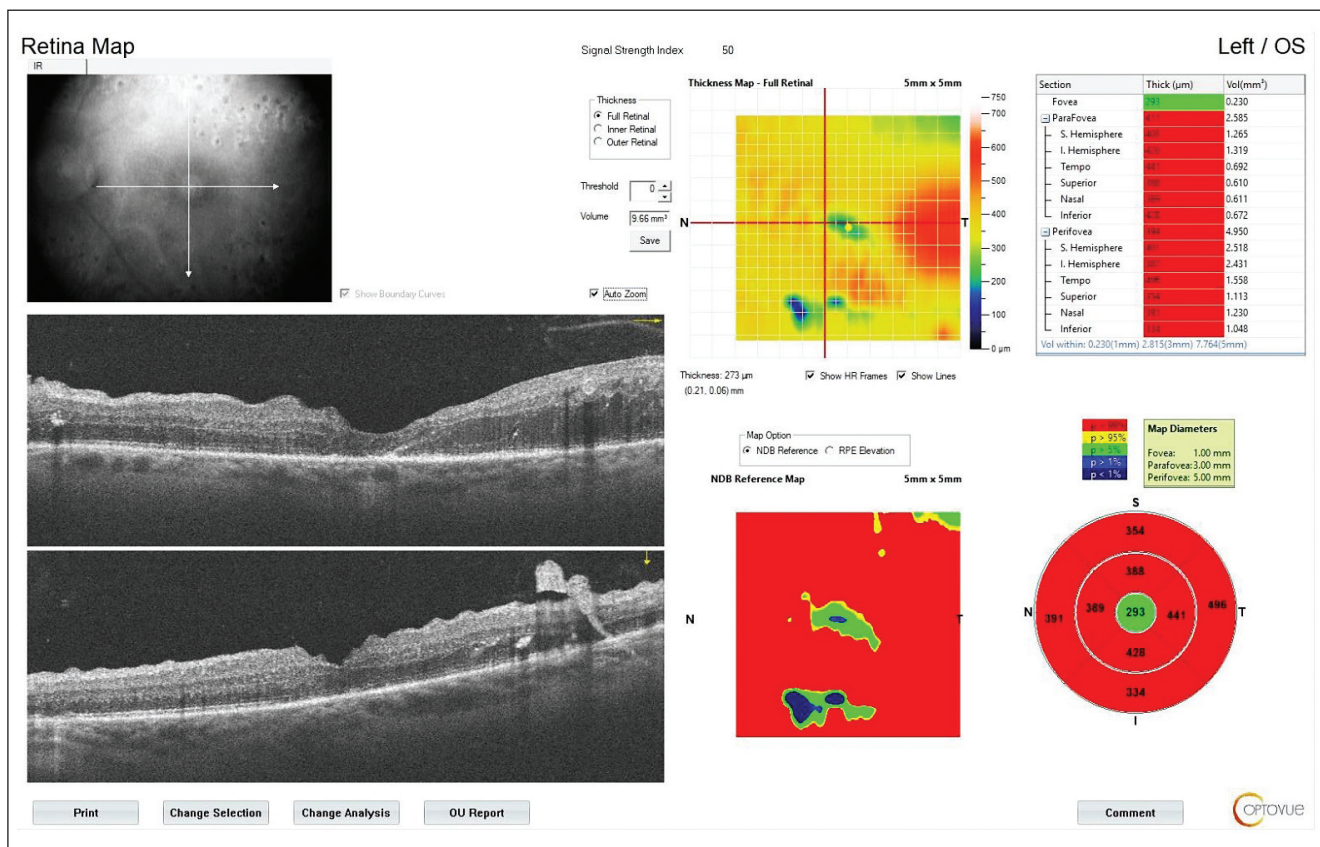


Рис. 2. Линейная сканограмма ОКТ макулярной зоны у пациента через 1,5 месяца от начала комбинированного лечения

Fig. 2. OCT-Line scan of the macular area in a patient 1.5 months after the start of combined treatment



Рис. 3. Линейная сканограмма ОКТ области ДЗН и эпиретинального глиоза у пациента через 1,5 месяца от начала комбинированного лечения

Fig. 3. OCT-Line scan of the optic disc area and epiretinal gliosis in a patient 1.5 months after the start of combined treatment

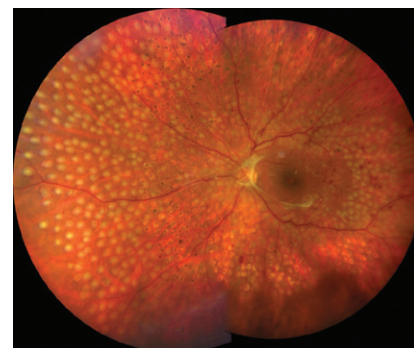


Рис. 4. Состояние глазного дна пациента после третьего сеанса ПРК, фото-регистрация на широкопольную фундус-камеру

Fig. 4. The patient's fundus condition after the third session of PRK, photo registration on a wide-field fundus camera

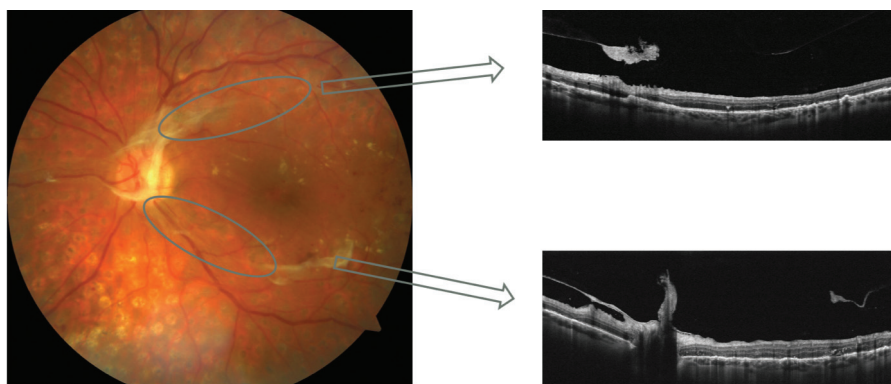


Рис. 5. Фоторегистрация глазного дна и ОКТ в режиме Line по ходу эпиретинального глиоза пациента через 4,5 месяца после начала комбинированного лечения; первая стрелка: высота отстояния эпиретинального глиоза по ходу верхней сосудистой аркады составила 831 мкм; вторая стрелка: высота отстояния эпиретинального глиоза по ходу нижней сосудистой аркады — 785 мкм

Fig. 5. Photoregistration of the fundus and OCT-Line mode along the course of epiretinal gliosis of the patient 4.5 months after the start of combined treatment; first arrow: the height of the epiretinal gliosis along the superior vascular arcade was 831 μm ; second arrow: the height of the epiretinal gliosis along the inferior vascular arcade was 785 μm

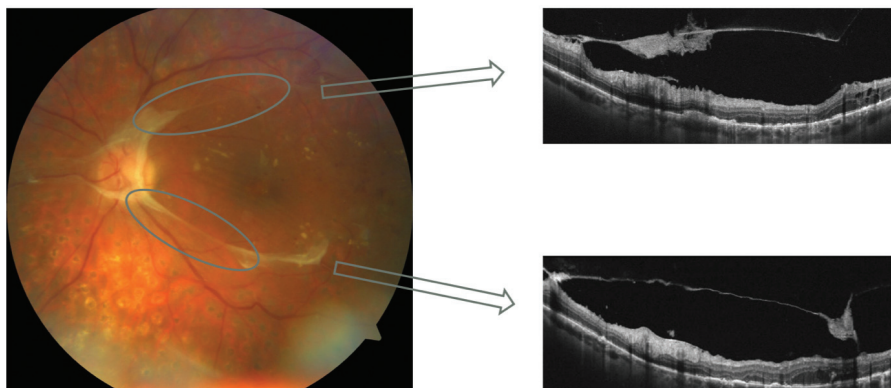


Рис. 6. Фоторегистрация глазного дна пациента и ОКТ в режиме Line в области эпиретинального глиоза до проведения YAG-лазерной диссекции

Fig. 6. Photoregistration of the patient's fundus and OCT-Line mode in the area of epiretinal gliosis before YAG laser dissection

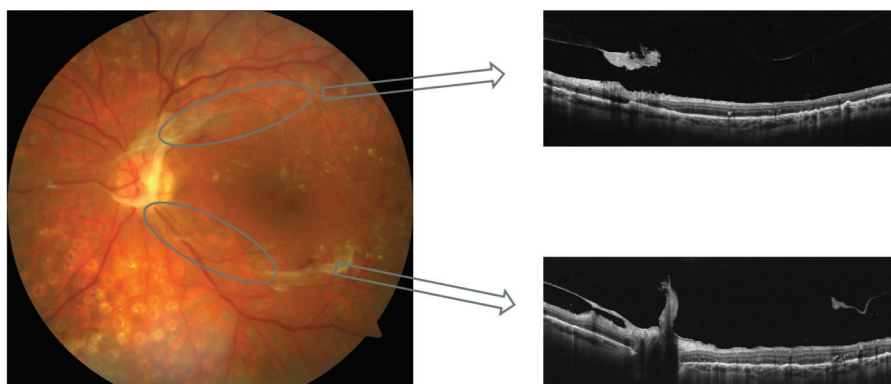


Рис. 7. Фоторегистрация глазного дна пациента и ОКТ в режиме Line в области эпиретинального глиоза сразу после проведения YAG-лазерной диссекции

Fig. 7. Photoregistration of the patient's fundus and OCT-Line mode in the area of epiretinal gliosis immediately after YAG laser dissection

ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно современным представлениям, ключевая роль в патогенезе заболевания принадлежит эндотелиальной дисфункции и повышенной выработке фактора роста эндотелия сосудов (VEGF). В соответствии с этим в настоящее время первой линией терапии клинически значимого диабетического макулярного отека рассматривается интравитреальное введение ингибиторов ангиогенеза. Из недостатков данного метода лечения следует отметить, что длительный персистирующий характер макулярного отека требует неоднократного введения антиангиогенных препаратов [9].

В представленном клиническом примере после первой инъекции антиангиогенного препарата было отмечено усиление тракционного компонента с формированием выраженного эпиретинального глиоза на фоне частичного запустевания новообразованных сосудов и снижения ЦТС.

Следующим этапом была проведена панретинальная лазерная коагуляция сетчатки, которая была выполнена в полном объеме за 3 сеанса с чередованием интравитреального введения антиангиогенного препарата в связи с ремиттирующим характером макулярного отека [9]. На фоне снижения сосудистой активности была предпринята попытка дозированной YAG-лазерной диссекции эпиретинального глиоза с использованием лазерной системы Ellex Ultra-Q Reflex по ходу сосудистых аркад для снижения риска прогрессирования заболевания, ослабления тракционного компонента, а также предотвращения возможной тракционной отслойки макулы [10].

Имеется единичное число работ, посвященных YAG-лазерному витреоллизису при пролиферативных изменениях и гемофтальме. Однако при ПДР с рецидивами гемофтальма, а также

при негативном опыте витреального вмешательства на парном глазу, нежелании пациента проводить инвазивную операцию, а также наличии тяжелых соматических состояний операция YAG-лазерного витреолизиса может стать методом выбора, что было показано в ряде исследований 1985–1990 годов [15–21].

Nd:YAG-лазер — один из самых широко используемых лазеров в офтальмологии. Это твердотельный лазер с длиной волны 1064 нм, в основе биологического действия которого лежит механизм фотодеструкции тканей. За более чем 40 лет использования в офтальмологии данный метод нашел широкое применение — от задней капсулотомии до витреолизиса. Очевидно, что использование энергии Nd:YAG-лазера с целью дозированного рассечения внутриглазных тканей и структур является менее инвазивным по сравнению с хирургическими методами [22].

YAG-лазерное воздействие позволяет рассекать фиброзные тяжи в стекловидном теле, при этом возможно полное или частичное устранение витреоретинальных сращений. По мнению ряда авторов, ударная волна YAG-лазера может вызвать частичную заднюю отслойку гилаоидной мембраны, что приводит к потере матрицы для роста фиброваскулярной пролиферации, а воздействие на участки крови в СТ с помощью YAG-лазерных импульсов ускоряет их рассасывание [23].

С 2013 года в офтальмохирургии доступен лазер Ultra-Q Reflex Nd:YAG (Ellex), который успешно используется для витреолизиса плавающих помутнений СТ [24, 25]. Ключевой особенностью данной лазерной установки является возможность коаксиального воздействия, угол конвергенции в 16 градусов, уникальное ультра-гауссово распределение сечения луча — все это обеспечивает максимально широкий стереоскопический угол зрения

и точнейшую фокусировку луча при проведении операций, что позволяет проводить более дозированное рассечение эпиретинальных мембран в непосредственной близости от поверхности сетчатки [26].

Таким образом, применение современных ИАГ-лазерных установок расширяет возможности более безопасного воздействия, в том числе на структуры заднего отдела глаза, что может быть эффективно использовано для дозированной диссекции прогрессирующего эпиретинального глиоза в комбинированном лазерно-хирургическом лечении пролиферативной диабетической ретинопатии.

ВЫВОДЫ

Полученные клиничко-функциональные результаты свидетельствуют о достаточной эффективности и безопасности предложенной технологии комбинированного лазерно-хирургического лечения, включающего интравитреальное введение антиангиогенных препаратов, панретинальную лазерную коагуляцию и YAG-лазерную диссекцию у пациентов с пролиферативной диабетической ретинопатией в сочетании с эпиретинальным глиозом и макулярным отеком.

Предложенная нами тактика комбинированного лазерно-хирургического лечения, включающая поэтапное проведение вышеуказанных методов при ПДР в сочетании с рецидивирующим ДМО, может рассматриваться как метод выбора при определенных клинических ситуациях.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Володин П.Л. — разработка и дизайн исследования, окончательное утверждение рукописи;
Баталов А.И. — получение и анализ данных, статистическая обработка, написание текста;
Иванова Е.В. — редактирование текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Нероев ВВ, Зайцева ОВ, Михайлова ЛА. Заболеваемость диабетической ретинопатией в Российской Федерации, по данным федеральной статистики, Российский офтальмологический журнал, 2023;16 (3):7–11.
2. Neroev VV, Zaitseva OV, Mikhailova LA. Incidence of diabetic retinopathy in the Russian Federation, according to federal statistics, Russian Ophthalmologic Journal, 2023;16(3):7–11 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2023-16-3-7-11.
3. Lee R, Wong TY, Sabanayagam C. Epidemiology of diabetic retinopathy, diabetic macular edema and related vision loss. Eye Vis (Lond). 2015 Sep 30;2:17. doi: 10.1186/s40662-015-0026-2.
4. Дедов ИИ, Шестакова МВ, Викулова ОК, Железнякова АВ, Исаков МА. Эпидемиологические характеристики сахарного диабета в Российской Федерации: клиничко-статистический анализ по данным Федерального регистра сахарного диабета на 01.01.2021. Сахарный диабет. 2021;24(3):204–221.
5. Dedov II, Shestakova MV, Vikulova OK, Zheleznyakova AV, Isakov MA. Epidemiological characteristics of diabetes mellitus in the Russian Federation: clinical and statistical analysis according to the Federal diabetes register data of 01.01.2021. Diabetes mellitus. 2021;24(3):204–221 (In Russ.). doi: 10.14341/DM12759.
6. Diabetic Retinopathy Study (DRS), 1987, 1989; Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS), 1991, 1995; Diabetes Control and Complications Trial (DCCT), 1982–1993. doi: 10.1016/s0161-6420(13)38009-9.
7. Wolbarsht ML, Landers MB. 3rd. The rationale of photocoagulation therapy for proliferative diabetic retinopathy: a review and a model. Ophthalmic Surg. 1980 Apr; 11(4):235–245.
8. Измайлов АС, Балашевич ЛИ. Панретинальная лазеркоагуляция при диабетической ретинопатии: показания к дополнительному лечению. Офтальмологические ведомости. 2009;4:44–52.
9. Izmailov AS, Balashevich LI. Panretinal laser coagulation in diabetic retinopathy: indications for additional treatment (In Russ.). Ophthalmology journal. 2009;4:44–52.
10. Amoroso F, Pedinielli A, Astroz P, Semoun O, Capuano V, Miere A, Souied EH. Comparison of pain experience and time required for pre-planned navigated peripheral laser versus conventional multispot laser in the treatment of diabetic retinopathy. Acta Diabetol. 2020 May;57(5):535–541. doi: 10.1007/s00592-019-01455-x.
11. Дог АВ, Володин ПЛ, Иванова ЕВ, Буряков ДА, Никитин ОИ, Авакян ФА. Современные подходы к диагностике диабетического макулярного отека. Сахарный диабет. 2020;23(3):260–266.
12. Doga AV, Volodin PL, Ivanova EV, Buryakov DA, Nikitin OI, Avakyan FA. Modern approaches to diabetic macular edema diagnostics. Diabetes mellitus. 2020;23(3):260–266 (In Russ.). doi: 10.14341/DM12115.
13. Callanan DG, Loewenstein A, Patel SS. A multicenter, 12-month randomized study comparing dexamethasone intravitreal implant with ranibizumab in patients with diabetic macular edema. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2017 Mar;255(3):463–473. doi: 10.1007/s00417-016-3472-1.
14. Van Geest R, Lesnik-Oberstein S, Tan H. A shift in the balance of vascular endothelial growth factor and connective tissue growth factor by bevacizumab causes the angiofibrotic switch in proliferative diabetic retinopathy. Br J Ophthalmol. 2012;96(4):587–590. doi: 10.1136/bjophthalmol-2011-301005.
15. The Diabetic Retinopathy Vitrectomy Study Research Group. Early vitrectomy for severe vitreous hemorrhage in diabetic retinopathy. Two-year results of a randomized trial. Diabetic Retinopathy Vitrectomy Study report 2. Arch Ophthalmol. 1985;103:1644–1652.
16. Сдобникова СВ, Сдобникова ЛЕ. Витрэктомия — метод выбора при лечении пролиферативной диабетической ретинопатии в сочетании с диффузным макулярным отеком. Точка зрения. Восток — Запад. 2018;2:35–38.
17. Sdobnikova SV, Sdobnikova LE. Vitrectomy — the method of choice in the treatment of proliferative diabetic retinopathy in combination with diffuse macular edema. Point of view. East — West. 2018;2:35–38 (In Russ.). doi: 10.2527/2410-1257-2018-2-35-38.

13. Berrocal MH, Acaba-Berrocal L. Early pars plana vitrectomy for proliferative diabetic retinopathy: update and review of current literature. *Curr Opin Ophthalmol*. 2021 May 1;32(3):203–208. doi: 10.1097/ICU.0000000000000760.
14. Belin PJ, Parke DW 3rd. Complications of vitreoretinal surgery. *Curr Opin Ophthalmol*. 2020 May;31(3):167–173. doi: 10.1097/ICU.0000000000000652.
15. Fankhauser F, Kwasniewska S, van der Zypen E. Vitreolysis With the Q-Switched Laser. *Arch Ophthalmol*. 1985;103(8):1166–1171. doi: 10.1001/archophth.1985.01050080078025.
16. Семенов АД, Тимохов ВЛ. YAG-лазерная диссекция эпиретинальных мембран Офтальмохирургия. 1997;2:60–63.
Semenov AD, Timokhov VL. YAG laser dissection of epiretinal membranes. *Ophthalmosurgery*. 1997;2:60–63 (In Russ.).
17. Fankhauser F, Kwasniewska S, van der Zypen E. Irradiation of the Posterior Ocular Segment With the Neodymium-YAG Laser in Its Free-Running Mode. *Arch Ophthalmol*. 1985;103(9):1406–1412.
18. Aron-Rosa D, Greenspan DA. Neodymium:YAG laser vitreolysis. *Int Ophthalmol Clin*. 1985 Fall;25(3):125–134. doi: 10.1097/00004397-198502530-00010.
19. Brown GC, Benson WE. Treatment of diabetic traction retinal detachment with the pulsed neodymium-YAG laser. *Am J Ophthalmol*. 1985 Mar 15;99(3):258–262. doi: 10.1016/0002-9394(85)90353-8.
20. Cohen BZ, Wald KJ, Toyama K. Neodymium:YLF picosecond laser segmentation for retinal traction associated with proliferative diabetic retinopathy. *Am J Ophthalmol*. 1997 Apr;123(4):515–523. doi: 10.1016/s0002-9394(14)70177-1.
21. Jagger JD, Hamilton AM, Polkinghorne P. Q-switched neodymium YAG laser vitreolysis in the therapy of posterior segment disease. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 1990;228(3):222–225. doi: 10.1007/BF00920024.
22. Borkenstein AF, Borkenstein EM. Neodymium-doped yttrium aluminum garnet (Nd: YAG) laser treatment in ophthalmology: a review of the most common procedures Capsulotomy and Iridotomy. *Lasers Med Sci*. 2024 Jul 2;39(1):167. doi: 10.1007/s10103-024-04118-8.
23. Алиева НИ. ИАГ-лазерный витреолизис в лечении пролиферативной диабетической ретинопатии, осложненной гемофтальмом. РМЖ. Клиническая офтальмология. 2012;1:2–5.
Alieva NI. YAG-laser vitreolysis in the treatment of proliferative diabetic retinopathy complicated by hemophthalmos. *RMJ. Clinical ophthalmology*. 2012;1:2–5 (In Russ.).
24. Katsanos A, Tsaldari N, Gorgoli K, Losos F, Stefaniotou M, Asproudis I. Safety and efficacy of YAG laser vitreolysis for the treatment of vitreous floaters: an overview. *Adv Ther* 2020;37:1319–1327 doi: 10.1007/s12325-020-01261-w.
25. Дора АВ, Бурыков ДА, Норманов БА. Клинико-функциональные результаты YAG-лазерного витреолизиса различных типов помутнений стекловидного тела. Офтальмохирургия. 2019;1:44–49.
Doga AV, Buryakov DA, Normaev BA. Clinical and functional results of YAG-laser vitreolysis in different types of vitreous floaters treatment. *Ophthalmosurgery*. 2019;1:44–49 (In Russ.).
26. Дора АВ, Володин ПЛ, Крыль ЛА, Янилкина ЮЕ, Бурыков ДА. Лазерная ретиномия с использованием установки Ultra Q Reflex в профилактике регматогенной отслойки при осложненных клапанных разрывах сетчатки. Офтальмология. 2018;15(1):24–31.
Doga AV, Volodin PL, Kryl LA, Yanilkina YuE, Buryakov DA. Laser Retinotomy with “Ultra Q Reflex” System for the Prevention of Rhegmatogenous Retinal Detachment due to the Peripheral Horseshoe Tears. *Ophthalmology in Russia*. 2018;15(1):24–31 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2018-1-24-31.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Володин Павел Львович
доктор медицинских наук, заведующий отделом лазерной хирургии сетчатки
<https://orcid.org/0000-0003-1460-9960>

Баталов Андрей Игоревич
врач-офтальмолог, аспирант
<https://orcid.org/0000-0001-9201-8942>

Иванова Елена Владимировна
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог
<https://orcid.org/0000-0001-9044-340>

ABOUT THE AUTHORS

Volodin Pavel L.
MD, head of the Laser Surgery of the Retina Department
<https://orcid.org/0000-0003-1460-9960>

Batalov Andrey I.
ophthalmologist, postgraduate
<https://orcid.org/0000-0001-9201-8942>

Ivanova Elena V.
PhD, ophthalmologist
<https://orcid.org/0000-0001-9044-340>