

РОЛЬ ИШЕМИЧЕСКОЙ МАКУЛОПАТИИ В ПАТОГЕНЕЗЕ ПОСТОККЛЮЗИОННОЙ РЕТИНОПАТИИ

Огнева Т.Р.¹, Тульцева С.Н.²

1. Врач-офтальмолог, аспирант кафедры Офтальмологии с клиникой имени профессора Ю.С. Астахова, ПСПбГМУ им. академика И.П. Павлова, e-mail: exclamation@bk.ru, +7(989)818-97-70, <https://orcid.org/0000-0003-4533-7590>
2. Доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры Офтальмологии с клиникой имени профессора Ю.С. Астахова, ПСПбГМУ им. академика И.П. Павлова, e-mail: tultceva@yandex.ru, +7(911)256-91-48, <https://orcid.org/0000-0002-9423-6772>

Аннотация. Актуальность. Постокклюзионная ишемическая макулопатия (ИМ) остаётся недостаточно изученным осложнением окклюзий вен сетчатки (ОВС), несмотря на её значительное влияние на функции центрального зрения. Диагностика ИМ затруднена из-за отсутствия стандартизированных критериев оценки и ранней визуализации. **Цель исследования.** Изучить распространённость ИМ и её влияние на максимально скорректированную остроту зрения (МКОЗ) у пациентов с постокклюзионной ретинопатией с использованием оптической когерентной томографии в режиме ангиографии (ОКТА). **Материалы и методы.** Обследованы 40 пациентов (42 глаза) с подтверждённой ОВС сроком от 21 дня до 4 месяцев. Выполнено стандартное офтальмологическое обследование и ОКТА макулярной зоны (Solix Optovue, 3×3 мм² и 6×6 мм²). Оценивались параметры фовеолярной аваскулярной зоны (ФАЗ), плотность капиллярной перфузии и сосудов. Степень ИМ определялась по классификации ETDRS. Статистический анализ проводили с использованием критерия Манна–Уитни и корреляционного анализа Пирсона. **Результаты.** ИМ выявлена у всех пациентов. ИМ 1 и 2 уровней наблюдались у 85,7% глаз и характеризовались умеренными изменениями ФАЗ и сохранной остротой зрения. При ИМ 3 уровня и выше отмечались увеличение площади ФАЗ, снижение индекса её циркулярности и более выраженное снижение МКОЗ. У пациентов с ИМ 8 уровня количественная оценка параметров ОКТА была затруднена. Вывод. ОКТА позволяет объективно оценивать выраженность ИМ и её влияние на зрение. Индекс циркулярности ФАЗ может служить чувствительным маркером для стратификации риска снижения зрения у пациентов с постокклюзионной ретинопатией.

Ключевые слова. Постокклюзионная ретинопатия; сосудистые заболевания сетчатки; ишемическая макулопатия; ФАЗ; ОКТА.

Для цитирования:

Огнева Т.Р., Тульцева С.Н. Роль ишемической макулопатии в патогенезе постокклюзионной ретинопатии. Передовая офтальмология. 2025;14(3):74-79.

THE ROLE OF ISCHEMIC MACULOPATHY IN THE PATHOGENESIS OF POSTOCCLUSION RETINOPATHY

Ogneva T.R.¹, Tultceva S.N.²

1. Ophthalmologist, postgraduate student of the department of ophthalmology and clinic of Y. S. Astakhov, First Pavlov State Medical University of St. Petersburg, e-mail: exclamation@bk.ru, +7 (989) 818-97-70, <https://orcid.org/0000-0003-4533-7590>
2. Doctor of medical sciences, associate professor, professor of the department of ophthalmology and clinic of Y. S. Astakhov, First Pavlov State Medical University of St. Petersburg, e-mail: tultceva@yandex.ru, +7 (911) 256-91-48, <https://orcid.org/0000-0002-9423-6772>

Abstract. Relevance. Post-occlusion ischemic maculopathy (IM) remains an underexplored complication of retinal vein occlusion (RVO), despite its significant impact on central visual function. Diagnosis of IM is challenging due to the lack of standardized assessment criteria and limited early visualization methods. **Objective.** To assess the prevalence of IM and its effect on best-corrected visual acuity (BCVA) in patients with post-occlusion retinopathy using optical coherence tomography angiography (OCTA). **Materials and Methods.** Forty patients (42 eyes) with confirmed RVO (duration 21 days to 4 months) were examined. All underwent standard ophthalmologic evaluation and OCTA of the macular region (Solix Optovue, 3×3 mm² and 6×6 mm²). The following parameters were assessed: foveal avascular zone (FAZ) metrics, capillary perfusion density, and vessel density. The severity of IM was graded according to the ETDRS classification. Statistical analysis was performed using the Mann–Whitney test and Pearson's correlation coefficient. **Results.** IM was detected in 100% of eyes. IM levels 1 and 2 accounted for 85.7% of cases and were associated with relatively preserved FAZ structure and BCVA. In

levels 3 and above, FAZ enlargement, reduced circularity, and marked decline in BCVA were observed. In IM level 8, OCTA quantification was not possible due to severe structural distortion. Conclusion. OCTA provides an objective assessment of IM severity and its impact on vision. The FAZ circularity index may serve as a sensitive marker for risk stratification of visual acuity loss in patients with post-occlusion retinopathy.

Keywords. Post-occlusion retinopathy; retinal vascular diseases; ischemic maculopathy; FAZ; OCTA.

For citation:

Ogneva T.R., Tultseva S.N. The role of ischemic maculopathy in the pathogenesis of post-occlusive retinopathy. Advanced ophthalmology. 2025;14(3):74–79.

Введение. Окклюзии вен сетчатки (ОВС) занимают одно из ведущих мест среди причин стойкого снижения зрения и представляют собой острое нарушение кровообращения в центральной вене сетчатки или ее ветвях [1]. Несмотря на значительное количество исследований, посвященных данной патологии, вопросы, касающиеся ее этиопатогенеза, до настоящего времени остаются предметом дискуссий. По данным последнего масштабного эпидемиологического исследования в мире выявлено более 25 млн пациентов взрослого населения, перенесших ОВС [2,3]. Однако в последние годы отмечается увеличение случаев ОВС у пациентов молодого и среднего возраста [1,3,4].

Признанными факторами риска ОВС являются патологии сердечно-сосудистой системы, врожденные и приобретенные формы тромбофилии и в отдельную форму выделяются ОВС воспалительной этиологии [5,6,7]. ОВС – это заболевание с острым началом и хроническим течением, исход которого зависит от своевременной начатой терапии и ранней профилактики осложнений, связанных с неоваскуляризацией переднего и заднего сегментов глаза [5,8,9]. Последнее десятилетие можно считать «эрой ингибиторов ангиогенеза» и такие методы диагностики макулярного отека как оптическая когерентная томография и оптическая когерентная томография в режиме ангиографии (ОКТА) занимают лидирующее место. При этом ишемическая макулопатия (ИМ) – основная причина слабовидения и нарушения функции центрального зрения у пациентов, перенесших ОВС, является малоизученной. Не существует как методов диагностики, так и методов лечения и профилактики этого состояния.

Целью исследования являлось определение диагностической значимости параметров оптической когерентной томографии в режиме ангиографии для выявления ишемической макулопатии и оценки её влияния на функциональное состояние макулярной зоны у пациентов с постокклюзионной ретинопатией.

Материалы и методы. Исследование было проведено на базе кафедры офтальмологии с клиникой имени профессора Ю.С. Астахова Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика

И.П. Павлова. В исследование были включены 40 пациентов (42 глаза), перенесших окклюзию вен сетчатки (ОВС) – 20 мужчин (20 глаз) и 20 женщин (24 глаза). Средний возраст пациентов составил 63,8 года (диапазон 39–86 лет).

Все пациенты прошли стандартное офтальмологическое обследование, включающее: определение максимально скорректированной остроты зрения (МКОЗ), биомикроскопию переднего отрезка глаза и осмотр глазного дна.

Дополнительно проводилось оптическое когерентное томографическое ангиографическое исследование (ОКТА) макулярной области с использованием устройства Solix Optovue. Применялись сканирующие протоколы 3×3 мм² и 6×6 мм², позволяющие количественно оценивать: плотность капиллярной перфузии (%), плотность сосудов (%) в поверхностном капиллярном сплетении, параметры фовеолярной аваскулярной зоны (ФАЗ): площадь (мм²), длина окружности (мм), индекс циркулярности, а также целостность фовеолярного капиллярного кольца.

Выраженность ишемической макулопатии оценивалась по классификации протокола ETDRS Report No. 11 («Grading of diabetic macular ischemia according to ETDRS»), модифицированной для анализа параметров ФАЗ, полученных с помощью ОКТА. Все пациенты были распределены на пять групп в зависимости от степени выраженности ишемических изменений в макулярной зоне.

Анализ данных проводился с использованием программного обеспечения IBM SPSS Statistics, версия 27. Для оценки различий между несвязанными выборками использовался непараметрический критерий Манна–Уитни. Для выявления корреляционных связей применялся ранговый коэффициент корреляции Пирсона (Spearman's rho). Уровень статистической значимости установлен на $p < 0,05$.

Результаты. В исследование были включены 40 пациентов (42 глаза), перенесших окклюзию вен сетчатки. У всех пациентов с постокклюзионной ретинопатией была выявлена ишемическая макулопатия (ИМ) различной степени выраженности. Наиболее часто встречались ИМ 1 уровня – у 19 пациентов (45,2%) и ИМ 2 уровня – у 17 пациентов (40,5%). Менее выражены были представлены ИМ 3 уровня (2 пациента), 4 уровня (1 пациент) и 8 уровня (3 пациента) (таб. 1).

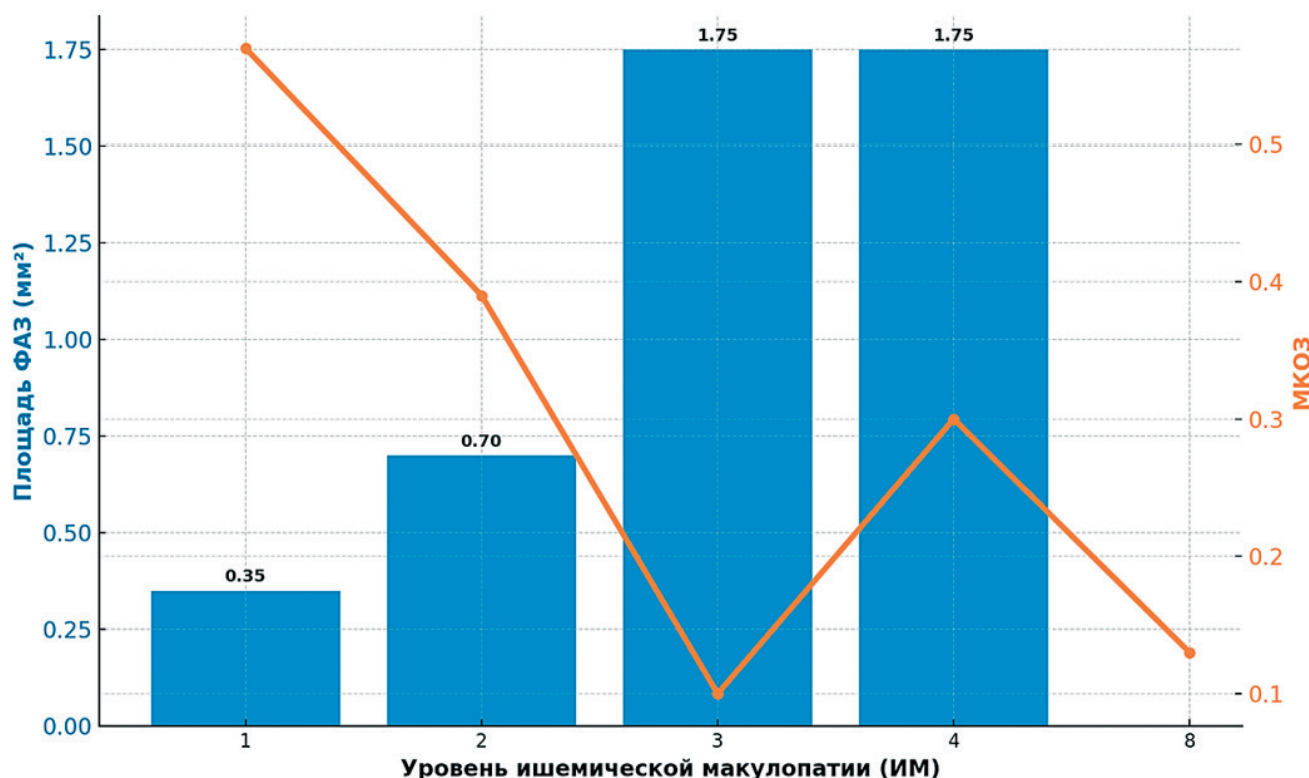


Рисунок 1. Связь между площадью фовеолярной аваскулярной зоны и максимальной скорректированной остротой зрения при различных уровнях ишемической макулопатии.

Согласно данным ОКТА, для группы с ИМ 1 уровня медиана МКОЗ составила 0,57 (диапазон: 0,1–1,0), плотность сосудов - 16,7% (11,6–18,6), плотность капиллярной перфузии - 42,1% (28,7–46,6), площадь ФАЗ - 0,35 мм² (0,14–0,55), длина её окружности - 2,9 мм, индекс циркулярности - 0,64 (0,45–0,8). Целостность фовеолярного капиллярного кольца оценивалась как сомнительная.

На рисунке 1 представлено изменение площади ФАЗ и МКОЗ у пациентов с постокклюзионной ретинопатией в зависимости от степени ИМ. По мере увеличения уровня ИМ наблюдается увеличение площади ФАЗ и выраженное снижение МКОЗ, особенно начиная с третьего уровня ИМ, что подтверждает клиническую значимость данных параметров при стратификации зрительного прогноза.

Во 2-й группе (ИМ 2 уровня) показатели были несколько хуже: медиана МКОЗ составила 0,39 (0,06–0,8), плотность сосудов - 14,45% (7,4–19,4), плотность капиллярной перфузии - 35,7% (16,9–47,4), площадь ФАЗ - 0,7 мм² (0,36–1,39), длина окружности - 3,81 мм (2,86–4,81), индекс циркулярности - 0,58 (0,35–0,75). В этой группе наблюдалось нарушение целостности капиллярного кольца менее чем на половину окружности.

В группе пациентов с ИМ 3 уровня ($n = 2$) наблюдалось более выраженное снижение зрения (МКОЗ: 0,1), несмотря на относительно высокие значения плотности сосудов (15,85%) и

перфузии (40,2%). Площадь ФАЗ увеличивалась до 1,75 мм², длина окружности достигала 5,75 мм, индекс циркулярности - 0,67, а капиллярное кольцо было нарушено более чем на половину окружности. У единственного пациента с ИМ 4 уровня отмечались следующие значения: МКОЗ - 0,3, плотность сосудов - 11%, плотность перфузии - 27%, площадь ФАЗ - 1,75 мм², длина окружности - 7,37 мм, индекс циркулярности - 0,41. Целостность капиллярного кольца была полностью нарушена.

В группе с ИМ 8 уровня (3 глаза) количественные параметры ОКТА не могли быть достоверно оценены из-за выраженных анатомических изменений. Медиана МКОЗ в данной группе составила 0,13 (0,06–0,2), что является минимальным значением среди всех групп.

Данные ОКТА ишемической макулопатии уровня 1, 2, 3 отражены на рисунке 2.

На основании полученных данных можно заключить, что ОКТА-параметры, особенно индекс циркулярности ФАЗ, обладают высокой информативностью и могут служить объективными маркерами степени ишемической макулопатии при постокклюзионной ретинопатии. Клинически значимое влияние на зрение отмечено преимущественно при ИМ 3 уровня и выше, тогда как ИМ начальных стадий чаще носит субклинический характер и не сопровождается выраженным снижением МКОЗ.

Таблица 1. Данные параметров ФАЗ и МКОЗ в исследуемых группах пациентов.

Показатель	Кол-во	МКОЗ	Плотность сосудов, (%)	Плотность капиллярной перфузии (%)	Площадь ФАЗ, (мм2)	Длина окружности ФАЗ (мм)	Индекс циркулярности ФАЗ	Целостность фовеолярного капиллярного кольца
Группа 1 (Уровень ИМ 1)	19	0,57 (0,1; 1,0)	16,7 (11,6; 18,6)	42,1 (28,7; 46,6)	0,35 (0,14; 0,55)	2,9 (2,9; 3,05)	0,64 (0,45; 0,8)	Сомнительная целостность
Группа 2 (Уровень ИМ 2)	17	0,39 (0,06; 0,8)	14,45 (7,4; 19,4)	35,7 (16,9; 47,4)	0,7 (0,36; 1,39)	3,81 (2,86; 4,81)	0,58 (0,35; 0,75)	Целостность нарушена менее ½ окружности
Группа 3 (Уровень ИМ 3)	2	0,1	15,85 (15,3; 16,4)	40,2 (38,5; 41,9)	1,75 (1,49; 2,02)	5,75 (5,67; 5,76)	0,67 (0,58; 0,77)	Целостность нарушена более ½ окружности
Группа 4 (Уровень ИМ 4)	1	0,3	11,0	27,0	1,75	7,37	0,41	Целостность полностью нарушена
Группа 5 (Уровень ИМ 8)	3	0,13 (0,06; 0,2)	Достоверно не оценить	Достоверно не оценить	Достоверно не оценить	Достоверно не оценить	Достоверно не оценить	Достоверно не оценить

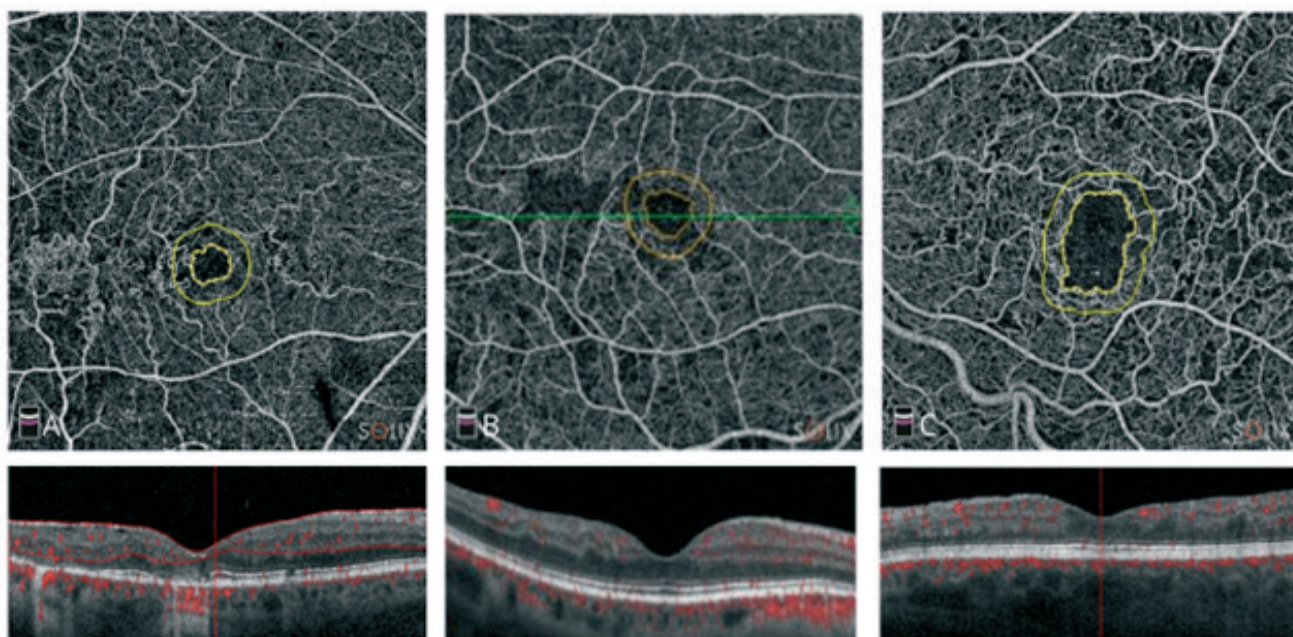


Рисунок 2. Уровни ишемической макулопатии. Рисунок А - ИМ 1 уровня: площадь фовеолярной аваскулярной зоны - 0,35 мм², длина окружности фовеолярной аваскулярной зоны - 2,94 мм, индекс циркулярности фовеолярной аваскулярной зоны - 0,52, сомнительная целостность фовеолярного капиллярного кольца; Рисунок В - ИМ 2 уровня: площадь фовеолярной аваскулярной зоны - 0,51 мм², длина окружности фовеолярной аваскулярной зоны - 3,09 мм, индекс циркулярности фовеолярной аваскулярной зоны - 0,73, целостность фовеолярного капиллярного кольца нарушена менее чем на ½. Рисунок С - ИМ 3 уровня: площадь фовеолярной аваскулярной зоны - 1,89 мм², длина окружности фовеолярной аваскулярной зоны - 5,71 мм, индекс циркулярности фовеолярной аваскулярной зоны - 0,73, целостность фовеолярного капиллярного кольца нарушена более чем на ½.

Обсуждение. Полученные в ходе исследования результаты подтвердили, что ишемическая макулопатия выявляется у всех пациентов с постокклюзионной ретинопатией вне зависимости от клинической формы окклюзии вен сетчатки. Наиболее часто встречались начальные уровни ишемии (1 и 2), которые сопровождались относительно стабильными параметрами ФАЗ и сохранной остротой зрения. Эти данные согласуются с ранее опубликованными наблюдениями [2,7,8], согласно которым умеренные морфологические изменения макулярной зоны не приводят к значимому снижению зрительных функций.

В более тяжёлых случаях (уровни 3 и выше) отмечалась чёткая тенденция к расширению ФАЗ, снижению её индекса циркулярности и ухудшению МКОЗ. Особенно это касалось группы с уровнем 8, где из-за выраженной деформации анатомии макулы количественная оценка ОКТА-показателей оказалась невозможной. Эти находки свидетельствуют о наличии прямой зависимости между степенью ишемических изменений и функциональным исходом, что подчёркивает клиническую значимость выявления поздних стадий ИМ даже в отсутствие выраженной клиники на ранних этапах.

Описанные изменения подтверждают потенциал использования параметров ОКТА не

только в диагностике, но и в динамическом наблюдении пациентов [1,9]. Показатели ФАЗ, особенно её индекс циркулярности, могут рассматриваться как объективные биомаркеры прогрессирования ишемии и зрительного прогноза. Своевременная визуализация таких изменений может способствовать более точной стратификации риска и выбору персонализированной тактики лечения.

Несмотря на информативность полученных данных, исследование имеет ряд ограничений. К ним относятся отсутствие контрольной группы, небольшое число пациентов в подгруппах с тяжёлой ишемией, а также невозможность провести количественную оценку при крайне выраженных изменениях сетчатки. Эти аспекты требуют дальнейшего изучения, включая анализ эффективности антиангиогенной терапии и лазерной коагуляции в зависимости от стадии ИМ и характера изменений по данным ОКТА.

Заключение. У пациентов с ПОРП ИМ выявляется в 100% случаев. ИМ 1-го уровня - 45,2 % и 2-го уровня - 40,5 % встречаются наиболее часто, но являются клинически незначимыми и не влияют на МКОЗ. ИМ 3 и более уровней являются клинически значимой и могут влиять на МКОЗ, однако в связи с малыми выборками пациентов это требует дальнейшего изучения. Выраженность ИМ при постокклюзионной ретинопатии

определяет зрительный прогноз. Современный метод визуализации состояния макулярной зоны с помощью ОКТА позволяет объективно оценивать выраженность микроциркуляторных нарушений и контролировать прогрессирование

ИМ, что имеет важное значение для стратификации риска и выбора тактики лечения пациентов с ПОРП.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Darabuş DM, Dărbuş RG, Munteanu M. The diagnosis and treatment of branch retinal vein occlusions: an update. *Biomedicines*. 2025;13(1):105. doi:10.3390/biomedicines13010105
2. Huang J. Mendelian randomization indicates a causal contribution of type 2 diabetes to retinal vein occlusion. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2023;14:1146185. doi:10.3389/fendo.2023.1146185
3. Астахов ЮС, и др. Системные факторы риска окклюзии вен сетчатки у лиц молодого и среднего возраста. Артериальная гипертензия. 2018;24(6):666-673. doi:10.18705/1607-419X-2018-24-6-666-673
4. Мошетьева ЛК, Егорова ЕА, Нестеров АП, Нероев ВВ, ред. Офтальмология: национальное руководство. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2024. С. 634–653.
5. Garnavou-Xirou C, Dragoumis ND, Anastasopoulos E, Brazitikos PD. Ocular and genetic risk factors in branch retinal vein occlusion: a comprehensive review. *Maedica (Bucur)*. 2024;19(4):780. doi:10.26574/maedica.2024.19.4.780
6. Tombolini B, Costagliola C, Mazzone S, et al. Diabetic macular ischemia. *Acta Diabetol*. 2022;59(6):751-759. doi:10.1007/s00592-021-01844-1
7. Chakravarthy U, Schmidt-Erfurth U, Brown DM, et al. Effect of faricimab versus aflibercept on hyperreflective foci in patients with diabetic macular edema from the YOSEMITE/RHINE trials. *Ophthalmol Sci*. 2025;100798. doi:10.1016/j.xops.2025.100798
8. Огнева ТР, Тульцева СН, Шадрин ФЕ, Патрина ЕА. Ишемическая макулопатия при препролиферативной стадии диабетической ретинопатии: эпидемиология, клиника и диагностика. *Офтальмол ведомости*. 2025;18(1):45-54. doi:10.17816/OV652792
9. Berry D, Thomas AS, Shah R, et al. Association of disorganization of retinal inner layers with ischemic index and visual acuity in central retinal vein occlusion. *Ophthalmol Retina*. 2018;2(11):1125-1132. doi:10.1016/j.oret.2018.04.019

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.

Участие авторов

Огнева Т.Р. - существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста.

Тульцева С.Н. - существенный вклад в концепцию и дизайн работы, редактирование, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации, написание текста.