

# Изменение оптической плотности макулярного пигмента на фоне различной тампонады витреальной полости в хирургии пролиферативной диабетической ретинопатии

**Чупров А. Д.**  
профессор, д.м.н., директор

**Каланов М. Р.**  
к.м.н., врач-офтальмолог

**Ким В. Л.**  
зав. офтальмологическим отделением, врач-офтальмолог

**Фирсов А. С.**  
врач-офтальмолог

*Оренбургский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, г. Оренбург, Российская Федерация*

**Автор для корреспонденции:** Каланов Марат Римович; **e-mail:** nauka@ofmntk.ru

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Цель.** Определить динамические изменения оптической плотности макулярного пигмента на фоне тампонады витреальной полости газовой смесью и силиконовым маслом при витреоретинальном вмешательстве по поводу пролиферативной диабетической ретинопатии. **Материал и методы.** Всего в исследовании приняло участие 82 пациента (82 глаза) с пролиферативной диабетической ретинопатией. Пациенты были разделены на 2 группы: первую группу составили 38 больных (38 глаз), которым была проведена витректомиа с газовой смесью тампонадой витреальной полости (16% гексафторэтан C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, Acreeole (ARCAD)), вторую группу – 44 пациента (44 глаза) с аналогичным объемом вмешательства и тампонадой витреальной полости силиконовым маслом (5700 cSt, Oxane 10ml Syringe (Bausch&Lomb)). Контрольные осмотры с определением оптической плотности макулярного пигмента проводились до лечения, через 1, 3 и 6 месяцев после витреоретинальных вмешательств. Срок наблюдения составил 6 месяцев. **Результаты.** Через 1 месяц после витреоретинального вмешательства в первой группе пациентов было зафиксировано достоверное повышение оптической плотности макулярного пигмента в 1,1 раза, во второй – в 1,26 раза, соответственно ( $p < 0,01$  в сравнении с данными до лечения). Через 3 месяца отмечалось повышение данного показателя в 1,07 раза в первой группе, при его снижении в 1,02 раза у пациентов 2-й группы ( $p < 0,01$  в сравнении с данными через 1 месяц после операции). Через 6 месяцев после хирургического лечения средний показатель оптической плотности макулярного пигмента повысился в 1,5 раза в первой группе ( $p < 0,01$  в сравнении с данными до лечения) и был в 1,09 раз выше в сравнении с результатами, полученными во второй группе исследования ( $p < 0,01$ ). Также данный параметр достоверно повысился и во второй группе пациентов в 1,43 раза ( $p < 0,01$  к данным до лечения). **Заключение.** После витреоретинального вмешательства во всех случаях происходило достоверное повышение среднего показателя оптической плотности макулярного пигмента независимо от использованной тампонады витреальной полости. Однако в группе с газовой смесью тампонадой витреальной полости данный параметр был достоверно выше в сравнении с данными, полученными в группе с тампонадой силиконовым маслом, и после его удаления.

**Ключевые слова:** оптическая плотность макулярного пигмента, пролиферативная диабетическая ретинопатия, витреоретинальное вмешательство, тампонада витреальной полости, газовоздушная смесь, силиконовое масло

**doi:** 10.29234/2308-9113-2024-12-2-1-7

**Для цитирования:** Чупров А. Д., Каланов М. Р., Ким В. Л., Фирсов А. С. Изменение оптической плотности макулярного пигмента на фоне различной тампонады витреальной полости в хирургии пролиферативной диабетической ретинопатии. *Медицина* 2024; 12(2): 1-7

## Введение

По данным Международной диабетической федерации (IDF) в 2021 году было установлено, что примерно 537 млн. взрослых (от 20 до 79 лет) живут с сахарным диабетом (СД). К 2030 году прогнозируется рост числа больных СД до 643 млн. чел., а к 2045 году до 783 млн. чел. Также, в 2021 году СД стал причиной 6,7 млн. смертей (каждые 5 секунд), 1 из 2 (232 миллиона) человек с СД не диагностирован, 541 млн. взрослых имеют нарушенную толерантность к глюкозе, что подвергает их высокому риску развития СД 2 типа [1].

Пролиферативная диабетическая ретинопатия (ПДР) является поздним, грозным микрососудистым осложнением сахарного диабета и характеризуется ростом новообразованных сосудов в витреоретинальном пространстве с последующей пролиферацией задней гиалоидной мембраны и образованием фиброглияльной ткани (ФГТ). Пролиферативный процесс затрагивает как периферические, так и центральные отделы сетчатки на уровне всех слоев с её механическим и функциональным патологическим поражением, в том числе и макулярных пигментов [2,3].

Пигменты сетчатки, отвечающие за защиту ее клеток от повреждений и внешних воздействий, сосредоточены в макулярной зоне, они играют роль антиоксидантов, борясь с окислительным фотоповреждением клеток пигментного эпителия и фоторецепторов, а также являются эффективными коротковолновыми светофильтрами. Суммарную концентрацию макулярных пигментов в центральной области сетчатки характеризует оптическая плотность макулярного пигмента (ОПМП) [4]. Макулярные пигменты сосредоточены в наружном плексиформном слое фовеа в волокнах Генле, а также в мембранах наружных сегментов фоторецепторов сетчатки [5].

Измерение ОПМП показывает степень сохранности защитных свойств в отношении патогенетических факторов развития повреждений макулярной зоны и характеризует состояние наружных слоев сетчатки [6,7].

Однако состояние ОПМП при ПДР и его изменение в ходе витреоретинального вмешательства (ВРВ) малоизучено и остается актуальной задачей для проведения исследования.

## Цель

Определить динамические изменения оптической плотности макулярного пигмента на фоне тампонады витреальной полости газовой смесью и силиконовым маслом при витреоретинальном вмешательстве по поводу пролиферативной диабетической ретинопатии.

## Материал и методы

Всего в исследовании приняло участие 82 пациента (82 глаза) с ПДР на фоне сахарного диабета 2-го типа. В исследование использовалась классификация согласно Национальному руководству по офтальмологии (под ред. Аветисова С.Э. с соавт., 2008).

Выраженность пролиферативного процесса соответствовала стадии ПДР Б IV + В (циркулярные полосы глиоза, захватывающие диск зрительного нерва, сосудистые аркады и темпоральные межаркадные зоны сетчатки; тракционная отслойка сетчатки площадью не более 1-го квадранта). Критериями исключения из исследования являлось отсутствие эпиретинального фиброза в макулярной области, отсутствие выраженного кистозного макулярного отека. Допустимыми критериями включения в исследование считалось наличие интратретинальных кист, интратретинальной жидкости, наличие пептидных отложений в макулярной области. Целевое значение гликированного гемоглобина (HbA1c)  $\leq 7,81\%$ , на момент исследования. Средний возраст составил  $65,3 \pm 6,2$  года. Из них женщин было 43 (52,4%), мужчин – 39 (47,6%). Пациенты были разделены на 2 группы: первую группу составили 38 больных (38 глаз), которым было проведено ВРВ с последующей тампонадой газовой смесью (ГВС) – смесь воздуха с 16% гексафторэтаном (C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, Acreole (ARCAD); вторую группу – 44 пациента (44 глаза) с аналогичным объёмом ВРВ и тампонадой витреальной полости силиконовым маслом (СМ) – 5700 cSt, Oxane 10ml Syringe (Bausch&Lomb), с его последующим удалением через 3 месяца. Все ВРВ выполнялись одним хирургом с использованием витреоретинальной системы Constellation Vision System (Alcon, США). До и после ВРВ было проведено офтальмологическое обследование всех пациентов, включающее визометрию, измерение внутриглазного давления (ВГД), компьютерную периметрию, офтальмоскопию высокодиоптрийной линзой (78D); проведено специальное исследование – фоторегистрация глазного дна, измерение среднего значения ОПМП методом рефлектометрии на немидриатической фундус-камере VISUCAM 500 (Carl Zeiss, Германия). Контрольные осмотры с определением оптической плотности макулярного пигмента проводились через 1, 3 и 6 месяцев после ВРВ. Срок наблюдения составил 6 месяцев. Статистическая обработка данных проводилась с использованием программы IBM SPSS Statistics. Различия считались значимыми при  $p < 0,05$ .

## Результаты и обсуждение

На дооперационном этапе у пациентов с ПДР выявлены низкие показатели максимально скорректированной остроты зрения (МКОЗ) и ОПМП, без достоверной разницы между обеими группами исследования. Всем пациентам в ходе ВРВ удалялась ФГТ, проводилась эндодиатермокоагуляция кровотокающих сосудов, эндолазеркоагуляция сетчатки, в случаях с тракционной отслойкой сетчатки было использовано перфторорганическое соединение с последующей его заменой на СМ или ГВС. Выбор тампонады витреальной полости осуществлялся в соответствии с целью и дизайном исследования, при удовлетворительном состоянии глазного дна (адаптация сетчатки, отсутствие геморрагических проявлений, отсутствие тракционного компонента, выраженные следы эндолазеркоагулятов).

Через 1 месяц после ВРВ в первой группе пациентов было зафиксировано достоверное повышение ОПМП и МКОЗ в 1,1 и 2,3 раза, соответственно. Во второй группе пациентов показатель ОПМП повысился в 1,26 раз в сравнение с данными до ВРВ ( $p < 0,01$ ), при этом МКОЗ достоверно не изменилась. Разница в МКОЗ между сравниваемыми группами в 1,9 раз ( $p < 0,05$ ) была связанная с искусственной гиперметропией, обусловленной силиконовой тампонадой витреальной полости у пациентов группы 2.

Через 3 месяца после ВРВ в обеих группах исследования достоверной разницы МКОЗ выявлено не было. Однако было зафиксировано повышение показателя ОПМП в первой группе в 1,07 раз в сравнение с данным через 1 месяц после ВРВ ( $p < 0,01$ ), при снижении данного параметра в 1,02 раза ( $p < 0,01$ ) у пациентов 2-й группы в указанные сроки наблюдения. Данные отрицательные изменения во второй группе могут быть связаны с фиброзирующими свойствами СМ.

Всем пациентам силиконовое масло было удалено через 3 месяца после первичного ВРВ, после контрольного осмотра с определением ОПМП. Дополнительные ВРВ проводились в случаях с геморрагическими осложнениями, рецидивами отслойки сетчатки. Данным пациентам была проведена ревизия витреальной полости, устранение причин, вызвавших послеоперационные осложнения с последующей тампонадой витреальной полости силиконовым маслом и его удалением через 3 месяца.

Через 6 месяцев после хирургического лечения на фоне авитрии в 12 глазах (31,5%) из первой группы пациентов по данным оптической когерентной томографии было зарегистрировано формирование вторичных эпиретинальных мембран, в 14 глазах (31,8%) данные проявления были отмечены во второй группе больных, что неблагоприятно сказалось на среднем значении исследуемых параметров центральной зоны сетчатки. Средний показатель ОПМП повысился в 1,5 раза в первой группе в сравнении с данными до ВРВ ( $p < 0,01$ ) и был в 1,09 раз выше в сравнении с результатами, полученными во второй группе исследования ( $p_{1-2} < 0,01$ ). Также данный параметр достоверно повысился и во второй группе пациентов в 1,43 раза ( $p < 0,01$ ). При этом, в обеих группах МКОЗ достоверно повысилась более чем в 2 раза в сравнении с данными до лечения ( $p < 0,05$ ), без достоверного различия между собой к концу срока наблюдения. Улучшение МКОЗ во второй группе пациентов связано с удалением СМ, отсутствием гиперметропической рефракции. Динамика изменений показателя ОПМП и МКОЗ в течение 6 месяцев представлена в таблице 1.

*Таблица 1. Динамика показателей оптической плотности макулярного пигмента и остроты зрения у пациентов, перенесших витреоретинальное вмешательство с различной тампонадой витреальной полости по поводу пролиферативной диабетической ретинопатии ( $n = 104$ ,  $M \pm \sigma$ ).*

Период наблюдения	Показатель			
	ОПМП, du		МКОЗ	
	группа 1 ГВС (38/82)	группа 2 СМ (44/82)	группа 1 ГВС (38/82)	группа 2 СМ (44/82)
до ВРВ	0,089±0,01	0,087±0,01	0,08±0,02	0,08±0,017
через 1 мес. после ВРВ	0,101±0,01*#	0,110±0,01*#	0,19±0,02*#	0,1±0,031#
через 3 мес. после ВРВ	0,109±0,01*	0,107±0,01*	0,2±0,025*#	0,1±0,023#
через 6 мес. после ВРВ (через 3 мес. после удаления СМ в гр. 2)	0,137±0,01*#	0,125±0,01*#	0,22±0,03*	0,18±0,025*

Примечание: \*  $p < 0,05$  к данным до лечения; #  $p_{1-2} < 0,01$ ,  $0,05$  du – единицы плотности (density units)

На протяжении всего срока наблюдения у всех пациентов (82/82) сохранялись нормальные значения ВГД, которые не превышали отметку 20-22 мм рт.ст., пациентам из группы с силиконовой тампонадой была назначена фиксированная комбинация гипотензивных офтальмологических средств на период нахождения силиконового масла в витреальной полости.

## Заключение

После ВРВ происходило частичное восстановление морфофункциональных параметров центральной зоны сетчатки независимо от использованной тампонады витреальной полости. Так, выполнение ВРВ при ПДР привело к повышению среднего значения ОПМП на 50% в первой группе и на 43,6% – во второй, соответственно. Несмотря на повышение показателей ОПМП у всех пациентов после хирургического лечения, в группе с газовой тампонадой витреальной полости данный параметр был достоверно выше в сравнении с данными, полученными в группе с силиконовой тампонадой. Вторично-сформированные эпиретинальные мембраны в макулярной области могут быть причиной сниженной ОПМП, что требует дальнейшего изучения вопроса, проведения аналогичного исследования с дифференцированным подходом к хирургической коррекции центральной зоны сетчатки при данной патологии.

## Литература

1. Ogurtsova K., Guariguata L., Barengo N.C. et al. IDF diabetes Atlas: Global estimates of undiagnosed diabetes in adults for 2021. *Diabetes Res Clin Pract.* 2022; 183: 109118, doi: 10.1016/j.diabres.2021.109118
2. Сдобникова С.В., Сдобникова Л.Е. Витрэктомия – метод выбора при лечении пролиферативной диабетической ретинопатии в сочетании с диффузным макулярным отеком. *Точка зрения. Восток-Запад* 2018; 2: 35-38.
3. Бикбов М.М., Файзрахманов Р.Р., Ярмухаметова А.Л., Каланов М.Р. Современные подходы к хирургическому лечению пролиферативной диабетической ретинопатии. *Медицинский альманах* 2015; 1(36): 86-89.
4. Бикбов М.М., Зайнуллин Р.М., Файзрахманов Р.Р. Изменение оптической плотности макулярного пигмента как показатель формирования диабетического макулярного отека. *Современные технологии в медицине* 2015; 7(3): 73-76.
5. Chucair A.J., Rotstein N.P., Sangiovanni J.P., et al. Lutein and zeaxanthin protect photoreceptors from apoptosis induced by oxidative stress: relation with docosahexaenoic acid. *Investigative ophthalmology & visual science* 2007; 48 (11): 5168-5177, doi: 10.1167/iovs.07-0037
6. Raman R., Rajan R., Biswas S. et al. Macular pigment optical density in a South Indian population. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 2011; 52(11): 7910-7916, doi: 10.1167/iovs.11-7636
7. Kaya S., Weigert G., Pemp B. et al. Comparison of macular pigment in patients with age-related macular degeneration and healthy control subjects – a study using spectral fundus reflectance. *Acta Ophthalmol.* 2012; 90(5): e399-403, doi: 10.1111/j.1755-3768.2012.02423.x.

## Changes in Macular Pigment Optical Density on the Background of Various Tamponade of the Vitreal Cavity in Proliferative Diabetic Retinopathy Surgery

**Chuprov A. D.**

*Professor, Doctor of Medicine, Director*

**Kalanov M. R.**

*MD, PhD, Ophthalmologist*

**Kim V. L.**

*Head, Ophthalmology Department, Ophthalmologist*

**Firsov A. S.**

*Ophthalmologist*

*Orenburg branch of The S. Fyodorov "Eye Microsurgery" Federal State Institution, Orenburg, Russian Federation*

**Corresponding Author:** Kalanov M.R., e-mail: nauka@ofmntk.ru.

**Funding.** The study had no sponsorship.

**Conflict of interest.** None declared.

### Abstract

**Purpose.** To determine dynamic changes of macular pigment optical density against the background of vitreal cavity tamponade with gas-air mixture and silicone oil during vitreoretinal intervention for proliferative diabetic retinopathy. **Material and methods.** 82 patients (82 eyes) with proliferative diabetic retinopathy were included in the study. The patients were divided into 2 groups: the first group consisted of 38 patients (38 eyes), who underwent vitrectomy with gas-air tamponade of vitreal cavity (16% hexafluoroethane C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, Acreole (ARCAD)), second group – 44 patients (44 eyes) with similar scope of surgery and silicone oil tamponade of vitreal cavity (5700 cSt, Oxane 10ml Syringe (Bausch&Lomb)). Control examinations with determination of macular pigment optical density were performed before treatment, 1, 3 and 6 months after vitreoretinal interventions. The observation period was 6 months. **Results.** In 1 month after vitreoretinal intervention in the first group of patients there was a significant increase in the optical density of macular pigment in 1.1 times, in the second group - in 1.26 times, respectively ( $p < 0.01$  in comparison with the data before treatment). After 3 months, there was an increase of this index by 1.07 times in the first group, with its decrease by 1.02 times in patients of the 2nd group ( $p < 0.01$  compared with data 1 month after surgery). In 6 months after surgical treatment, the average macular pigment optical density increased 1.5 times in first group ( $p < 0.01$  compared with data before surgery) and was 1.09 times higher compared with the results obtained in the second study group ( $p < 0.01$ ). This parameter also significantly increased in second group of patients by 1.43 times ( $p < 0.01$  to the data before surgery). **Conclusion.** After vitreoretinal intervention, in all cases there was a significant increase average index of macular pigment optical density, regardless of the used tamponade of the vitreal cavity. However, in the group with gas-air tamponade, this parameter was significantly higher in comparison with the data obtained in the group with silicone oil tamponade, and after its removal.

**Keywords:** macular pigment optical density, proliferative diabetic retinopathy, vitreoretinal intervention, vitreal cavity tamponade, gas-air mixture, silicone oil

### References

1. Ogurtsova K., Guariguata L., Barengo N.C. et al. IDF diabetes Atlas: Global estimates of undiagnosed diabetes in adults for 2021. *Diabetes Res Clin Pract.* 2022; 183: 109118, doi: 10.1016/j.diabres.2021.109118
2. Sdobnikova S.V., Sdobnikova L.E. Vitrektomiya – metod vybora pri lechenii proliferativnoy diabeticheskoy retinopatii v sochetanii s diffuznym makulyarnym otekom. [Vitreotomy as a method of choice in treatment of proliferative diabetic retinopathy combined with a diffuse macular edema.] *Tochka zreniya. Vostok–Zapad [Point of view. East-West]* 2018; 2: 35-38. (In Russ.)

3. Bikbov M.M., Faizrakhmanov R.R., Yarmukhametova A.L., Kalanov M.R. Sovremennye podkhody k khirurgicheskomu lecheniyu proliferativnoy diabeticheskoy retinopatii. [Modern approaches to surgical treatment of proliferative diabetic retinitis.] *Meditsinskiy al'manakh [Medical almanac]* 2015; 1(36): 86-89. (In Russ.)
4. Bikbov M.M., Zaynullin R.M., Fayzrakhmanov R.R. Izmenenie opticheskoy plotnosti makulyarnogo pigmenta kak pokazatel' formirovaniya diabeticheskogo makulyarnogo oteka. [Macular pigment optical density alteration as an indicator of diabetic macular edema development] *Sovremennye tekhnologii v meditsine [Modern technologies in medicine]* 2015; 7(3): 73-76. (In Russ.)
5. Chucair A.J., Rotstein N.P., Sangiovanni J.P. et al. Lutein and zeaxanthin protect photoreceptors from apoptosis induced by oxidative stress: relation with docosahexaenoic acid. *Investigative ophthalmology & visual science* 2007; 48(11): 5168-5177, doi: 10.1167/iops.07-0037
6. Raman R., Rajan R., Biswas S. et al. Macular pigment optical density in a South Indian population. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 2011; 52(11): 7910-7916, doi: 10.1167/iops.11-7636
7. Kaya S., Weigert G., Pemp B. et al. Comparison of macular pigment in patients with age-related macular degeneration and healthy control subjects – a study using spectral fundus reflectance. *Acta Ophthalmol.* 2012; 90(5): e399-403, doi: 10.1111/j.1755-3768.2012.02423.x.