

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 C₂F₆, 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 газозооной 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 (C₂F₆, 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 C₂F₆, 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 diabeticeskoy 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/iavs.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/iavs.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.