

УДК 617.7.

## ВЛИЯНИЕ МИКРОИМПУЛЬСНОГО ЛАЗЕРНОГО ЛЕЧЕНИЯ НА СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ СЕТЧАТКИ ПРИ ДИАБЕТИЧЕСКОМ МАКУЛЯРНОМ ОТЕКЕ

*М.Ю. Гуро, Ю.Ю. Хзарджан, В.Н. Потапова, А.С. Балалин*

*ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России,  
Волгоградский филиал*

Обследованы 72 пациента (72 глаза) с фокальным мелкокистозным диабетическим макулярным отеком высотой до 500 мкм, 30 мужчин, 42 женщины в возрасте от 46 до 85 лет. Было выделено две группы исследования. Первая группа – 40 пациентов (40 глаз), вторая группа – 32 пациента (32 глаза). Всем пациентам проводилось субпороговое микроимпульсное лазерное воздействие. В первой группе использовался лазер Supra 532 (Quantel Medical, Франция), для лечения пациентов из второй группы использовался лазер Supra 577 (Quantel Medical, Франция). У пациентов обеих групп в результате лечения достоверно снизилась толщина нейроэпителия и повысился порог фокальной светочувствительности в зоне отека. Различия в эффективности лечения между группами, согласно данным статистической обработки, не выявлены.

*Ключевые слова:* диабетический макулярный отек, лазерное лечение.

DOI 10.19163/1994-9480-2020-4(76)-110-113

## INFLUENCE OF MICROPULSE LASER TREATMENT OF DIABETIC MACULAR EDEMA ON THE RETINAL PHOTSENSITIVITY

*M.Yu. Guro, Yu.Yu. Khzardzhan, V.N. Potapova, A.S. Balalin*

*Federal State Autonomous Institution «S.N. Fedorov National Medical Research Center  
«MNTK «Eye Microsurgery» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Volgograd*

72 patients (72 eyes) were examined with flat diffuse or focal diabetic macular edema up to 500 microns high. Patients were divided into two groups. The first group included 40 patients (40 eyes) with a treatment using a Supra 532 laser (Quantel Medical, France). The second group (control group) included 32 patients (32 eyes) with a treatment using a Supra 577 laser (Quantel Medical, France). Significant decrease of macular edema and increase of focal threshold were statistically achieved in both groups. At the same time, a statistically significant difference in the treatment efficacy between the first and second groups was not detected.

*Key words:* diabetic macular edema, laser treatment.

Диабетическая ретинопатия (ДР) занимает лидирующие позиции среди офтальмологических осложнений сахарного диабета (СД). Прогрессирующая диабетическая ретинопатия, осложненная макулярным отеком, является одной из ведущих причин значительного ухудшения зрительных функций вплоть до полной слепоты среди лиц трудоспособного возраста в развитых странах. Общемировая заболеваемость СД остается высокой. Около 130 млн человек в мире страдают этим заболеванием. Всемирная организация здравоохранения отмечает, что количество больных СД к 2025 году может достигнуть 350 млн человек [4]. В Российской Федерации насчитывается более 2,5 млн больных СД [3].

Самая частая причина снижения центрального зрения у больных СД – диабетический макулярный отек (ДМО). Международные исследования по контролю СД и его осложнений (международные исследования DCST/EDIC) выявили, что у пациентов с СД 1-го типа (СД1) в 27 % случаев через 9 лет после начала заболевания развивается макулярный отек [15]. По результатам других исследований сделаны выводы, что у пациентов

с СД 2-го типа (СД2) частота встречаемости ДМО увеличивается в зависимости от стажа СД с 3 % в первые 5 лет от начала заболевания, до 28 % при стаже СД 20 лет и более [9].

Частота встречаемости ДМО выше у пациентов с СД2 (27,15 %), чем с СД1 (11,84 %).

В 1982 г. было проведено многоцентровое клиническое исследование по изучению раннего лечения диабетической ретинопатии Early Treatment of Diabetic Retinopathy Study (ETDRS). Одним из итогов этого исследования стала методика лазеркоагуляции сетчатки по принципу «решетки» в зоне пораженной ДМО, в пороговом непрерывном режиме работы лазера. Следует отметить, что данное воздействие позволяет эффективно бороться с ДМО, но при этом имеет свои побочные эффекты, такие как коагуляционное повреждение ПЭ и прилегающих слоев нейроэпителия и хориокапилляров.

Для оценки эффективности и безопасности лазерных методов лечения в клиническую практику введена микропериметрия с оценкой порога средней светочувствительности сетчатки в макуле и устойчивости фиксации взора. Последний показатель крайне важен для прогноза возможности

пациента читать и заниматься другими видами деятельности, требующими хорошего зрения вблизи [7, 11–14].

Одним их эффективных и безопасных методов лечения ДМО в настоящее время является субпороговое микроимпульсное лазерное воздействие (СМИЛВ). Принцип работы лазера в микроимпульсном режиме следующий – лазерная установка генерирует ультракороткие импульсы, чередующиеся с паузами в подаче лазерной энергии. При правильном подборе энергии воздействия и коэффициента заполнения можно добиться избирательного воздействия на клетки-мишени без патологического нагрева смежных структур [1, 2, 16].

Воздействие лазеров с длиной волны 577 нм и 810 нм в режиме СМИЛВ на сетчатку при лечении ДМО оценивалось в ряде научных публикаций [5, 6, 8, 10, 14]. Большинство авторов особо указывают на необходимость тщательного подбора мощности лазерной энергии, коэффициента заполнения микроимпульса для того, чтобы избежать повреждения хориоретинального комплекса. Существуют работы, посвященные оценке влияния СМИЛВ на хориоретинальный комплекс, проведенного на лазере с длиной волны 532 нм с использованием разного коэффициента заполнения [16].

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Оценить результаты лечения диабетического макулярного отека высотой до 500 мкм на основе анализа светочувствительности сетчатки при применении лазеров с длинами волн 532 нм и 577 нм в режиме субпорогового микроимпульсного лазерного воздействия.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Обследованы 72 пациента (72 глаза) с фокальным мелкокистозным ДМО высотой до 500 мкм, 30 мужчин, 42 женщины в возрасте от 46 до 85 лет.

Объем первичного обследования включал в себя определение максимально скорректированной остроты зрения (МКОЗ), пневмотонометрию, офтальмобиомикроофтальмоскопию с линзой Гольдманна, оптическую когерентную томографию (ОКТ) на устройстве Cirrus HD-OCT 5000 (Carl Zeiss, Германия), микропериметрию на устройстве MAIA (Center Vue, Италия).

На томограммах, полученных путем ОКТ, учитывалась толщина нейроретинального слоя (НЭ) сетчатки в зоне отека, объем НЭ сетчатки в макуле и профиль макулы. Микропериметрия проводилась на устройстве MAIA (Center Vue, Италия) с оценкой порога средней светочувствительности сетчатки в макуле и порога фокальной светочувствительности сетчатки в зоне отека НЭ и фиксации зрения.

Отобранные для исследования пациенты были разделены на две группы. В первую группу были включены 40 пациентов (40 глаз). Пациентам этой группы проводилось СМИЛВ на лазере Supra 532 (Quantel Medical, Франция). Во вторую группу вошли 32 пациента (32 глаза). Второй группе пациентов СМИЛВ проводилось на лазере Supra 577 (Quantel Medical, Франция). Максимальное увеличение толщины НЭ в зоне макулярного отека до лечения в первой группе составило в среднем до 473 мкм, средний объем НЭ 11,1 мм<sup>3</sup>. Максимальное увеличение толщины НЭ в зоне макулярного отека до лечения во второй группе составило в среднем до 408 мкм, средний объем НЭ 10,9 мм<sup>3</sup>.

При проведении СМИЛВ первой и второй группе устанавливались следующие параметры работы лазера – экспозиция (длительность пакета импульсов) 100 мс, коэффициент заполнения 5 %, период импульса 2 мс, длительность импульса 0,1 мс, количество импульсов в пакете 50. Вариабельной был только такой параметр как мощность, которая подбиралась в микроимпульсном режиме работы лазера путем тестирования коагулята на участке сетчатки парамакулярно до появления едва видимой коагуляционной реакции в виде легкого побеления сетчатки в проекции нанесения лазеркоагулята. Полученная мощность уменьшалась, пока не исчезнет видимая коагуляционная реакция сетчатки в зоне тестирования. Полученная мощность принималась за терапевтическую и использовалась для обработки зон макулярного отека. Лазерные аппликаты наносились в шахматном порядке с расстоянием один аппликат друг от друга. Если отек НЭ локализовался непосредственно в фовеолярной зоне, то для работы в этой зоне мощность дополнительно снижалась на 40–50 %. Данная технология лечения была применена в обеих группах пациентов, отличие между группами заключалось лишь в длине волны излучения лазера.

В первой группе на 18 глазах достаточно было однократного вмешательства, на 22 глазах потребовались повторные сеансы СМИЛВ. Во второй группе было достаточно одного сеанса СМИЛВ на 17 глазах, дополнительные сеансы потребовались на 15 глазах. В общей сложности, период наблюдения в обеих группах, в зависимости от количества сеансов лечения, составил от 2 до 6 мес.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результат лечения оценивался через один месяц после каждого СМИЛВ. Количественная оценка эффективности лечения оценивалась по динамике МКОЗ, толщины НЭ сетчатки в зоне максимального отека и объема НЭ в макуле до и после лечения по данным ОКТ, порога средней

светочувствительности макулы, порога фокальной светочувствительности в зоне отека НЭ и фиксации зрения по данным микропериметрии. В таблице представлены результаты лечения пациентов обеих групп через 1 месяц после последнего этапа лечения.

Осложнений после проведения СМЛВ выявлено не было.

В обеих группах статистически достоверно уменьшилась толщина НЭ в области макулярного отека, кисты НЭ резорбировались, и повысился порог фокальной светочувствительности ( $t > 2,0$ ;  $p < 0,05$ ). Различий в эффективности лечения в первой и второй группе выявлено не было (табл.). Ни у одного пациента, по данным ОКТ, не было выявлено ятрогенного поражения пигментного эпителия. Состояние МКОЗ до и после лечения, повышение порога фокальной светочувствительности сетчатки доказывает безопасность применяемой методики в обеих группах.

Средние значения визометрии, оптической когерентной томографии, светочувствительности сетчатки в макуле у пациентов I и II групп до и после СМЛВ,  $M \pm \sigma$

Группы	I группа			II группа	
	до СМЛВ	после СМЛВ	$\Delta$ , %	до СМЛВ	после СМЛВ
МКОЗ	0,42 ± 0,07	0,46 ± 0,09	8,7	0,54 ± 0,06	0,59 ± 0,07
Толщина НЭ, мкм	473 ± 16*	408 ± 17**	-15,9	412 ± 10*	366 ± 10**
Объем НЭ, мм <sup>3</sup>	11,1 ± 0,16	10,90 ± 0,16	-1,8	11,60 ± 0,41	10,60 ± 0,37
Порог средней светочувствительности, дБ	21,0 ± 2,4	22,1 ± 3,2	5	24,7 ± 0,6	25,5 ± 0,4
Порог фокальной светочувствительности, дБ	16,3 ± 2,9*	23,2 ± 1,6**	29,7	16,6 ± 2,4*	23,9 ± 1,7**
Фиксация зрения, %	82,1 ± 7,0	95,1 ± 2,5	13,7	94,4 ± 2,4	99,8 ± 0,3

Различие между средними значениями, отмеченные \* и \*\*, статистически достоверно ( $t > 2,0$ ;  $p < 0,05$ ).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение СМЛВ для лечения ДМО высотой до 500 мкм эффективно и безопасно, так как позволяет достоверно уменьшить толщину НЭ в зоне отека и улучшить клинико-функциональные показатели, достоверно повысить порог фокальной светочувствительности сетчатки. Фокальная светочувствительность в зоне отека НЭ имеет

прямую корреляцию с толщиной НЭ и наличием кист НЭ и является важным показателем оценки функционального состояния сетчатки в макуле.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Акопян В.С., Качалина Г.Ф., Педанова Е.К. и др. Морфологические и иммуногистохимические особенности субпорогового микроимпульсного лазерного воздействия на сетчатку // Современные технологии в офтальмологии. – 2015. – № 1. – С. 15–16.
2. Буряков Д.А., Качалина Г.Ф., Педанова Е.К., Крыль Л.А. Оценка безопасности повторных сеансов субпорогового микроимпульсного лазерного воздействия при лечении диабетического макулярного отека // Современные технологии в офтальмологии. – 2015. – № 3. – С. 19–23.
3. Дедов И.И., Липатов Д.В. Современное состояние и перспективы развития офтальмохирургии при эндокринных нарушениях // Сахарный диабет. – 2006. – № 3. – С. 28.
4. Дедов И.И., Шестакова М.В. Сахарный диабет. – М.: Универсим паблишед, 2003. – С. 10.
5. Дога А.В., Качалина Г.Ф., Педанова Е.К., Буряков Д.А. Субпороговое микроимпульсное лазерное воздействие при лечении диабетического макулярного отека // Современные технологии в офтальмологии. – 2015. – № 1. – С. 58–61.
6. Диабетическая офтальмопатия / под ред. Л.И. Балашевича, А.С. Измайлова. – СПб.: Человек, 2012. – С. 236–273.
7. Alonso-Plasencia M., Abreu-González R. et al. Structure-function correlation using OCT angiography and microperimetry in diabetic retinopathy // Clinical Ophthalmology. – 2019. – No. 13. – P. 2181–2188.
8. Figueira J., Khan J., Nunes S., et al. Prospective randomized controlled trial comparing sub-threshold micropulse diode laser photocoagulation and conventional green laser for clinically significant diabetic macular oedema // Br. J. Ophthalmol. – 2009. – Vol. 93. – P. 1341–1314.
9. Klein R.B., Klein E., Moss S.E., Cruickshanks K.J. The Wisconsin epidemiologic study of diabetic retinopathy. XV. The longterm incidence of macular edema // Ophthalmology. – 1995. – Vol. 102. – P. 7–16.
10. Luttrull J.K., Sinclair S.H. Safety of transfoveal subthreshold diode micropulse laser for fovea-involving diabetic macular edema in eyes with good visual acuity // Retina. – 2014. – No. 34 (10). – P. 2010–2020.
11. Midena E., Vujosevic S., et al. Microperimetry in diabetic retinopathy // Saudi Journal of Ophthalmology. – 2011. – Vol. 25. – P. 131–135.
12. Vujosevic S., Frizziero L., Martini F., et al. Single retinal layer changes after subthreshold micropulse yellow laser in diabetic macular edema // Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina. – 2018. – Vol. 49. – P. 218–225.
13. Okada K., Yamamoto S., et al. Correlation of retinal sensitivity measured with fundus-related microperimetry to visual acuity and retinal thickness in eyes with diabetic macular edema // Eye. – 2006. – Vol. 20. – P. 805–809.
14. Vujosevic S., Bottega E., Casciano M., et al. Microperimetry and fundus autofluorescence in diabetic macular edema: subthreshold micropulse diode laser versus modified early treatment diabetic retinopathy study laser photocoagulation // Retina. – 2010. – Vol. 30. – P. 908–916.

15. White N.H., Sun W., Cleary P.A., et al. Effect of prior intensive therapy in type 1 diabetes on 10-year progression of retinopathy in the DCCT/EDIC: comparison of adults and adolescents // *Diabetes*. – 2010. – Vol. 59. – P. 1244–1253.

16. Yu A.K., Merrill K.D., Truong S.N., et al. The comparative histologic effects of subthreshold 532- and 810-nm diode micropulse laser on the retina // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 2013. – Vol. 54. – P. 2216–2224.

#### REFERENCES

1. Akopyan V.S., Kachalina G.F., Pedanova E.K., et al. Morfologicheskiye i immunogistokhimicheskiye osobennosti subporogovogo mikroimpul'snogo lazernogo vozdeystviya na setchatku [Morphological and immunohistochemical features of subthreshold micropulse laser action on the retina]. *Sovremennyye tekhnologii v oftal'mologii* [Modern technologies in ophthalmology], 2015, no. 1, pp. 15–16. (In Russ.; abstr. in Engl.).

2. Buryakov D.A., Kachalina G.F., Pedanova E.K., Kryl L.A. Otsenka bezopasnosti povtornykh seansov subporogovogo mikroimpul'snogo lazernogo vozdeystviya pri lechenii diabeticheskogo makulyarnogo oteka [Assessment of the safety of repeated sessions of subthreshold micropulse laser exposure in the treatment of diabetic macular edema]. *Sovremennyye tekhnologii v oftal'mologii* [Modern technologies in ophthalmology], 2015, no. 3, pp. 19–23. (In Russ.; abstr. in Engl.).

3. Dedov I.I., Lipatov D.V. Sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya oftal'mokhirurgii pri endokrinnykh narusheniyakh [Current state and prospects for the development of ophthalmosurgery for endocrine disorders]. *Sakharnyy diabet* [Diabetes mellitus], 2006, no. 3, p. 28. (In Russ.; abstr. in Engl.).

4. Dedov I.I., Shestakova M.V. *Sakharnyy diabet* [Diabetes]. Moscow: Universim published, 2003, p. 10. (In Russ.; abstr. in Engl.).

5. Doga A.V., Kachalina G.F., Pedanova E.K., Buryakov D.A. Subporogovoye mikroimpul'snoye lazernoye vozdeystviye pri lechenii diabeticheskogo makulyarnogo oteka [Subthreshold micropulse laser exposure in the treatment of diabetic macular edema]. *Sovremennyye tekhnologii v oftal'mologii* [Modern technologies in ophthalmology], 2015, no. 1, pp. 58–61. (In Russ.; abstr. in Engl.).

6. Diabeticheskaya oftal'mopatiya [Diabetic ophthalmopathy]. L.I. Balashevich, A.S. Izmailova (ed.). St. Petersburg: Man 2012, pp. 236–273. (In Russ.; abstr. in Engl.).

7. Alonso-Plasencia M., Abreu-González R., et al. Structure-function correlation using OCT angiography and microperimetry in diabetic retinopathy. *Clinical Ophthalmology*, 2019, no. 13, pp. 2181–2188.

8. Figueira J., Khan J., Nunes S., et al. Prospective randomized controlled trial comparing sub-threshold micropulse diode laser photocoagulation and conventional green laser for clinically significant diabetic macular oedema. *Br. J. Ophthalmol.*, 2009, vol. 93, pp. 1341–1314.

9. Klein R.B., Klein E., Moss S.E., Cruickshanks K.J. The Wisconsin epidemiologic study of diabetic retinopathy. XV. The longterm incidence of macular edema. *Ophthalmology*, 1995, vol. 102, pp. 7–16.

10. Luttrull J.K., Sinclair S.H. Safety of transfoveal subthreshold diode micropulse laser for fovea-involving diabetic macular edema in eyes with good visual acuity. *Retina*, 2014, no. 34 (10), pp. 2010–2020.

11. Midena E., Vujosevic S., et al. Microperimetry in diabetic retinopathy y. *Saudi Journal of Ophthalmology*, 2011, vol. 25, pp. 131–135.

12. Vujosevic S., Frizziero L., Martini F., et al. Single retinal layer changes after subthreshold micropulse yellow laser in diabetic macular edema. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*, 2018, vol. 49, pp. 218–225.

13. Okada K., Yamamoto S., et al. Correlation of retinal sensitivity measured with fundus-related microperimetry to visual acuity and retinal thickness in eyes with diabetic macular edema. *Eye*, 2006, vol. 20, pp. 805–809.

14. Vujosevic S., Bottega E., Casciano M., et al. Microperimetry and fundus autofluorescence in diabetic macular edema: subthreshold micropulse diode laser versus modified early treatment diabetic retinopathy study laser photocoagulation. *Retina*, 2010, vol. 30, pp. 908–916.

15. White N.H., Sun W., Cleary P.A., et al. Effect of prior intensive therapy in type 1 diabetes on 10-year progression of retinopathy in the DCCT/EDIC: comparison of adults and adolescents. *Diabetes*, 2010, vol. 59, pp. 1244–1253.

16. Yu A.K., Merrill K.D., Truong S.N., et al. The comparative histologic effects of subthreshold 532- and 810-nm diode micropulse laser on the retina. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 2013, vol. 54, pp. 2216–2224.

#### Контактная информация

**Гуро Марина Юрьевна** – врач-офтальмолог офтальмологического отделения лазерной хирургии ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России, Волгоградский филиал, Волгоград, e-mail: marina-guro@list.ru