Планирование навигационной макулярной лазерной коагуляции на основании конфокальной сканирующей лазерной офтальмоскопии

Э.В. Бойко[1, 2], Д.С. Мальцев[2]

[1] *Санкт-Петербургский филиал ФГУ МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова*
[2] *ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова», Санкт-Петербург*

***Цель** работы — сравнить площади зоны лечения и планы навигационной макулярной лазерной коагуляции (МЛК), полученные на основании конфокальной сканирующей лазерной офтальмоскопии в ретрорежиме (РР-СЛО) и карт толщины сетчатки оптической когерентной томографии (ОКТ). **Материал и методы.** На 45 глазах пациентов в возрасте 63,1 ± 10,2 года с диабетическим макулярным отеком или макулярным отеком, ассоциированным с окклюзией вен сетчатки, была запланирована и выполнена навигационная МЛК на основании РР-СЛО снимков и ОКТ-карт толщины сетчатки, импортированных в лазерную систему NAVILAS. Сравнивали планы по количеству коагулятов, основанные на ОКТ и РР-СЛО, а также площадь отека, выявляемого каждым методом. **Результаты.** Среднее количество запланированных на основании РР-СЛО и ОКТ лазерных коагулятов составило, соответственно, 171,2 ± 75,1 и 125,9 ± 59,2 коагулята, p = 0,002. Средняя площадь выявляемого отека на снимках РР-СЛО была больше, чем на картах ОКТ (соответственно, 14,9 ± 4,1 мм² и 10,2 ± 2,9 мм², p = 0,007), в связи с большей площадью сканирования РР-СЛО. **Заключение.** Снимки РР-СЛО могут с успехом использоваться для планирования навигационной МЛК. Зоны лечения, основанные на РР-СЛО, имеют большую площадь, чем основанные на ОКТ.*

Ключевые слова: макулярный отек, макулярная лазерная коагулция, сканирующая лазерная офтальмоскопия, оптическая когерентная томография.

Российский офтальмологический журнал, 2016; 3: 12–17

Макулярная лазерная коагуляция (МЛК) сохраняет свою актуальность в лечении диабетического макулярного отека (МО) и МО, вызванного окклюзиями вен сетчатки [1–4], в том числе как часть лечения, комбинированного с интравитреальными инъекциями ингибиторов ангиогенеза и интравитреальными инъекциями глюкокортикостероидов [5–7], или «свитчинга» при низкой эффективности «чистых» фармакотерапевтических стратегий [8]. Негативными последствиями МЛК, связанными с прогрессирующей атрофией пигментного эпителия сетчатки (ПЭС), могут быть: центральная скотома, потеря центрального зрения, снижение цветового зрения [9, 10]. Однако навигационная МЛК, появившаяся в последнее время, в определенной степени увеличила точность и безопасность лазерной коагуляции [11].

В соответствии с существующими подходами к МЛК нанесение лазерных коагулятов производят методом «решетки» в зонах фокального и/или диффузного сосудистого просачивания [12]. На протяжении длительного времени единственным способом верификации зон сосудистого просачивания и связанного с ним МО была флюоресцентная ангиография (ФАГ). Поскольку отек сетчатки является следствием сосудистого просачивания [13], ОКТ в ряде случаев может заменить ФАГ для планирования МЛК. Более того, ОКТ уже применяют для планирования навигационной МЛК [14–16], и можно ожидать, что такой подход получит развитие. Планирование МЛК на основании ОКТ показало сопоставимые с ФАГ-планированием результаты, в том числе за счет визуализации идентичных по площади и локализации зон отека сетчатки [14, 17].

© Э.В. Бойко, Д.С. Мальцев
Санкт-Петербургский филиал ФГУ МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова;
ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова», Санкт-Петербург

Еще одним относительно новым методом визуализации зон отека сетчатки является сканирующая лазерная офтальмоскопия в ретрорежиме (РР-СЛО), которая также имеет потенциал для планирования навигационной МЛК. РР-СЛО использует апертуру с латеральной девиацией конфокальной оси. Отраженное от глазного дна излучение, проходя через такую апертуру, создает тени и силуэты кистозных полостей, что позволяет ясно визуализировать МО [18].

ЦЕЛЬЮ данной работы было изучение возможности планирования навигационной МЛК на основании снимков РР-СЛО и сравнение данного подхода с планированием МЛК на основании ОКТ-карт толщины сетчатки.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Критериями включения в данное проспективное исследование было выявление на В-сканах ОКТ, проходящих через центр макулы, диабетического МО или МО, вызванного окклюзией вен сетчатки, не леченных ранее при помощи МЛК, либо выявление участков отека сетчатки (диабетического МО или МО, вызванного окклюзией вен сетчатки) при выполнении РР-СЛО. Критерии исключения: выявление острого или хронического увеита, витреоретинальные тракции, фиброз внутренней пограничной мембраны (захватывающий макулярную область), окклюзия центральной вены сетчатки, выраженные помутнения оптических сред (приводящие к снижению сигнала ОКТ ниже 40).

Всего в исследование было включено 19 женщин и 16 мужчин, средний возраст которых составил 63,1 ± 10,2 года. У 23 пациентов (33 глаза) был выявлен диабетический МО, не леченный ранее при помощи МЛК. У 12 пациентов (12 глаз) был диагностирован МО, вызванный тромбозом ветви центральной вены сетчатки.

Во всех случаях после выполнения РР-СЛО и ОКТ в условиях медикаментозного мидриаза (Mydriacyl, Alcon-Couvreur, Puurs, Бельгия) была запланирована и выполнена навигационная МЛК с помощью лазерной системы NAVILAS (OD-OS, Inc, Berlin, Germany). В соответствии с рекомендациями ETDRS для выполнения МЛК лазерное воздействие планировали производить в зоне отека сетчатки. Параметры планирования включали диаметр пятна лазера — 50 мкм, расстояние между коагулятами — 2 диаметра коагулята, зоны, защищенные от лазерного воздействия размещением запрещающих меток, включали диск зрительного нерва и центральный участок макулы диаметром 2000 мкм.

РР-СЛО-изображения, полученные с помощью сканирующего лазерного офтальмоскопа F-10 (NIDEK, Gamagori, Japan), были импортированы в лазерную систему NAVILAS и использованы для планирования МЛК после наложения на базовое изображение, полученное лазерной системой NAVILAS. На снимках РР-СЛО отек сетчатки определялся при наличии зон, в которых визуализируются интраретинальные микрокисты, формирующие специфический псевдотрехмерный рисунок.

ОКТ-карты толщины сетчатки (протокол enhanced macular map 5 × 5 мм, EMM5) с фоновым СЛО-изображением (7 × 7 мм) были получены на спектральном ОКТ RTVue-100 (Optovue, Fremont, CA, США), импортированы в лазерную систему NAVILAS и использованы для планирования лазерного лечения после наложения на базовое изображение. На ОКТ-картах отек сетчатки определялся как зоны оттенков теплее зеленого по цветовой шкале, что соответствовало толщине сетчатки более 250 мкм.

После выполнения сканирования ОКТ-карты толщины сетчатки оценивали на предмет ошибок сегментации и центрирования и в случае необходимости корректировали вручную сразу после завершения сканирования. Ошибки автоматической сегментации были откорректированы путем ручного сегментирования контурных линий на В-сканах. В случае некорректного автоматического определения центра макулы проводили коррекцию положения метки центра макулы по ориентирам (позволяющим опознать центр макулы) В-сканов. В случае невозможности полной ручной коррекции положения метки центра макулы сканирование и последующую коррекцию положения метки центра макулы выполняли повторно до получения карт, по которым было возможно провести планирование МЛК.

Ключевыми параметрами сравнения планирования МЛК на основании снимков РР-СЛО и ОКТ-карт толщины сетчатки были площадь выявленного отека сетчатки и количество запланированных точек лазерного воздействия.

Измерение площади отека сетчатки было выполнено при помощи программного пакета ImageJ (NIH, Bethesda, MD, США) на ОКТ-картах толщины сетчатки и снимках РР-СЛО. Все данные представлены как среднее и стандартное отклонение.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Из 45 финальных ОКТ-карт толщины сетчатки 26 (57,8 %) были пригодны для немедленного импортирования в лазерную систему и наложения на базовое изображение. В 19 случаях причинами невозможности немедленного экспортирования были ошибки автоматической сегментации, которые соответствовали появлению на карте толщины сетчатки участков меньшей толщины по сравнению с фактической из-за ошибочного автоматического определения наружных слоев сетчатки, в 3 случаях — некорректное автоматическое определение центра макулы вследствие неудовлетворительной фиксации взора и в одном случае — их сочетание.

Во всех случаях ручная корректировка контурных линий на В-сканах в программном обеспечении

ОКТ позволила получить карту толщины сетчатки, пригодную для планирования МЛК (без ошибок определения толщины сетчатки). Из 2 случаев некорректного автоматического определения центра макулы один был исправлен ручным перемещением метки, соответствующей центру макулы. Второй случай потребовал повторного сканирования и последующей коррекции положения метки центра макулы. Снимки РР-СЛО не потребовали коррекции полученного изображения или повторного получения изображений. Из 45 случаев в 2 ни один из специалистов не смог уверенно определить зону отека сетчатки и спланировать лечение, ориентируясь по карте ОКТ, при этом в одном случае причиной была незначительная высота отека сетчатки (вследствие чего он не был различим на цветовой карте), а в другом — локализация отека сетчатки за пределами scan area и незначительная высота отека сетчатки одновременно. В обоих случаях отек сетчатки визуализировался на снимках РР-СЛО, что позволило запланировать МЛК на основании снимков РР-СЛО, однако оба случая были исключены из статистического анализа. В 43 (95,6 %) наблюдениях на снимках РР-СЛО в фовеолярной зоне были выявлены наиболее крупные интраретинальные кисты (по сравнению с интраретинальными кистами, расположенными на окружающих участках сетчатки).

Площадь отека сетчатки, выявляемая на снимках РР-СЛО (14,9 ± 4,1 мм^2), была больше, чем на картах ОКТ (10,2 ± 2,9 мм^2), p = 0,007. Кроме того, в 27 случаях (60,0 %) ОКТ-картирование не позволило визуализировать всю площадь отека сетчатки, так как он выходил за пределы зоны сканирования 5 × 5 мм (рис. А). Поэтому сравнение площади отека сетчатки было проведено повторно для ОКТ-карт толщины сетчатки (по всей площади, 5 × 5 мм) и на снимках РР-СЛО только в зоне 5 × 5 мм (центрированной по центру макулы — фовеоле) (рис. Г). Площадь отека сетчатки (10,9 ± 2,3 мм^2), выявляемая в зоне 5 × 5 мм на снимках РР-СЛО, была статистически незначимо (p = 0,11) больше, чем на картах ОКТ (10,2 ± 2,9 мм^2).

Среднее количество запланированных точек лазерного воздействия было больше при планировании МЛК на основании снимков РР-СЛО (рис. Д, Е), чем при планировании на основании карт ОКТ: 171,2 ± 75,1 и 125,9 ± 59,2 коагулятов, p = 0,002 (рис. Б, В).

Данное исследование показывает, что МЛК по поводу диабетического МО или МО вследствие окклюзии вен сетчатки может планироваться с помощью РР-СЛО, при этом размещение коагулятов в ходе планирования процедуры следует проводить в зонах визуализации микрокист в сетчатке, которые в целом соответствуют зонам утолщения сетчатки

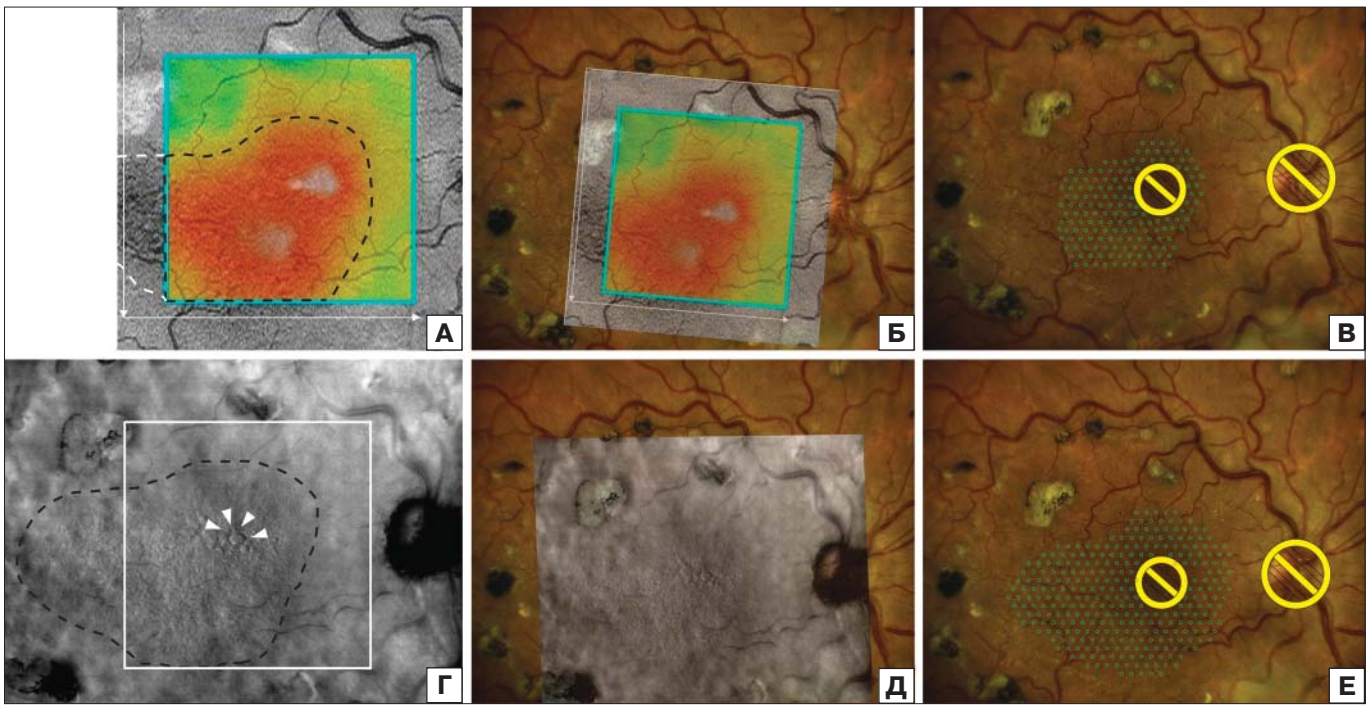

Рис. Планирование МЛК на основании ОКТ и РР-СЛО. А — ОКТ-карта толщины сетчатки не охватывает всю зону отека сетчатки (площадь 11,87 мм^2, зона отека сетчатки ограничена пунктирной линией); Б — ОКТ-карта наложена на базовое изображение; В — при планировании на основании карты ОКТ количество запланированных точек лазерного воздействия равно 156; Г — вся зона отека сетчатки выявляется на снимке РР-СЛО (площадь 19,93 мм^2, зона отека сетчатки ограничена пунктирной линией, белый квадрат соответствует зоне 5 × 5 мм, которую охватывает ОКТ-карта толщины сетчатки, площадь отека, выявляемого РР-СЛО только в этой зоне, — 12,18 мм^2) стрелками показаны крупные интраретинальные кисты; Д — снимок РР-СЛО наложен на базовое изображение, локализованные в центре макулы; Е — при планировании на основании снимка РР-СЛО количество запланированных точек лазерного воздействия равно 259, больше, чем при планировании на основании ОКТ.

вследствие отека на ОКТ. Ключевым отличием (особенностью) РР-СЛО является способность напрямую визуализировать отек сетчатки на плоскости, в то время как и ОКТ-картирование, и ФАГ регистрируют лишь феномены (соответственно, увеличение толщины сетчатки и просачивание красителя), косвенно указывающие на наличие отека.

Площадь визуализируемого на снимках РР-СЛО отека сетчатки не имеет статистически значимых отличий от площади отека, выявляемого на ОКТ-картах толщины сетчатки, если вся зона отека находится в пределах участка 5 × 5 мм (соответствующего ограничению ОКТ), хотя среднее значение этого показателя у РР-СЛО несколько выше. Это соответствует ранее установленной высокой корреляции протяженности (площади) отека сетчатки, выявляемого ОКТ и РР-СЛО [17]. В предыдущих исследованиях не обнаружено преимуществ ФАГ-картированной МЛК по сравнению с МЛК на основании ОКТ, в том числе по результатам сравнения выявляемой этими методами площади отека сетчатки [14]. Таким образом, можно ожидать, что РР-СЛО также будет демонстрировать сопоставимые с ФАГ результаты при планировании МЛК (при отсутствии недостатков, характерных для ФАГ), что подтверждается работой S. Vujosevic и соавт. [17].

Более того, использование снимков РР-СЛО может дать ряд преимуществ по сравнению с использованием ОКТ-карт толщины сетчатки для планирования навигационной МЛК. В отличие от ОКТ-карты толщины сетчатки, изображение РР-СЛО позволяет картировать (визуализировать) отек сетчатки по всей площади центрального отдела глазного дна, визуализируемого на базовом изображении лазерной системы. В частности, базовое изображение NAVILAS соответствует полю 50°, стандартная ОКТ-карта толщины сетчатки охватывает 18° либо 22° (в зависимости от модели ОКТ, что соответствует макулярным картам ETDRS 5 × 5 мм или 6 × 6 мм) [19], а снимок РР-СЛО — до 60°. В рамках данного исследования отсутствие возможности визуализировать на ОКТ-карте толщины сетчатки всю зону отека сетчатки выявлено в 61,5 % случаев. В то же время снимок РР-СЛО позволяет визуализировать отек сетчатки по всей центральной зоне глазного дна, поэтому в целом РР-СЛО выявляет статистически значимо большую площадь отека сетчатки по сравнению с ОКТ. Кроме того, РР-СЛО-снимок захватывает зрительный нерв и сосудистые аркады, что облегчает его наложение на базовое изображение лазерной системы.

Средняя площадь отека сетчатки, выявляемого РР-СЛО на участке глазного дна 5 × 5 мм, статистически незначимо больше выявляемого на ОКТ-картах толщины сетчатки. Это может быть обусловлено тем, что технология РР-СЛО позволяет визуализировать мелкие интраретинальные кисты по краю зоны отека, которые не увеличивают (или незначительно увеличивают) толщину сетчатки. При ОКТ-картировании в этих зонах показатели толщины сетчатки лежат в области, близкой к нормальным значениям, с соответствующей цветовой характеристикой, и могут быть не отмечены при планировании МЛК.

Крупные кисты (выявленные РР-СЛО в центре макулы в большинстве наблюдений в рамках данного исследования) могут служить дополнительным ориентиром для определения локализации центра макулы, что подтверждается результатами работы M. Yamamoto и соавт. [18]. Таким образом, центр макулы при планировании МЛК на основании снимков РР-СЛО определяется не только на цветном базовом изображении лазерной системы, но и с помощью дополнительных ориентиров, что позволяет избежать его ошибочной коагуляции. В то же время на ОКТ-карте толщины сетчатки центр макулы определяется косвенно по точке фиксации взора. В связи с неудовлетворительной фиксацией взора может происходить смещение маркера центра макулы (соответствующего точке фиксации взора) относительно фактического центра макулы, а также всей карты толщины сетчатки относительно фонового СЛО-изображения. Таким образом, на конечной карте толщины сетчатки будет неверно определена относительно фонового СЛО-изображения как зона отека, так и центр макулы. Это может привести к ошибочному (например, вне зоны отека сетчатки) размещению точек лазерного воздействия в ходе планирования навигационной МЛК, поскольку наложение макулярной карты толщины сетчатки на базовое изображение лазерной системы происходит по ориентирам фонового СЛО-изображения. Еще одной причиной смещения маркера центра макулы на ОКТ-карте толщины сетчатки может являться невозможность (неспособность) пациента соблюдать требование к фиксации взора и задержке мигательных движений на несколько секунд в процессе сканирования (длительность сканирования в протоколе EMM5 — 1,3 с). В то же время получение изображения СЛО происходит моментально, не требует задержки мигательных движений и фиксации взора (так как снимок РР-СЛО охватывает большую площадь глазного дна и может быть центрирован относительно базового изображения лазерной системы).

ОКТ-картирование отека, незначительно увеличивающего толщину сетчатки (2 наблюдения в рамках данного исследования), не позволяет получить карту толщины сетчатки с ясным, хорошо очерченным изображением зон отека, цветовые отличия зон отека от нормальных (неотечных) зон на карте при этом становятся минимальными. Эти участки становятся еще менее заметными на фоне СЛО-изображения, которое необходимо для наложения снимка на базовое изображение лазерной системы.

В значительной части случаев ОКТ-карты толщины сетчатки включают участки, толщина которых

ниже фактической, что препятствует немедленному импортированию карт в лазерную систему и планированию МЛК. Это связано с ослаблением сигнала высокорефлективными интраретинальными образованиями (твердый экссудат, геморрагии, которые часто встречаются у пациентов, являющихся потенциальными кандидатами на МЛК (пациентов с диабетической ретинопатией и окклюзиями вен сетчатки)) и соответствующим снижением сигнала от ПЭС. В таком случае алгоритм программного обеспечения распознает высокорефлективные интраретинальные образования как ПЭС и производит сегментирование слоев сетчатки (наружных слоев) по ним, вычисляя заниженные показатели толщины сетчатки. Этот тип ошибок ОКТ был описан M. Schneider и соавт. [20] у пациентов с диабетической ретинопатией в 35,3 % случаев, что незначительно меньше аналогичного показателя в нашем исследовании. Это различие может быть обусловлено включением в наше исследование пациентов с окклюзиями вен сетчатки (поскольку интраретинальные кровоизлияния часто встречаются при окклюзиях ветвей центральной вены сетчатки) и использованием другой модели томографа.

Недостатком метода является сниженная контрастность сосудов на РР-СЛО-изображении по сравнению с СЛО-изображением ОКТ, что незначительно замедляет его наложение на базовый снимок NAVILAS. Кроме того, РР-СЛО не позволяет делать полноценное заключение о динамике после лечения, так как наиболее информативные в отношении динамического наблюдения за МО показатели — толщина сетчатки в макуле (ТСМ) и макулярный объем — могут быть измерены только на ОКТ. Таким образом, использование РР-СЛО не исключает необходимости выполнения ОКТ. Однако процедура коррекции контурных линий сегментации и положения центра макулы для последующего сравнения ОКТ-карт с целью определения динамики МО может быть выполнена вне предоперационной подготовки. Кроме того, измерение площади отека сетчатки по снимкам РР-СЛО требует определенного опыта со стороны специалиста и не лишено субъективности.

Данное исследование имеет несколько ограничений. Нами использована только одна модель оптического когерентного томографа. Однако возникновение различных типов артефактов характерно для всех типов томографов, варьируя в широком диапазоне в зависимости от конкретной модели устройства и заболеваний, поэтому можно ожидать сходных затруднений при планировании МЛК на основании данных других моделей томографов. Это ограничение не распространяется на РР-СЛО, так как F10 — единственный доступный на сегодня сканирующий лазерный офтальмоскоп с ретрорежимом. Кроме того, исследование включает относительно небольшое количество наблюдений и не изучает в сравнении анатомические и функциональные результаты лечения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наше исследование показывает возможность планирования навигационной МЛК на основании снимков РР-СЛО. Преимущество такого подхода по сравнению с планированием на основании ОКТ-карт толщины сетчатки обусловлены: 1) более четкой и детальной визуализацией зоны и границы отека и центра макулы; 2) визуализацией большей площади глазного дна и связанным с этим более полным планированием лазерного воздействия; 3) отсутствием программных погрешностей и артефактов используемого изображения, вызванных интраретинальными гиперрефлективными образованиями; 4) простым и быстрым получением изображения для планирования лечения. Данные особенности РР-СЛО делают его более удобной технологией для планирования навигационной МЛК в рабочих условиях по сравнению с ОКТ-картированием.

Литература/ References

1. *Балашевич Л.И., Гацу М.В., Измайлов А.С.* Отдаленные результаты лечения диффузного диабетического макулярного отека после панретинальной коагуляции в сочетании с лазеркоагуляцией в макуле. Офтальмохирургия. 2006; 3: 20–4.
   Balashevich L.I., Gacu M.V., Izmajlov A.S. Outcomes of management diffuse diabetic macular edema with panretinal and macular laser photocoagulation. Oftal'mokhirurgija. 2006; 3: 20–4 (In Russian).
2. *Иванишко Ю.А.* Диабетическая макулопатия: целесообразность и тактика превентивного лазерного вмешательства. Офтальмологический журнал. 1988; 4: 210–3.
   Ivanishko Ju.A. Diabetic maculopathy: reasons and strategies for early laser therapy. Oftal'mologicheskij zhurnal. 1988; 4: 210–3 (In Russian).
3. The Branch Vein Occlusion Study Group. Argon laser photocoagulation for macular edema in branch vein occlusion. Am. J. Ophthalmol. 1984; 98: 271–82.
4. *Park Y.G., Kim E.Y., Roh Y.J.* Laser-based strategies to treat diabetic macular edema: history and new promising therapies. J. Ophthalmol. 2014; Article ID 769213: 9.
5. *Schneider E.W., Mruthyunjaya P., Hariprasad S.M.* Combination therapy for macular edema secondary to retinal vein occlusion. Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina. 2013; 44(5): 434–8.
6. *Балашевич Л.И., Гацу М.В., Байбородов Я.В.* Эффективность интравитреального введения кеналога при лечении рефрактерного диффузного диабетического макулярного отека, осложненного наличием твердых экссудатов. Офтальмохирургия. 2006; 2: 25–8.
   Balashevich L.I., Gacu M.V., Bajborodov Ja.V. Intravitreal kenalog injections efficacy in management of persistent diffuse diabetic macular edema with hard exudates. Oftal'mokhirurgija. 2006; 2: 25–8 (in Russian).
7. *Шадричев Ф.Е., Шкляров Е.Б., Григорьева Н.Н.* Применение кортикостероидов в лечении диабетического макулярного отека. Офтальмологические ведомости. 2011; 4(2): 76–88.
   Shadrichev F.E., Shkljarov E.B., Grigor'eva N.N. Glucocorticoids in diabetic macular edema management. Oftal'mologicheskie vedomosti. 2011; 4(2): 76–88 (in Russian).
8. *Leitritz M.A., Gelisken F., Ziemssen F., et al.* Grid laser photocoagulation for macular oedema due to branch retinal vein occlusion in the age of bevacizumab? Results of a prospective study with crossover design. Br. J. Ophthalmol. 2013; 97(2): 215–9.
9. *Schatz H., Madeira D., McDonald H.R., et al.* Progressive enlargement of laser scars following grid laser photocoagulation for diffuse diabetic macular edema. Arch. Ophthalmol. 1991; 109: 1549–51.
10. *Maeshima K., Utsugi-Sutoh N., Otani T., et al.* Progressive enlargement of scattered photocoagulation scars in diabetic retinopathy. Retina. 2004; 24: 507–11.

11. *Kozak I., Oster S.F., Cortes M.A., et al.* Clinical evaluation and treatment accuracy in diabetic macular edema using navigated laser photocoagulator NAVILAS. Ophthalmology. 2011; 118(6): 1119–24.
12 Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group. Treatment techniques and clinical guidelines for photocoagulation of diabetic macular edema. Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Report Number 2. Ophthalmology. 1987; 94(7): 761–74.
13. *Lobo C.L., Bernardes R.C., de Abreu J.R., Cunha-Vaz J.G.* One-year follow-up of blood-retinal barrier and retinal thickness alterations in patients with type 2 diabetes mellitus and mild nonproliferative retinopathy. Arch Ophthalmol. 2001; 119(10): 1469–74.
14. *Kozak I., El-Emam S.Y., Cheng L., et al.* Fluorescein angiography versus optical coherence tomography-guided planning for macular laser photocoagulation in diabetic macular edema. Retina. 2014; 34(8): 1600–5.
15. *Shin J.Y., Byeon S.H., Kwon O.W.* Optical coherence tomography-guided selective focal laser photocoagulation: a novel laser protocol for diabetic macular edema. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2015; 253(4): 527–35.
16. *Gallego-Pinazo R., Suelves-Cogollos A.M., Dolz-Marco R., et al.* Macular laser photocoagulation guided by spectral-domain optical coherence tomography versus fluorescein angiography for diabetic macular edema. Clin Ophthalmol. 2011; 5: 613–7.
17. *Vujosevic S., Trento B., Bottega E., et al.* Scanning laser ophthalmoscopy in the retro-mode in diabetic macular oedema. Acta Ophthalmol. 2012; 90(5): 374–80.
18. *Yamamoto M., Mizukami S., Tsujikawa A., Miyoshi N., Yoshimura N.* Visualization of cystoid macular oedema using a scanning laser ophthalmoscope in the retro-mode. Clin Experiment Ophthalmol. 2010; 38(1): 27–36.
19. *Sull A.C., Vuong L.N., Price L.L., et al.* Comparison of spectral/Fourier domain optical coherence tomography instruments for assessment of normal macular thickness. Retina. 2010; 30(2): 235–45.
20. *Schneider M., Seres A., Borgulya G., Nemeth J.* Boundary detection errors on optical coherence tomography images in patients with diabetic retinopathy. Ophthalmic Surg Lasers Imaging. 2010; 41(1): 54–9.

Confocal scanning laser ophthalmoscopy planning for navigated macular laser photocoagulation

E.V.Boiko[1,2], D.S.Maltsev[2]

[1]St. Petersburg Branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Russia,
[2]Department of Ophthalmology, Military Medical Academy, St Petersburg, Russia
glaz.med@yandex.ru

Abstract. Purpose: To compare treatment areas and navigated macular laser photocoagulation (MLP) plans suggested by retro-mode scanning laser ophthalmoscopy (RM-SLO) image versus optical coherence tomography (OCT) retinal thickness map. Methods. 45 eyes of patients aged 63,1±10,2 years with diabetic or retinal vein occlusion-related ME were subjected to navigated MLP on the basis of OCT maps and RM-SLO images imported to NAVILAS navigated laser system. The plans for coagulant quantity based on OCT and RM-SLO images and the areas of retinal edema revealed by each method were compared. Results. The average number of laser spots using RM-SLO and OCT template was 171,2 ± 75,1 vs 125,9 ± 59,2 respectively, p = 0,002. The average area of edema on RM-SLO image was larger than that on OCT maps (14,9 ± 4,1 мм2 vs10,2 ± 2,9 mm2, p = 0,007) because of a larger scanning area. Conclusion. The RM-SLO image can be used to guide MLP. The treatment areas suggested by RM-SLO-guided MLP plans for ME were shown to be larger than those suggested by OCT-guided plans.

Keywords: macular edema; macular laser photocoagulation; scanning laser ophthalmoscopy; optical coherence tomography.

Russian Ophthalmological Journal, 2016; 3: 12–7

doi: 10.21516/2072-0076-2016-9-3-12-17

Адрес для корреспонденции: 194044 Санкт-Петербург, Клиническая ул., д. 5, ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова»
glaz.med@yandex.ru