

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ КОМБИНИРОВАННОГО МИКРОИНВАЗИВНОГО ЛАЗЕР-ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ЛОКАЛЬНОЙ РЕГМАТОГЕННОЙ ОТСЛОЙКИ СЕТЧАТКИ

А.В. ДОГА, Д.О. ШКВОРЧЕНКО, Л.А. КРЫЛЬ, М.Р. ТАЕВЕРЕ

Национальный медицинский исследовательский центр «Межотраслевой научно-технический комплекс «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдова», Москва, Российская Федерация

Цель: оценить эффективность и безопасность технологии микроинвазивного комбинированного лазер-хирургического лечения локальной регматогенной отслойки сетчатки (РОС).

Материал и методы: в исследование включено 32 глаза 32 пациентов с локальной РОС вследствие клапанного разрыва. Помимо стандартных методов исследования, пациентам проводились мультиспектральное лазерное сканирование и широкопольная оптическая когерентная томография (ОКТ) с целью определения протяжённости и локализации витреоретинального сращения (ВРС). Всем пациентам проводилось лечение по технологии комбинированного микроинвазивного лазер-хирургического лечения РОС, включающее ИАГ-лазерное иссечение зоны ВРС, пневморетинопексию и барьерную лазеркоагуляцию (ЛКС) вокруг ретинального разрыва после полного прилегания сетчатки (2-3 сутки). Послеоперационное обследование проводилось на третьи и седьмые сутки, а также через 6, 12, 18 и 24 месяцев.

Результаты: полное прилегание сетчатки отмечено у 30 пациентов (93,8%). В 2 случаях (6,3%) прилегания достичь не удалось, что было связано с наличием артефакции у одного пациента, а также с несоблюдением рекомендаций о вынужденном положении головы после операции у второго пациента. Рецидивы отслойки возникли в 2 случаях (6,7%) вследствие формирования новых разрывов в нижних отделах глазного дна. У остальных пациентов наблюдался стабильный анатомо-функциональный результат и отсутствие рецидивирования заболевания в течение всего периода наблюдения. Послеоперационная ОКТ выявила наличие дополнительных тракций у 2 пациентов (6,7%) в примыкающих к разрыву зонах, не визуализировавшихся при наличии отслойки сетчатки. Данным пациентам была проведена дополнительная барьерная ЛКС вокруг выявленных патологических зон. Рецидивов у данных пациентов не возникло. В 4 случаях (12,5%) во время проведения комбинированной лазерной ангиотомии возникло клинически незначимое кровотечение из ретинальных сосудов. Гемостаз был достигнут компрессией на глаз трёхзеркальной линзой. Послеоперационные осложнения отсутствовали.

Заключение: представленная технология демонстрирует эффективность в 93,8% случаев после однократного хирургического вмешательства. Преимуществом технологии является полное устранение ВРС, как основного патогенетического звена заболевания, за счёт чего повышается анатомическая эффективность оперативного вмешательства и снижается риск рецидивирования. Микроинвазивность и малотравматичность данного вида лечения способствует минимизации осложнений и ускоренной реабилитации пациентов. Перспективным является дальнейшее изучение технологии с большим количеством пациентов и большим сроком наблюдения.

Ключевые слова: регматогенная отслойка сетчатки, широкопольная оптическая когерентная томография, витреоретинальная тракция, ИАГ-лазерная ретиномия, пневморетинопексия, барьерная лазеркоагуляция сетчатки.

Для цитирования: Дога АВ, Шкворченко ДО, Крыль ЛА, Таевере МР. Оценка эффективности и безопасности технологии комбинированного микроинвазивного лазер-хирургического лечения локальной регматогенной отслойки сетчатки. *Вестник Авиценны*. 2020;22(4):535-41. Available from: <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2020-22-4-535-541>

ASSESSMENT OF EFFICACY AND SAFETY OF COMBINED MICROINVASIVE LASER-SURGICAL TREATMENT OF RHEGMATOGENOUS RETINAL DETACHMENT

A.V. DOGA, D.O. SHKVORCHENKO, L.A. KRYL, M.R. TAEVERE

S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Moscow, Russian Federation

Objective: To evaluate the efficacy and safety of combined laser-surgical treatment of rhegmatogenous retinal detachment (RRD).

Methods: The 32 eyes from 32 patients with a local RRD due to horseshoe tear were enrolled. In addition to standard examination, all patients underwent multispectral laser scanning and wide-field optical coherence tomography (WFOCT) to determine the extension and localization of vitreoretinal tractions (VRT). All patients underwent the combined microinvasive laser-surgical technology of RRD treatment, including YAG-laser excision of the VRT area, pneumatic retinopexy, and barrier laser photocoagulation around the retinal tear after complete retinal attachment (2-3 days). The post-operative examination was performed on days 3 and 7, and in 3, 6, 12, 18, and 24 months. The follow-up period was 2 years.

Results: Retinal attachment was achieved in 30 patients (93.8%). The retina did not attach in 2 cases (6.4%) – in a patient with pseudophakia and in a patient who did not follow the recommendations on the proper head position after surgery. The recurrence of retinal detachment occurred in 2 cases (6.7%) as a result of the new tears formation in lower parts of the fundus periphery. The rest of the patients had a stable anatomical and functional result and no recurrence of the disease during the follow-up period. In 2 cases (6.7%) post-operative WFOCT revealed an additional zone of VRT in the adjacent areas to primary retinal tear which could not be visualized when retina was detached. These patients underwent additional barrier laser photocoagulation around revealed areas. No relapses occurred in these patients. Clinically insignificant retinal bleeding was observed in 4 cases (12.5%) during combined laser angiotomy. Full haemostasis was achieved by the 3-mirror contact lens pressure on the eye.

Conclusions: The presented technology demonstrates efficiency in 93.8% of cases after a single surgical intervention. The advantage of the technology is the complete elimination of VRT, as the main factor of the disease pathogenesis, which increases the anatomical efficacy of surgery and reduces the risk of recurrence. The micro-invasiveness and low trauma of this type of treatment help to minimize complications and accelerate the rehabilitation of patients. Further study of this technology with a large number of patients and a long follow-up period is required.

Keywords: Rhegmatogenous retinal detachment, wide-field optical coherence tomography, vitreoretinal traction, YAG-laser retinotomy, pneumatic retinopexy, barrier laser photocoagulation.

For citation: Doga AV, Shkvorchenko DO, Kryl LA, Taevere MR. Otsenka effektivnosti i bezopasnosti tekhnologii kombinirovannogo mikroinvazivnogo lazer-khirurgicheskogo lecheniya lokal'noy regmatogennoy otsloyki setchatki [Assessment of efficacy and safety of combined microinvasive laser-surgical treatment of rhegmatogenous retinal detachment]. *Vestnik Avitsenny [Avicenna Bulletin]*. 2020;22(4):535-41. Available from: <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2020-22-4-535-541>

ВВЕДЕНИЕ

Регматогенная отслойка сетчатки (РОС) является самой распространённой формой отслойки с частотой возникновения 6,3-17,9 на 100000 населения в год [1]. Несвоевременное лечение данной патологии может привести к повреждению фоторецепторных клеток с развитием их апоптоза, дегенерации и стойкому снижению зрительных функций. Согласно многочисленным экспериментальным исследованиям, гибель фоторецепторов при отслойке сетчатки с захватом макулярной зоны начинается через 12 часов после отслойки, достигая максимума через 2-3 дня [2, 3]. Соответственно, своевременное лечение локальной РОС до её распространения и захвата макулы является важным фактором, повышающим успешные исходы хирургического вмешательства. Кроме того, на исходы хирургии влияет устранение патогенетических факторов возникновения заболевания. До недавнего времени полагалось, что основной причиной РОС является формирование ретинального разрыва, через который жидкость проникает из стекловидного тела, отслаивая сенсорную сетчатку от пигментного эпителия. В настоящее время известно, что лидирующим звеном патогенеза является не разрыв сетчатки, а витреоретинальная тракция, вызывающая разрыв, от степени ослабления которой зависят клинико-функциональные результаты в долгосрочной перспективе [4].

Существующие в настоящее время методы лечения РОС варьиабельны по степени воздействия на тракционный компонент. Общеизвестны три основных метода лечения: эписклеральное пломбирование, витрэктомия и пневморетинопексия. Традиционно эффективность лечения РОС оценивалась по проценту первичного прилегания сетчатки. Однако, согласно мета-анализу базы данных Кокрейн, несмотря на сопоставимую первичную эффективность перечисленных методов, имеются различия в конечном анатомическом исходе, а также в проценте возникновения рецидивов и осложнений [5, 6]. Так, по данным различных авторов, первичный анатомический успех составляет 73,3-84,7% после эписклерального пломбирования, 80-94% после витрэктомии и 54-80,8% после пневморетинопексии [7-10]. При этом рецидивы РОС после эписклерального пломбирования и пневморетинопексии связаны с неполным устранением тракционного компонента, а рецидивы после витрэктомии в большем проценте случаев связаны с возникновением пролиферативной витреоретинопатии [11]. Таким образом, на сегодняшний день наиболее важным критерием эффективности лечения РОС следует считать не столько процент первичного прилегания отслоённой сетчатки, сколько стабильность анатомо-функционального результата в отдалённые сроки. Немаловажным фактором безопасности хирургического лечения также является минимизация интра- и послеоперационных осложнений. Известно, что рефракционные изменения, возникающие после эписклерального пломбирования, а также прогрессирование катаракты и развитие пролиферативной витреоретинопатии после витрэктомии существенно снижают функциональные исходы лечения. Учитывая вышесказанное, очевидно, что успех хирургического

вмешательства при наличии РОС базируется на своевременном оказании медицинской помощи, выборе наименее инвазивного метода лечения и максимальном устранении основного патогенетического звена – тракционного компонента.

В стенах ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России разработана технология комбинированного микроинвазивного лазер-хирургического лечения локальных РОС. Данная технология заключается в ИАГ-лазерном иссечении зоны витреоретинального сращения (ВРС), пневморетинопексии и барьерной лазеркоагуляции после прилегания сетчатки [12]. Предложенная технология, помимо своей микроинвазивности и малотравматичности, позволяет устранить основные звенья патогенеза отслойки сетчатки, отвечая, таким образом, всем критериям успешного лечения РОС. Проведённый нами ранее анализ первых клинико-функциональных результатов лечения по представленной методике показал высокую эффективность технологии, равную 93% [13]. Однако необходим дальнейший анализ технологии с оценкой её эффективности и безопасности.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценить эффективность и безопасность технологии микроинвазивного комбинированного лазер-хирургического лечения локальной РОС.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В клиническое исследование включены 32 пациента (32 глаза) с локальной РОС вследствие клапанного разрыва, локализованных в верхних отделах периферии глазного дна, с 9-3 часовых меридианов. Средний возраст пациентов составил $57,4 \pm 4,3$ года, из них было 15 женщин и 17 мужчин. Высота отслойки составила в среднем $4,7 \pm 2,5$ мм. Критериями исключения являлись наличие нескольких клапанных разрывов, расположенных в разных квадрантах глазного дна, наличие гигантских клапанных разрывов; существенное нарушение прозрачности оптических сред, затрудняющее проведение диагностики и лазерных этапов лечения; лечение отслойки сетчатки в анамнезе; отсутствие понимания пациентом сути и этапности лечения.

Все пациенты были обследованы с помощью традиционных методов исследования: визометрии, пневмотонометрии, бесконтактной и контактной офтальмоскопии, ультразвукового В-сканирования. Также пациентам проводилась мультимодальная диагностика, включающая фоторегистрацию глазного дна с целью оценки динамических изменений (Visucam 500, Carl Zeiss Meditec AG, Germany), мультиспектральное лазерное сканирование и широкопольную оптическую когерентную томографию (ОКТ) с углом обзора 55° для оценки изменений витреоретинального интерфейса и протяжённости ВРС (Spectralis, Heidelberg Engineering Inc., Germany). Данные о локализации ВРС и её протяжённости использовали для проведения топографиче-

ски ориентированной лазерной ретиномии. При невозможности проведения широкопольной ОКТ, границы ВРС определялись при помощи способа определения зоны лазерного воздействия при проведении ретиномии в ходе лазер-хирургического лечения локальной РОС [14, 15].

Всем пациентам проводилось лечение по технологии микроинвазивного комбинированного лазер-хирургического лечения РОС, включающее 3 этапа: 1) иссечение зоны витреоретинального сращения в проекции клапанного разрыва при помощи ИАГ-лазера «Ultra Q Reflex» (Ellex Corp., Australia); 2) инъекция 10% СЗФ8 в 4 мм от лимба; 3) барьерная лазеркоагуляция (ЛКС) вокруг ретинального разрыва после полного прилегания сетчатки (2-3 сутки). На рис. 1 продемонстрированы этапы комбинированной лазер-хирургической технологии.

При наличии проходящих через разрыв сосудов (по типу «bridge-vessel») пациентам дополнительно проводилась комбинированная ангиотомия, заключающаяся в пересечении сосуда ИАГ-лазером на установке «Ultra Q Reflex» (Ellex Corp., Australia) после предварительной коагуляции пересекаемого участка сосуда на приборе Visulas 532s (Carl Zeiss Meditec AG, Germany).

Послеоперационное обследование проводилось на 3, 7 сутки, через 6, 12, 18, 24 месяцев и включало исследование максимально корригированной остроты зрения (МКОЗ), пневмотонометрию, биомикроскопию, офтальмоскопию, фоторегистрацию глазного дна, мультиспектральное лазерное сканирование и широкопольную ОКТ. Общий срок наблюдения составил 2 года.

Для оценки эффективности и безопасности мы руководствовались общепринятыми критериями: процентом прилегания сетчатки, количеством интра- и послеоперационных осложнений, процентом рецидивов, а также полученными функ-

циональными показателями, такими как МКОЗ и внутриглазное давление (ВГД).

Статистическая обработка данных проводилась при помощи программ Statistica 10.0 (StatSoft Inc., USA) и Microsoft Office Excel 2019 (Microsoft, USA). Характер распределения оценивали с помощью критерия Шапиро-Уилка. Данные представлены в формате $M \pm \sigma$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведения лечения полное прилегание сетчатки было достигнуто в 30 случаях (93,8%). При этом у данных пациентов наблюдался стабильный анатомо-функциональный результат в течение всего периода наблюдения (рис. 2).

Широкопольная ОКТ, проведённая в послеоперационном периоде, продемонстрировала полноценную элиминацию тракционного компонента в зоне клапанного разрыва. У двух пациентов из данной группы также были выявлены дополнительные витреоретинальные тракции и очаги витреохориоретинальной дистрофии, не визуализировавшиеся на дооперационном этапе вследствие наличия отслойки сетчатки (рис. 3).

Данным пациентам была проведена дополнительная барьерная ЛКС вокруг выявленных патологических зон. Показатели МКОЗ и ВГД в послеоперационном периоде не претерпевали статистически значимых изменений. Средние послеоперационные значения МКОЗ и ВГД составили $0,75 \pm 0,12$ и $17,1 \pm 1,44$ соответственно.

Прилегания сетчатки не удалось достичь у 2 пациентов (6,3%). Так, в первом случае у пациента с крайне периферическим расположением разрыва наличие интраокулярной линзы создало техническое препятствие для фокусировки ИАГ-лазера в

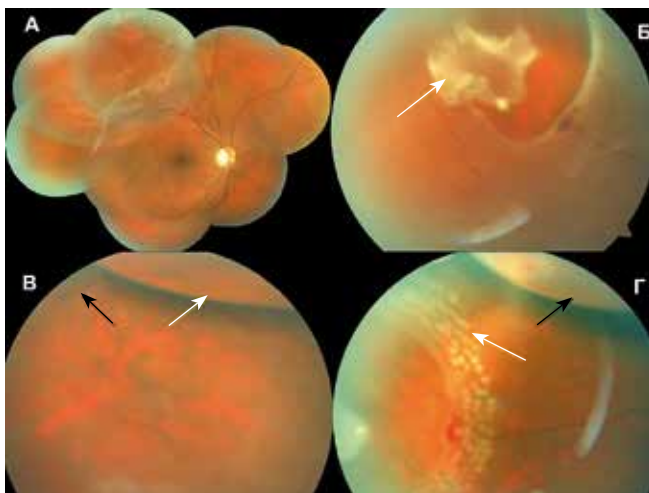


Рис 1 Техника проведения комбинированного микроинвазивного лазер-хирургического лечения РОС. А – визуализируется локальная РОС с клапанным разрывом; Б – после ИАГ-лазерной ретиномии: визуализируется отсечённый участок сетчатки с тракционным компонентом (белая стрелка); В – после пневмоторинопексии: визуализируются газовый пузырь (белая стрелка) и край разрыва (чёрная стрелка), сетчатка прилежит; Г – сразу после барьерной ЛКС: голова пациента смещена для демонстрации краёв ретинального разрыва; визуализируются свежие лазеркоагуляты по краю ретинального разрыва (белая стрелка) и газовый пузырь (чёрная стрелка), сетчатка прилежит

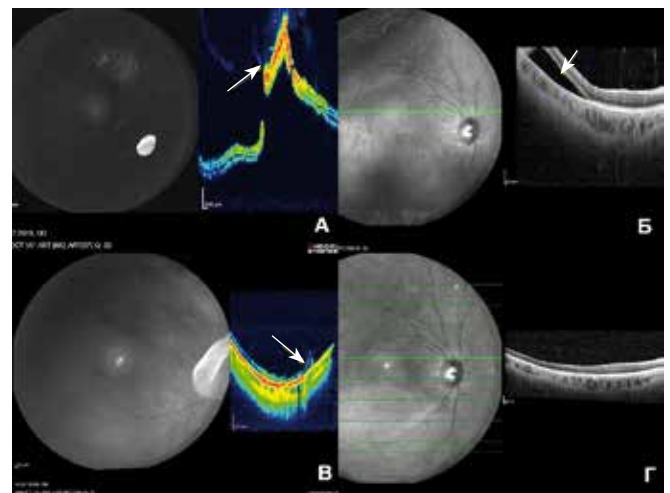


Рис 2 Данные широкопольной ОКТ. А – демонстрируется клапанный разрыв сетчатки с витреоретинальными тракциями, фиксированными к верхушке разрыва (белая стрелка); Б – белой стрелкой указана зона отслойки сетчатки; В – через год после проведённого лечения: белой стрелкой указан край ретинального разрыва, сетчатка прилежит; Г – через год после проведённого лечения, сетчатка прилежит

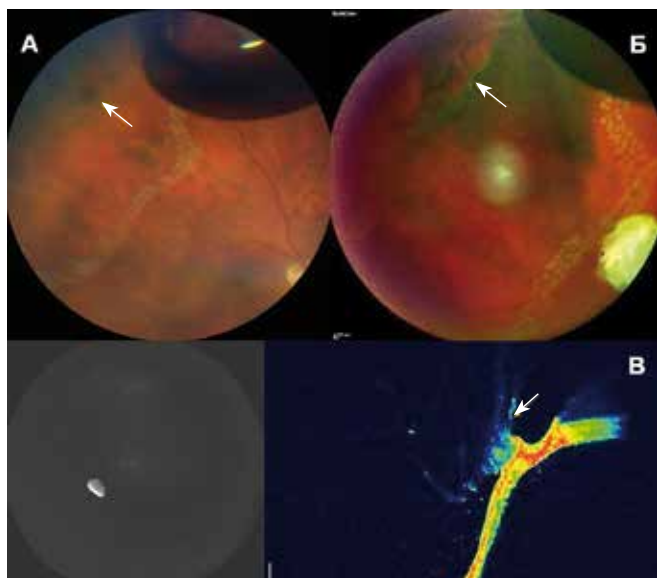


Рис. 3 А – цветная фотография глазного дна: визуализируется участок решётчатой дистрофии сетчатки (белая стрелка); Б – мультиспектральное лазерное сканирование: визуализируется участок решётчатой дистрофии сетчатки (белая стрелка); В – широкопольная ОКТ: визуализируется участок решётчатой дистрофии сетчатки с тракционным компонентом (белая стрелка)

зоне ретинального клапана и, как следствие, для полноценного иссечения зоны ВРС. Во втором случае прилегания сетчатки не удалось достичь, в связи с несоблюдением пациентом вынужденного положения головы в послеоперационном периоде, в результате чего полноценной адаптации сетчатки газовым пузырьком не было. В дальнейшем оба пациента были направлены на витрэктомию.

Рецидивы отслойки сетчатки в данном исследовании наблюдались в 2 случаях (6,7%) вследствие формирования разрыва в нижних отделах периферии сетчатки в сроки от 3 до 6 месяцев после хирургического вмешательства. Данные пациенты также были направлены на витрэктомию. У остальных больных рецидивов не наблюдалось за весь период наблюдения.

Среди интраоперационных осложнений у 4 пациентов (12,5%) при выполнении комбинированного лазерного пересечения ретинальных сосудов в зоне клапанного разрыва имело место неинтенсивное и непродолжительное кровотечение. Гемостаз был достигнут 10-минутной компрессией на глаз линзой Гольдмана с прямой лазеркоагуляцией кровоточащего пересечённого сосуда. Данное осложнение не отразилось на анатомо-функциональных результатах проведённого лечения и не потребовало консервативной терапии. Послеоперационные осложнения отсутствовали.

Все известные в настоящее время рандомизированные контролируемые исследования по сравнению различных типов лечения РОС между собой демонстрируют, что пневморетинопексия характеризуется меньшим процентом осложнений и лучшим качеством жизни пациентов после операции [16, 17]. Однако проблемой пневморетинопексии всё ещё остаётся низкий первичный анатомический успех при том, что повторная операция позволяет добиться высоких анатомических показателей. Проведённое нами исследование согласуется с вышеуказанными в части низкого процента осложнений. Однако нам удалось достичь эффективности в 93,8% за одно оперативное вмешательство, что превосходит показатели первичного анатомического успеха у пневморетинопексии, эписклерального пломбирования и витрэктомии.

Неудача хирургического лечения у пациента с артификацией в настоящем исследовании в целом согласуется с данными литературы. Так, в исследовании Tornambe PE сообщалось, что наличие ИОЛ является прогностически неблагоприятным фак-

тором для проведения пневморетинопексии в связи с большим количеством невыявленных разрывов [18]. Проведённый Vergara VR et al многомерный логистический регрессионный анализ в исследовании PIVOT также выявил, что наличие артификации у пациента является единственным значимым предиктором неэффективности пневморетинопексии [19]. Исходя из этого, а также с учётом возникновения технических сложностей ИАГ-лазерного воздействия у пациентов с ИОЛ, мы полагаем, что больные с артификацией не являются лучшими кандидатами для применения данной технологии. Тем не менее, в каждом конкретном случае артификации решение о применении данной комбинированной технологии следует принимать, исходя из возможности чёткой визуализации зоны ВРС, а также фокусировки ИАГ-лазера.

Анализируя причины рецидивирования заболевания, стоит отметить, что, по данным литературы, в 59% случаев причиной повторного отслоения сетчатки после пневморетинопексии является разблокирование первичного разрыва или формирование новых в том же квадранте глазного дна. В 15% случаев причиной рецидива является формирование нового разрыва в квадранте сетчатки, не связанном с зоной первичного разрыва [20]. По-видимому, столь высокий процент рецидивов по причине разблокирования основного разрыва после пневморетинопексии связан с сохранением тракционного воздействия со стороны стекловидного тела, превышающего адгезионную способность сетчатки. В проведённом нами исследовании рецидивы отслойки возникли в 6,7% случаев в результате формирования новых разрывов в нижней полусфере глазного дна. При этом отмечается стабильное прилегание сетчатки в зоне первичного хирургического вмешательства. Данный результат, по нашему мнению, связан с успешным устранением ВРС в ходе ИАГ-лазерной ретинопексии.

Проведённое исследование показало, что малотравматичность пневморетинопексии в сочетании с устранением витреоретинального тракционного синдрома с помощью лазера позволяет добиться эффективности в 93,8% после однократного проведения вмешательства при одновременном отсутствии значимых осложнений, влияющих на функциональные результаты лечения. Таким образом, перспективным является дальнейшее исследование данной технологии на большей выборке пациентов и с большим периодом наблюдения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Технология комбинированного микроинвазивного лазер-хирургического лечения РОС демонстрирует 93,8% эффективность после однократного хирургического вмешательства. Благодаря микроинвазивности и малотравматичности, данная технология характеризуется отсутствием послеоперационных и низким процентом интраоперационных осложнений. Предложенная технология не приводит к изменению функциональных

показателей, что позволяет сохранить пациентам дооперационные значения МКОЗ и ВГД. Проведение в послеоперационном периоде тщательного офтальмоскопического исследования и широкопольной ОКТ позволяет обнаружить дополнительные зоны ВРС и дистрофий сетчатки. Своевременная барьерная ЛКС вокруг выявленных патологических зон позволяет избежать возникновения рецидива заболевания. Необходимо дальнейшее изучение данной технологии с большим количеством пациентов и большим сроком наблюдения.

ЛИТЕРАТУРА REFERENCES

1. Mitry D, Charteris DG, Fleck B, Campbell H, Singh J. The epidemiology of rhegmatogenous retinal detachment: geographical variation and clinical associations. *The British Journal of Ophthalmology*. 2010;94(6):678-84. Available from: <https://doi.org/10.1136/bjo.2009.157727>
2. Hisatomi T, Sakamoto T, Sonoda KH, Tsutsumi C, Qiao H, Enaida H, et al. Clearance of apoptotic photoreceptors: elimination of apoptotic debris into the subretinal space and macrophage-mediated phagocytosis via phosphatidylserine receptor and integrin alphavbeta3. *Am J Pathol*. 2003;162(6):1869-79. Available from: [https://doi.org/10.1016/s0002-9440\(10\)64321-0](https://doi.org/10.1016/s0002-9440(10)64321-0)
3. Arroyo JG, Yang L, Bula D, Chen DF. Photoreceptor apoptosis in human retinal detachment. *Am J Ophthalmol*. 2005;139(4):605-10. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2004.11.046>
4. Kuhn F, Aylward B. Rhegmatogenous retinal detachment: a reappraisal of its pathophysiology and treatment. *Ophthalmic Res*. 2014;51(1):15-31. Available from: <https://doi.org/10.1159/000355077>
5. Hatfeg E, Sena DF, Fallano KA, Crews J, Do DV. Pneumatic retinopexy versus scleral buckle for repairing simple rhegmatogenous retinal detachments. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;5 (CD008350):1-27. Available from: <https://doi.org/10.1002/14651858>
6. Znaor L, Medic A, Binder S, Vicinovic A, Lovric JM, Puljak L. Pars plana vitrectomy versus scleral buckling for repairing simple rhegmatogenous retinal detachments. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019;3(CD009562):1-10. Available from: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009562.pub2>
7. Shah R, Byanju R, Pradhan S, Ranabhat S. Factors affecting the outcome of scleral buckling surgery for primary rhegmatogenous retinal detachment. *J Ophthalmol*. 2018;9016302. Available from: <https://doi.org/10.1155/2018/9016302>
8. Haritoglou C, Brandlhuber U, Kampik A, Priglinger SG. Anatomic success of scleral buckling for rhegmatogenous retinal detachment – a retrospective study of 524 cases. *Ophthalmologica*. 2010;224(5):312-8. Available from: <https://doi.org/10.1159/000298752>
9. Zaidi AA, Alvarado R, Irvine A. Pneumatic retinopexy: success rate and complications. *Br J Ophthalmol*. 2006;90(4):427-8. Available from: <https://doi.org/10.1136/bjo.2005.075515>
10. Cankurtaran V, Citirik M, Simsek M, Tekin K, Mehmet YT. Anatomical and functional outcomes of scleral buckling versus primary vitrectomy in pseudophakic retinal detachment. *Bosn J Basic Med Sci*. 2017;17(1):74-80. Available from: <https://doi.org/10.17305/bjbm.2017.1560>
11. Lincoff H, Lincoff A, Stopa M. Systematic review of efficacy and safety of surgery for primary retinal detachment. In: Kreissig I. (eds) *Primary Retinal Detachment*. Berlin, Heidelberg: Springer Publishers; 2005. p. 161-75. Available from: https://doi.org/10.1007/3-540-26801-4_8
12. Крыль ЛА, Шкворченко ДО, Буряков ДА. Способ микроинвазивного комбинированного лазерхирургического лечения локальной отслойки сетчатки вследствие клапанного разрыва. Патент РФ на изобретение № 2653818. 14.05.2018.
13. Дога АВ, Шкворченко ДО, Крыль ЛА, Буряков ДА, Байзулаева МР. Анализ результатов применения комбинированного микроинвазивного лазер-хирургического лечения пациентов с локальными отслойками сетчатки. *Современные технологии в офтальмологии*. 2019;1:363-8. Available from: <https://doi.org/10.25276/2312-4911-2019-1-363-368>
1. Mitry D, Charteris DG, Fleck B, Campbell H, Singh J. The epidemiology of rhegmatogenous retinal detachment: geographical variation and clinical associations. *The British Journal of Ophthalmology*. 2010;94(6):678-84. Available from: <https://doi.org/10.1136/bjo.2009.157727>
2. Hisatomi T, Sakamoto T, Sonoda KH, Tsutsumi C, Qiao H, Enaida H, et al. Clearance of apoptotic photoreceptors: elimination of apoptotic debris into the subretinal space and macrophage-mediated phagocytosis via phosphatidylserine receptor and integrin alphavbeta3. *Am J Pathol*. 2003;162(6):1869-79. Available from: [https://doi.org/10.1016/s0002-9440\(10\)64321-0](https://doi.org/10.1016/s0002-9440(10)64321-0)
3. Arroyo JG, Yang L, Bula D, Chen DF. Photoreceptor apoptosis in human retinal detachment. *Am J Ophthalmol*. 2005;139(4):605-10. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2004.11.046>
4. Kuhn F, Aylward B. Rhegmatogenous retinal detachment: a reappraisal of its pathophysiology and treatment. *Ophthalmic Res*. 2014;51(1):15-31. Available from: <https://doi.org/10.1159/000355077>
5. Hatfeg E, Sena DF, Fallano KA, Crews J, Do DV. Pneumatic retinopexy versus scleral buckle for repairing simple rhegmatogenous retinal detachments. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;5 (CD008350):1-27. Available from: <https://doi.org/10.1002/14651858>
6. Znaor L, Medic A, Binder S, Vicinovic A, Lovric JM, Puljak L. Pars plana vitrectomy versus scleral buckling for repairing simple rhegmatogenous retinal detachments. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019;3(CD009562):1-10. Available from: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009562.pub2>
7. Shah R, Byanju R, Pradhan S, Ranabhat S. Factors affecting the outcome of scleral buckling surgery for primary rhegmatogenous retinal detachment. *J Ophthalmol*. 2018;9016302. Available from: <https://doi.org/10.1155/2018/9016302>
8. Haritoglou C, Brandlhuber U, Kampik A, Priglinger SG. Anatomic success of scleral buckling for rhegmatogenous retinal detachment – a retrospective study of 524 cases. *Ophthalmologica*. 2010;224(5):312-8. Available from: <https://doi.org/10.1159/000298752>
9. Zaidi AA, Alvarado R, Irvine A. Pneumatic retinopexy: success rate and complications. *Br J Ophthalmol*. 2006;90(4):427-8. Available from: <https://doi.org/10.1136/bjo.2005.075515>
10. Cankurtaran V, Citirik M, Simsek M, Tekin K, Mehmet YT. Anatomical and functional outcomes of scleral buckling versus primary vitrectomy in pseudophakic retinal detachment. *Bosn J Basic Med Sci*. 2017;17(1):74-80. Available from: <https://doi.org/10.17305/bjbm.2017.1560>
11. Lincoff H, Lincoff A, Stopa M. Systematic review of efficacy and safety of surgery for primary retinal detachment. In: Kreissig I. (eds) *Primary Retinal Detachment*. Berlin, Heidelberg: Springer Publishers; 2005. p. 161-75. Available from: https://doi.org/10.1007/3-540-26801-4_8
12. Kryl LA, Shkvorchenko DO, Buryakov DA. *Sposob mikroinvazivnogo kombinirovannogo lazerkhirurgicheskogo lecheniya lokal'noy otsloyki setchatki v sledstvie klapannogo razryva* [Technology of combined laser-surgical treatment of retinal detachment due to horseshoe tear]. Patent RF on invention № 2653818. 14.05.2018.
13. Doga AV, Shkvorchenko DO, Kryl LA, Buryakov DA, Bayzulaeva MR. Analiz rezul'tatov primeneniya kombinirovannogo mikroinvazivnogo lazer-khirurgicheskogo lecheniya patsientov s lokal'nymi otsloykami setchatki [Evaluation of the treatment results in patients with rhegmatogenous retinal detachment treated by combined microinvasive laser-surgical technology]. *Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii*. 2019;1:363-8. Available from: <https://doi.org/10.25276/2312-4911-2019-1-363-368>

14. Дога АВ, Крыль ЛА, Таевере МР, Клепинина ОБ, Буряков ДА. Способ определения зоны лазерного воздействия при проведении ретиномии в ходе лазерхирургического лечения локальной регматогенной отслойки сетчатки. Патент РФ на изобретение № RU 2718316 С1. 01.04.2020.
15. Дога АВ, Крыль ЛА, Таевере МР, Буряков ДА. Оценка взаимосвязи формы клапанного разрыва и границ витреоретинального сращения при помощи широкоугольной спектральной оптической когерентной томографии и мультиспектрального лазерного сканирования. *Современные технологии в офтальмологии*. 2020;1:306-9. Available from: <https://doi.org/10.25276/2312-4911-2020-2-306-309>
16. Martínez-Mujica M-T, Retamal J, González R. Scleral buckle versus pneumatic retinopexy for rhegmatogenous retinal detachments. *Medwave*. 2018;18(6):e7278. Available from: <https://doi.org/10.5867/medwave.2018.06.7277>
17. Hillier RJ, Felfeli T, Berger AR, Wong D, Altomare F, Dai D, et al. The pneumatic retinopexy versus vitrectomy for the management of primary rhegmatogenous retinal detachment outcomes randomized trial (PIVOT). *Ophthalmology*. 2019;126(4):531-9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2018.11.014>
18. Tornambe PE. Pneumatic retinopexy: the evolution of case selection and surgical technique. A twelve-year study of 302 eyes. *Trans Am Ophthalmol Soc*. 1997;95:551-78.
19. Verena VR, Bamakrid M, Jin S, Paracha Q, Kim D, Marafon S, et al. Pneumatic retinopexy in patients with primary rhegmatogenous retinal detachment meeting PIVOT trial criteria. *Ophthalmol Retina*. 2020;S2468-6530(20):30307-9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.oret.2020.07.022>
20. Eter N, Böker T, Spitznas M. Long-term results of pneumatic retinopexy. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*. 2000;238(8):677-81. Available from: <https://doi.org/10.1007/s004170000167>
14. Doga AV, Kryl LA, Taevere MR, Klepinina OB, Buryakov DA. *Sposob opredeleniya zony lazernogo vozdeystviya pri provedenii retinotomii v khode lazerkhirurgicheskogo lecheniya lokal'noy regmatogennoy ot-sloyki setchatki [Method for determining the zone of laser exposure during retinotomy for laser-surgical treatment of rhegmatogenous retinal detachment]*. Patent RF na izobretenie № RU 2718316 C1. 01.04.2020.
15. Doga AV, Kryl LA, Taevere MR, Buryakov DA. Otsenka vzaimosvyazi formy klapannogo razryva i granits vitreoretinal'nogo srashcheniya pri pomoshchi opticheskoy kogerentnoy tomografii i mul'tispektral'nogo lazernogo skanirovaniya [The assessment of relationship between the horseshoe tear shape and the localization of vitreoretinal traction by wide-angle spectral optical coherence tomography and multispectral laser scanning]. *Sovremennyye tekhnologii v oftal'mologii*. 2020;1:306-9. Available from: <https://doi.org/10.25276/2312-4911-2020-2-306-309>
16. Martínez-Mujica M-T, Retamal J, González R. Scleral buckle versus pneumatic retinopexy for rhegmatogenous retinal detachments. *Medwave*. 2018;18(6):e7278. Available from: <https://doi.org/10.5867/medwave.2018.06.7277>
17. Hillier RJ, Felfeli T, Berger AR, Wong D, Altomare F, Dai D, et al. The pneumatic retinopexy versus vitrectomy for the management of primary rhegmatogenous retinal detachment outcomes randomized trial (PIVOT). *Ophthalmology*. 2019;126(4):531-9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2018.11.014>
18. Tornambe PE. Pneumatic retinopexy: the evolution of case selection and surgical technique. A twelve-year study of 302 eyes. *Trans Am Ophthalmol Soc*. 1997;95:551-78.
19. Verena VR, Bamakrid M, Jin S, Paracha Q, Kim D, Marafon S, et al. Pneumatic retinopexy in patients with primary rhegmatogenous retinal detachment meeting PIVOT trial criteria. *Ophthalmol Retina*. 2020;S2468-6530(20):30307-9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.oret.2020.07.022>
20. Eter N, Böker T, Spitznas M. Long-term results of pneumatic retinopexy. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*. 2000;238(8):677-81. Available from: <https://doi.org/10.1007/s004170000167>

И СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Дога Александр Викторович, доктор медицинских наук, профессор, заместитель генерального директора по научно-клинической работе, НМИЦ «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова»

Researcher ID: U-4263-2019

ORCID ID: 0000-0003-2519-8941

SPIN-код: 6460-1726

Author ID: 184054

E-mail: alexander_doga@mail.ru

Шкворченко Дмитрий Олегович, кандидат медицинских наук, заместитель главного врача по медицинской части, НМИЦ «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова»

ORCID ID: 0000-0002-0176-928X

SPIN-код: 3094-1973

Author ID: 663870

E-mail: shkvor@mail.ru

Крыль Леонид Анатольевич, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела лазерной хирургии сетчатки, НМИЦ «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова»

ORCID ID: 0000-0003-1125-1692

SPIN-код: 5777-4657

Author ID: 848265

E-mail: doctor-leonid@inbox.ru

Таевере Мариям Рамазановна, очный аспирант отдела лазерной хирургии сетчатки, НМИЦ «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова»

ORCID ID: 0000-0003-1013-6924

SPIN-код: 5252-6779

Author ID: 1046067

E-mail: taeveremr@gmail.com

И AUTHOR INFORMATION

Doga Aleksandr Viktorovich, Doctor of Medical Sciences, Full Professor, Deputy CEO for Scientific and Clinical Work, S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution

Researcher ID: U-4263-2019

ORCID ID: 0000-0003-2519-8941

SPIN: 6460-1726

Author ID: 184054

E-mail: alexander_doga@mail.ru

Shkvorchenko Dmitry Olegovich, Candidate of Medical Sciences, Deputy Chief Physician, S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution

ORCID ID: 0000-0002-0176-928X

SPIN: 3094-1973

Author ID: 663870

E-mail: shkvor@mail.ru

Kryl Leonid Anatolyevich, Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher of the Department of Laser Retinal Surgery, S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution

ORCID ID: 0000-0003-1125-1692

SPIN: 5777-4657

Author ID: 848265

E-mail: doctor-leonid@inbox.ru

Taevere Mariyam Ramazanovna, Postgraduate Student of the Department of Laser Retinal Surgery, S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution

ORCID ID: 0000-0003-1013-6924

SPIN: 5252-6779

Author ID: 1046067

E-mail: taeveremr@gmail.com

Информация об источнике поддержки в виде грантов, оборудования, лекарственных препаратов

Финансовой поддержки со стороны компаний-производителей лекарственных препаратов и медицинского оборудования автор не получила

Конфликт интересов: отсутствует

✉ АДРЕС ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

Таевере Мариям Рамазановна

очный аспирант отдела лазерной хирургии сетчатки, НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова»

127486, Российская Федерация, г. Москва, Бескудниковский бульвар, 59а

Тел.: +7 (916) 0173038

E-mail: taeveremr@gmail.com

Information about the source of support in the form of grants, equipment, and drugs

The authors did not receive financial support from manufacturers of medicines and medical equipment

Conflicts of interest: The authors have no conflicts of interest

✉ ADDRESS FOR CORRESPONDENCE:

Taevere Mariyam Ramazanovna

Postgraduate Student of the Department of Laser Retinal Surgery, S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution

127486, Russian Federation, Moscow, Beskudnikovskiy blvd., 59a

Tel.: +7 (916) 0173038

E-mail: taeveremr@gmail.com

ВКЛАД АВТОРОВ

Разработка концепции и дизайна исследования: ДАВ, ШДО

Сбор материала: ШДО, КЛА, ТМР

Статистическая обработка данных: ТМР

Анализ полученных данных: ШДО, КЛА

Подготовка текста: ТМР

Редактирование: ДАВ

Общая ответственность: ТМР

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conception and design: DAV, ShDO

Data collection: ShDO, KLA, TMR

Statistical analysis: TMR

Analysis and interpretation: ShDO, KLA

Writing the article: TMR

Critical revision of the article: DAV

Overall responsibility: TMR

Поступила 27.11.2020

Принята в печать 28.12.2020

Submitted 27.11.2020

Accepted 28.12.2020