DOI: https://doi.org/10.25276/0235-4160-2021-2-13-18
УДК 617.735-007.281

Влияние локализации витреоретинального сращения на конфигурацию клапанного разрыва и вероятность развития регматогенной отслойки сетчатки

А.В. Дога, Л.А. Крыль, М.Р. Таевере
ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Москва

РЕФЕРАТ

Цель. Оценить взаимосвязь между формой клапанного разрыва и протяженностью витреоретинального сращения при помощи современных методов визуализации периферического витреоретинального интерфейса, а также дифференцировать клапанные разрывы по форме для планирования объема хирургического вмешательства.

Материал и методы. Изучены параметры клапанных разрывов сетчатки 52 пациентов (52 глаза). Протяженность витреоретинального сращения определяли при помощи широкоугольной оптической когерентной томографии, форма разрыва определялась как соотношение длины разрыва к ширине (l/b) при помощи мультиспектрального лазерного сканирования. Взаимосвязь полученных данных оценивали методом корреляционного анализа по Спирмену. Дифференцирование клапанных разрывов по форме проводилось путем составления дендрограммы кластеризации методом Уорда. Полученные данные были использованы для проведения ИАГ-лазерного иссечения зоны витреоретинального сращения у пациентов с регматогенной отслойкой сетчатки в рамках комбинированной микроинвазивной лазер-хирургической технологии.

Результаты. Соотношение l/b составило от 1/4 до 3/1. Статистический анализ выявил обратную сильную корреляционную связь между соотношением l/b и протяженностью витреоретинального сращения (rs – 0,95, p<0,05). При помощи кластеризации по Уорду клапанные разрывы были разделены на 4 группы. Каждой группе соответствовала определенная локализация витреоретинального сращения. Выявлено, что распространение витреоретинального сращения за пределы клапана ассоциировалось с большей вероятностью развития регматогенной отслойки сетчатки.

Заключение. Установленные существенные корреляции между изучаемыми факторами свидетельствуют о возможности использования морфометрических характеристик клапанного разрыва в качестве ориентировочного метода оценки локализации витреоретинального сращения. Использование полученных данных позволяет проводить топографически-ориентированное иссечение зоны витреоретинального сращения при выполнении комбинированной лазер-хирургической технологии без необходимости предварительного проведения широкоугольной ОКТ.

Ключевые слова: *регматогенная отслойка сетчатки, широкоугольная ОКТ, клапанный разрыв, витреоретинальные тракции, ИАГ-лазерная ретинотомия* ■

ABSTRACT

Influence of vitreoretinal traction localization on horseshoe tear configuration and risk of rhegmatogenous retinal detachment

A.V. Doga, L.A. Kryl, M.R. Taevere
Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Moscow

Purpose. To evaluate the relationship between the shape of horseshoe tear and the localization of vitreoretinal tractions (VRT) using methods of the peripheral vitreoretinal interface visualization and classify horseshoe tears by shape for surgical planning.

Material and methods. We studied horseshoe tears parameters of 52 patients (52 eyes). The localization of VRT was determined by wide-field OCT, the horseshoe tear shape was determined as the ratio of length to width of the tear (l/b) by multispectral laser scanning. The ratio of the obtained data was evaluated by the Spearman correlation analysis. We used Ward's method of hierarchical clustering to classify the horseshoe tears by shape. The obtained data were used to perform YAG-laser excision of the vitreoretinal adhesion zone in patients with rhegmatogenous retinal detachment as part of the combined microinvasive laser-surgical technology.

Results. The l/b ratio ranged from 1/4 to 3/1. A strong negative correlation has been revealed between the horseshoe tear shape and

CC BY 4.0

the fixation of vitreoretinal tractions (rs -0.95; p <0.05). Horseshoe tears were identified in 4 groups using Ward's method of clustering. Each group corresponded to a specific localization of VRT. The extension of VRT beyond the tear was associated with a high risk of rhegmatogenous retinal detachment.

Conclusion. A significant correlation has been found between the studied factors confirm the possibility of using data on the horseshoe tear shape for an approximate evaluation of vitreoretinal adhesion localization. The obtained data allows to determine the exact VRT excision zone when performing combined laser-surgical technology without the need for preoperative wide-field OCT.

Key words: *rhegmatogenous retinal detachment, wide-field OCT, horseshoe tear, vitreoretinal traction, YAG – laser retinotomy* ■

АКТУАЛЬНОСТЬ

Клапанные разрывы сетчатки являются самой опасной формой периферических ретинальных разрывов, приводящих, по данным разных авторов, в 55–86% к формированию регматогенной отслойки сетчатки (РОС) [1, 2]. Исследование 1202 глаз с периферическими разрывами и дистрофиями сетчатки показало, что клапанные разрывы являются причиной возникновения РОС в 86,2% случаев, в то время как дырчатые разрывы – всего в 4,9%, задняя отслойка стекловидного тела (ЗОСТ) и гигантские разрывы – в 1,3%, ретиношизис – в 1,6% случаев [3]. Также в исследовании, проведенном А.В. Большуновым и соавт., было выявлено, что из всех возможных факторов риска формирования РОС и неэффективности барьерной лазеркоагуляции статистически достоверным является только наличие витреоретинальных тракций, фиксированных к клапанному разрыву [4]. Такая корреляция клапанных разрывов сетчатки с развитием РОС обусловлена их взаимосвязью с незавершенной ЗОСТ и выраженным тракционным компонентом, играющим основную роль в патогенезе РОС [5]. Это также объясняет довольно высокий процент рецидивов РОС и относительно низкий анатомический результат при использовании методов лечения, не устраняющих полностью тракционный компонент. Техника эписклерального пломбирования (ЭП) заключается в максимальном сближении ретинального пигментного эпителия с отслоенной сетчаткой, что уменьшает тракционное воздействие, однако не устраняет его полностью. В связи с этим процент рецидивов после ЭП составляет 27,9% [6]. При этом, по данным разных исследований, бóльшая часть рецидивов связана с формированием новых разрывов и разблокированием старых, что подтверждает ведущее влияние продолжающегося тракционного воздействия в причине рецидивирования РОС после ЭП [7, 8]. Эффективность пневморетинопексии составляет 91% сразу после оперативного вмешательства, однако после резорбции газа данный показатель снижается до 80% в связи с возобновлением витреоретинальной тракции [9]. Витрэктомия является единственным методом лечения РОС, обеспечивающим полное устранение тракционного компонента. Бесспорно, витрэктомия является операцией выбора у пациентов с субтотальными и тотальными РОС, РОС, ассоциированными с множественными разрывами, расположенными в различных квадрантах глазного дна, гигантскими разрывами, а также у пациентов со значительным снижением прозрачности оптических сред. Однако в силу своей инвазивности метод также характеризуется довольно высоким процентом интра- и послеоперационных осложнений [10, 11]. В связи с этим применение данного метода лечения не является предпочтительным у пациентов с сохранной макулярной зоной и неизмененным нативным хрусталиком.

В настоящее время существуют микроинвазивные методы лечения РОС, позволяющие устранить витреоретинальный тракционный синдром при помощи ИАГ-лазерного воздействия [12, 13]. К данным методам лечения относится ИАГ-лазерная ретинотомия у пациентов с субклиническими отслойками сетчатки и комбинированное микроинвазивное лазер-хирургическое лечение локальных РОС. Доказана эффективность ИАГ-лазерной ретинотомии в сочетании с барьерной лазеркоагуляцией сетчатки в профилактике прогрессирования РОС [14]. Ранее проведенный анализ эффективности технологии микроинвазивного лазер-хирургического лечения РОС показал высокие анатомо-функциональные результаты и низкий процент рецидива в срок наблюдения 2 года [15]. Данные методы лечения предполагают выявление границ зоны витреоретинального сращения (ВРС) при помощи широкоугольной оптической когерентной томографии (ОКТ) [16, 17]. Однако в условиях клинической практики не всегда имеется возможность проведения данного метода исследования вследствие непрозрачности оптических сред у пациента или отсутствия необходимого оборудования.

Исходя из вышесказанного, выявление и устранение зоны ВРС является важным этапом лечения и про-

Для корреспонденции:
Таеверe Мариям Рамазановна,
врач-офтальмолог
ORCID ID: 0000-0003-1013-6924
E-mail: taeveremr@gmail.com

филактики прогрессирования РОС, определяющим стабильность полученного анатомо-функционального результата. Несмотря на наличие многочисленных метаанализов рандомизированных контролируемых исследований по эффективности различных методов лечения РОС и их предпочтительному применению в зависимости от предоперационных характеристик (уровень доказательности 1а), отсутствуют доказательные данные эффективности методов лечения разрывов сетчатки с целью предотвращения РОС ввиду малого количества исследований ретинальных разрывов. По нашему мнению, детальное изучение характеристик клапанных разрывов как основных предикторов возникновения РОС позволит снизить риски возникновения отслойки сетчатки и повысить анатомо-функциональные результаты ее лечения благодаря устранению основного патогенетического звена РОС – витреоретинального тракционного синдрома.

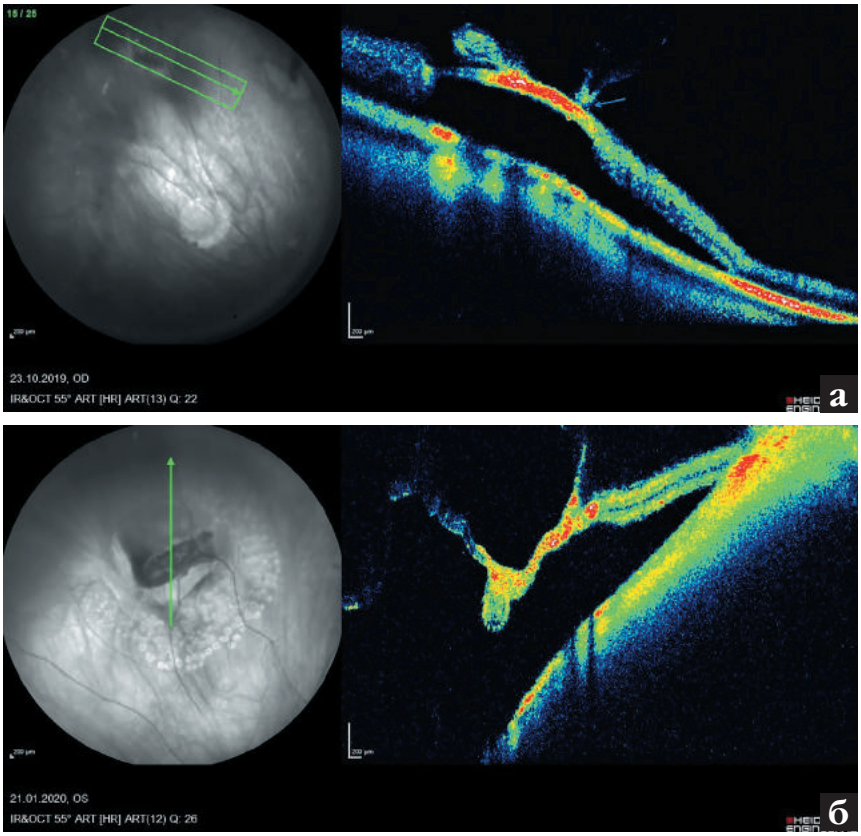

Рис. 1. Выявление зоны витреоретинальных тракций при помощи широкоугольной ОКТ: а) режим «detail»; б) режим «line»

Fig. 1. Identification of vitreoretinal traction zone by wide-field OCT: a) «detail» mode; б) «line» mode

ЦЕЛЬ

Оценить взаимосвязь между формой клапанного разрыва и протяженностью ВРС при помощи современных методов визуализации периферического витреоретинального интерфейса, а также дифференцировать клапанные разрывы по форме для планирования объема хирургического вмешательства.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследовании участвовали 52 пациента (52 глаза) с клапанным разрывом сетчатки. Из них 29 женщин и 23 мужчины. В данной исследуемой группе у 12 человек отмечалось наличие клапанного разрыва без отслойки сетчатки, у 20 человек – клапанный разрыв с субклинической отслойкой (размером 1–2 диаметра диска зрительного нерва), у 20 человек – клапанный разрыв с локальной (1 квадрант глазного дна) РОС. Средний возраст составил 50,2±4,5 года. Критерии включения: пациенты с нативным хрусталиком, клапанные разрывы без отслойки сетчатки, с субклинической отслойкой или локальной РОС. Критерии исключения: клапанные разрывы с распространенной, субтотальной и тотальной РОС, а также существенное нарушение прозрачности оптических сред, затрудняющее проведение сканирующих методов диагностики или лазерного лечения, в том числе артифакия.

Всем пациентам проводилось стандартное офтальмологическое исследование, включающее определение максимальной корригированной остроты зрения, пневмотонометрию, биомикроскопию, бесконтактную офтальмоскопию с использованием асферической линзы 78 D, контактную офтальмоскопию с линзой Гольдмана, ультразвуковое В-сканирование. Также всем пациентам проводилась спиральная ОКТ на приборе Spectralis HRA + OCT (Heidelberg Engineering, Германия) с широкоугольной линзой 55°. Сканы проводились в режиме высокого разрешения, задавалась прямоугольная область сканирования, состоящая из 25 линейных сканов с шагом 60 мкм (режим detail) *(рис. 1)*. В тех случаях, когда сканирование в режиме detail было затруднительным (пациент не фиксирует взгляд), сканирование проводилось вручную с использованием одиночных линейных сканов. На исследованной области определялись границы ВРС. Также проводилось мультиспектральное лазерное сканирование (режим Multicolor), на котором при помощи встроенного в программное обеспечение измерителя определяли длину и ширину разрыва *(рис. 2)*. Форму клапанного разрыва определя-

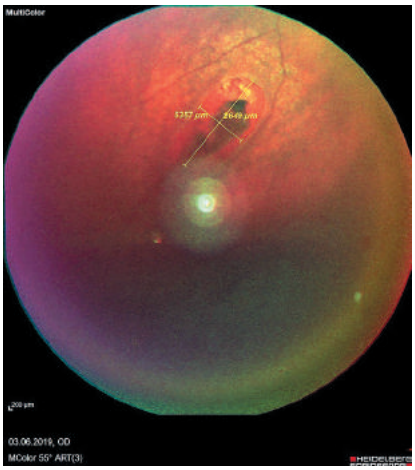

Рис. 2. Определение формы клапанного разрыва по соотношению его длины к ширине при помощи мультиспектрального лазерного сканирования

Fig. 2. Determination of the horseshoe tear shape by the ratio of its length to width using multispectral laser scanning

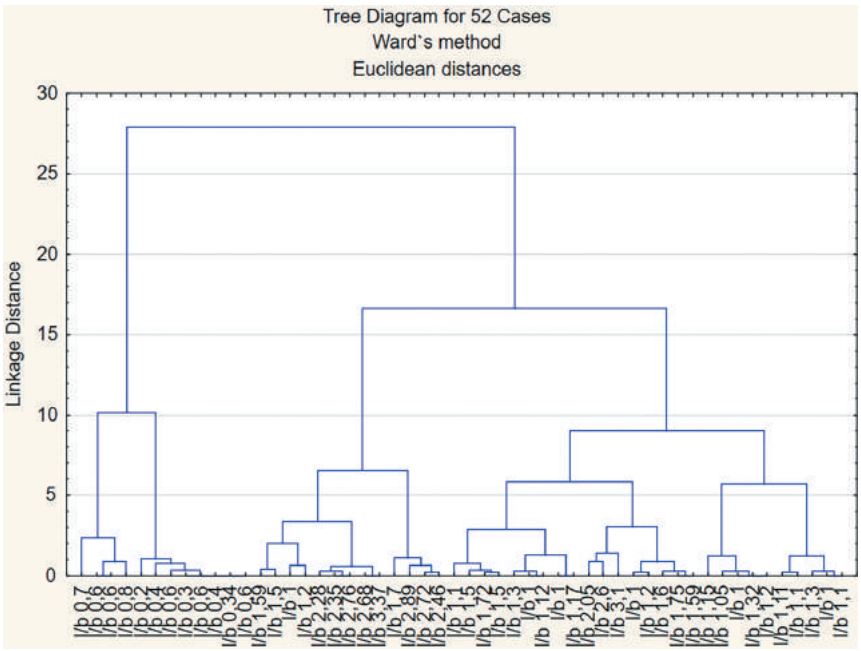

Рис. 3. Дендрограмма кластеризации методом Уорда, по оси абсцисс которой отражено соотношение длины разрыва к ширине (l/b), а по оси ординат показано значение интегрального показателя, представленного величиной, сформированной на основе исследуемых показателей

Fig. 3. Dendrogram of cluster analysis (Ward's method). The abscissa (x axis) shows the ratio of the length to the width (l / b) of tear, and the ordinate (y axis) shows the value of the integral indicator, represented by the value formed on the basis of the studied indicators

ли соотношением длины к ширине разрыва (l/b). Для обозначения величин использовалась международная система единиц (СИ). Затем форма клапанного разрыва сопоставлялась с границами ВРС, выявленными на ОКТ. Полученные данные были использованы для проведения ИАГ-лазерного иссечения зоны витреоретинального сращения у 20 пациентов с РОС в рамках комбинированной микроинвазивной лазер-хирургической технологии.

Статистическую обработку проводили на персональном компьютере с использованием программы Excel («Microsoft», США) и Statistica 10 («Statsoft Inc.», США). Характер распределения оценивали с использованием тестов Колмогорова–Смирнова и Шапиро–Уилка. Дифференцирование клапанных разрывов по форме проводилось путем составления дендрограммы кластеризации методом Уорда. Соотношение между формой клапанного разрыва и границами ВРС оценивали методом непараметрического корреляционного анализа по Спирмену. При статистической обработке результатов рассчитывали медиану (Me), а также 25% и 75% квартили. Статистически значимым считали уровень $p<0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Соотношение l/b составило от 1/4 до 3/1. При помощи кластеризации по Уорду клапанные разрывы были определены в 4 группы: а) разрывы с соотношением l/b более 2/1 – 11 человек (21,2%); б) разрывы с соотношением l/b равным 2/1–3/2 – 8 человек (15,4%); в) разрывы с соотношением l/b равным 2,5/2–1/1 – 20 человек (38,5%); г) разрывы с соотношением l/b менее 1/1 – 13 человек (25%) *(рис. 3)*.

Медиана протяженности ВРС составила 1,0 [0,75; 1,5] длины «язычка» клапанного разрыва. Статистический анализ выявил обратную сильную корреляционную связь между соотношением l/b и протяженностью ВРС (rs – 0,95, $p<0,05$). Таким образом, чем больше составлял параметр l/b, тем меньшую часть от «язычка» клапанного разрыва составляло ВРС. При этом было выявлено, что при l/b более 2/1 зона ВРС составляет ¼ от длины «язычка» клапанного разрыва; при l/b равным 2/1–3/2 ВРС занимает ¾ от длины «язычка» клапанного разрыва; при l/b равным 2,5/2–1/1 ВРС занимает всю проекцию «язычка» клапанного разрыва; при l/b менее 1/1 ВРС занимает всю зону «язычка» клапанного разрыва и такую же по площади зону дистальнее его основания.

Анализ взаимосвязи между протяженностью ВРС и наличием отслойки сетчатки показал: 1) при фиксации ВРС по всей длине клапана и за его пределами: локальная отслойка – 11 случаев, субклиническая отслойка – 2 случая; 2) при локализации ВРС по всей длине «язычка» клапанного разрыва: локальная отслойка – 6 случаев, субклиническая отслойка – 10 случаев, клапанный разрыв без отслойки – 4 случая; 3) если ВРС занимает 3/4 от «язычка» клапанного разрыва: локальная отслой-

ка – 1 случай, субклиническая отслойка – 5 случаев, клапанный разрыв без отслойки – 2 случая; 4) если ВРС занимает 1/4 от длины «язычка» клапанного разрыва: локальная отслойка – 2 случая, субклиническая отслойка – 3 случая, клапанный разрыв без отслойки – 6 случаев.

Возможность использования полученных данных для проведения ИАГ-лазерного иссечения зоны ВРС в рамках технологии комбинированного микроинвазивного лазер-хирургического лечения РОС можно проиллюстрировать следующими клиническими примерами.

Клинический пример №1

Пациент И., 49 лет с локальной РОС, расположенной в верхней полусфере глазного дна. Соотношение l/b составило 1/1, в соответствии с чем иссекалась вся зона «язычка» клапанного разрыва. Затем, согласно технологии комбинированного микроинвазивного лазер-хирургического лечения РОС, проводилась инъекция газо-воздушной смеси (10% C3F8) и барьерная лазеркоагуляция краев ретинального дефекта после прилегания сетчатки. Рецидива отслойки не наблюдалось, срок наблюдения 1 год *(рис. 4)*.

Клинический пример № 2

Пациентка К., 52 года с локальной регматогенной отслойкой сетчатки, расположенной в верхней полусфере глазного дна. Соотношение l/b составило 1/3, в соответствии с чем иссекалась вся зона «язычка» клапанного разрыва и такая же по площади зона, дистальнее его основания. Далее проводились лечение согласно технологии. Рецидива отслойки не наблюдалось, срок наблюдения 2 года.

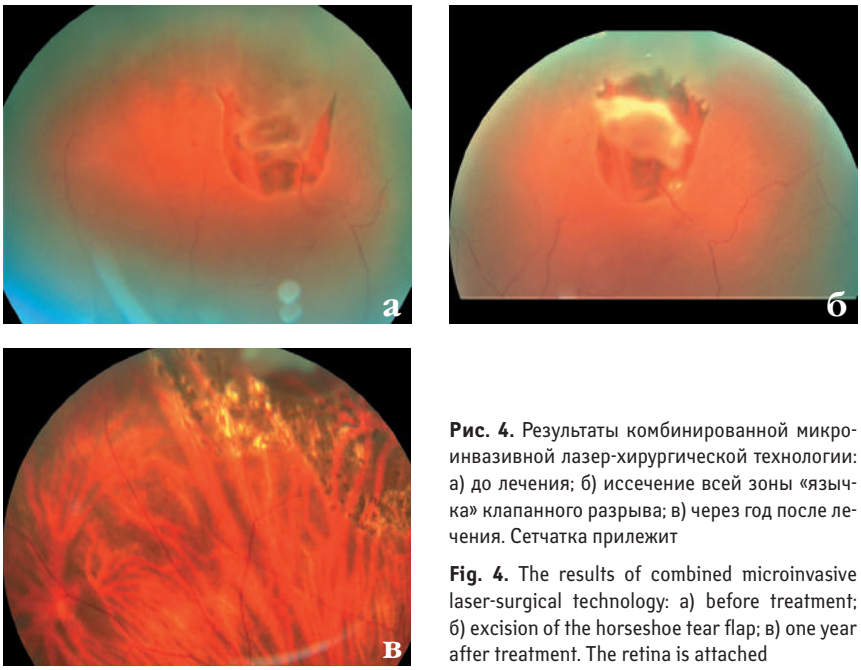

Рис. 4. Результаты комбинированной микроинвазивной лазер-хирургической технологии: а) до лечения; б) иссечение всей зоны «язычка» клапанного разрыва; в) через год после лечения. Сетчатка прилежит

Fig. 4. The results of combined microinvasive laser-surgical technology: a) before treatment; б) excision of the horseshoe tear flap; в) one year after treatment. The retina is attached

ОБСУЖДЕНИЕ

С тех пор как J. Gonin впервые выявил взаимосвязь РОС с наличием разрыва в сетчатке, все методы лечения были направлены на его закрытие [18]. Однако частые рецидивы РОС после хирургического лечения и потребность в повторном оперативном вмешательстве определили необходимость непосредственного устранения этиологического фактора возникновения РОС. Обновленные данные о патогенезе РОС показывают лидирующую позицию тракционного компонента как основного пускового механизма возникновения разрывов сетчатки и РОС [19]. В исследованиях, проведенных R. Repetto и соавт., была представлена математическая модель тракционного воздействия, обусловленная ЗОСТ и движениями глаз, и его значение в механизме формирования отслойки сетчатки [20, 21]. Полученные нами данные о превалирующем значении ВРС в генерации клапанного разрыва с последующим развитием РОС и важности его устранения для получения стойкого анатомического результата согласуются с вышеупомянутыми исследованиями. По-видимому, протяженность ВРС влияет не только на конфигурацию разрыва сетчатки, но также на вероятность развития РОС. Витреоретинальные тракции, локализованные не только в области разрыва, но и за его пределами, чаще ассоциировались с развитием РОС. В то же время при локализации ВРС на небольшом участке клапанного разрыва развития отслойки сетчатки не отмечалось. Можно предположить, что протяженность и локализация ВРС играют ключевую роль в развитии РОС, и его дальнейшее изучение позволит дифференцировать стационарные клапанные разрывы от прогрессирующих, угрожающих развитием РОС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установленные существенные корреляции между изучаемыми факторами свидетельствуют о возможности использования морфометрических характеристик клапанного разрыва в качестве ориентировочного метода оценки локализации ВРС. Определены 4 группы клапанных разрывов по их форме, для каждой группы определена соответствующая площадь ВРС. Использование полученных данных позволяет проводить топографически-ориентированное иссечение зоны ВРС при выполнении комбинированной лазер-хирургической технологии без необходимости предварительного проведения широкоугольной ОКТ.

Вклад авторов в работу:
А.В. Дога: существенный вклад в концепцию и дизайн работы, написание текста, редактирование, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации.
Л.А. Крыль: существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала, написание текста, редактирование, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации.
М.Р. Таевере: существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала, статистическая обработка данных.

Author's contribution:
A.V. Doga: substantial contribution to concept and design of the work, writing, editing, final approval of the version to be published.
L.A. Kryl: significant contribution to the concept and design of the work, acquisition, analysis and processing of the material, writing text, editing, final approval of the version to be published.
M.R. Taevere: substantial contributions to the concept and design of the work, acquisition, analysis and processing of statistical data processing.

Финансирование: Авторы не получали конкретный грант на это исследование от какого-либо финансирующего агентства в государственном, коммерческом и некоммерческом секторах.
Авторство: Все авторы подтверждают, что они соответствуют действующим критериям авторства ICMJE.
Согласие пациента на публикацию: Письменного согласия на публикацию этого материала получено не было. Он не содержит никакой личной идентифицирующей информации.
Конфликт интересов: Отсутствует.
ORCID ID: Таевере М.Р. 0000-0003-1013-6924

Funding: The authors have not declared a specific grant for this research from any funding agency in the public, commercial or not-for-profit sectors.
Authorship: All authors confirm that they meet the current ICMJE authorship criteria.
Patient consent for publication: No written consent was obtained for the publication of this material. It does not contain any personally identifying information.
Conflict of interest: There is no conflict of interest.
ORCID ID: Taevere M.R. 0000-0003-1013-6924

ЛИТЕРАТУРА

1. Лыскин П.В. Патогенетические различия регматогенных отслоек сетчатки. Современные технологии лечения витреоретинальной патологии 2008: тез. науч.-практ. конф. М.; 2008: 110–112. [Lyskin PV. Pathogenetic differences in regmatogenous retinal detachments. Modern technologies in vitreoretinal pathology treatment 2008: tez. nauch-prakt.conf. M.; 2008: 110–112. (In Russ.)]

2. Ogino N. Topography of retinal breaks associated with retinal detachment. Nihon Ganka Gakkai Zasshi. 1979;83(8): 1391–1394.

3. Mitry D, Singh J, Yorston D, Siddiqui MA, Wright A, Fleck BW, Campbell H, Charteris DG. The predisposing pathology and clinical characteristics in the Scottish retinal detachment study. Ophthalmology. 2011;118(7): 1429–1434. doi: 10.1016/j.ophtha.2010.11.031

4. Большунов А.В., Ильина Т.С., Родин А.С., Лихникевич Е.Н. Влияние факторов риска на терапевтическую эффективность отграничивающей лазерной коагуляции при разрывах периферической сетчатки. Офтальмохирургия и терапия. 2001;1: 53–58. [Bol'shunov AV, Il'ina TS, Rodin AS, Likhnikevich EM. The influence of risk factors on therapeutic efficacy of circumscribing laser coagulation at breakages of retinal periphery. Ophthalmosurgery and therapy. 2001;1: 53–58. (In Russ.)]

5. Mitry D, Fleck BW, Wright AF, Campbell H, Charteris DG. Patogenesis of rhegmatogenous retinal detachment: Predisposing anatomy and cell biology. Retina. 2010;30(10): 1561–1572. doi: 10.1097/IAE.0b013e3181f669e6.

6. Znaor L, Medic A, Binder S, Vucinovic A, Lovric JM, Puljak L. Pars plana vitrectomy versus scleral buckling for repairing simple rhegmatogenous retinal detachments. Cochrane Database Syst Rev. 2019: 1–10. doi: 10.1002/14651858.CD009562.pub2

7. Foster RE, Meyers SM. Recurrent retinal detachment more than 1 year after reattachment. Ophthalmology. 2002;109(10): 1821–1827. doi: 10.1016/s0161-6420(02)01182-x

8. Manish N, Pranita C, Shachi W, Ahmed E, Aparajita R. Management of recurrent rhegmatogenous retinal detachment. Indian J Ophthalmol. 2018;66(12): 1763–1771. doi: 10.4103/ijo.IJO_1212_18

9. Kreissig I. Primary retinal detachment: A review of the development of techniques for repair in the past 80 years. Taiwan J Ophthalmol. 2016;6(4): 161–169. doi: 10.1016/j.tjo.2016.04.006

10. Тахчиди Х.П., Казайкин В.Н. Проблема завершения силиконовой тампонады при гигантских ретинальных разрывах. Офтальмохирургия. 2001;3: 49–55. [Tahchidi HP, Kazaykin VN. The problem of completing silicone tamponade with giant retinal tears. Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2001;3: 49–55 (In Russ.)]

11. Shu I, Ishikawa H, Nishikawa H, Morikawa S, et al. Scleral buckling versus vitrectomy for young japanese patients with rhegmatogenous retinal detachment in the era of microincision surgery: realworld evidence from a multicentre study in Japan. Acta Ophthalmol. 2019;97(5): 736–741. doi: 10.1111/aos.14050

12. Патент РФ на изобретение № 2653818 / 14.05.2018. Бюл. № 14. Крыль Л.А., Шкворченко Д.О., Буряков Д.А. Способ микроинвазивного комбинированного лазерхирургического лечения локальной отслойки сетчатки вследствие клапанного разрыва. Доступно по: https://patenton.ru/patent/RU2653818C1.pdf [Ссылка активна на 17.05.2021] [Patent RUS № 2625778 / 18.07.2017. Byul. № 20. Doga AV, Kryl' LA, Lyskin PV, Yanilkina YuE. A method of microinvasive combined laser surgical treatment of local retinal detachment due to valvular rupture. Available from: https://patenton.ru/patent/RU2653818C1.pdf [Accessed 17 th May 2021]

13. Патент РФ на изобретение № 2625778 / 18.07.2017. Бюл. № 20. Дога А.В., Крыль Л.А., Лыскин П.В., Янилкина Ю.Е. Способ комбинированного лазерного лечения клапанных разрывов сетчатки с витреоретинальным сращением по всей площади ретинального клапана. Доступно по: https://patentimages.storage.googleapis.com/f7/78/9e/cf35d50386cd9e/RU262577 8C1.pdf [Ссылка активна на 17.05.2021] [Patent RUS № 2625778 / 18.07.2017. Byul. № 20. Doga AV, Kryl' LA, Lyskin PV, Yanilkina YuE. A method of combined laser treatment of valvular retinal tears with vitreoretinal fusion over the entire area of the retinal valve. Available from: https://patentimages.storage.googleapis.com/f7/78/9e/cf35d50386cd9e/RU2625778C1.pdf [Accessed 17th May 2021]

14. Дога А.В., Володин П.Л., Крыль Л.А., Янилкина Ю.Е., Буряков Д.А. Лазерная ретинотомия с использованием установки Ultra Q Reflex в профилактике регматогенной отслойки при осложненных клапанных разрывах сетчатки. Офтальмология. 2018;15(1): 24–31. [Doga AV, Volodin PL, Kryl LA, Yanilkina YE, Buryakov DA. Laser retinotomy with «Ultra Q Reflex» system for the prevention of rhegmatogenous retinal detachment due to the peripheral horseshoe tears. Ophthalmology in Russia. 2018;15(1): 24–31. (In Russ.)] doi: 10.18008/1816-5095-2018-1-24-31

15. Дога А.В., Шкворченко Д.О., Крыль Л.А., Буряков Д.А., Байзулаева М.Р. Анализ результатов применения комбинированного микроинвазивного лазер-хирургического лечения пациентов с локальными отслойками сетчатки. Современные технологии в офтальмологии. 2019;1(26): 363–368. [Doga AV, Shkvorchenko DO, Kryl LA, Buryakov DA, Bayzulaeva MR. Evaluation of the treatment results in patients with rhegmatogenous retinal detachment treated by combined microinvasive laser-surgical technology. Modern technology in ophthalmology. 2019;1(26): 363–368. (In Russ.)] doi: 10.25276/2312-4911-2019-1-363-368

16. Байзулаева М.Р., Дога А.В., Шкворченко Д.О., Крыль Л.А., Буряков Д.А. Анализ структурных изменений периферического витреоретинального интерфейса у пациентов с локальными регматогенными отслойками сетчатки при помощи широкоугольной оптической когерентной томографии. Современные технологии в офтальмологии. 2019;4(29): 20–23. [Bajzulaeva MR, Doga AV, Shkvorchenko DO, Kryl' LA, Buryakov DA. Analysis of structural changes in the peripheral vitreoretinal interface in patients with local regmatogenic retinal detachments using wide-angle optical coherence tomography. Modern technologies in ophthalmology. 2019;4(29): 20–23. (In Russ.)] doi: 10.25276/2312-4911-2019-4-20-23

17. Дога А.В., Шкворченко Д.О., Крыль Л.А., Буряков Д.А., Таевере М.Р. Возможности широкоугольной оптической когерентной томографии в визуализации периферического витреоретинального интерфейса и выявлении риска рецидива регматогенной отслойки сетчатки. Саратовский научно-медицинский журнал. 2019;15(2): 456–459. [Doga AV, Shkvorchenko DO, Kryl LA, Buryakov DA, Taevere MR. Wide-field retinal optical coherence tomography for imaging of peripheral vitreoretinal interface and stratification of risk for rhegmatogenous retinal detachment recurrence. Saratov Journal of Medical Scientific Research. 2019;15(2): 456–459. (In Russ.)]

18. Rumpf J, Gonin J. Inventor of the surgical treatment for retinal detachment. Survey of ophthalmology. 1976;21(3): 276–284. doi: 10.1016 / 0039-6257 (76) 90125-9

19. Kuhn F, Aylward B. Rhegmatogenous retinal detachment: a reappraisal of its pathophysiology and treatment. Ophthalmic Res. 2014;51(1): 15–31. doi: 10.1159/000355077

20. Meskauskas J, Repetto R, Siggers J. Shape change of the vitreous chamber influences retinal detachment and reattachment processes: is mechanical stress during eye rotations a factor? Invest Ophthalmol Vis Sci. 2012;53(10): 6271–6281. doi: 10.1167/iovs.11-9390

21. Repetto R, Tatone A, Testa A, Colangeli E. Traction on the retina induced by saccadic eye movements in the presence of posterior vitreous detachment. Biomech Model Mechanobiol. 2011;10(2): 191–202. doi: 10.1007/s10237-010-0226-6

Поступила: 08.02.2021
Переработана: 14.04.2021
Принята к печати: 22.05.2021

Originally received: 08.02.2021
Final revision: 14.04.2021
Accepted: 22.05.2021