

DOI: <https://doi.org/10.25276/0235-4160-2019-1-44-49>
УДК 617.747

Клинико-функциональные результаты YAG-лазерного витреолизиса различных типов помутнений стекловидного тела

А.В. Дога, Д.А. Буряков, Б.А. Норманов

ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Москва

РЕФЕРАТ

Цель. Провести оценку клинико-функциональных результатов YAG-лазерного витреолизиса различных типов помутнений стекловидного тела.

Материал и методы. В исследование вошло 98 пациентов (98 глаз). Сформированы 2 группы: основная – пациенты, которым проводился YAG-лазерный витреолизис (67 глаз), и контрольная – наблюдение естественного течения процесса (31 глаз). Пациенты основной группы разделены на 3 подгруппы: I. Кольца Вейса (или его фрагменты) – 24 глаза. II. Рыхлые волокнистые облаковидные помутнения – 22 глаза. III. Крупные плотные конгломераты – 21 глаз. Всем испытуемым проводили стандартные методы исследования и специальные, включающие измерение контрастной чувствительности, анкетирование, а также количественную ультразвуковую оценку при помощи компьютерной программы ImageJ. Лазерное лечение проводили на установке «Ultra Q Reflex», энергия импульса 1-9 мДж. Сроки наблюдения: до операции, а также 1 неделя, 1, 3, 6, 12 мес. после лечения.

Результаты. В основной группе было отмечено статистически значимое улучшение всех показателей на сроках наблюдения 1 неделя,

1, 3, 6, 12 мес. ($p < 0,05$), по сравнению с группой контроля ($p > 0,05$). При сравнительном анализе клинико-функциональных показателей внутри основной группы в I подгруппе было выявлено достоверное повышение контрастной чувствительности ($p < 0,05$) и положительная тенденция во II и III ($p > 0,05$). Уровень субъективных ощущений, а также количественный ультразвуковой показатель – усредненное значение серого в I и II подгруппах – имели статистически значимое улучшение ($p < 0,05$) по сравнению с III подгруппой ($p > 0,05$) на сроке наблюдения 1 неделя после операции и сохранение тенденции в течение всего срока.

Заключение. YAG-лазерный витреолизис является эффективным методом лечения плавающих помутнений стекловидного тела. Исходный тип помутнения стекловидного тела определяет тактику и результаты лазерного лечения.

Ключевые слова: YAG-лазерный витреолизис, помутнения стекловидного тела, контрастная чувствительность, анкетирование, усредненное значение серого. ■

Авторы не имеют финансовых или имущественных интересов в упомянутых материале и методах.

Офтальмохирургия. 2019;1:44–49.

ABSTRACT

Clinical and functional results of YAG-laser vitreolysis in different types of vitreous floaters treatment

A.V. Doga, D.A. Buryakov, B.A. Normanov

The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Moscow

Purpose. To evaluate clinical and functional results of YAG-laser vitreolysis in different types of vitreous floaters treatment.

Material and methods. The study included 98 patients (98 eyes). Two groups were formed: the main group – patients with YAG-laser vitreolysis (67 eyes) and the control group – monitoring patients with the natural process course (31 eyes). Patients of the main group were divided into 3 subgroups: I. Weiss Ring (or its fragments) – 24 eyes, II. Cloud opacities – 22 eyes, III. Solid conglomerates – 21 eyes. All subjects underwent standard ophthalmological examinations completed with measurement of contrast sensitivity (CS), subjective perceptions (SP) and quantitative ultrasound assessment – mean gray value (MGV) – using the computer program ImageJ. Laser treatment was performed using the «Ultra Q Reflex» with pulse energy 1-9 mJ. Follow-up: at the baseline, 1 week, 1, 3, 6, 12 months after treatment.

Results. There was a statistically significant CS and SP improvement at 1 week, 1, 3, 6, 12-month follow-up in the main group ($p < 0,05$),

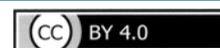
compared with the control group which showed no significant change ($p > 0,05$). A comparative analysis of clinical and functional outcomes in subgroup I revealed a significant increase of CS ($p < 0,05$) and a positive trend in subgroups II and III ($p > 0,05$). Mean SP, MGV in the subgroups I and II significantly improved ($p < 0,05$) compared to the subgroup III ($p > 0,05$) at the 1-week follow-up after surgery and remained stable at the 12-month follow-up.

Conclusions. YAG laser vitreolysis is an effective treatment technique of vitreous floaters. The initial type of vitreous floaters determines the tactics and outcomes of laser treatment.

Key word: YAG laser vitreolysis, vitreous floaters, contrast sensitivity, questionnaire, mean gray value. ■

No author has a financial or proprietary interest in any material or method mentioned.

Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2019;1:44–49.



АКТУАЛЬНОСТЬ

Плавающие элементы в поле зрения в виде различных «точек», «нитей» и «облаков», особенно в светлое время суток, – это наиболее популярная жалоба пациентов на амбулаторном приеме у офтальмолога. Частота встречаемости данной патологии достигает около 76% [1]. Причиной таких визуальных феноменов является нарушение архитектоники стекловидного тела с формированием в нем плавающих помутнений стекловидного тела (ПСТ), которые препятствуют прохождению света к сетчатке и субъективно воспринимаются как плавающие «мушки» перед глазами. В основе данных структурных изменений лежит «синхазис» и «синерезис» матрикса стекловидного тела [2, 3]. Также характерная жалоба на внезапное появление плавающего элемента в виде «кольца» может возникать в процессе задней отслойки стекловидного тела [2, 3]. Другими причинами вышеперечисленных жалоб могут являться вторичные изменения стекловидного тела, которые представляют собой отложения клеточных элементов (кровь, воспалительный экссудат, опухолевые отсевы, глиальные и пигментные клетки), продукты метаболизма (белковые конгломераты, липопротеины, амилоид, пирофосфат кальция), а также врожденные структурные изменения – витреопатии (синдром Вагнера, Стиклера) [2, 4-8].

В связи с различной природой патологических изменений стекловидного тела, а также полиморфизмом PST существуют различные подходы к классификации помутнений стекловидного тела. Из отечественных наиболее известной является классификация Старкова Г.Л. [9], которая содержит в себе информацию об этиопатогенезе, клинических формах, клеточном и биохимическом составе PST. Ее недостатком является громоздкость, излишняя подробность и отсутствие прикладного назначения. Karickhoff J. на основе своего личного опыта выделил 5 наиболее часто встречающихся типов PST [10], однако такое деление лишь позволяет описать их этиологию и патогенез, не давая кон-

кретных практических рекомендаций по лечению.

В своей повседневной практической работе мы делим помутнения стекловидного тела на кольца Вейса (или его фрагменты) – производное задней гиалоидной мембраны, рыхлые волокнистые облакоподобные помутнения – следствие нарушения архитектоники матрикса стекловидного тела, а также крупные плотные конгломераты – по-видимому, являющиеся фрагментами стенок каналов, сумок или цистерн. Как было показано ранее, PST, имеющие различную структуру, имеют свои особенности при проведении YAG-лазерного витреолизиса, поскольку влияют на подбор необходимой энергии излучения и методике проведения воздействия. Таким образом, подобное разделение позволяет планировать тактику лазерного лечения PST и прогнозировать его функциональные результаты [11, 12]. Анализ качества зрения и жизни пациентов в целом имеет определенные трудности, так как зависит от психологических особенностей и самовосприятия каждого человека [13]. Одним из наиболее доступных методов оценки субъективных ощущений (СО), отражающих качество зрения и жизни, является анкетирование с использованием тест-опросников, применение которых эффективно у пациентов с PST [11-15]. Также с учетом того, что пациенты с PST имеют высокие зрительные функции, возникает необходимость применения высокочувствительных методов диагностики [11-13]. В исследованиях по оценке качества зрения рядом авторов была доказана эффективность измерения контрастной чувствительности (КЧ), а также его статистически значимое снижение у пациентов с PST [11-13, 15, 16].

За последнее пятилетие отмечается существенное повышение интереса к применению YAG-лазеров в лечении патологии стекловидного тела и сетчатки. Одной из основных причин можно считать доступность более современных лазерных установок с улучшенными техническими характеристиками, позволяющими сохранять полноценную визуализацию стекловидного тела и сетчатки при различных положениях

осветителя щелевой лампы, а следовательно, повысить безопасность и эффективность проведения YAG-лазерного витреолизиса PST [11-13].

В настоящее время вопрос оценки эффективности и безопасности лазерного лечения помутнений стекловидного тела является актуальным, чем обоснована необходимость продолжения исследований в этом направлении.

ЦЕЛЬ

Оценить клинико-функциональные результаты YAG-лазерного витреолизиса при лечении пациентов с различными типами помутнений стекловидного тела.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

За период с января 2017 г. по сентябрь 2018 г. в отделе лазерной хирургии сетчатки ФГАУ «НИИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» обследовано 537 чел. с жалобами на «мушки» перед глазами. Из них в исследование вошли 98 больных (98 глаз). Критериями включения являлись: жалобы на плавающие «мушки» в поле зрения в течение более 2 мес.; наличие первичных типов PST в витреальной полости; расстояние от помутнений стекловидного тела до сетчатки или до задней капсулы хрусталика более 3 мм, подтвержденное данными ультразвукового В-сканирования при обследовании пациента в положении сидя. Из исследования были исключены пациенты с гемофтальмом, хроническим увеитом, сахарным диабетом, системными заболеваниями соединительной ткани.

Все пациенты были разделены на 2 группы – основная и контрольная по принципу рандомизации. Пациентам основной группы (67 глаз) проводился YAG-лазерный витреолизис PST. В контрольную груп-

Для корреспонденции:

Нормаев Бадма Аркадьевич, очный аспирант отдела лазерной хирургии сетчатки.
ORCID ID: 0000-0003-3627-2908
E-mail: normaev.b.a@mail.ru

пу вошли пациенты с наблюдением естественного течения процесса (31 глаз). Всех пациентов основной группы разделили на 3 подгруппы в зависимости от исходного типа ПСТ: I. Кольца Вейса (или его фрагменты) – 24 глаза. II. Рыхлые волокнистые облаковидные помутнения – 22 глаза. III. Крупные плотные конгломераты – 21 глаз. Средний возраст больных составил $51,9 \pm 11,1$ года, соотношение мужчин и женщин 48/50 соответственно.

Всем пациентам проводили стандартные методы обследования и специальные, которые включали исследование КЧ, оценку СО, а также количественную объективную ультразвуковую оценку ПСТ. Для исследования КЧ применяли компьютерную программу «Freiburg Visual Acuity and Contrast Test» (FrACT). Обследование пациента проводили в затемненной комнате, после 5-минутной темновой адаптации, в условиях мезопии, в полной очковой коррекции имеющейся аметропии, монокулярно. Метод основан на визуализации пациентом на экране монитора колец Ландольфа с ориентацией разрыва в 8 различных положениях. При этом с каждым ответом менялось соотношение контрастности предъявляемого объекта и его фона. Результат обследования представлялся в виде индекса Вебера (%W), при этом снижение показателя в динамике отражало улучшение КЧ пациента. Для оценки субъективных ощущений применяли собственный, разработанный для пациентов с ПСТ тест-опросник. Анкета содержит 16 вопросов, первые 12 из них характеризуют субъективные ощущения от зрения в целом, а последние 4 позволяют описать субъективно количественные и качественные характеристики «мушек», связанных с ПСТ. При этом на каждый вопрос отмечали ответ в баллах от 0 до 4, где 0 – отсутствие жалоб, 4 – максимальная выраженность жалоб. Сумму полученных баллов считали итоговым результатом. Измерение акустической плотности ПСТ проводили на ультразвуковом приборе «Eye Cubed» (Ellex, Австралия) в режиме В-скан, в положении сидя, при неподвижном взоре прямо, транспальпебрально. Выполняли по 3 снимка в прямой и

боковой проекции, затем из полученных ультрасонограмм выбирали снимок с максимальной площадью и интенсивностью ПСТ. Количественную объективную оценку ПСТ проводили с помощью приложения ImageJ для персонального компьютера. В ходе измерения на ультрасонограмме выделяли вытянутый округлый участок стекловидного тела размерами 10,0x10,0 мм, в пределах которого оценивали показатель – усредненное значение серого (УЗС). Он характеризуется как сумма всех серых пикселей, поделенных на общее количество пикселей изображения (ультрасонограммы).

Наличие или отсутствие осложнений YAG-лазерного витреолизиса оценивали в ходе офтальмоскопии, а также при измерении максимально скорректированной остроты зрения и внутриглазного давления.

Лазерное воздействие производили на установке «Ultra Q Reflex» (Ellex, Австралия) с техническими параметрами: длина волны – 1064 нм, длительность импульса – 4 нс, диаметр пятна – 8 мкм. Энергия лазерного излучения составляла 1-9 мДж, за сеанс проводили 78-680 импульсов. Для визуализации ПСТ и фокусировки излучения YAG-лазера применяли контактные линзы Peyman-18, Karickhoff-21, Karickhoff-25 off-axis (Ocular, США).

Подбор энергии лазерного излучения начинали с 1 мДж с плавным его увеличением до достижения оптико-электрического пробоя, с получением «эффективного» импульса, сопровождающегося фрагментацией и частичным испарением ПСТ.

Всем больным проводили обследование до операции, а также в сроки 7 дней, 1, 3, 6, 12 мес. от начала лечения. При сохранении жалоб и наличии фрагментов ПСТ у пациентов в основной группе проводили дополнительные сеансы YAG-лазерного витреолизиса в сроки 1 и/или 3, 6 мес.

Статистическая обработка проводилась на персональном компьютере с применением приложений Microsoft Office Excel и Statistica 10. Для анализа распределения данных в группах и подгруппах использовали тесты Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка, которые показали его правильность ($p > 0,05$). В

связи с чем для сравнения полученных результатов применяли параметрический метод – t-тест Стьюдента для зависимых выборок. Статистическая значимость различий была принята за $p < 0,05$. Результаты описательной статистики представлены в виде $M \pm m$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ результатов дооперационного обследования показал отсутствие достоверной разницы в контрастной чувствительности, субъективных ощущениях и ультразвуковых характеристиках ПСТ между подгруппами ($p > 0,05$).

Общее количество пациентов, отметивших субъективное улучшение после операции, составило 79,1%, без явного изменения качества зрения – 20,9%.

При сравнении клинико-функциональных показателей (КЧ и СО) между группами было выявлено статистически значимое их улучшение в основной группе к сроку наблюдения 1 неделя ($p < 0,05$). Напротив, в группе контроля в течение всего периода наблюдения (12 мес.) достоверных изменений ($p > 0,05$) выявлено не было (рис. 1, 2).

Максимально скорректированная острота зрения оставалась стабильно высокой у всех пациентов (100%), а уровень внутриглазного давления не превышал нормального уровня в 65 случаях (97%) в течение всего периода наблюдения. Однако у двух пациентов (3%) отмечалась реактивная офтальмогипертензия непосредственно после лазерного воздействия, которая была купирована инстилляциями гипотензивных капель к сроку наблюдения 7 дней. По данным офтальмоскопии поврежденной сетчатки и хрусталика, а также геморрагических осложнений выявлено не было.

При сравнительном анализе клинико-функциональных результатов лечения пациентов в подгруппах основной группы наблюдалось повышение контрастной чувствительности, при этом в I подгруппе – статистически значимое: с $2,50 \pm 0,76$ до $2,03 \pm 0,64$ %W ($p < 0,05$) к сроку наблюдения 1 неделя и оставалось стабильной до 12 мес. ($1,82 \pm 0,63$ %W). А



Рис. 1. Сравнительная оценка КЧ

Fig. 1. Comparative CS assessment



Рис. 2. Сравнительная оценка СО

Fig. 2. Comparative SP assessment

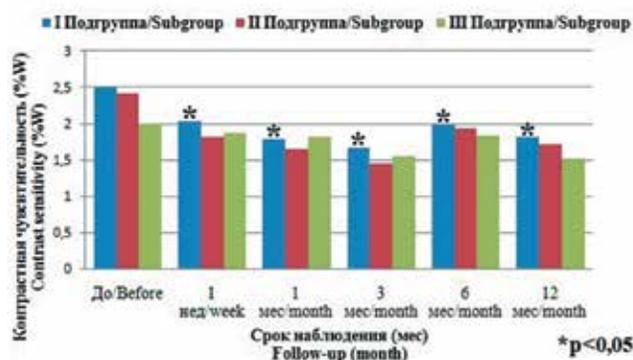


Рис. 3. Динамика КЧ в основной группе

Fig. 3. Mean CS change in the main group

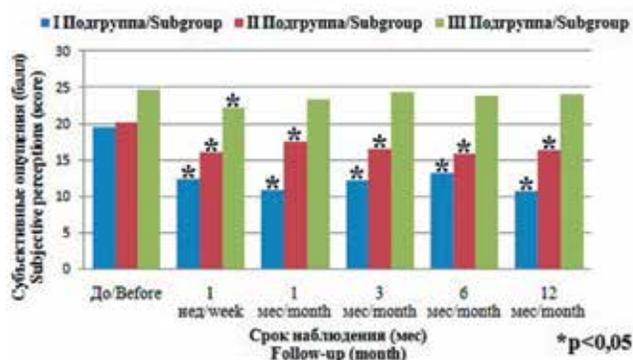


Рис. 4. Динамика СО в основной группе

Fig. 4. Mean SP change in the main group

во II и III подгруппах отмечена положительная тенденция ($p>0,05$) – от $2,41\pm 1,81$ и $2,00\pm 1,86$ к началу лечения до $1,72\pm 0,83$ и $1,52\pm 0,87$ %W соответственно к концу срока наблюдения (рис. 3).

Уровень субъективных ощущений в I и II подгруппах имел статистически значимое снижение к сроку наблюдения 1 неделя после операции – с $19,43\pm 9,62$ и $20,15\pm 7,56$ до $12,39\pm 8,27$ и $16,00\pm 5,56$ соответственно ($p<0,05$) – и не претерпевал существенных изменений в течение всего периода наблюдения ($p>0,05$). В то время как в III подгруппе отмечалось статистически значимое снижение лишь к сроку наблюдения 1 неделя – с $24,67\pm 8,30$ до $22,17\pm 7,74$ – и возвращение к исходному уровню к сроку наблюдения 1 мес. после операции без достоверных изменений ($p>0,05$) к сроку наблюдения 12 мес. (рис. 4).

Количественный анализ ПСТ по данным ультразвукового В-скани-

рования показал статистически значимое уменьшение УЗС на сроке 1 неделя после операции в I и II подгруппах с $5,47\pm 0,67$ и $5,78\pm 0,74$ до $5,11\pm 0,41$ и $5,45\pm 0,63$ соответственно ($p<0,05$), при этом данные значения не претерпевали существенных изменений в течение всего периода наблюдения ($p>0,05$). Напротив, в III подгруппе достоверных изменений ($p>0,05$) УЗС получено не было на всем протяжении наблюдения (рис. 5, 7). Следует отметить, что в ряде случаев после операции в ходе ультразвукового исследования пациентов I подгруппы помутнения стекловидного тела не визуализировались.

Полноценная фрагментация и испарение ПСТ в I подгруппе были достигнуты в среднем за 1,5 сеанса. Во II подгруппе удалось частично испарить и фрагментировать ПСТ в среднем за 2,2 сеанса. В III подгруппе потребовалось в среднем 2 сеан-

са, чтобы частично сместить из зрительной оси ПСТ, при этом полноценной фрагментации и испарения отмечено не было (рис. 6).

ОБСУЖДЕНИЕ

YAG-лазерный витреолизис подтвердил свою эффективность в лечении различных типов ПСТ. При этом наиболее благоприятным вариантом оказалось лазерное лечение кольца Вейса (или его фрагментов), так как в ряде случаев удалось полностью испарить помутнение стекловидного тела. Успешность YAG-лазерного витреолизиса рыхлых волокнистых облакоподобных помутнений зависит от степени испарения наиболее плотных участков ПСТ, его фрагментации и смещения остаточных элементов от зрительной оси. Неблагоприятными для лечения оказались ПСТ подгруппы III, так как

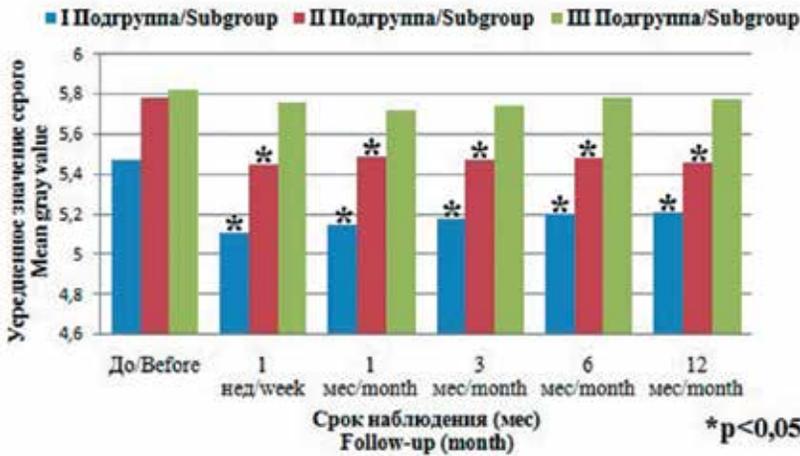


Рис. 5. Динамика УЗС в основной группе
 Fig. 5. Mean gray value change in the main group

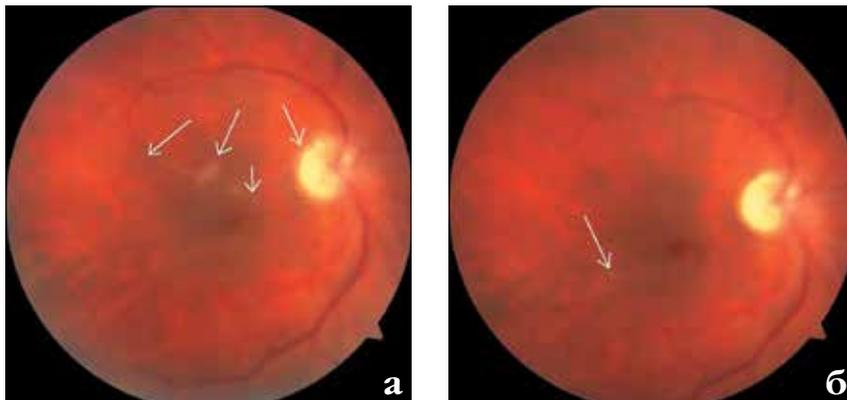


Рис. 6. Офтальмоскопическая картина стекловидного тела: а) до лечения, б) через 1 мес. после YAG-лазерного витреолизиса. Отмечается уменьшение размера и плотности помутнения стекловидного тела, а также его смещение от зрительной оси
 Fig. 6. Vitreous ophthalmoscopy: a) before treatment, б) one month after YAG-laser vitreolysis. Vitreous floaters size and density are decreased, residual particle displaced out of the visual axis

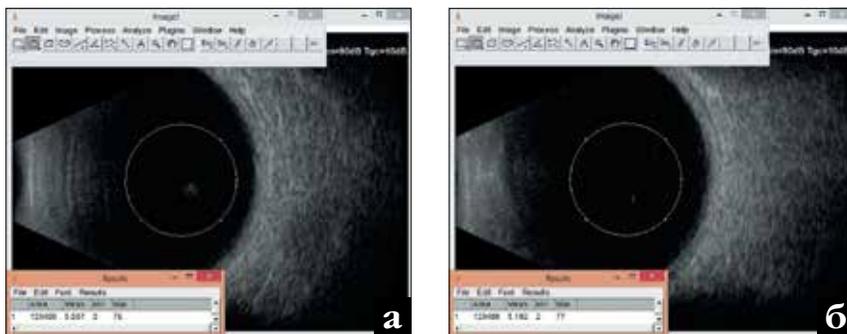


Рис. 7. Объективная оценка помутнения стекловидного тела при помощи компьютерной программы ImageJ: а) до лечения, б) через 1 мес. после YAG-лазерного витреолизиса. Отмечается уменьшение показателя – усредненное значение серого
 Fig. 7. Objective assessment of vitreous floaters using the computer program ImageJ: a) before treatment, б) one month after YAG-laser vitreolysis. Mean gray value decrease is observed

они имеют наибольшую акустическую плотность и трудно смещаются в ходе лазерного воздействия. Такие исходы лечения вероятнее всего связаны с различной биохимической структурой помутнений стекловидного тела. В своих исследованиях Кислицына Н.М. и соавт. отметили различную окрашиваемость препаратом «Витреоконтраст» элементов стекловидного тела в зависимости от их плотности [17]. Более того, рядом авторов было отмечено, что структуры стекловидного тела состоят из разных типов коллагена, в том числе в различных соотношениях друг с другом [18-20]. Так, матрикс стекловидного тела преимущественно состоит из коллагена II типа, основной функцией которого является – каркасная [18]. В то время как коллаген VI типа отвечает за витреоретинальную фиксацию, о чем свидетельствует его большое содержание в кортикальных слоях стекловидного тела и во внутренней пограничной мембране сетчатки [18, 20]. Характерной особенностью коллагена IV типа является группирование состоящих из него волокон стекловидного тела в пластины, а также его участие в формировании базальных мембран [18, 20]. Вероятнее всего данный тип коллагена входит в состав стенок каналов, сумок и цистерн. Таким образом, данные структурные особенности могут определять плотность ПСТ, а также различный исход их лечения.

При офтальмоскопии лазериндуцированных повреждений сетчатки и хрусталика выявлено не было, как в ходе самого вмешательства, так и в послеоперационном периоде, что свидетельствует о безопасности воздействия. Тем не менее, по данным тонометрии в 2 случаях из 67 пациентов было отмечено повышение внутриглазного давления. Мы это связываем с наличием у данных пациентов открытоугольной глаукомы в анамнезе. Более того, такое осложнение, связанное с YAG-лазерным витреолизисом ПСТ, описывалось в литературе Cowan Lisa A. и соавт. в 2015 г. Авторы связывают повышение внутриглазного давления с миграцией фрагментов ПСТ и воспалительных клеток из задней камеры глаза в переднюю с формированием ретенции оттока внутриглаз-

ной жидкости [21]. Таким образом, выявление пациентов группы риска, контроль внутриглазного давления в раннем послеоперационном периоде и своевременное назначение гипотензивной терапии являются неотъемлемой частью тактики ведения пациентов с ПСТ.

В целом YAG-лазерный витреолизис является наиболее современным, эффективным и безопасным методом лечения ПСТ и может использоваться как метод выбора у пациентов с наличием помутнений стекловидного тела.

ВЫВОДЫ

1. Проведение YAG-лазерного витреолизиса сопровождается достоверным повышением показателей качества зрения и высокой субъективной удовлетворенностью пациентов.

2. Лазерное лечение ПСТ наиболее эффективно при наличии у пациента кольца Вейса (или его фрагментов), а также рыхлых волокнистых облакоподобных помутнений, что объективно подтверждается данными ультразвукового В-сканирования.

3. При наличии крупных плотных конгломератов проведение лазерного витреолизиса в большинстве случаев не приводит к полноценному удалению ПСТ и, соответственно, существенному повышению клинико-функциональных результатов лечения.

4. YAG-лазерный витреолизис помутнений стекловидного тела у пациентов с отягощенным глаукомным анамнезом сопряжен с риском повышения внутриглазного давления, что требует тщательного послеоперационного наблюдения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Webb B.F, Webb J.R, Schroeder M.C., North C.S. Prevalence of vitreous floaters in a community sample of smartphone users. *Int. J. Ophthalmol.* 2013;6(3): 402-405. Available from: <https://doi.org/10.3980/ijssn.2222-3959.2013.03.27>.
2. Crusado-Sanchez D., Mucching-Toscano S., Tellez W.A. et al. Recurrent vitreous hemorrhage secondary to retinal vessel avulsion. *Indian J. Ophthalmol.* 2018;66(5): 706-708. Available from: https://doi.org/10.4103/ijo. IJO_940_17.
3. Tozer K., Johnson M., Sebag J. Vitreous aging and Posterior Vitreous Detachment. In: Sebag J. Vitreous – in Health and Disease. New York: Springer; 2014: 131-150.
4. Coupland S.E. The pathologists perspective on vitreous opacities. *Eye.* 2008;22(10): 1318-1329. Available from: <https://doi.org/10.1038/eye.2008.31>.
5. Edwards A.O. Clinical features of the congenital vitreoretinopathies. *Eye.* 2008;22(10): 1233-1242. Available from: <https://doi.org/10.1038/eye.2008.3>.
6. Johnson M.W. Posterior vitreous detachment: evolution and complications of its early stages. *Am. J. Ophthalmol.* 2010;149(3): 371-382. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2009.11.022>.
7. Spraul C.W., Grossniklaus H.E. Vitreous Hemorrhage. *Surv. Ophthalmol.* 1997;42(1): 33-39. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0039-6257\(97\)84041-6](https://doi.org/10.1016/S0039-6257(97)84041-6).
8. Stringer C.E.A., Ahn J.S., Kim D.J. Asteroid hyalosis: A mimic of vitreous hemorrhage on point of care ultrasound. *CJEM.* 2017;19(4): 317-320. Available from: <https://doi.org/10.1017/cem.2016.358>.
9. Старков Г.Л. Патология стекловидного тела. М.: Медицина, 1967. [Starkov G.L. Patologiya steklovidnogo tela. M.: Meditsina; 1967. (in Russ.)]
10. Karickhoff J.R. Laser treatment of eye floaters. Washington: Washington medical publishing; 2005.
11. Норманов Б.А., Доган А.В., Бурыков Д.А., Клепинина О.В. Сравнительная оценка энергетических параметров YAG-лазерного воздействия при лечении различных типов помутнений стекловидного тела. Современные технологии в офтальмологии. 2017;4: 153-157. [Normanov B.A., Dogan A.V., Buryakov D.A., Klepinina O.V. Comparative assessment of YAG-laser energy settings in different types of vitreous floaters treatment. *Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii.* 2017;4: 153-157. (in Russ.)]

12. Норманов Б.А., Доган А.В., Бурыков Д.А. Эффективность YAG-лазерного витреолизиса в лечении различных типов помутнений стекловидного тела. *Практическая медицина.* 2018;3(114): 136-140. [Normanov B.A., Dogan A.V., Buryakov D.A. Effectiveness of YAG laser vitreolysis in treatment of various types of vitreous haze. *Prakticheskaya meditsina.* 2018;3(114): 136-140. (in Russ.)]

13. Доган А.В., Педанова Е.К., Клепинина О.В. и др. Анализ функциональных показателей у пациентов с помутнениями стекловидного тела после YAG-лазерного витреолизиса. *Современные технологии в офтальмологии.* 2017;1: 73-77. [Dogan A.V., Pedanova E.K., Klepinina O.V., et al. Functional results analysis in patients with vitreous floaters after YAG-laser vitreolysis. *Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii.* 2017;1: 73-77. (in Russ.)]

14. De Nie K.F., Crama N., Tilanus M.A. et al. Pars plana vitrectomy for disturbing primary vitreous floaters: clinical outcome and patient satisfaction. *Graefes Arch Clin. Exp. Ophthalmol.* 2013;251(5): 1373-1382. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00417-012-2205-3>.

15. Mamou J., Wa C.A., Yee K.M. et al. Ultrasound-based quantification of vitreous floaters correlates with contrast sensitivity and quality of life. *Invest Ophthalmol. Vis. Sci.* 2015;56(3): 1611-1617. Available from: <https://doi.org/10.1167/iov.14-15414>.

16. Sebag J., Yee K.M., Wa C.A. et al. Vitrectomy for floaters: prospective efficacy analyses and retrospective safety profile. *Retina.* 2014;34(6): 1062-1068. Available from: <https://doi.org/10.1097/IAE.000000000000065>.

17. Кислицына Н.М., Новиков С.В., Шацких А.В., Колесник С.В. Исследование структур стекловидного тела с помощью суспензии «Витреоконтраст». *Офтальмохирургия.* 2013;4: 66-70. [Kislitsyna N.M., Novikov S.V., Shatskikh A.V., Kolesnik S.V. Vitreous body structures investigation using the «Vitreokontrast» suspension. *Oftal'mokhirurgiya.* 2013;4: 66-70. (in Russ.)] Available from: <https://doi.org/10.25276/0235-4160-2013-4-66-70>.

18. Bishop P.N. Structural macromolecules and supramolecular organisation of the vitreous gel. *Progress in retinal and eye research.* 2000;19(3): 323-344. Available from: [https://doi.org/10.1016/S1350-9462\(99\)00016-6](https://doi.org/10.1016/S1350-9462(99)00016-6).

19. Bu S.C., Kuijer R., van der Worp R.J. et al. The ultrastructural localization of type II, IV and IV collagens at the vitreoretinal interface. *PLoS One.* 2015;10(7): e0134325. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134325>.

20. Timpi R., Brown J.C. Supramolecular assembly of basement membranes. *Bioessays.* 1996;18(2): 123-132. Available from: <https://doi.org/10.1002/bies.950180208>.

21. Cowan L.A., Khine K.T., Chopra V. et al. Refractory open-angle glaucoma after Neodymium-Yttrium-Aluminum-Garnet Laser Lysis of Vitreous Floaters. *Am J. Ophthalmol.* 2015;159(1): 138-143. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2014.10.006>.

Поступила 07.12.2018

