

ЛАЗЕРНЫЙ ВИТРЕОЛИЗИС И ВИТРЕКТОМИЯ В ЛЕЧЕНИИ ПЛАВАЮЩИХ ПОМУТНЕНИЙ СТЕКЛОВИДНОГО ТЕЛА

Шаимова В.А.^{1,2}, Голощапова А.К.², Кравченко Т.Г.¹, Голощапова Ж.А.¹,
Шаимов Т.Б.², Шаимов Р.Б.²

¹ ГБУЗ «Многопрофильный центр лазерной медицины» Минздрава Челябинской области, Челябинск, e-mail: laser-chelyabinsk@yandex.ru;

² ООО «ЦЕНТР ЗРЕНИЯ», Челябинск, e-mail: eyecenter@mail.ru

Стекловидное тело является прозрачной гелеобразной структурой, остов которой состоит из тонкой сети переплетающихся между собой коллагеновых фибрилл. В результате патологического воздействия на стекловидное тело могут возникать различные дегенеративные реакции, одной из которых является синерезис, нарушение структуры геля. Синерезис является результатом молекулярных изменений с агрегацией коллагеновых фибрилл, этот процесс усиливается при близорукости и возрастных изменениях стекловидного тела. Вследствие этого образуются плотные участки коллагена, имеющие отличную от интактных зон степень преломления. Они рассеивают свет, образуя артефактную тень, падающую на оптическую зону сетчатки. Плавающие помутнения являются очень распространённой патологией. К их числу можно отнести и довольно часто встречающееся помутнение по типу кольца Вейса, возникающее при отрыве гиалоидного кольца от головки зрительного нерва. В нашем литературном обзоре отражена история изучения стекловидного тела, этиология возникновения плавающих помутнений, клинические проявления, включая влияние на качество жизни. Рассматриваются современные варианты лечения «мушек»: витректомия и витреолизис. Анализируются безопасность и эффективность этих процедур, риски развития таких осложнений как эндофтальмиты, разрывы и отслойки сетчатки, катаракты.

Ключевые слова: стекловидное тело, плавающие помутнения, лазерный витреолизис, витректомия.

LASER VITREOLYSIS AND VITRECTOMY IN TREATMENT OF VITREOUS FLOATES

Shaimova V.A.^{1,2}, Goloshchapova A.K.², Kravchenko T.G.¹, Goloshchapova Z.A.¹,
Shaimov T.B.², Shaimov R.B.²

¹ Multidisciplinary Center of Laser Medicine, Ministry of Health of the Chelyabinsk Region, Chelyabinsk, e-mail: laser-chelyabinsk@yandex.ru;

² LLC «CENTER OF VISION», Chelyabinsk, e-mail: eyecenter@mail.ru

The vitreous is a transparent gel like body based on a fine network of cross linked collagen fibrils. The pathological effects on the vitreous may result in various degenerative reactions, one of which is syneresis, the violation of the gel structure. Syneresis is the result of molecular changes with aggregation of collagen fibrils; this process is enhanced with myopia and age-related changes of the vitreous. Thus dense areas of collagen with the refractive index different from normal are formed. They scatter light, forming an artifact shadow falling on the optical zone of the retina. Floaters are a very common pathology. In most cases degenerative reactions are associated with age-related changes. These include the rather frequent Weiss ring floater, which occurs when the hyaloid ring is detached from the optic nerve head. Our literature review reflects the history of the vitreous study, the etiology of the floaters occurrence, the clinical manifestations, including the impact on the quality of life. The two main modern options for the treatment of floaters: vitrectomy and vitreolysis are reviewed. The safety and efficiency of these procedures, the risks of such complications as endophthalmitis, tears and detachments of retina, cataracts are analyzed.

Keywords: vitreous body, floaters, laser vitreolysis, vitrectomy.

Плавающие помутнения, «мушки» или «плавающие поплавки» являются одной из самых распространенных патологий, с которой сталкивается офтальмолог. По данным Webb,

такие пациенты составляют 76% из всех пациентов на приеме у офтальмолога, при этом 33% из них отмечают значительное ухудшение качества жизни [1].

Выраженность симптомов плавающих помутнений зависит от их расположения помутнения относительно зрительной оси, его размера, массы, расстояния от сетчатки, индивидуальной чувствительности [2-4].

Существует ряд исследований и публикаций, указывающих на большую клиническую значимость данной патологии [2, 5, 6]. Wagle и соавт. [2] с помощью стандартизированного опросника показали, что пациенты готовы пожертвовать 1.1 год из каждых 10 лет оставшейся жизни и принять в среднем 11% риска смерти и 7% риска слепоты, чтобы избавиться от симптомов плавающих «поплавок».

Основными методами лечения плавающих помутнений стекловидного тела являются витрэктомия и лазерный витреолизис.

Цель исследования: оценить эффективность современных методов лечения плавающих помутнений стекловидного тела и сравнить основные риски проведения витрэктомии и YAG-лазерного витреолизиса плавающих помутнений.

Материалы и методы исследования. Для оценки существующих методов лечения плавающих помутнений стекловидного тела был проведен ретроспективный анализ научной литературы с результатами исследований пациентов до и после проведения витрэктомии и лазерного витреолизиса. Изучены и описаны методы проведения операций, процент возникших осложнений и удовлетворенность пациентов проведенным лечением.

Результаты исследования. Исследованию структуры стекловидного тела посвящены работы офтальмологов уже с середины 18 века. Демуром (1741 год) была предложена альвеолярная теория – стекловидное тело состоит из альвеол, наполненных жидкостью, а Zinn (1780 год) через некоторое время предложил ламеллярную теорию: стекловидное тело – это слои, расположенные концентрически, словно слои лука [7, 8]. В 1848 г. Bowman [9] впервые ввёл понятие «фибриллярной теории». Применяв микроскоп, он описал тонкие ткани, образующие узлы (точки пересечения нитей в микроскопе). Redslob (1932 год) использовал щелевую лампу для осмотра стекловидного тела [10]. Применение анатомической микроскопии в тёмном поле дало более полную картину структуры стекловидного тела. В современном мире, с открытием компьютерной оптической томографии, возможности интерпретации структур значительно расширились.

По современным данным [11, 12], стекловидное тело в норме – это прозрачное, бесцветное, гелеобразное вещество. Оно составляет примерно две трети глазного яблока по массе и объему. Остов стекловидного тела образует тонкая сеть переплетающихся между собой волокон различных форм белка коллагена – коллагеновых фибрилл [12, 13]. Фибриллы

состоят из коллагена типа II, V/XI и IX. Коллаген типа IX имеет прикрепленные к нему цепи хондроитинсульфата, поэтому отдельные фибриллы отталкиваются друг от друга и тем самым предотвращается их агрегация. Промежутки между волокнами заполнены жидкостью с гликозаминогликанами. Такая структура стекловидного тела как раз и придает ему характер студенистой массы [13, 14].

Впервые предположения об изменениях в гелеобразной структуре стекловидного тела с возрастом предложил Szent-Gyorgyi [15]. Подробно остановился на этом вопросе Duke Elder [16]. Более века назад он описал механизм возникновения плавающих помутнений, актуальный по сей день. С возрастом или при прогрессирующей миопии студенистая масса разжижается, а коллагеновые волокна слипаются между собой. Слипшиеся фибриллы это и есть плавающие помутнения. Происходит это из-за потери коллагена IX типа, а, следовательно, и хондроитинсульфата, что в результате ведет к адгезии коллагеновых волокон [14]. При различных возрастных изменениях и прогрессировании миопии, метаболических нарушениях, нарушениях кровообращения также происходит разделение комплекса «коллаген – гиалуроновая кислота», при этом стекловидное тело теряет однородность и разделяется на две фракции: густую и жидкую. Как и в предыдущем случае, слипшиеся фибриллы коллагена дают видимость «летающих мушек» [11, 17].

Еще одной частой причиной возникновения плавающих помутнений является задняя отслойка стекловидного тела. Происходит это в результате отделения задней кортикальной мембраны стекловидного тела от соединенной с ней внутренней поверхности сетчатки. При этом происходит отрыв гиалоидного кольца от головки зрительного нерва и появляется округлое помутнение по типу кольца Вейса. Часто это структура видна в виде буквы «с» или похожа на запятую [13].

Большинство пациентов не предъявляет активных жалоб на помутнения, они не очень мешают им в жизни [2, 11, 18]. Однако существуют пациенты, жалующиеся на значительное снижение качества жизни: они не могут водить машину, смотреть вдаль, читать [5, 11, 19].

De Nie [19] пришел к выводу, что функциональные последствия ухудшения качества жизни у пациентов с хроническими большими «мушками» сравнимы с такими серьезными заболеваниями, влияющими на зрительные функции, как катаракта, макулярная эпиретинальная мембрана, даже при условии хорошей остроты зрения.

Типичными симптомами плавающих помутнений являются появление серых точек, линий или паутинок, больших темных пятен, особенно хорошо заметных при взгляде на что-то светлое: чистое небо, белый лист бумаги [14].

На приеме у офтальмолога обнаружить наличие плавающих помутнений возможно с помощью опроса пациента, проведения офтальмоскопии, оптической когерентной томографии и ультразвукографии [14, 18, 20].

В настоящее время существует два эффективных способа лечения плавающих помутнений: задняя витрэктомия и YAG-лазерный витреолизис. У каждого из этих методов есть свои показания, осложнения, отсутствуют рандомизированные доказательства эффективности каждого из них.

Лучшую изученность витрэктомии как метода лечения плавающих помутнений, в сравнении с относительно новым методом – витреолизисом, можно объяснить большим временным промежутком применения такого вида лечения, и, таким образом, большим количеством научных публикаций и исследований.

Одним из первых исследователей, который рассматривал данный вопрос, был Schiff (2000) [21]. Он ретроспективно рассмотрел шесть случаев витрэктомии стекловидного тела у пяти мужчин в возрасте 58-66 лет с псевдофакией или афакией (для отсутствия дальнейшего осложнения в виде катаракты), у которых наблюдали помутнения не менее 1 года. Пациентами были заполнены послеоперационные опросники, касающиеся функциональных характеристик зрения и качества жизни, их субъективного мнения об эффективности операции. Во всех случаях наблюдения (8-44 месяца) острота зрения улучшилась или была равной дооперационной. Хирургических осложнений замечено не было. Все пациенты выражали удовлетворение общей зрительной функцией в 100% [21]. Однако малая выборка пациентов (5 человек), а также наличие у них искусственного хрусталика или его полное отсутствие, исключают такие частые осложнения после витрэктомии как катаракта и другие.

Schulz-Key и соавт. в 2011 году провели ретроспективное исследование на 73 глазах (61 пациент), подвергнутых витрэктомии в период с 1997 по 2006 годы. В этом исследовании были рассмотрены и факичные глаза, поэтому наиболее частым осложнением было образование катаракты (60% из факичных глаз). Авторы наблюдали 4 случая разрыва сетчатки и 2 случая серьезных осложнений – увеит и эндофтальмит, возникших из-за инвазивного характера данной процедуры [22].

De Nie и соавт. (2013) провели анализ результатов 110 витрэктомий 20 и 23 калибров, выполненных в период с февраля 1998 года по август 2010 года. Удовлетворенность пациентов оценивали с помощью опросника. Из всех больных десять пациентов (9,3%) были недовольны результатами процедуры, у шести из них (5,6%) операция привела к ухудшению зрения вплоть до его потери. В работе опубликованы такие осложнения операции как: отслойка сетчатки (10,9% случаев), цистоидный макулярный отек (5,5%), эпиретинальная

мембрана (3,6% случаев). Развитие глаукомы, требующей хирургического лечения, макулярного разрыва и послеоперационной скотомы произошло в 0,9% случаев [19].

Изучением эффективности задней витрэктомии при плавающих помутнениях занимались Ноегауф и соавт. (2003). В общей сложности ретроспективно ими было рассмотрено 9 глаз 8-ми пациентов – 2-х женщин и 7-ми мужчин (средний возраст 57 лет). Никаких интраоперационных или послеоперационных осложнений в период 12 месяцев после операции не наблюдалось, но авторы столкнулись с проблемой, что у 2 из 5 пациентов с имплантированными факичными интраокулярными линзами было проведено удаление возникшей катаракты в течение последующего периода [23].

Достаточно большое исследование было проведено Mason и соавт. Бесшовная витрэктомия инструментом 25 калибра для лечения плавающих помутнений была выполнена на 168 глазах (143 пациента). В ходе операции в 12 случаях (7,1%) наблюдали ятрогенные разрывы сетчатки. Послеоперационные осложнения возникли в трех глазах: в одном случае развился кратковременный цистойдный макулярный отек (0,6%), в двух других – временное кровоизлияние в стекловидное тело (1,12%). Несмотря на осложнения, 94% пациентов после проведения опроса отметили, что полностью удовлетворены результатами витрэктомии [6].

Согласно мнению большинства авторов, задняя витрэктомия обеспечивает полное устранение плавающих помутнений. Однако обращает на себя внимание большое количество осложнений этой операции.

Так, по данным литературы, при витрэктомии плавающих помутнений наблюдаются следующие осложнения: катаракта в 22,5–60% случаев [22, 24], отслойка сетчатки – в 2–10,9% [25], разрывы сетчатки – в 4–16,4% [22, 26], макулярный отек – в 0,5–5,5% [18], кровоизлияние в стекловидное тело – в 1,2% [22], глаукома, требующая хирургического лечения – в 0,9% [19], макулярный разрыв – в 0,6–5,5% [6, 19]. Об эффективности и рисках операции витрэктомии приводятся сведения в обзоре Sommerville [27].

В связи с большим количеством послеоперационных осложнений витрэктомии, YAG-лазерный витреолизис можно рассматривать как альтернативный метод лечения симптоматических плавающих помутнений [28, 29, 30]. Его преимуществами являются неинвазивный характер процедуры, низкий процент осложнений, отсутствие послеоперационных ограничений, экономическая целесообразность [3, 18, 29].

Механизм лазерного витреолизиса современными установками заключается в вапоризации помутнений, которая происходит за счет оптического пробоя. Лазерный луч фокусируется на площади 4–8 микрон, что вызывает локальное повышение температурой до 4000°C, образуется плазма и помутнение стекловидного тела превращается в газ [3].

При лазерном витреоллизисе описаны такие осложнения как: травматические катаракты – в 0,05–8,5% случаев [31, 32, 33]; ретинальные разрывы с отслойкой сетчатки – в 0-1,7% [30,33] и незначительные кровоизлияния в сетчатке - в 6,8% [30]. Также при витреоллизисе плавающих помутнений наблюдали случаи возникновения глазной гипертонии, в частности открытоугольной глаукомы [34, 35].

В публикации Американского общества специалистов по сетчатке глаза (ASRS ReST) указаны все добровольно зарегистрированные случаи осложнений после витреоллизиса плавающих помутнений, выявляющихся у всех лазерных офтальмохирургов на территории Соединенных Штатов Америки за 6 месяцев наблюдения после проведения процедуры. В исследовании указаны такие осложнения как: повышение внутриглазного давления, ведущего к глаукоме; катаракты, включая дефекты задней капсулы, требующие хирургии катаракты; разрыв сетчатки; отслойка сетчатки; кровоизлияния в сетчатку; скотомы; увеличение числа плавающих помутнений. Всего наблюдалось 16 случаев осложнений у 15 человек. Однако нельзя указать процент возникновения этих осложнений, поскольку общее количество проведенных операций неизвестно, также нет доказательств прямой причинно-следственной связи между витреоллизисом и данными патологиями [35].

Многие из осложнений или неудовлетворенность результатом витреоллизиса, описанные в литературе прошлых лет (1986, 1992-2000 года) [24, 30] были вызваны несовершенством самой лазерной установки, на которой проводилась вапоризация, неоптимальными параметрами воздействия (максимальная энергия в импульсе составляла 1,2 мДж [24] и несоблюдением техники безопасности: вапоризировались помутнения, находящиеся ближе, чем 3 мм к сетчатке, чем могло быть вызвано ее повреждение) [24].

Возрождение YAG–лазерного витреоллизиса стало возможным в связи с разработкой специальной системы Reflex (лазер Ultra Q Reflex), позволяющей установить коаксиальное (соосное) освещение, когда источник света находится на одной оптической оси с микроскопом щелевой лампы и рабочим лазерным лучом. Применение таких современных лазеров резко сократило количество осложнений (общая частота осложнений снизилось до 0-0,1%) [3].

Е.Л. Педанова и соавт. [36] сообщили об операциях, выполненных с использованием такого оборудования, 30 пациентам с плавающими помутнениями. Авторы применяли режим с продолжительностью импульса 4 нс и энергией 4-5 мДж. Ни в одном случае не было зарегистрировано осложнений.

Эффективность лазерного витреоллизиса в лечении плавающих помутнений различного генеза у детей с артификацией показана в работе Р.В. Калиниченко и соавт. [37]. Оптический эффект был достигнут в 100% случаев, функциональный – в 52 случаях из 59

(88,1%), острота зрения повысилась на 0,01-0,7 и составила от 0,1 до 1,0 при отсутствии осложнений.

В современных исследованиях [3, 18, 29] используется более высокая энергия импульса – от 3 до 7 мДж с большей частотой следования импульсов. Именно благодаря высокой энергии импульса стала возможна вапоризации стекловидных помутнений, лежащая в основе YAG-лазерного витреолизиса.

Для объективизации результатов лечения плавающих помутнений в настоящее время используется оптическая когерентная томография с ангиографией (метод ОКТ-ангиография), позволяющая оценить площадь артефактной тени плавающих помутнений стекловидного тела [38]. В.А. Шаимова и соавт. [18, 20] показали возможность дать количественную оценку эффективности ликвидации помутнений при операции лазерного витреолизиса.

В.А. Шаимова и соавт. на основании анализа результатов анкетирования, проведенного после проведения YAG-лазерного витреолизиса, отметили повышение качества жизни у 92,8% пациентов. При последующем наблюдении в течение 6 месяцев не было выявлено осложнений, которые бы влияли на зрительные функции [20].

В подобном анкетировании китайских пациентов, проходивших процедуру лазерного витреолизиса, в 100% отмечен успех, при этом 75% указали на значительный. До и после проведения процедуры с помощью оптической когерентной томографии был изучен витреоретинальный интерфейс, которой не изменился после витреолизиса. Не было также отмечено интра- и постоперационных осложнений при наблюдении в течение 6 месяцев [39].

Karickhoff отмечает 92%-ный успех проведения витреолизиса (удовлетворенность пациентов и/или объективное устранение плавающих помутнений). Автор считает, что данный результат является заниженным, так как в исследование были включены пациенты с разными типами помутнений, которые заведомо сложно лечить лазером, например, астроидный гиалоз, помутнения по типу «облака». Наивысший процент удовлетворенности достигался при гиалиновых помутнениях (96-100%), в том числе при кольце Вейса. Значительных осложнений при данном исследовании не отмечалось, они не влияли на остроту зрения. Общий процент осложнений составил 0-0,1% [3].

Сравнению эффективности лечения плавающих помутнений методами витрэктомии и лазерного витреолизиса посвящены обзоры [29, 32, 40]. Наиболее обширный анализ данных литературы до января 2017 года представлен в обзоре Кокавес и соавт. [40]. Однако авторами был сделан вывод, что ни одна из опубликованных работ не соответствует критериям включения в качестве рандомизированного контролируемого исследования.

Результаты рандомизированного исследования, в котором лазерный витреолизис сравнивался с фиктивным лечением, были опубликованы в 2017-2018 годах Shah и Heitr [29,

41]. Было отмечено субъективное значительное улучшение симптомов плавающих помутнений по типу кольца Вейса или полное их исчезновение после проведения YAG-лазерного витреолизиса у 54% пациентов в сравнении с 9% процентами, которым проводилось фиктивное лечение. При этом результаты объективных исследований показали устранение плавающих помутнений у 94% пациентов после лазерного витреолизиса.

В чем же заключается неудовлетворённость пациентов? Возможно, некоторые пациенты имеют завышенные ожидания по отношению к данной процедуре. Витреолизис, также как и витрэктомия, не является процедурой по улучшению остроты зрения, он устраняет только плавающие помутнения [3, 29]. У некоторых пациентов отмечается наличие множества плавающих помутнений, расположенных диффузно, или помутнения имеют очень мелкие размеры. Устранить лазером их невозможно, но можно вапоризировать основные большие помутнения, причиняющие основной дискомфорт – от этого резко улучшается качество жизни [42].

Существуют пациенты с повышенной психологической настороженностью к своему здоровью. Даже полное устранение плавающих помутнений может не удовлетворить данных больных. Некоторым из них нужна консультация психиатра [3, 29, 41].

Заключение. Таким образом, YAG-лазерный витреолизис является альтернативным методом для устранения плавающих помутнений стекловидного тела. Этот метод не является инвазивным вмешательством, имеет малое количество или отсутствие послеоперационных осложнений.

Список литературы

1. Webb B.F. Prevalence of vitreous floaters in a community sample of smartphone users. *Int. J. Ophthalmol.* 2013. vol 6. no 3 P. 402-405. DOI: 10.3980/j.issn.2222-3959.2013.03.27.
2. Wagle A.M., Lim W.Y., Yap T.P., Neelam K., Au Eong K.G. Utility values associated with vitreous floaters. *Am. J. Ophthalmol.* 2011. vol. 152. no. 1. P. 60-65. DOI: 10.1016/j.ajo.2011.01.026.
3. Karickhoff J.R. Laser treatment of eye floaters. Washington: Medical Publishing LLC. 2005. 232 p.
4. Serpetopoulos C.N., Korakitis R.A. An optical explanation of the entoptic phenomenon of 'clouds' in posterior vitreous detachment. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 1998. vol. 18. no. 5. P. 446–451.
5. Yonemoto J., Ideta H., Sasaki K., Tanaka S., Hirose A., Oka C. The age of onset of posterior vitreous detachment. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 1994. vol. 232. no. 2. P. 67–70.

6. Mason J.O. 3rd, Neimkin M.G., Mason J.O. 4th, Friedman D.A., Feist R.M., Thomley M.L., Albert M.A. Safety, efficacy, and quality of life following sutureless vitrectomy for symptomatic vitreous floaters. *Retina*. 2014. vol 34. no 6. P. 1055–1061.
7. Demours F. Observations anatomiques sur la structure cellulaire du corps vitre. *Memoires de Paris*. 1741. P. 50.
8. Zinn I.G. *Anatomica oculi humani iconibus illustrate*. 1780. P. 134.
9. Bowman W. Observations on the structure of the vitreous humour. *Dublin Q. J. Med Sci*. 1848. vol. VI. P. 102.
10. Redslob E. *Le corps vitre*. Masson et Cie, Paris. 1932. P.1748.
11. Sebag J., Yee K.M., Wa C.A., Huang L.C., Sadun A.A. Vitrectomy for floaters: prospective efficacy analyses and retrospective safety profile. *Retina*. 2014. vol. 34. no. 6. P. 1062-1068. DOI: 10.1097/iae.0000000000000065.
12. Bishop P.N., Holmes D.F., Kadler K.E., McLeod D., Bos K.J. Age-related changes on the surface of vitreous collagen fibrils. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci*. 2004. vol. 45. no. 4. P. 1041–1046.
13. Ivanova T., Jalil A., Antoniou Y., Bishop P.N., Vallejo-Garcia J.L., Patton N. Vitrectomy for primary symptomatic vitreous opacities: an evidence-based review. *Eye (London)*. 2016. vol. 30. no. 5. P. 5645-5655. DOI: 10.1038/eye.2016.30.
14. Huang L.C., Yee K., Wa C.A., Nguyen J.N., Sadun A.A., Sebag J. Vitreous floaters and vision - current concepts and management paradigms. In: Sebag J, ed. *Vitreous - in Health and Disease*. New York: Springer. 2014. P. 771-788. DOI: 10.1007/978-1-4939-1086-1_45.
15. Szent-Györgyi A. Untersuchungen über die Struktur des Glaskörpers des Menschen. *Arch. f Mikroskop. Anat*. 1917. P. 89.
16. Duke-Elder W.S. The physico-chemical properties of the vitreous body. *J. Physiol. (London)*. 1929. vol. 68. no. 2. P. 155–65.
17. Milston R., Madigan M.C., Sebag J. Vitreous floaters: etiology, diagnostics, and management. *Survey of Ophthalmology*. 2016. vol. 61. no. 2. P. 211-227.
18. Шаимова В.А., Шаимов Т.Б., Шаимов Р.Б., Галин А.Ю., Голощапова Ж.А., Рыжков П.К., Фомин А.В. Оценка эффективности YAG-лазерного витреолизиса на основе объективной количественной оценки плавающих помутнений в стекловидном теле // *Вестник офтальмологии*. 2018. Т. 134. № 1. С. 56-62. DOI: 10.17116/oftalma2018134156-62.
19. De Nie K.F., Crama N., Tilanus M.A., Klevering B.J., Boon C.J. Pars plana vitrectomy for disturbing primary vitreous floaters: clinical outcome and patient satisfaction. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol*. 2013. vol. 251. no. 5. P. 1373–1382.

20. Шаимова В.А., Шаимов Т.Б., Шаимов Р.Б., Галин А.Ю., Голощапова Ж.А., Рыжков П.К., Фомин А.В. Объективный метод визуализации плавающих помутнений по типу кольца Weiss для оценки эффективности YAG-лазерного витреолизиса // Современные технологии в офтальмологии. 2018. № 1. С.407-409.
21. Schiff W.M., Chang S., Mandava N., Barile G.R. Pars plana vitrectomy for persistent, visually significant vitreous opacities. *Retina*. 2000. vol. 20. P. 591–596.
22. Schulz-Key S., Carlsson J.O., Crafoord S. Long term follow-up of pars plana vitrectomy for vitreous floaters: complications, outcomes and patient satisfaction. *Acta Ophthalmol*. 2011. vol. 89. no. 2. P. 159–165.
23. Hoerauf H., Muller M., Laqua H. Vitreous body floaters and vitrectomy with full visual acuity. *Ophthalmologe*. 2003. vol.100. no. 8. P. 639 – 643.
24. Delaney Y.M., Oyinloye A., Benjamin L. Nd: YAG vitreolysis and pars plana vitrectomy: surgical treatment for vitreous floaters. *Eye*. 2002. vol. 16. no. 1. P. 21–26.
25. Stoffelns B.M., Vetter J., Keicher A., Mirshahi A. Pars plana vitrectomy for visually disturbing vitreous floaters in pseudophacic eyes. *Klin. Monbl. Augenheilkd*. 2011. vol. 228. no. 4. P. 293–297.
26. Tan H.S., Mura M., Oberstein L., Heico M.B. Safety of vitrectomy for floaters. *Am. J. Ophthalmol*. 2011. vol. 151. no. 6. P. 995–998. DOI: 10.1016/j.ajo.2011.01.005.
27. Sommerville D.N. Vitrectomy for vitreous floaters: analysis of the benefits and risks. *Curr. Opin. Ophthalmol*. 2015. vol. 26. no. 3. P. 173-176.
28. Ivanova T., Jalil A., Antoniou Y., Bishop P.N., Vallejo–Garcia J.L., Patton N. Vitrectomy for primary symptomatic vitreous opacities: an evidence-based review. *Eye (Lond)*. 2016. vol. 30. no. 5. P. 645–655. DOI: 10.1038/eye.2016.30.
29. Shah C.P., Heitr J.S. YAG laser vitreolysis vs sham YAG vitreolysis for symptomatic vitreous floaters: a randomized clinical trial. *JAMA Ophthalmol*. 2017. vol. 135. no. 9. P. 918-923.
30. Little H.L., Jack R.L. Q –switched neodymium: YAG laser surgery of the vitreous. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 1986. vol. 224. no. 3. P. 240–246.
31. Koo E.H., Haddock L.J., Bhardway N., Fortun J.A. Cataracts induced by neodymium-yttrium-alluminium-garnet laser lysis of vitreous floaters. *Br. J. Ophthalmol*. 2017. vol. 101. no. 6. P. 709-711. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2016-309005.
32. Sun I.T., Lee T.H., Chen C.H. Rapid cataract progression after Nd:YAG vitreolysis for vitreous floaters: a case report and literature review. *Case Rep. Ophthalmol*. 2017. vol. 8. no. 2. P. 321-325. DOI: 10.1159/000477159.

33. Noristani R., Schultz T., Dick H.B. Cataract formation after YAG laser vitreolysis: importance of femtosecond laser anterior capsulotomies in perforated posterior capsules. *Eur. J. Ophthalmol.* 2016. vol.26 no.6. P.149-151.
34. Cowan L.A., Khine K.T., Chopra V., Fazio D.T., Francis B.A. Refractory open-angle glaucoma after neodymium-yttrium-aluminum-garnet laser lysis of vitreous floaters. *Am. J. Ophthalmol.* 2015. vol. 159. no. 1. P. 138-43. DOI: 10.1016/j.ajo.2014.10.006.
35. Hahn P., Schneider E.W., Tabandeh H. Reported complications following laser vitreolysis. *JAMA Ophthalmol.* 2017. vol. 135. no. 9. P. 973-976. DOI: 10.1001/jamaophthalmol.2017.2477.
36. Педанова Е.Л., Качалина Г.Ф., Крыль Л.А. Современные технологии лечения витреоретинальной патологии // *Современные технологии в офтальмологии.* 2016. № 1. С. 179.
37. Калиниченко Р.В., Арестова Н.Н., Катаргина Л.А. Эффективность лазерного витреолизиса у детей с артрафакцией после экстракции катаракты различной этиологии // *Современные технологии в офтальмологии.* 2017. № 1. С. 109-111.
38. Kennelly K.P., Morgan J.P., Keegan D.J., Connell P.P. Objective assessment of symptomatic vitreous floaters using optical coherence tomography: a case report. *BMC Ophthalmology.* 2015. vol. 15. no 1.; URL: <https://bmcophthalmol.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s12886-015-0003-5> (дата обращения: 30.12.2018)
39. Luo J., An X., Kuang Y. Efficacy and safety of yttrium-aluminium garnet (YAG) laser vitreolysis for vitreous floaters. *J. Int. Med. Res.* 2018. Vol. 46. no. 11. P. 4465-4471. DOI: 10.1177/0300060518794245.
40. Kokaves J., Wu Z., Shermin J.C., Ang A.J., Ang G.S. Nd:YAG laser vitreolysis versus pars plana vitrectomy for vitreous floaters. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2017. no. 6. Art. No.: CD011676. DOI: 10.1002/14651858.CD011676.pub2.
41. Shah C.P. A clinical trial of YAG vitreolysis by retinal specialists. *Cataract & refractive surgery.* February. 2018. URL: <https://crstoday.com/articles/a-clinical-trial-of-yag-vitreolysis-by-retinal-specialists/a-clinical-trial-of-yag-vitreolysis-by-retinal-specialists/> (дата обращения: 30.12.2018)
42. Гундорова Р.А., Иванов А.Н., Дегтярева Е.М., Шалдин П.И. ИАГ лазерная хирургия стекловидного тела как профилактика посттравматического пролиферативного процесса // *Рефракционная хирургия и офтальмология.* 2008. Т. 8. № 4. С. 26-30.