

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«МЕЖОТРАСЛЕВОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
«МИКРОХИРУРГИЯ ГЛАЗА» ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.Н. ФЕДОРОВА»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

На правах рукописи

Нормаев Бадма Аркадьевич

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИАГ-ЛАЗЕРНОГО
ВИТРЕОЛИЗИСА ПРИ ЛЕЧЕНИИ ПЛАВАЮЩИХ ПОМУТНЕНИЙ
СТЕКЛОВИДНОГО ТЕЛА**

14.01.07 – Глазные болезни

диссертация на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор

Дога Александр Викторович

Москва 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	14
1.1. Нормальная анатомия стекловидного тела.....	14
1.2. Плавающие помутнения стекловидного тела.....	18
1.3. Методы визуализации плавающих помутнений стекловидного тела	23
1.4. Методы оценки качества зрения и психологического статуса.....	26
1.5. Методы лечения плавающих помутнений стекловидного тела	29
1.5.1. Консервативное лечение.....	29
1.5.2. Витрэктомия	31
1.5.3. ИАГ-лазерный витреолизис	33
Глава 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	39
2.1. Общая характеристика пациентов.....	39
2.2. Методы обследования органа зрения.....	41
2.3. Методика ИАГ-лазерного витреолизиса	50
2.4. Методы статистической обработки полученных результатов	51
Глава 3. АНАЛИЗ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА И СУБЪЕКТИВНОГО КАЧЕСТВА ЗРЕНИЯ.....	53
3.1. Оценка индивидуальных психологических особенностей	53
3.2. Разработка тест-опросника для оценки субъективного качества зрения.....	55
Глава 4. РАЗРАБОТКА ДИАГНОСТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ У ПАЦИЕНТОВ С ПЛАВАЮЩИМИ ПОМУТНЕНИЯМИ СТЕКЛОВИДНОГО ТЕЛА	62
4.1. Разработка оптического метода оценки положения плавающих помутнений стекловидного тела.....	62
4.1.1. Разработка метода оценки расстояния от плавающих помутнений стекловидного тела до структур глаза	62
4.1.2. Сравнительный анализ методов оценки положения плавающих помутнений стекловидного тела.....	70

4.2. Разработка метода объективной оценки плавающих помутнений стекловидного тела.....	72
Глава 5. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛАЗЕРНОГО ЛЕЧЕНИЯ И РАЗРАБОТКА ЛЕЧЕБНО-ДИАГНОСТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА У ПАЦИЕНТОВ С ПЛАВАЮЩИМИ ПОМУТНЕНИЯМИ СТЕКЛОВИДНОГО ТЕЛА.....	75
5.1. Сравнительная оценка клинико-функциональных результатов лазерного лечения	75
5.1.1. Результаты первичного осмотра пациентов	76
5.1.2. Анализ клинико-функциональных результатов в клинических группах.....	78
5.1.3. Сравнительный анализ энергетических параметров лазерного излучения в клинических подгруппах	82
5.1.4. Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов в клинических подгруппах	84
5.2. Разработка алгоритма диагностики и лечения пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела	92
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	94
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	107
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	108
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	109

ВВЕДЕНИЕ

Плавающие помутнения стекловидного тела (ППСТ) являются на сегодняшний день актуальной проблемой офтальмологии, определяющей качество жизни пациентов. По данным некоторых авторов около 76% людей имеют плавающие «мушки» перед глазами, а 33% связывают с ними снижение зрения (Webb V.F. et al., 2013).

По характеру возникновения плавающие помутнения стекловидного тела (СТ) подразделяются на первичные и вторичные. Первичные связаны с физиологическими процессами дегенерации самого стекловидного тела, включающие как изменения его структуры (синхазис и синерезис), так и ослабление его связи с сетчаткой. Природа вторичных помутнений не связана со стекловидным телом и включает в себя интравитреальные кровоизлияния, крышечки разрывов сетчатки, амилоид, воспалительные клетки, лекарственные средства и т.п. (Milston R. et al., 2015). Однако не все помутнения оказывают влияние на зрение пациентов, выраженность жалоб зависит от типа помутнений, их количества и локализации.

Визуализация ППСТ представляет определенные трудности, так как при офтальмоскопии не всегда возможно идентифицировать помутнения в стекловидном теле, особенно, если они имеют небольшие размеры, прозрачную структуру и расположены около сетчатки (Sebag J. et al., 2014).

Стандартным методом диагностики стекловидного тела является ультразвуковое исследование (УЗИ), позволяющее локализовать ППСТ, оценить их плотность. В частности, УЗИ имеет высокую информативность в диагностике задней отслойки стекловидного тела с формированием кольца Вейса. Однако основной нерешенной проблемой является количественная ультразвуковая характеристика плавающих помутнений стекловидного тела (Sebag J. et al., 2014; Mamou J. et al., 2015).

Оптическая когерентная томография (ОКТ) и сканирующая лазерная офтальмоскопия несут дополнительные диагностические возможности за счет оценки площади, интенсивности, локализации теней и полутеней, отбрасываемых ППСТ на сетчатку. Сканирующая лазерная офтальмоскопия позволяет визуализировать помутнения стекловидного тела, а также дает возможность их документации. Тем не менее, количественная оценка ППСТ и их сравнительная оценка в динамике достаточно условны. При помощи ОКТ возможно дать максимально точную качественную и количественную характеристику ППСТ, однако, данный метод применим только к помутнениям, расположенным вблизи сетчатки (Swartz S.G. et al., 2013; Sebag J. et al. 2014; Балалин А.С. и др., 2018; Шаимова В.А. и др., 2018).

Следует отметить, что пациенты с плавающими помутнениями стекловидного тела имеют высокие зрительные функции и низкое качество зрения. Уровень жалоб таких лиц сопоставим или даже более выражен, чем при возрастной макулярной дегенерации, диабетической ретинопатии, глаукоме и сердечно-сосудистых заболеваниях (Wagle A.M. et al., 2011). Такое несоответствие может быть связано с индивидуальными психологическими особенностями, однако данный вопрос изучен недостаточно. Для оценки субъективных ощущений (СО) используется анкетирование при помощи специальных тест-опросников. Рядом авторов показана возможность их эффективного применения при наличии ППСТ. При этом в данных исследованиях применялись как стандартизированные, так и нестандартизированные анкеты (de Nie K.F. et al., 2013; Mamou J. et al., 2015), что затрудняет анализ и интерпретацию полученных результатов.

С учетом высоких исходных зрительных функций у большинства пациентов с ППСТ возникают трудности с оценкой функциональных показателей органа зрения, что обуславливает необходимость применения более чувствительных методов диагностики. Рядом авторов выявлено статистически значимое снижение контрастной чувствительности (КЧ) у пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела по сравнению со здоровыми добровольцами сходного возраста (Sebag J., Huang L.C. et al., 2014). Тем не менее, узкий спектр диагностических

возможностей ограничивает его применение. Наряду с оценкой КЧ при помощи стандартной таблицы Pelli-Robson, которая имеет узкий диапазон диагностических возможностей, Bach M. (1985) в институте города Фрайбург разработал способ измерения КЧ при помощи адаптированной к персональному компьютеру программы «Freiburg Visual Acuity and Contrast Test» (FrACT). Метод обладает достаточно высокой воспроизводимостью - 92,1% (Tan J.C., 1999; Woods R.L., 1998). В ходе клинических исследований была показана его эффективность в оценке контрастной чувствительности, а также авторами отмечена простота и удобство применения метода у пациентов с ППСТ (Sebag J., Huang L.C. et al., 2014; Mamou J. et al., 2015). Исследование КЧ при помощи FrACT может быть перспективным для оценки функционального состояния и эффективности проведенного лечения пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела. Более того, в работах Mamou J. (2015) было отмечено, что данные функциональных тестов и стандартизированного тест-опросника показали высокую корреляцию с количественной оценкой ультразвуковых показателей, что также подтверждает диагностическую ценность измерения контрастной чувствительности и анкетирования. Однако выполнение в вышеуказанной работе большого количества УЗИ-изображений в трех взаимно перпендикулярных плоскостях у каждого пациента, а также сложный цифровой анализ изображений доступен не каждому специалисту.

Исследования показали, что независимо от характера течения процесса - хронического при миопической дегенерации и острого при задней отслойке стекловидного тела - адаптации к плавающим помутнениям стекловидного тела не происходит, и они не становятся менее симптоматичными с течением времени (Wagle A.M., 2011), что обуславливает необходимость активной тактики ведения таких пациентов. На сегодняшний день из существующих методов лечения возможны три подхода: консервативное лечение, витрэктомия и ИАГ-лазерный витреолизис. Одним из первых методов, разрабатываемых в лечении ППСТ, являлся консервативный. Опыт применения методики составляет около 15 лет. Существует ряд биохимических веществ, способных к селективной абсорбции

компонентов стекловидного тела (Karickhoff J., 2005), эффективность которых вызывает сомнения. Другие препараты способны к индукции задней отслойки стекловидного тела или стимуляции его химического лизиса (Sebag J., 2005; 2008; 2014). Однако с учетом отсутствия доказательной базы безопасности и эффективности данного вида лечения метод является неприменимым на практике.

Витрэктомия является наиболее радикальным методом лечения ППСТ. В ходе оперативного вмешательства происходит удаление стекловидного тела с имеющимися плавающими помутнениями, тем самым удается достигнуть высоких клиничко-функциональных результатов. По данным ряда исследований, эффективность витрэктомии составляет 83,3-93,3% (de Nie K.F. et al., 2013; Sebag J. et al., 2014). Тем не менее, данный вид лечения в силу своего инвазивного характера имеет риск развития ряда осложнений, наиболее частым из которых является развитие катаракты в послеоперационном периоде в 53-76% случаев (Martinez-Sanz F. et al., 2009; Tan H.S. et al., 2011; de Nie K.F. et al., 2013). Реже встречаются разрывы и регматогенные отслойки сетчатки - 16,3% и 10,9% случаев, соответственно (Johnson M.W., 2010; de Nie K.F. et al., 2013; Sebag J. et al., 2014). Кроме того, возможно развитие эндофтальмита, частота которого составляет около 0,04% (Sebag J. et al., 2014). В связи с вышеперечисленным, риски развития осложнений не позволяют считать витрэктомию методом выбора при лечении ППСТ. Более того, витреоретинальные хирурги с осторожностью относятся к проведению данной операции при наличии исходной высокой остроты зрения у пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела.

ИАГ-лазерный витреолизис успешно применяется в практике с 1985 года, основоположниками метода являются Fankhauser F. и Aron-Rosa D. Лазерное воздействие позволяет достичь частичного испарения, фрагментации, а также смещения помутнений от зрительной оси. Рядом работ подтверждена эффективность лазерного воздействия в лечении ППСТ (Aron-Rosa D., Greenspan D.A., 1985; Fankhauser F. et al., 1985; Tsai W.F. et al., 1993; Geller S., 2001; Delaney Y.M. et al., 2002; Karickhoff J.R., 2005; Singh I., 2014; Brasse K., 2019). Первые лазерные установки имели малый угол конвергенции и большой диаметр лазерного

пятна. Также, большинство ИАГ-лазеров имеют недостаток в своей конструкции в виде частичного экранирования лазерного излучения осветителем щелевой лампы, что приводит к нарушению супергауссовского распределения и повышению необходимой энергии импульса, а, следовательно, увеличению риска развития осложнений. Современные лазерные установки, вошедшие в клиническую практику, имеют оптимизированные оптические системы, которые не создают препятствий для прохождения лазерного луча, что дает возможность снизить энергию излучения при сохранении клинической эффективности. Следует отметить, что в точке фокусировки лазерного воздействия формируются 3 зоны физических эффектов: плазмообразования, кавитации и ударной волны, где диаметр последней составляет около 2,5 мм (Vogel A., 1994). В связи с чем, большое значение имеет оценка безопасного расстояния от ППСТ до сетчатки и хрусталика, которое, по данным литературы, составляет 3 мм и более (Karickhoff J., 2005; Singh I., 2014; Brasse K., 2019).

В настоящее время имеется небольшое количество публикаций, посвященных применению лазерных установок в лечении плавающих помутнений стекловидного тела. В доступной литературе нет четкой классификации изменений стекловидного тела, отсутствуют единые критерии оценки эффективности лечения, в том числе, результатов ИАГ-лазерного витреолизиса различных типов плавающих помутнений стекловидного тела. Исследователи использовали различные энергетические параметры лазерного излучения и применяли разные методики проведения витреолизиса. На сегодняшний день нет данных о методах интраоперационной оценки положения ППСТ относительно сетчатки или хрусталика, что, безусловно, является важной составляющей безопасности при ИАГ-лазерном воздействии в витреальной полости по отношению к структурам глаза. Существуют единичные работы по объективной оценке результатов ИАГ-лазерного витреолизиса, не воспроизводимые на практике. Также, не определены показания и противопоказания к данной процедуре.

Цель – разработать комплекс диагностических мероприятий для оптимизации методики ИАГ-лазерного витреолизиса плавающих помутнений стекловидного тела, а также оценки его результатов.

Задачи:

1. На основе методов анкетирования изучить влияние индивидуальных психологических особенностей на субъективное качество зрения, а также разработать тест-опросник для оценки уровня жалоб пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела.

2. На основе математического моделирования разработать оптический способ оценки положения плавающих помутнений стекловидного тела, а также провести его сравнение с ультразвуковым методом диагностики.

3. Разработать способ объективной оценки результатов ИАГ-лазерного витреолизиса на основе цифрового анализа данных ультразвукового исследования витреальной полости.

4. На основе полученных клинико-функциональных показателей провести сравнительный анализ результатов ИАГ-лазерного витреолизиса у пациентов с различными типами плавающих помутнений стекловидного тела.

5. Определить показания и противопоказания к ИАГ-лазерному витреолизису с применением разработанных диагностических мероприятий в лечении плавающих помутнений стекловидного тела, а также разработать лечебно-диагностический алгоритм.

Научная новизна

1. Впервые проведен анализ влияния индивидуальных психологических особенностей пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела на формирование жалоб на наличие плавающих помутнений в поле зрения, а также разработан тест-опросник для оценки субъективного качества зрения.

2. Впервые с помощью математического моделирования разработан оптический способ оценки положения плавающих помутнений стекловидного тела.

3. Впервые разработан метод объективной оценки результатов ИАГ-лазерного витреолизиса на основе ультразвукового исследования витреальной полости с последующим компьютерным анализом изображений.

4. Установлено, что исходный тип плавающих помутнений стекловидного тела оказывает влияние на тактику ИАГ-лазерного витреолизиса.

Практическая значимость

1. Впервые разработан простой, доступный и достоверный оптический метод оценки положения плавающих помутнений стекловидного тела, который позволяет повысить безопасность проведения ИАГ-лазерного витреолизиса.

2. Применение разработанного протокола ультразвукового исследования витреальной полости с последующим графическим анализом полученных изображений у пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела позволяет оценить результаты ИАГ-лазерного витреолизиса и проводить контроль в динамике.

3. Разработанный тест-опросник за счет наличия специализированных вопросов, характеризующих субъективно количественные и качественные характеристики плавающих помутнений стекловидного тела, позволяет эффективно оценивать уровень зрительных нарушений.

4. Установлена взаимосвязь исходного типа плавающих помутнений стекловидного тела, количества необходимых сеансов ИАГ-лазерного витреолизиса, а также выбора индивидуальных энергетических параметров лазерного воздействия.

Положения, выносимые на защиту

1. Технология ИАГ-лазерного витреолизиса с применением разработанного тест-опросника, оптического метода оценки положения плавающих помутнений стекловидного тела, метода объективной оценки результатов лазерного лечения позволяет получить достоверное повышение контрастной чувствительности, снижение уровня субъективных жалоб и ультразвуковых показателей плавающих помутнений стекловидного тела, а также существенно снизить риск развития интраоперационных осложнений.

2. Наличие плавающих помутнений стекловидного тела приводит к снижению контрастной чувствительности и увеличению уровня жалоб пациентов, при этом индивидуальные психологические особенности не оказывают значимого влияния на субъективное качество зрения.

3. Исходный тип плавающих помутнений стекловидного тела оказывает непосредственное влияние на результаты ИАГ-лазерного витреолизиса, что необходимо учитывать при планировании тактики лечения пациентов.

Внедрение результатов работы в практику

Разработанные диагностические мероприятия по оптимизации методики проведения и оценки результатов ИАГ-лазерного витреолизиса позволяют активно использовать лазерную технологию в повседневной клинической практике головной организации и филиалов ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России» и других офтальмологических клиниках РФ. Результаты работы включены в циклы повышения квалификации врачей-офтальмологов и в программу обучения ординаторов Научно-образовательного центра ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России».

Апробация работы

Материалы диссертации доложены и обсуждены на XV Научно-практической конференции «Современные технологии лечения витреоретинальной патологии-2017» (Сочи); на XII Всероссийской научной конференции молодых ученых «Актуальные проблемы офтальмологии-2017» (Москва); на Всероссийской конференции офтальмологов с международным участием «Состояние и пути совершенствования качества офтальмологической помощи в регионах России-2017» (Махачкала); на XXVIII Юбилейной Всероссийской научно-практической конференции «Новые технологии микрохирургии глаза-2017» (Оренбург); на XVI Научно-практической конференции «Современные технологии лечения витреоретинальной патологии-2018» (Санкт-Петербург); на 18th EURETINA Congress (Вена, 2018); на XVII Научно-практической конференции «Современные технологии лечения витреоретинальной патологии-2019» (Сочи); на форуме «Second European Laser Innovations Forum» (Ницца, 2019); на научно-клинической конференции ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России» в 2018, 2019 гг. (Москва).

Публикации

По теме диссертации опубликовано 9 печатных работ, из них 3 статьи – в журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов диссертационного исследования, получено 2 патента РФ на изобретение.

Объем и структура работы

Диссертационное исследование изложено на 126 страницах машинописного текста, иллюстрировано 18 рисунками и 13 таблицами. Работа состоит из введения, обзора литературы, трех глав собственных исследований, заключения, выводов,

практических рекомендаций и списка литературы, включающего 195 источников, из них 22 отечественных и 173 зарубежных.

Работа выполнена в ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России» под руководством заместителя генерального директора по научной-клинической работе, доктора медицинских наук, профессора Доги А.В. Клиническая часть исследования, включающая проведение комплекса специальных методов обследования и лазерно-хирургических вмешательств, выполнена на базе отдела лазерной хирургии сетчатки ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России» (зав. отделом, доктор медицинских наук Володин П.Л.).

Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Нормальная анатомия стекловидного тела

Стекловидное тело – это прозрачная, бесцветная студнеобразная масса, заполняющая полость глазного яблока и ограниченная спереди хрусталиком, цинновыми связками, отростками цилиарного тела. На всем остальном протяжении оно прилежит к внутренней оболочке глаза – сетчатке. По уточненным данным, СТ является высокомолекулярным полимером, состоящим примерно на 98-99% из воды и на 1-2% из протеогликанов, коллагена, белков, гиалоцитов и других структурных элементов [30,131].

До 0,5% массы экстрацеллюлярного пространства стекловидного тела составляют различные типы коллагеновых белков. Каждая молекула коллагена представляет собой 3 связанные полипептидные цепи, называемые - альфа-цепями. Тип коллагена определяется наличием в его составе идентичных или различных альфа-цепей. Отдельные молекулы коллагена собираются в фибриллы, которые, в свою очередь, входят в состав длинных коллагеновых волокон или коротких пластинчатых структур, обладающих высокой прочностью и сопротивляемостью к растяжению [30,39].

До 75% молекул коллагена относится ко II типу, которые участвуют в образовании матрикса СТ. Более того, существуют нефибриллообразующие молекулы коллагена V/XI типа, участвующие в регуляции роста и диаметра коллагеновых фибрилл. Их массовая доля от общего коллагена составляет около 10%. Также следует отметить коллаген VI типа, который преобладает в составе внутренней пограничной мембраны. Вероятно, его роль связана с витреоретинальной адгезией. Остальные типы коллагена менее изучены и, возможно, участвуют в межмолекулярных взаимодействиях [34,36,110,129]. Плотность распределения коллагеновых волокон в СТ неравномерна. Самая высокая его концентрация находится в базисе СТ, а также кортикальных слоях

вблизи цилиарного тела и сетчатки. Следует отметить, что общая концентрация коллагена остается постоянной на протяжении всей жизни [30,34,36,39,160].

К белкам неколлагенового ряда можно отнести различные макромолекулы такие как фибриллины, фибулины, версиканы и агрины. Биологическая роль их мало изучена, однако, мутации в генах ответственных за синтез данных белков приводит к развитию витреопатий при синдроме Вагнера и Марфана. Также в стекловидном теле содержится небольшое количество альбумина и трансферрина. Существует предположение, что они обладают защитным свойством при кровоизлияниях в стекловидное тело за счет связывания железа [23,39,54,130,188,192].

Немаловажное значение в структуре стекловидного тела играет наличие глюкозаминогликанов. При этом самым важным из них является гиалуроновая кислота – уникальный полисахарид, составляющий экстрацеллюлярный матрикс СТ. Ее распределение так же, как и коллагена неравномерно, и она преобладает в кортикальных слоях. Это связывают с тем, что в этой зоне преобладают гиалоциты, которые, вероятно, ответственны за синтез гликозаминогликанов. Активный участок гиалуроновой кислоты домен - состоит из полисахаридных цепочек, способных удерживать молекулы воды, что обуславливает высокую гидрофильность стекловидного тела. Немаловажное значение имеют хондроитин сульфат и гепаран сульфат, которые также относятся к группе глюкозаминогликанов и участвуют витреоретинальной адгезии. Следует отметить, что с возрастом происходит линейное снижение количества гиалуроновой кислоты [31,39,87].

Клеточный состав стекловидного тела относительно беден. Около 90% его состава образуют – гиалоциты [128]. Большая часть этих клеток располагается в кортикальных слоях и базисе стекловидного тела, на поверхности отростков цилиарного тела и сетчатки, а также вокруг диска зрительного нерва [32,144,177]. Хотя точная роль гиалоцитов неясна, предполагается, что они участвуют в синтезе молекул коллагена и гиалуроновой кислоты, фагоцитозе чужеродных белков и модуляции внутриглазных иммунных реакций, регрессии гиалоидной сосудистой

системы во внутриутробном периоде, ферментативном удалении фибрина и родственных ему продуктов. Следует отметить, что гиалоциты образуются из клеток крови – моноцитов и обновляются каждые несколько месяцев [73,90,116,117,132]. Оставшиеся 10% составляют прочие клетки, в том числе фибробласты, роль которых еще не выяснена. Существует предположение, что, помимо гиалоцитов, за синтез элементов экстрацеллюлярного матрикса могут отвечать клетки Мюллера сетчатки, а также эпителий цилиарного тела [25,35,75,122].

Основными компонентами, определяющими характерное строение стекловидного тела и выполняющими каркасную функцию, являются коллагеновые волокна. Прозрачность стекловидного тела обусловлена его строго упорядоченной структурой. Входящие в его состав молекулы гиалуроновой кислоты заполняют межфибрилярное пространство, стабилизируют и поддерживают коллагеновые волокна в обособленном друг от друга положении [69,70,175].

Swann D. с соавторами (1975) высказал предположение, что взаимодействие коллагеновых волокон и гиалуроновой кислоты может быть опосредовано через так называемые молекулы «связи», одной из которых является гиалуронектин. Вероятнее всего, такие макромолекулы как фибуллины, фибронектины версиканы и агрины также являются связующими элементами между молекулами гиалуроновой кислоты и коллагеновыми волокнами [141,142,167].

Под воздействием различных экзо- и эндогенных факторов происходит изменение пространственной структуры элементов стекловидного тела, изменение заряда и снижение электростатического взаимодействия молекул между собой. Это приводит к нарушению первоначального строения стекловидного тела, потере молекул гиалуроновой кислоты, агрегации коллагеновых волокон, образованию плавающих помутнений стекловидного тела [15,30,48,112,131,150].

Изучением строения стекловидного тела занимались многие исследователи с XIX века. Так, Duke-Elder S.W. (1930) предполагал, что стекловидное тело является сложным сплетением волокнистых структур [57]. Eisner G. (1973) представлял, что строение стекловидного тела определяют особые структурные элементы – тракты,

которые состоят из плотных коллагеновых пластин [59]. Worst J. (1973) в стекловидном теле выделил 4 тракта: ретролентальный, передний цилиарный, задний цилиарный, преретинальный [190]. По мнению Balazs E.A. (1960), стекловидное тело состоит из 3 частей: жидкой фракции, гелеобразной фракции, а также задних кортикальных слоев, прилегающих по всей поверхности к сетчатке. При этом передние порции СТ являются «диффузионным барьером», не позволяющим жидкой фракции стекловидного тела мигрировать в переднюю камеру глаза [30]. Кортикальные слои стекловидного тела содержат плотно упакованные коллагеновые волокна и имеют тесную связь с сетчаткой, что позволило некоторым авторам считать ее гиалоидной мембраной. Также эта зона богата клеточными элементами – гиалоцитами, которые, вероятно, участвуют в репарации стекловидного тела [73,116,121,132,172].

Прочность фиксации стекловидного тела к сетчатке зависит от топографического расположения. Наиболее плотным местом прикрепления стекловидного тела является базис СТ [172]. В этой зоне коллагеновые фибриллы выстраиваются перпендикулярно сетчатке, проникают сквозь дефекты внутренней пограничной мембраны и связываются с нейроглией сетчатки, формируя достаточно сильную адгезию [67,184]. Прочность витреоретинальной адгезии выше в тех местах, где отмечается небольшая толщина коры СТ и внутренней пограничной мембраны [76,152]. К ним относятся перипапиллярная и макулярная зоны, а также участки по ходу сосудов сетчатки [66,67,81,152]. Основными компонентами, участвующими в прочной фиксации СТ к сетчатке, являются различные высокомолекулярные соединения, такие как гликопротеины (ламинин, фибронектин) и гликозаминогликаны (гепаран сульфат, хондроитин сульфат) [76,89,98,128,133].

Существенный вклад в изучение структуры стекловидного тела внесли Worst J., Los L.I. (1995). В ходе контрастирования аутопсийного материала было выявлено, что СТ имеет несколько иное от описанного ранее строение и включает себя цистерны (ретроцилиарные, петалиформные, экваториальные), каналы

(лентико-макулярный, оптико-цилиарный, соединительный), сумки (премакулярная, препапиллярная) [190].

В своих исследованиях Кислицына Н.М. и соавторы (2013) отметили различную окрашиваемость препаратом «Витреоконтраст» элементов стекловидного тела в зависимости от их плотности [9]. Более того, рядом авторов было отмечено, что структуры стекловидного тела состоят из разных типов коллагена, в том числе в различных соотношениях друг с другом [35,44,173]. Так, матрикс стекловидного тела преимущественно состоит из коллагена II типа, основной функцией которого является - каркасная [35]. Коллаген VI типа отвечает за витреоретинальную фиксацию, о чем свидетельствует его большое содержание в кортикальных слоях стекловидного тела и во внутренней пограничной мембране сетчатки [35,173]. Характерной особенностью коллагена IV типа является группирование состоящих из него волокон стекловидного тела в пластины, а также его участие в формировании базальных мембран [35,44]. Вероятнее всего, данный тип коллагена входит в состав стенок каналов, сумок и цистерн. Также авторами была выявлена обособленная анатомическая многослойная структура в передних отделах стекловидного тела, тесно связанная с задней капсулой хрусталика, что позволило предположить наличие ранее не описанной ретролентальной сумки [8].

1.2. Плавающие помутнения стекловидного тела

Наиболее популярным поводом обращения пациентов к врачу офтальмологу является жалобы на наличие различных по виду и форме плавающих элементов в поле зрения. Распространенность данной проблемы достигает около 76%, при этом 33% пациентов связывают с ними снижение остроты зрения [186]. В основе формирования такой субъективной симптоматики лежит ряд событий: нарушение структуры стекловидного тела, агрегация коллагеновых фибрилл, уменьшение в объеме стекловидного тела с его задней отслойкой, формирование оптически плотных плавающих помутнений, экранирование проходящих через оптические

среды пучков света, формирование теней и полутеней на сетчатке [112,150,152,175].

В ряде исследований по изучению структуры стекловидного тела отмечены его абсолютная прозрачность при рождении и прогрессирование дегенеративных изменений с возрастом, скорость которых увеличивается при миопии и наличии сопутствующих соматических заболеваний [15,149,150,152]. При этом формирование структурных нарушений характеризуются двумя параллельными процессами - дегенеративными изменениями матрикса стекловидного тела и ослаблением витреоретинальной взаимосвязи. Процесс агрегации и уплотнения коллагеновых фибрилл, в связи с потерей ими молекул гиалуроновой кислоты и изменениями пространственных взаимоотношений структурных компонентов между собой известен как «синерезис» стекловидного тела [15,65,102]. Накопление таких уплотненных участков приводит к дальнейшей потере нормального строения – формированию множества полостей заполненных внутриглазной влагой. Этот процесс принято обозначать как «синхазис» стекловидного тела [104,149,150,152].

Существует 3 теории развития структурных нарушений – «гиалуроновая», «коллагеновая», «патология третьей молекулы». Ведущей теорией является первая, и она предполагает, что молекулы гиалуроновой кислоты под воздействием внешних и внутренних факторов теряют или изменяют свой заряд. Это отражается на их пространственной структуре и способности вступать в связь с окружающими молекулами воды и коллагеновыми волокнами [34,48,101,142]. Под теорией «патология третьей молекулы» предполагается, что связь коллаген - гиалуроновая кислота поддерживается промежуточным компонентом, который стабилизирует данную конструкцию – коллаген IX типа [37,38,41]. Однако ограниченность данных в литературе требует дальнейших исследований по данному направлению. Еще одной неизученной теорией нарушения структуры стекловидного тела, заслуживающей более глубокого изучения, является «коллагеновая» - дестабилизация коллагена, потеря третичной и четвертичной структуры белка, формирование неупорядоченных межмолекулярных взаимоотношений. Дальнейшие исследования показали, что с течением времени происходит

ферментативный лизис фибрилл за счет матричных металлопротеиназ или близких к ним ферментов, присутствующих в стекловидном теле. Финалом дегенеративного процесса является прогрессирующее ослабление коллапса стекловидного тела, ослабления его связи с сетчаткой, формирование задней отслойки стекловидного тела [104,145,147,179].

Немаловажное значение имеет ослабление витреоретинальной адгезии с течением времени. Существуют 3 теории, объясняющие этот факт – гибель клеток Мюллера и утолщение внутренней пограничной мембраны сетчатки, «патология третьей молекулы». Известно, что клетки Мюллера синтезируют компоненты экстрацеллюлярного матрикса витреоретинального интерфейса. Согласно первой теории в случае гибели этих клеток происходит постепенное уменьшение белков, ответственных за фиксацию стекловидного тела к сетчатке [97]. Другими исследователями была выдвинута вторая теория – утолщение внутренней пограничной мембраны, препятствующей миграции структурных компонентов от клеток Мюллера к интерстицию витреоретинального интерфейса. Эти данные коррелируют с исследованиями по изучению ультраструктуры кортикальных слоев стекловидного тела, где указанные патологические процессы могут играть ведущую роль [98,151]. Как упоминалось выше, согласно теории «патология третьей молекулы», причиной диссоциации коллагеновых волокон и гиалуроновой кислоты является повреждение промежуточного компонента. Однако отличие заключается в том, что в витреоретинальном интерфейсе роль гиалуроновой кислоты выполняет схожий с ней глюкозаминогликан – гепарина сульфат, а «третьей» молекулой вместо коллагена IX типа является белок – оптицин [68,79,102,128]. Следует отметить, что все вышеперечисленные процессы, включающие нарушение структуры матрикса стекловидного тела, потерю его прозрачности, появление пустых пространств, коллапс и заднюю отслойку стекловидного тела приводят к формированию плавающих помутнений [150,152,175].

По патогенезу и условиям формирования плавающие помутнения стекловидного тела можно условно разделить на 2 большие группы – первичные и

вторичные. Для первичных помутнений характерна потеря прозрачности витреальной оптической среды, обусловленной нарушениями в структуре компонентов самого стекловидного тела – дегенеративными возрастными изменениями [70,144,150] и его задней отслойкой [76,152,175]. Другими причинами являются врожденные патологии, связанные с дефектами синтеза коллагеновых и других структурных белков – витреопатиями (Стиклера, Вагнера, Марфана, Эллерса-Данло) [58,161,162]. В формировании вторичных помутнений, стекловидное тело не задействовано и, как правило, его структура не нарушена. Зачастую основу данного типа помутнений образуют различные экзогенные клеточные конгломераты, а также промежуточные продукты метаболизма в смежных тканях. Наиболее распространенной причиной скопления клеточных элементов в витреальной полости является гемофтальм, вызванный тракциями и авульсией сосудов сетчатки после задней отслойки стекловидного тела, повреждениями стенок неполноценных новообразованных сосудов при диабетической ретинопатии, а также прочими сосудистыми заболеваниями сетчатки и травмами глаза [51,56,135,163]. Другими причинами клеточных отложений, с формированием инфильтратов в витреальной полости являются воспалительные и онкологические заболевания глаз [49,64]. В более редких случаях причиной для внезапного появления в поле зрения различных плавающих элементов могут быть крышечки дырчатых разрывов сетчатки, мигрировавших с периферических отделов ближе к зрительной оси [91,146]. И практически спорадическими причинами вторичных помутнений стекловидного тела могут быть остатки перфторорганических веществ, силиконового масла, газо-воздушные пузыри, лекарственные препараты, инородные тела, паразиты [49].

Зачастую субстратом отложения промежуточных продуктов метаболизма смежными тканями является накопление гранул пирофосфата кальция в витреальной полости, известное как «астероидный гиалоз» или «золотой дождь». Несмотря на различную степень выраженности данного явления, следует отметить, что оно имеет минимальное влияние на качество зрения [49,92,161]. По мнению некоторых авторов, наличие у интравитреальных включений равномерной и

гладкой поверхности обуславливает небольшое рассеивание света внутри глаза и, как следствие, минимальное влияние на субъективные ощущения. Напротив, зернистая и неоднородная поверхность плавающего помутнения стекловидного тела вызывает интенсивное светорассеивание и выраженное снижение качества зрения [107].

В связи с многообразием помутнений стекловидного тела по внешнему виду, природе происхождения, механизму возникновения, степени снижения качества зрения и прочих факторов существует ряд различных подходов к их классификации [19,42,94]. В отечественной литературе наиболее известной является классификация Старкова Г.Л. (1967). Основными принципами деления заболеваний стекловидного тела на группы и подгруппы являются – происхождение (врожденные, приобретенные, наследственные), этиология (аномалии развития, дистрофии, травмы, воспаления, нарушения обмена веществ, сочетание факторов), клинические формы (персистенция гиалоидной артерии, первичное гиперпластическое персистирующее стекловидное тело, помутнения разжижение, деструкция, грыжи, отслойка стекловидного тела, клеточные и органические патологические включения) [19]. Однако, громоздкость, излишняя подробность и отсутствие прикладного значения ограничивают ее применение в клинической практике. Karickhoff J. (2005), исходя из своего клинического опыта разделил все плавающие помутнения стекловидного тела на 5 основных типов – Кольца Вейса, точечные преретинальные помутнения, изолированная деструкция стекловидного тела, сочетание деструкции и задней отслойки стекловидного тела, смешанная группа (кровоизлияния, воспалительные инфильтраты, отложение органических соединений) [94]. Brasse K. (2019), в зависимости от происхождения, выделил 5 групп плавающих помутнений стекловидного тела - из сетчатки (крышечки дырчатых ретинальных разрывов), из задней гиалоидной мембраны и задних кортикальных слоев СТ (в том числе кольцо Вейса, а также саморазрешившийся эпиретинальный фиброз), из матрикса стекловидного тела (агрегаты коллагеновых волокон), из задней капсулы хрусталика (после рассечения вторичной катаракты), из других анатомических структур (отложения клеточных

элементов, белков, липидов, пирофосфата кальция, амилоида, лекарственных средств) [42]. К недостаткам вышеописанных классификаций можно отнести описание только этиологии и патогенеза плавающих помутнений стекловидного тела, а также отсутствие практических рекомендаций по их лечению.

1.3. Методы визуализации плавающих помутнений стекловидного тела

Биомикроскопия – рутинный и самый простой метод диагностики плавающих помутнений, позволяющий визуализировать структуру стекловидного тела, дифференцировать его измененные участки во всех отделах витреальной полости. В основе метода лежит эффект Тиндаля – рассеивания света при его прохождении через неоднородную исследуемую среду. При этом эффект усиливается при разобщении оси визуализации исследователя и пучка света осветителя щелевой лампы от 0 до 90 градусов. Передняя и частично средняя трети стекловидного тела доступна осмотру без помощи высокодиоптрийных линз. Для полноценной визуализации средней и задней трети витреальной полости применяются различные модели контактных и бесконтактных линз. Однако, в ряде случаев единичные, точечные помутнения не визуализируются при биомикроскопии, в связи с чем, возникает необходимость в дополнительных методах диагностики [88,123].

Базовым методом диагностики плавающих помутнений стекловидного тела является ультразвуковое исследование. В основе метода лежит феномен «акустического импеданса» - сопротивление исследуемой среды сгенерированным волнам колебательной поверхности пьезоэлектрического кристалла [157]. УЗИ имеет высокую информативность в диагностике задней отслойки стекловидного тела, гемофтальмов, витреоретинальных тракций, отслоек сетчатки, а также качественной и количественной характеристике плавающих помутнений стекловидного тела [15,107,120]. В частности, методика позволяет измерить расстояние от плавающих помутнений стекловидного тела до смежных структур глаза (сетчатка или хрусталик), что актуально в случае проведения ИАГ-лазерного

витреолизиса. По данным ряда авторов, его безопасным значением считается более 3 мм [18,42,82,94,170]. Еще одним преимуществом данной методики является его независимость от рефракционной ошибки, а также прозрачности сред исследуемого глаза [15,107,120]. Следует отметить, что по данным УЗИ диагностируемую деструкцию стекловидного тела имеют около 5% пациентов в возрасте 21-40 лет. С возрастом, после 60 лет этот показатель увеличивается до 80%, что свидетельствует о прогрессии акустической неоднородности стекловидного тела [120]. Более того, в исследованиях Matou J. и соавторов (2015) было отмечено, что данные ультразвукового исследования имеют корреляцию с контрастной чувствительностью и субъективной удовлетворенностью пациентов качеством зрения. Для объективной оценки измененного стекловидного тела авторы проводили до 100 снимков в режиме В-скан в 3 взаимно-перпендикулярных плоскостях. Над полученными изображениями проводили сложный и трудоемкий математический анализ с применением компьютерных программ [107]. На сегодняшний день остаются открытыми вопросы по алгоритму ультразвукового исследования стекловидного тела и методам обработки полученных изображений для объективной оценки плавающих помутнений стекловидного тела.

Оптическая когерентная томография – метод прижизненной визуализации исследуемых тканей, в том числе, позволяющий глубже изучить структуру витреоретинального интерфейса [95,139]. В устройстве ранних моделей ОКТ-приборов имеется интерферометр Михельсона. С его помощью лазерные пучки света низкой когерентности проходят через исследуемую структуру глаза и сложную систему зеркал опорного плеча томографа, суммируются и создают интерференцию света. Однако недостатками данного оборудования является формирование одномерных последовательных сканов и механический фактор – подвижное опорное плечо, ограничивающее скорость исследования [3,84]. Современные ОКТ-приборы лишены этого недостатка, в связи с наличием встроенного спектрального интерферометра. В основе его работы заложен принцип дискретного преобразования Фурье, позволяющего значительно ускорить скорость исследования и повысить качество полученных изображений [3,46,138].

Единственным недостатком метода в диагностике ППСТ является возможность исследования ограниченного участка задней трети стекловидного тела [95,139]

К современным методам диагностики офтальмопатологии также относится сканирующая лазерная офтальмоскопия. В основе принципа работы приборов лежит генерация лазерного излучения низкой интенсивности, которое приводит к возбуждению липофусцина сетчатки и формированию феномена – аутофлюоресценции глазного дна. Отраженные пучки света проходят через апертуру светового фильтра и преобразуются в конечное изображение [158,187]. При наличии плавающих помутнений в стекловидном теле происходит экранирование излучаемого лазерного пучка света и формирование тени на сетчатке. В ряде исследований методику дополняли математическим компьютерным анализом полученных изображений с оценкой площади и интенсивности теней [2,22]. Недостатками данного метода является зависимость сформированных теней на сетчатке от прозрачности сред, расстояния от плавающих помутнений стекловидного тела до заднего полюса глаза и, вероятно, их пространственным положением в витреальной полости относительно своей оси [2,22,139].

Динамическое рассеивание света - метод неинвазивной прижизненной визуализация частиц размером от 3 нанометров до 3 микрон в средах глаза (роговица, хрусталик, водянистая влага и стекловидное тело) при помощи лазерного нанодетектора. При этом можно оценивать морфометрические изменения компонентов молекул в средах глаза - склеивание кристаллинов хрусталика при развитии катаракты [52], агрегация волокон коллагена стекловидного тела при миопической витреопатии [70], возрастных изменениях стекловидного тела [150,175], диабетической витреопатии [69,143]. Также в литературе описана возможность оценки эффективности фармакологического витреолизиса с применением окриплазмина, гиалуронидазы и коллагеназы [153].

На сегодняшний день нет оптимальных методов диагностики, а также единого диагностического алгоритма, позволяющего прижизненно полноценно визуализировать и изучить структуру стекловидного тела.

1.4. Методы оценки качества зрения и психологического статуса

Важное значение имеет изучение влияния ППСТ на субъективные ощущения и качество жизни пациентов. По мнению Wagle A.M. (2011), уровень жалоб некоторых пациентов с помутнениями стекловидного тела сопоставим или даже более выражен, чем при возрастной макулярной дегенерации, диабетической ретинопатии, глаукоме и сердечно-сосудистых заболеваниях [183]. Для оценки субъективных ощущений используются специальные тест-опросники. Рядом авторов показана возможность их эффективного применения у пациентов с ППСТ [53,86,107,109]. При этом в данных исследованиях применялись как стандартизированные, так и не стандартизированные анкеты, что затрудняет анализ полученных результатов.

С учетом высоких исходных зрительных функций у большинства пациентов, необходимо применение более чувствительных методов диагностики. Рядом авторов выявлено статистически значимое снижение контрастной чувствительности у пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела по сравнению со здоровыми добровольцами сходного возраста [107,149]. Одним из первых методов оценки КЧ описанных в литературе является исследование при помощи стандартных таблиц Pelli-Robson [60,72,106,124,171]. К достоинствам метода можно отнести его доступность, а также простоту использования. Тем не менее, узкий спектр диагностических возможностей ограничивает его применение. Еще одним способом оценки КЧ является исследование на приборе-видеотестере «Optec-6500» (Stereo Optical, США). При обследовании пациенту предъявляются паттерны в виде «решетки» с различной пространственной частотой, убывающей контрастностью в различных положениях. Прибор позволяет исследовать КЧ с созданием мезопических и фотопических условий, с дополнительным засветом и без него. Аппарат также имеет дополнительные возможности, а именно оценку остроты зрения, цветового зрения и стереопсиса, что позволяет получить

полноценную характеристику субъективных зрительных функций пациента [82,127].

Наряду с вышеперечисленными методиками, в 1985 году Vach M. во Фрайбургском институте разработал способ измерения КЧ при помощи компьютерной программы «Freiburg Visual Acuity and Contrast Test». Исследование заключается в предъявлении пациенту на мониторе компьютера колец Ландольта с убывающей контрастностью в восьми различных положениях после пятиминутной темновой адаптации, монокулярно в полной очковой коррекции имеющейся аметропии [26,27,56]. Данный метод обладает достаточно высокой воспроизводимостью - 92,1% [171,188]. В ходе клинических исследований была показана его эффективность в оценке контрастной чувствительности [149,107]. Следует отметить, что еще одним из достоинств FrACT является возможность индивидуальных настроек под размеры монитора и помещения, в котором проводится исследование [26,27]. По результатам недавних исследований было выявлено, что измерение контрастной чувствительности с применением FrACT-теста позволяет отметить достоверное улучшение субъективного качества зрения после витрэктомии [107,149]. Оценка контрастной чувствительности с применением FrACT в силу своей простоты и скорости выполнения исследования может быть перспективным методом для оценки функционального состояния и эффективности проведенного лечения пациентов с ППСТ. Следует отметить, что в своем исследовании Matou J. (2015) удалось провести количественную оценку ультразвуковых показателей ППСТ, результаты которых имели корреляционную связь с данными контрастной чувствительности и стандартизированных тест-опросников [107].

Немаловажное значение имеет оценка индивидуальных психологических особенностей у пациентов с помутнениями стекловидного тела, так как они могут влиять на субъективную удовлетворенность пациентов результатами лечения. При анализе данных литературы были выявлены единичные публикации, посвященные взаимосвязи индивидуальных психологических особенностей пациентов и удовлетворенности результатами лечения [4,11,13,14,20]. Одним из самых

известных в мире психологическим тестом является стандартный многофакторный тест-опросник, который был разработан Реймондом Бернардом Кеттеллом в 1949 году. В основе метода лежит анализ 16 факторов (шкал), наиболее полноценно описывающих психотип человека. Существует несколько форм тестирования испытуемых, самой подробной из них является форма А (187 вопросов). Остальные формы являются редуцированными или специализированными для определенного контингента испытуемых. При прохождении тестирования необходимо соблюдать основные принципы – отвечать быстро и искренне, долго не раздумывая над ответом, а также выбирать наиболее близкие к ситуации варианты ответов, избегая промежуточных вариантов (например, «не знаю», «не уверен» и др.). Анализ психотипа производится по следующим шкалам: общительность, интеллектуальность, устойчивость, доминантность, беспечность, моральность, смелость, чувствительность, подозрительность, мечтательность, дипломатичность, тревожность, восприимчивость, самостоятельность, самодисциплина, напряженность. Результаты ответов на вопросы резюмируются в биполярной форме в баллах, где выраженность шкалы измеряются «высокими» баллами – более 8 и «низкими» баллами – менее 3 [11,13,14,45].

Другим, не менее популярным психологическим тест-опросником является тест Леонгарда-Шмишека, разработанный авторами в 1970 году. Тест-опросник состоит из 88 вопросов. В основе метода лежит идея «акцентуированных личностей» - «заострение» тех или иных характерных психологических черт человека. Их можно разделить на 2 группы – акцентуации характера и темперамента. К первой относятся демонстративный, педантичный, застревающий, возбудимый. Ко второй – гипертимный, дистимный, циклотимный, эмотивный, тревожно-боязливый, аффективно экзальтированный. Тест-опросник состоит из 88 вопросов, на которые требуется однозначный ответ – «Да» или «Нет». При этом положительный ответ соответствует 1 баллу одной из «Акцентуаций». Критерием «заострения» черты личности является превышение 12 баллов [4,10,12,20]. Следует отметить, что изучение влияния психологических особенностей на субъективное

качество зрения пациентов с наличием ППСТ в витреальной полости может быть перспективным методом отбора пациентов на лечение.

1.5. Методы лечения плавающих помутнений стекловидного тела

Исследование Waggle A.M. (2011) показало, что с течением времени адаптации к плавающим помутнениям не происходит, что обуславливает необходимость активной тактики ведения таких пациентов [183]. Несмотря на наличие различных подходов к лечению пациентов с ППСТ, среди исследователей нет единого мнения по поводу наиболее «оптимального» способа лечения. У каждого подхода есть свои ограничения в виде технических сложностей реализации технологии, отсутствия доказательной базы эффективности и безопасности, а также наличия определенной ниши в лечении витреальной патологии.

1.5.1. Консервативное лечение

Консервативное лечение ППСТ является наиболее распространенным методом. В настоящее время существует множество препаратов растительного происхождения, механизм действия которых, как считается, связан с селективной абсорбцией молекул коллагена и фибрина, формирующих ППСТ [82]. Однако, эффективность подобных препаратов вызывает определенные сомнения, отсутствуют данные об их накопления в стекловидном теле в достаточной концентрации и избирательности воздействия на агрегаты коллагеновых волокон.

Одним из нехирургических подходов к лечению ППСТ является фармакологический витреолитизис. Опыт применения фармакологических препаратов насчитывает около 20 лет [71,96,114,153,154,155,156,164]. Тем не менее, недостаточно данных получено по оценке изменений формы и размеров плавающих помутнений стекловидного тела до и после лечения. Sebag J. (2005) выделяет 2 группы витреолитических агентов на основе биологических эффектов

на стекловидное тело: Индукторы «разжижения» стекловидного тела и индукторы разобщения стекловидного тела и сетчатки. Большая часть из них обладают всеми биологическими эффектами (тканевой активатор пламиногена, плазмин, микроплазмин, наттокиназа, витреосолв, хондоитиназа). Некоторые обладают только одним из эффектов (гиалуронидаза, диспаза). Также их можно разделить на неспецифические (тканевой активатор пламиногена, плазмин, микроплазмин, наттокиназа, витреосолв) и специфические (гиалуронидаза, диспаза, хондоитиназа) [153,154,155].

Существует целая группа биохимически активных веществ, которые рассматривались в качестве препаратов для фармакологического витреолизиса, но по тем или иным причинам их изучение было приостановлено. Одним из таких агентов для лечения гемофтальма у пациентов с сахарным диабетом являлась Гиалуронидаза. Этот субстрат-специфичный фермент нацелен на «разжижение» стекловидного тела. В исследованиях на животных препарат показал свою высокую эффективность. Однако с учетом отсутствия возможности индуцировать у кроликов диабетическую ретинопатию дальнейшие исследования были прекращены [78,185]. Другим исследуемым препаратом, обладающим способностью ускорять заднюю отслойку стекловидного тела рассматривался фермент Хондроитиназа. Механизм его действия связан с расщеплением хондроитина сульфата, которым богат витреоретинальный интерфейс. Исследования были прекращены по финансовым причинам [38,134]. Наттокиназа – еще один фермент, ускоряющий заднюю отслойку стекловидного тела. Впервые его выделили из японской еды, содержащей соевые бобы, ферментированные специальными бактериями. Исследования были приостановлены из-за высокой токсичности препарата по отношению к структурам глаза [166,168]. Одним из неферментных препаратов, представленных в качестве вещества способного растворять агрегаты коллагеновых волокон, являлся Витреосолв. Однако дальнейшие проспективные исследования показали отсутствие его достоверной эффективности применения, что обусловило отказ от дальнейших исследований по применению данного препарата [93]. Аналогичное предназначение выделяли

Аргинин-глицин-аспартатным пептидам. Механизм их действия основан на связывании с сигнальными белками – интегринами, которые ответственны за витреоретинальную адгезию. Развитие отека сетчатки более чем в половине случаев послужило причиной отказа от данного препарата. В исследованиях в данном направлении были выявлены: эффективность в индукции задней отслойки стекловидного тела, облегчение условий для последующей витрэктомии, а также профилактика пролиферативной витреоретинопатии [43,121]. Также в клинических исследованиях по применению Окриплазмина были продемонстрированы эффективность и безопасность препарата в лечении витреомакулярного тракционного синдрома, что теоретически может быть использовано для лечения плавающих помутнений стекловидного тела [96,164].

Из отечественных исследователей Норманом К.С. (2012) было обосновано применение Миниплазмина с целью индукции задней отслойки стекловидного тела на глазах экспериментальных животных. Автором была отмечена возможность использования препарата в ходе хирургического вмешательства, а также его минимальная эффективная доза, не оказывающая токсического действия на окружающие внутриглазные ткани [16].

Следует отметить, что фармакологический витреолизис представляется перспективным методом лечения, однако с учетом возможного негативного воздействия на окружающие структуры глаза, метод не получил широкого применения, что требует дальнейших исследований в данном направлении

1.5.2. Витрэктомия

Наиболее радикальным методом лечения, позволяющим полноценно удалить измененное стекловидное тело, является витрэктомия. В ходе эндовитреального вмешательства использовались витреотомы различного калибра. Большинство хирургов использовали технологию витрэктомии 25 G [47,55,80,108,113,149,170]. В ряде случаев калибр инструментов, применяемых в хирургии стекловидного тела по поводу ППСТ, был больше (20-23G) [53,137].

Эффективность данного метода лечения по данным различных авторов достигает 83,3-97,0%. Однако в этих исследованиях применялись различные методы ее оценки – исследование контрастной чувствительности, измерение динамического рассеяния света, анкетирование, субъективная удовлетворенность операцией, оценка ультразвуковых показателей, что затрудняет анализ полученных данных [47,53,55,80,108,113,149,170]. В ряде случаев (26-50%), после эндовитреального вмешательства по поводу плавающих помутнений стекловидного тела отмечалось повышение остроты зрения, не связанное с катарактальной хирургией [108,109,136,137].

Следует отметить, что витрэктомия имеет риск интра- и послеоперационных осложнений таких как катаракта, разрывы и отслойки сетчатки, эндофтальмит. Наиболее частым осложнением витрэктомии является развитие катаракты. Частота ее развития составляет 53-76% [53,108,170]. Ведущей теорией ее развития является повышение интравитреального уровня кислорода в ходе оперативного вмешательства, накопление его активных форм, окислительный стресс и, как следствие, формирование помутнений в хрусталике [86,149,193]. Интересный факт был отмечен в исследовании Veebe D.C., с соавторами (2011), где было выявлено, что наличие у пациента ишемической формы диабетической ретинопатии снижает риск развития катаракты из-за более низкого содержания кислорода в витреальной полости [33]. В последующем была предложена методика частичной витрэктомии с сохранением передних отделов стекловидного тела для защиты хрусталика от активных форм кислорода [86,149].

Реже встречаются такие осложнения, как разрывы и отслойки сетчатки. Вероятность развития ретинальных разрывов составляет 11,6-32,1% [47,53,149], а частота встречаемости регматогенной отслойки сетчатки составляет 2,2-10,9% [53,55,80,107,108,113,136,137,149,170]. В защиту данной методики рядом авторов была предложена витрэктомия без хирургической индукции задней отслойки стекловидного тела. По их мнению, это позволит снизить до минимума риск регматогенной отслойки сетчатки в послеоперационном периоде [86,91,149,182].

Эндофтальмит является наиболее грозным и тяжелым осложнением витреоретинальных вмешательств, однако, вероятность его развития составляет около 0,018-0,23% [77,100,125,126]. Следует отметить, что на риск развития данного осложнения влияет калибр витреотома, а также техника вкола порта для витреотома. Использование 23-25 G витреотомов, а также техника косого вкола порта позволят надежнее герметизировать зону операционного доступа, а следовательно снизить риск данного осложнения к минимуму [28,83,140,191]. Немаловажное значение имеет способ удаления порта по окончании операции. Было выяснено, что удаление порта с вставленным в него эндоосветителем, позволяет предотвратить выпадение остаточных волокон стекловидного тела в 93,2% случаев. В то время как применение временных заглушек перед извлечением портов позволяет повысить эту вероятность до 95,8% [149,169].

Тем не менее, несмотря на новые подходы и современное хирургическое оборудование риск развития осложнений сохраняется на высоком уровне, а с учетом высокой исходной остроты зрения у пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела большинство хирургов с осторожностью относятся к проведению хирургического вмешательства.

1.5.3. ИАГ-лазерный витреолизис

ИАГ-лазерный витреолизис применяется более 30 лет в клинической практике офтальмологов. Основоположниками технологии являются Franz Fankhauser и Daniele S. Aron-Rosa [24,62]. Рядом работ подтверждена эффективность лазерного воздействия в лечении плавающих помутнений стекловидного тела за счет частичного испарения, фрагментации, а также смещения из зрительной оси ППСТ [24,42,55,62,94,103,176]. Тем не менее, отсутствие широкого применения технологии в клинической практике обусловлено 3 группами технических факторов. Во-первых, малый угол конвергенции излучения и большой диаметр пятна первых ИАГ-лазеров обуславливал потребность в повышении энергии импульса, что неизбежно

приводило к увеличению риска развития осложнений и накладывало ограничения на возможность воздействия в стекловидном теле [24,55,62,103,176]. Во-вторых, ИАГ-лазерные установки предназначены для лечения заболеваний переднего отрезка глазного яблока, таких как вторичная катаракта и глаукома. Так, при рассечении вторичной катаракты или выполнении базальной иридотомии положение осветителя щелевой лампы не влияет на качество визуализации операционного поля. Напротив, при проведении лазерного витреолизиса, особенно в задней трети стекловидного тела, необходимо строго коаксиальное положение осветителя щелевой лампы для полноценной визуализации ППСТ и сетчатки [18,42,94,159]. В-третьих, большинство ИАГ-лазерных установок имеют такое техническое несовершенство, как частичное экранирование лазерного излучения в момент импульса при коаксиальном положении осветителя щелевой лампы. Это приводит к нарушению супергаусовского распределения лазерной энергии, снижению эффективности излучения, возникает необходимость в повышении энергии импульса для получения эффекта «оптического пробоя». Вышеперечисленная цепь событий приводит к увеличению риска развития осложнений [18,42,94,159].

В последние годы отмечается существенное повышение интереса к ИАГ-лазерной хирургии на заднем отрезке глазного яблока. Это связано с наличием на рынках-производителях более современных лазерных установок, в которых решены все недостатки предыдущих моделей. В частности, решен вопрос с экранированием лазерного излучения за счет подвижного осветителя щелевой лампы, который смещается книзу в момент импульса. Устранение данного технического несовершенства позволяет комбинировать прямое и боковое освещение, сохранять полноценную визуализацию в операционном поле, использовать более низкие энергетические параметры, тем самым повышая точность и безопасность воздействия [18,159]. С учетом того, что в современных моделях ИАГ-лазерных установок, диаметр пятна равен 8 мкм энергия импульса при сохранении клинической эффективности снижается как минимум в 1,5 раза, по сравнению с моделями установок с диаметром пятна 12 мкм [18].

На сегодняшний день, среди исследователей нет единого мнения относительно оценки эффективности лазерного лечения. Подавляющая часть авторов отмечали динамику качества зрения только по субъективным ответам пациента [24,42,55,62,94,103,174,176]. Так, Delaney Y.M. (2002) проводил анкетирование с применением нестандартизированных тест-опросники [55]. Aron-Rosa D. (1985) оценивала динамику биомикроскопической картины стекловидного тела до и после лазерного лечения [24]. В отличие от них Little H.L. и Jack R.L. (1986) за критерий эффективности лечения приняли повышение максимально скорректированной остроты зрения на 2 и более строчек [103]. Singh I. (2018) для оценки эффективности ИАГ-лазерного витреолизиса применял методику абберометрии при помощи прибора «Itrase» (Tracey Technologies, США), который позволяет оценивать изолированно aberrации стекловидного тела от других светопреломляющих структур глаза [61]. Тахчиди Х.П. с соавторами (2018) разработали способ оценки эффективности ИАГ-лазерного витреолизиса ППСТ в проекции зрительной оси у пациентов без макулярной патологии. Метод связан с определением среднего значения светочувствительности сетчатки при помощи микропериметрии, а также подсчетом среднего количества точек фиксации взора в минуту в течение 4 минут за пределами 2° от фовеа [17]. Недостатком данного метода является его субъективность, так как результат исследования зависит от ответов пациента, а также отсутствие возможности количественной оценки объема и плотности ППСТ в витреальной полости. Балалин А.С. с соавторами (2018) применял фоторегистрацию теней на сетчатке отбрасываемых ППСТ, с последующим их цифровым колориметрическим анализом по шкале яркости фона и среднего цвета глазного дна в графическом редакторе [2]. Схожий метод применяли Шаимова В.А. с соавторами и Singh P. (2018) при котором в ходе ОКТ-ангиографии анализировались зоны теней и полутеней на сетчатке от ППСТ, которые имитировали зоны неперфузии [22,159]. Однако, с учетом подвижности плавающих помутнений стекловидного тела данная методика, позволяющая оценить данные за площадь и интенсивность ППСТ, является недостоверным.

В отечественной литературе в 2013 году, описан опыт лазерного витреолизиса в лечении посттравматического и диабетического гемофтальма. Его эффективность на фоне консервативного лечения составила около 73,3%. Для оценки динамики лечения авторы измеряли снижение акустической плотности гемофтальма по данным ультразвукового исследования [1,6]. Также в 2014 году описан случай эффективности лазерного воздействия в лечении увеитов на фоне медикаментозной противовоспалительной и рассасывающей терапии. Динамику зрительных функций авторы исследовали методом измерения максимально скорректированной остроты зрения и отметили эффективность лечения в 66,6% случаев [5]. Катаргина Л.А. с соавторами (2015) проводила ИАГ-лазерный витреолизис плавающих помутнений в передних отделах стекловидного тела у детей с артефакцией после рассечения вторичной катаракты. Авторами было отмечено повышение остроты зрения на 0,01-0,4 после лазерного лечения [7].

Стоит отметить, что на сегодняшний день в доступной литературе недостаточно данных, касающихся изучения безопасности ИАГ-лазерного витреолизиса. Рядом авторов с этой целью была проведена оценка толщины перипапиллярного слоя нервных волокон сетчатки. При этом не было выявлено достоверных изменений данного показателя после лазерного лечения плавающих помутнений стекловидного тела [105], что свидетельствует о его достаточной безопасности.

Немаловажное значение имеет используемые энергетические параметры, а также наличие безопасного расстояния от ППСТ до структур глаза (сетчатка или хрусталик). Так, Delaney Y.M. (2002) с энергией импульса 1,2 мДж проводил лазерное вмешательство в 2 мм от сетчатки [55]. Напротив, Aron-Rosa D. (1985) и Tsai W.F. (1993) использовали более высокие энергетические параметры (10-15 мДж), но на минимальном расстоянии до заднего полюса глаза равном 4 мм [24,176]. При этом авторами не указан способ оценки расстояния от ППСТ до сетчатки или хрусталика. По данным литературы, единственным способом определения данного показателя является ультразвуковое исследование, где, его безопасным значением считается 3 мм и более [18,42,82,94,170]. Однако с учетом

подвижности стекловидного тела, способ обладает погрешностью, а также не позволяет контролировать положение ППСТ в ходе проведения лазерного лечения. [15,107,120].

Vogel A. (1994) в своем эксперименте изучал распространение энергии ИАГ-лазерной установки в среде, близкой к стекловидному телу. Автором было отмечено 3 зоны физических эффектов в точке фокусировки: центральная зона – формирование оптико-электрического пробоя, средняя зона – формирование кавитационных пузырьков, периферическая зона (и самая обширная) – зона ударной волны, которая вероятно обеспечивает повреждение смежных структур глаза. При этом диаметр ударной волны при энергии импульса - 5 мДж составляет 2,5 мм (в радиусе – 1,25 мм) [181]. С учетом экспоненциальной зависимости ударной волны от энергии импульса [181], можно считать, что повышение энергии импульса до 10 мДж не приведет к увеличению радиуса ударной волны более 3 мм.

Вероятность осложнений ИАГ-лазерного витреолизиса очень мала и по данным Karickhoff J. (2005) составляет менее 0,1% [94]. В литературе по данным различных авторов встречаются единичные случаи лазериндуцированных повреждений сетчатки, а также интравитреальных и субретинальных кровоизлияний [29,40,74,94], повреждения задней капсулы нативного и искусственного хрусталика [74,85,94,99,111,118,119], воспалительных явлений после лазерного лечения [24]. Также было отмечено 2 случая отслойки сетчатки [74]. Часть из них была связана с тракционным воздействием на витреоретинальные шварты [62]. Другая часть, вероятно, была обусловлена лечением плавающих помутнений стекловидного тела, находящихся на небезопасном расстоянии до сетчатки или задней капсулы хрусталика [24,53,62,103,176]. Большая часть авторов отмечает, что ятрогенные осложнения ИАГ-лазерного витреолизиса ППСТ встречаются на начальном этапе освоения технологии [29,40,42,85,94,99,111,118,119,159]. Стойкая офтальмогипертензия после лазерного лечения плавающих помутнений стекловидного тела это наиболее серьезное и грозное осложнение, описанное в литературе [50,74]. Cowan Lisa A. (2015) связывала повышение внутриглазного давления с миграцией клеточных

элементов в переднюю камеру глаза и ухудшением оттока внутриглазной жидкости [50].

Таким образом, важность точной диагностики и совершенствования современных методов лечения плавающих помутнений стекловидного тела обусловлена высоким уровнем субъективных жалоб пациентов и их потребностью в высоком качестве зрения. Отсутствие общепринятых стандартов диагностики органа зрения при наличии ППСТ, оценки их влияния на зрительные функции представляет определенные трудности при выборе необходимого метода лечения пациентов. На сегодняшний день одной из главных проблем является отсутствие методик интраоперационной оценки безопасного расстояния от ППСТ до структур глаза, а также способа объективной оценки результатов лазерного лечения. Нет тест-опросников, позволяющих полноценно оценивать субъективное качество зрения пациентов с ППСТ в витреальной полости. Разработка алгоритма обследования пациентов с применением современных методов, несомненно, представляется одной из важнейших задач. Анализ имеющихся на сегодняшний день исследований в данном направлении свидетельствует об отсутствии четких классификаций плавающих помутнений стекловидного тела, недостаточно данных о результатах ИАГ-лазерного лечения различных типов ППСТ, что необходимо для выработки показаний и противопоказаний к применению данного метода. По данным литературы, современные тенденции диктуют стремление к выбору активной и неинвазивной тактики лечения пациентов с ППСТ. С учетом совершенствования лазерных установок и развития диагностических методов оценки анатоμο-функционального состояния глаза в настоящее время имеются все предпосылки к широкому распространению ИАГ-лазерного витреолизиса в клинической практике.

Глава 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Общая характеристика пациентов

Клиническое исследование основано на анализе результатов диагностики и лечения 128 глаз 128 пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела, а также 30 здоровых добровольцев схожего половозрастного состава. При этом возраст пациентов колебался от 35 до 68 лет и в среднем составил $53,05 \pm 8,3$ года, среди них 82 мужчин (51,56%) и 76 женщин (48,44%).

Из общего количества пациентов в **первый этап** исследования - оценка индивидуальных психологических особенностей пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела - по принципу рандомизации были отобраны 30 человек с первичными ППСТ в витреальной полости и наличием жалоб на плавающие «мушки» в поле зрения, а также 30 человек с первичными ППСТ в витреальной полости и отсутствием жалоб. Возраст пациентов варьировался от 40 до 60 лет и в среднем составил $53,46 \pm 8,4$ года, среди них 32 мужчин (53,33%) и 28 женщин (46,66%). Оценку психологического статуса пациентов проводили с применением тестов Кеттелла и Леонгарда-Шмишека. Для исследования субъективного качества зрения использовали метод анкетирования по стандартизированному тест-опроснику VF-14 и разработанному для пациентов с ППСТ нестандартизированному тест-опроснику.

Во **второй этап** исследования - анализ клинико-функциональных результатов - из общего количества пациентов вошли 98 человек (98 глаз). Возраст пациентов варьировался от 39 до 60 лет и в среднем составил $52,36 \pm 7,9$ года, среди них 49 мужчин (50%) и 49 женщин (50%). Критериями включения явились: жалобы на плавающие «мушки» в поле зрения в течение 2 месяцев и более; наличие первичного типа ППСТ в витреальной полости; расстояние от плавающих помутнений стекловидного тела до сетчатки или хрусталика 3 мм и более, 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.

При выявлении в ходе офтальмоскопии периферических очагов дистрофии, разрывов и локальной отслойки сетчатки проводилась барьерная лазеркоагуляция сетчатки по стандартной методике.

Все пациенты второго этапа были распределены по принципу рандомизации на две клинические группы: **основная (1)** – где проводили лазерное лечение (68 глаз), **контрольная (2)** – наблюдение естественного течения процесса (30 глаз), а также **группа сравнения (3)** – здоровые добровольцы (30 глаз) для сравнительной оценки степени зрительных нарушений у пациентов с ППСТ. В основной группе на основе офтальмоскопии, а также данных ультразвукового сканирования витреальной полости были выделены три подгруппы в зависимости от исходного типа ППСТ: «**I**» - кольца Вейса, «**II**» - облаковидные помутнения, «**III**» - мембранозные помутнения (Таблица 1). Данное разделение было эмпирическим, вследствие их различного строения и ответа на лазерное лечение. Это соответствует данным литературы, где Brasse К. (2019) по анатомическому принципу выделил аналогичные типы ППСТ [42].

Таблица 1 – Распределение пациентов в клинических группах и подгруппах

Группа	Основная			Контроль	Сравнения
	(1)				
Подгруппа	I	II	III	(2)	(3)
Количество глаз	24	22	22	30	30
Средний возраст (M±σ)	59,04±7,5	53,05±8,4	52,46±8,2	54±8,9	53±7,6
Мужчины/женщины	10/14	11/11	10/12	14/17	15/15

Статистически значимых различий между группами и подгруппами по возрасту и полу выявлено не было ($p > 0,05$).

Обследование пациентов в клинических группах и подгруппах проводилось до начала лечения, а также в сроки 1 неделя, 1, 3, 6 и 12 месяцев после операции.

Длительность заболевания от момента появления жалоб и первых симптомов до выявления плавающего помутнения стекловидного тела варьировала от 2 до 12 месяцев.

Проведение комплекса стандартных и специальных методов обследования, а также лазерное лечение пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела проводилось в отделе лазерной хирургии сетчатки ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России».

2.2. Методы обследования органа зрения

Всем пациентам проводили стандартные и специальные методы обследования для оценки структурных изменений стекловидного тела, функционального состояния органа зрения, а также качества жизни и зрения испытуемых.

Стандартное офтальмологическое обследование включало: визометрию, тонометрию, периметрию, ультразвуковую эхобиометрию, биомикроскопию переднего отрезка глаза и стекловидного тела, офтальмоскопию.

В ходе визометрии измерялась не скорректированная острота зрения (НКОЗ) и максимально скорректированная острота зрения (МКОЗ) по классической методике. Оценка рефракции глаз проводилась при помощи автокераторефрактометра «RM-8900», проектора знаков «АСР-8», а также электронного фороптера «CV-5000» или стандартного набора очковых линз (Торсон, Япония).

Тонометрия проводилась при помощи бесконтактного компьютерного тонометра «СТ-80» (Торсон, Япония) и в случае необходимости дополнялась контактным методом с применением аппланационного тонометра Маклакова массой 10 грамм и линейки Поляка.

Для оценки периферических границ поля зрения, а также выявления относительных и абсолютных скотом проводилась статическая периметрия на приборе «LD-400» (DICON, Германия).

Измерение глубины передней камеры глаза, толщины хрусталика, длины передне-задней оси глаза проводилась в ходе ультразвуковой эхобиометрии при помощи офтальмологического сканера «Eye Cubed» (Ellex, Австралия).

Биомикроскопия переднего отрезка глаза и стекловидного тела проводилась с использованием щелевой лампы «SL 120» (Carl Zeiss Meditec AG, Германия).

С целью осмотра глазного дна проводилась прямая и обратная офтальмоскопия бесконтактно при помощи асферической линзы «Ocular MaxField 78D» и контактным методом с применением 3-зеркальной линзы Гольдмана «OG3MA» (Ocular Instruments, США); исследование выполнялось в условиях медикаментозного мидриаза с использованием щелевой лампы в прямом, непрямом и проходящем свете.

В ходе офтальмоскопии оценивалось состояние стекловидного тела, тип, локализация и траектория движения ППСТ. Также оценивались цвет, границы и экскавация диска зрительного нерва, положение сосудистого пучка, соотношение артерий к венам, состояние макулярной зоны. При оценке состояния средней и крайней периферии сетчатки пристального внимания заслуживало наличие дистрофических очагов, разрывов, локальных отслоек сетчатки, а также витреоретинального тракционного компонента.

Для детального изучения влияния плавающих помутнений стекловидного тела на зрительные функции, качество зрения и жизни в целом, а также оценки структурных изменений сетчатки в случае развития осложнений в ходе лазерного лечения проводился комплекс **специальных** методов исследования. Он включал измерение контрастной чувствительности, анкетирование, ультразвуковое В-сканирование стекловидного тела, фоторегистрацию плавающих помутнений стекловидного тела, спектральную оптическую когерентную томографию сетчатки.

Для измерения контрастной чувствительности у пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела применялась компьютерная программа «Freiburg Visual Acuity and Contrast Test». Обследование проводилось в мезопических условиях в затемненной комнате, после 5-ти минутной темновой адаптации, в полной очковой коррекции имеющейся аметропии, монокулярно. В основе метода лежит визуализация пациентом на экране монитора колец Ландольта с ориентацией разрыва в 8 возможных положениях. В ходе исследования при каждом ответе изменяется соотношение контрастности предъявляемого опто типа и предъявляемого фона. По окончании обследования выдается результат в виде индекса Вебера (%W), при этом, чем *ниже* показатель, тем *выше* контрастная чувствительность у пациента.

Оценка субъективных ощущений проводилась с применением стандартизированного и не стандартизированного тест-опросников. Результат анкетирования обоих тестов для облегчения последующего сравнения представляется в %, где 100% - наилучшее качество зрения, 0% - наихудшее.

Для оценки акустической плотности ППСТ, а также их расстояния до сетчатки или хрусталика проводилось ультразвуковое исследование витреальной полости при помощи офтальмологического сканера «Aviso» (Quantel Medical, Франция) в режиме В-скан, в положении сидя, транспальпебрально.

Фоторегистрация плавающих помутнений стекловидного тела осуществлялась с помощью цифровой фундус-камеры «Visucam 500» (Carl Zeiss Meditec AG, Германия) с получением цветного изображения заднего полюса глаза с углом обзора 30 и 45°, а также встроенной в ИАГ-лазерную установку фотокамеры «EOS 650D» (Canon, Япония). Фотосъемка проводилась в условиях затемненного помещения при взгляде прямо перед собой. Методом фоторегистрации оценивали форму, размер и локализацию плавающих помутнений в стекловидном теле. Возможность фотоархивирования в компьютерной базе данных также позволило проводить сравнительную характеристику фото-изображений в разные сроки до и после лечения.

В случае развития осложнений для изучения характера лазериндуцированных повреждений оболочек глаз проводилась спектральная оптическая когерентная томография сетчатки. Выполнялась серия из 4-5 одиночных ОКТ-сканов шириной 6 мм, проведенных в разных меридианах в зоне хориоретинального повреждения.

Оценка индивидуальных психологических особенностей пациентов с ППСТ проводилась в ходе анкетирования при помощи тестов Кеттелла и Леонгарда-Шмишека.

При применении теста Кеттелла (Рисунок 1) пациенту предъявляется 187 вопросов, характеризующих определенные факторы психотипа. Результаты ответов на вопросы резюмируются в биполярной форме в баллах, где выраженность шкал измеряются «высокими» баллами («+») – более 8 и «низкими» баллами («-») – менее 3 [45].

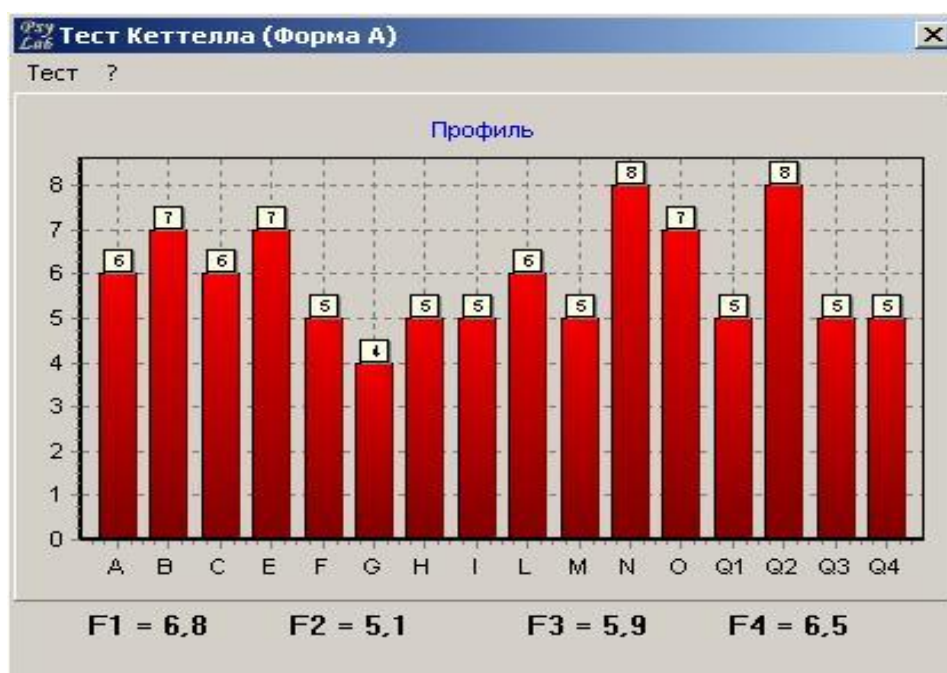


Рисунок 1 - Пример результата анкетирования тестом Кеттелла

Характеристика шкал личности [45].

Шкала А «-»: Скрытность, замкнутость, наличие сложностей в установлении контакта с окружающими людьми.

Шкала А «+»: Общительность, открытость, легкость в установлении контакта с окружающими людьми.

Шкала В «-»: Наличие ригидного и конкретного характера мышления, низкая сообразительность при решении задач.

Шкала В «+»: Гибкий и абстрактный характер мышления, высокая сообразительность при решении задач.

Шкала С «-»: Наличие эмоциональной неустойчивости, переменчивости в настроении и интересах в жизни.

Шкала С «+»: Эмоциональная устойчивость, стабильность настроения, наличие постоянных интересов в жизни.

Шкала Е «-»: Наличие таких черт как мягкость, податливость, зависимость, скромность.

Шкала Е «+»: Независимость, самостоятельность характера, упорство и уверенность в себе.

Шкала F «-»: Наличие таких черт как осторожность, рассудительность, пессимизм, беспокойство о будущем.

Шкала F «+»: Беспечность, экспрессивность, оптимизм, жизнерадостность.

Шкала G «-»: Отсутствие организованности, безответственность, беспринципность характера, склонность к асоциальному поведению.

Шкала G «+»: Организованность, ответственность, принципиальность, сознательность в поведении.

Шкала H «-»: Наличие таких качеств как робость, застенчивость, нерешительность, пассивность в межличностных взаимоотношениях.

Шкала H «+»: Смелость, предприимчивость, уверенность, проявление активности в межличностных взаимоотношениях.

Шкала I «-»: Наличие таких качеств как циничность, скептицизм, эмоциональная холодность, жесткость характера.

Шкала I «+»: Сентиментальность, восприимчивость, впечатлительность, склонность к эмпатии и сопереживанию.

Шкала L «-»: Наличие таких качеств как доверчивость, открытость, дружелюбность, терпимость к окружающим.

Шкала L «+»: Осторожный, закрытый, эгоцентричный, настороженный по отношению к другим тип характера.

Шкала M «-»: Наличие таких качеств как практичность, прозаичность, материализм, ориентация на внешние факторы.

Шкала M «+»: Мечтательность, наличие богатого воображения, склонность к формированию иллюзий, ориентация на внутренние ощущения.

Шкала N «-»: Наличие таких качеств как прямолинейность, непосредственность, бестактность, откровенность, довольствие тем, что есть.

Шкала N «+»: Изысканность, утонченность, проницательность, чуткость, расчетливость характера.

Шкала O «-»: Наличие таких качеств как жизнерадостность, уверенность в себе и в своих силах, позитивность мышления, безмятежность поведения.

Шкала O «+»: Беспокойство, ипохондричность, неуверенность в себе и своих силах, негативность мышления, ранимость.

Шкала Q1 «-»: Консерватизм взглядов, устойчивость к традициям, конкретность мышления, сопротивление переменам.

Шкала Q1 «+»: Радикализм взглядов, склонность к переменам, нововведениям, аналитическое мышление, экспериментаторство.

Шкала Q2 «-»: Наличие зависимости от чужого мнения, отсутствие самостоятельности, требование социального одобрения.

Шкала Q2 «+»: Независимость от мнения окружающих, самостоятельность, ориентация на собственное мнение.

Шкала Q3 «-»: Низкая самодисциплина и контроль над своим поведением, ориентация на собственные желания, спонтанность.

Шкала Q3 «+»: Высокая самодисциплина и контроль над своим поведением, развитая воля, целенаправленность.

Шкала Q4 «-»: Расслабленность, внутренняя удовлетворенность, низкая мотивация, невозмутимость.

Шкала Q4 «+»: Напряженность, внутренняя неудовлетворенность, высокая мотивация, фрустрированность.

Анкетирование тестом Леонгарда-Шмишека (Рисунок 2) включает 88 вопросов – и предполагает исследование пациента на предмет «заострения» тех или иных черт личности. В ходе анкетирования полученные ответы сравниваются с ключом представленным ниже (Рисунок 3). При совпадении ответа пациента с ключом – ставится 1 балл, сумма полученных баллов является первичным результатом.

РЕГИСТРАЦИОННЫЙ ЛИСТ

дата исследования _____

Ф.И.О. _____

год рождения _____ образование _____

профессия _____

Подчеркните (обведите) нужный ответ напротив соответствующего номера вопроса в опроснике:

1.	<input checked="" type="radio"/> да нет	23.	да нет	45.	<input checked="" type="radio"/> да нет	67.	<input checked="" type="radio"/> да нет
2.	да нет	24.	<input checked="" type="radio"/> да нет	46.	<input checked="" type="radio"/> да нет	68.	да нет
3.	да нет	25.	<input checked="" type="radio"/> да нет	47.	да нет	69.	да нет
4.	да нет	26.	да нет	48.	да нет	70.	да нет
5.	да нет	27.	да нет	49.	да нет	71.	да нет
6.	да нет	28.	да нет	50.	да нет	72.	да нет
7.	да нет	29.	<input checked="" type="radio"/> да нет	51.	да нет	73.	да нет
8.	да нет	30.	да нет	52.	<input checked="" type="radio"/> да нет	74.	да нет
9.	<input checked="" type="radio"/> да нет	31.	<input checked="" type="radio"/> да нет	53.	да нет	75.	да нет
10.	да нет	32.	да нет	54.	да нет	76.	да нет
11.	<input checked="" type="radio"/> да нет	33.	да нет	55.	да нет	77.	<input checked="" type="radio"/> да нет
12.	<input checked="" type="radio"/> да нет	34.	да нет	56.	<input checked="" type="radio"/> да нет	78.	да нет
13.	да нет	35.	да нет	57.	да нет	79.	да нет
14.	да нет	36.	да нет	58.	да нет	80.	да нет
15.	да нет	37.	<input checked="" type="radio"/> да нет	59.	<input checked="" type="radio"/> да нет	81.	да нет
16.	да нет	38.	да нет	60.	да нет	82.	да нет
17.	да нет	39.	да нет	61.	да нет	83.	да нет
18.	да нет	40.	<input checked="" type="radio"/> да нет	62.	да нет	84.	<input checked="" type="radio"/> да нет
19.	<input checked="" type="radio"/> да нет	41.	да нет	63.	<input checked="" type="radio"/> да нет	85.	<input checked="" type="radio"/> да нет
20.	да нет	42.	да нет	64.	да нет	86.	да нет
21.	да нет	43.	<input checked="" type="radio"/> да нет	65.	да нет	87.	да нет
22.	да нет	44.	да нет	66.	да нет	88.	да нет

Рисунок 2 - Пример результата анкетирования тестом Леонгарда-Шмишека

Далее производится перерасчет первичных баллов в окончательные по специальным коэффициентам, представленным ниже (Рисунок 3) с получением окончательных баллов. На их основе строится профиль личности пациентов. Критерием «заострения» одной или нескольких черт личности является превышение 12 баллов [10].

1. Г-1 <i>Гипертимы</i> х3 (умножить значение шкалы на 3)	+ : 1, 11, 23, 33, 45, 55, 67, 77 - : нет
2. Г-2 <i>Возбудимые</i> х2	+ : 2, 15, 24, 34, 37, 56, 68, 78, 81 - : 12, 46, 59
3. Г-3 <i>Эмотивные</i> х3	+ : 3, 13, 35, 47, 57, 69, 79 - : 25
4. Г-4 <i>Педантичные</i> х2	+ : 4, 14, 17, 26, 39, 48, 58, 61, 70, 80, 83 - : 36
5. Г-5 <i>Тревожные</i> х3	+ : 16, 27, 38, 49, 60, 71, 82 - : 5
6. Г-6 <i>Циклотимные</i> х3	+ : 6, 18, 28, 40, 50, 62, 72, 84 - : нет
7. Г-7 <i>Демонстративные</i> х2	+ : 7, 19, 22, 29, 41, 44, 63, 66, 73, 85, 88 - : 51
8. Г-8 <i>Неуравновешенные</i> х3	+ : 8, 20, 30, 42, 52, 64, 74, 86 - : нет
9. Г-9 <i>Дистимные</i> х3	+ : 9, 21, 43, 75, 87 - : 31, 53, 65
10. Г-10 <i>Экзальтированные</i> х6	+ : 10, 32, 54, 76 - : нет

Рисунок 3 – Ключ к результатам анкетирования тестом Леонгарда-Шмишека

Интерпретация типов личности [10].

1. Демонстративный тип - наличие живого характера поведения, легкость в межличностных взаимоотношениях, потребность в восхищении, сочувствии, уважении со стороны окружающих.

2. Застревающий тип – наличие заикленности на событиях и внутренних переживаниях, занудство, уязвимость и обидчивость в общении, подозрительность.

3. Педантичный тип – наличие скрупулезности, пунктуальности, усидчивости в работе, склонность к перфекционизму, переживаниям произошедших событий, формализму и самопроверкам.

4. Возбудимый тип – наличие низкого контроля над своим поведением, ориентация на внутренние физиологические влечения, склонность к импульсивности, конфликтности, неуправляемости.

5. Гипертимный тип – наличие веселого и озорного поведения, оптимистичный настрой на будущее, высокая самооценка, общительность, легкость на подъем, самостоятельность.

6. Дистимный тип – наличие подавленного настроения, пессимистичный настрой на будущее, низкая самооценка, замкнутость, слабоволие, медлительность, зависимость от окружающих.

7. Тревожный тип – наличие внутренней напряженности, неуверенность в себе и своих силах, чувствительность, застенчивость, ранимость, обидчивость, склонность к переживаниям и самобичеванию.

8. Экзальтированный тип – наличие возбудимого поведения, влюбчивый характер, склонность к восторжению и восхищению окружающими событиями, людьми, пейзажами.

9. Эмотивный тип – наличие восприимчивого характера поведения, тревожность и чувствительность характера, отзывчивость и мягкосердечность, гуманность, склонность к сопереживанию и эмпатии.

10. Циклотимный тип – склонность к частой смене гипертимных (общительность, активная деятельность, быстрое мышление) и дистимных (замкнутость, медлительность, ригидность мышления) состояний, наличие переменчивого настроения.

2.3. Методика ИАГ-лазерного витреолизиса

На глаз пациента после инстилляционной анестезии (2-хкратно) для доставки и фокусировки лазерной энергии устанавливалась контактная линза, выбор которой обусловлен локализацией ППСТ: «Reyman 18 mm» (Ocular, США) – для ППСТ в передней трети витреальной полости, «Karickhoff 23» (Ocular, США) – для ППСТ в средней трети витреальной полости, «Karickhoff 25 mm of axis» (Ocular, США) – для ППСТ в задней трети витреальной полости, а также нецентрально расположенных ППСТ относительно зрительной оси.

ИАГ-лазерный витреолизис производился на установке «Ultra Q Reflex» (Elex, Австралия) с техническими параметрами: длина волны 1064 нм, диаметр пятна 8 мкм, длительность импульса 4 нс. Подбор энергии начинался с 1 мДж с дальнейшим постепенным повышением до получения «эффективного» импульса, который сопровождался оптическим пробоем, фрагментацией структуры и/или испарением ППСТ. Для сохранения положения плавающего помутнения стекловидного тела в пределах зоны, доступной визуальному контролю, ИАГ-лазерный витреолизис производился от края ППСТ с последовательным продвижением к центру. Данная технология позволяет поддерживать плавающее помутнение стекловидного тела в пределах зоны, доступной визуальному контролю, а также последовательно, максимально эффективно и безопасно испарять и фрагментировать ППСТ.

За один сеанс ИАГ-лазерного витреолизиса производилось от 100 до 1000 импульсов с энергией 1-10 мДж (рекомендованные ограничения фирмами производителей лазерного оборудования) [63], в течение которого добивались наиболее полной фрагментации имеющихся ППСТ в витреальной полости. При достижении максимального количества импульсов сеанс прекращался вне зависимости от остаточного количества плавающих помутнений стекловидного тела в целях профилактики лазериндуцированного повышения внутриглазного давления и реактивных воспалительных реакций со стороны цилиарного тела и хориоретинального комплекса. Максимальная энергия в импульсе была обусловлена техническими ограничениями лазерной установки и положением ППСТ в витреальной полости. При сохранении у пациента жалоб на наличие плавающих помутнений стекловидного тела проводились дополнительные сеансы ИАГ-лазерного витреолизиса на контрольных осмотрах.

2.4. Методы статистической обработки полученных результатов

При создании первичной базы данных, а также построении графиков использовался редактор электронных таблиц «Excel» из пакета приложений

«Microsoft Office 2013» (Microsoft, США). Расчет необходимого объема выборки и статистическая обработка результатов клинического исследования осуществлялись с помощью программы «STATISTICA 10» (StatSoft, США).

Результаты описательной статистики представлены в виде $M \pm \sigma$, где M – среднее значение, а σ – стандартное отклонение. С учетом того, что все исследуемые показатели имели нормальное распределение (тест Шапиро-Уилка), в работе были использованы параметрические методы статистики. Наличие выбросов проверялось методом «3-х сигм». Для определения различий между полученными результатами лечения в различные сроки наблюдения относительно исходных значений в каждой группе и подгруппе применялся t-критерий Стьюдента для повторных измерений (зависимых выборок). Для оценки достоверности различий результатов в исследуемых группах и подгруппах между собой на каждом сроке наблюдения использовался t-критерий Стьюдента для независимых переменных. Для сравнения эффективности разработанного оптического и ультразвукового методов оценки безопасного расстояния ППСТ применялся тест Блэнда-Альтмана. Статистическая значимость различий была принята за $p < 0,05$.

Глава 3. АНАЛИЗ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА И СУБЪЕКТИВНОГО КАЧЕСТВА ЗРЕНИЯ

Целью данной главы явились анализ влияния индивидуальных психологических особенностей на формирование жалоб у пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела на плавающие «мушки» в поле зрения, а также разработка тест-опросника, позволяющего оценивать субъективное качество зрения у данных пациентов в динамике.

3.1. Оценка индивидуальных психологических особенностей

Первым этапом в данном разделе был проведен сравнительный анализ индивидуальных психологических особенностей у 2 групп пациентов с наличием плавающих помутнений стекловидного тела в витреальной полости: с наличием жалоб на плавающие «мушки» в поле зрения (30 человек) – основная группа и отсутствием жалоб на плавающие «мушки» в поле зрения (30 человек) – контрольная группа. Всех испытуемых анкетировали при помощи 2 психологических тест-опросников – Леонгарда-Шмишека (88 вопросов) и Кеттелла (187 вопросов). Результаты анкетирования пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела психологическими тест-опросниками представлены ниже (Таблица 2,3).

Таблица 2 – Результаты анкетирования тестом Кеттелла

Фактор (шкала)	Основная группа	Контрольная группа	p-value*
Замкнутость – Общительность (А)	4,92±1,78	5,34±2,97	0,24**
Конкретное – Абстрактное мышление (В)	7,67±2,17	7,56±2,34	0,21**
Эмоциональная нестабильность – Эмоциональная стабильность (С)	6,58±1,51	6,45±3,75	0,35**
Подчиненность – Доминантность (Е)	5,75±1,75	5,23±3,68	0,45**
Сдержанность – Экспрессивность (F)	5,50±1,42	5,55±4,45	0,72**
Низкая нормативность поведения – Высокая нормативность поведения (G)	4,33±1,56	5,00±3,14	0,10**
Робость – Смелость (Н)	6,67±1,94	6,50±2,58	0,27**
Жестокость – Чувствительность (I)	5,33±1,61	5,75±4,25	0,26**
Доверчивость – Подозрительность (L)	4,92±0,93	5,00±2,00	0,32**
Практичность – Мечтательность (M)	5,75±1,13	5,17±3,78	0,36**
Прямолинейность – Дипломатичность (N)	5,00±1,67	4,76±1,92	0,33**
Спокойствие – Тревожность (O)	5,67±1,50	5,02±1,89	0,16**
Консерватизм – Радикализм (Q1)	6,00±1,00	6,45±1,46	0,23**
Конформизм – Нонконформизм (Q2)	5,92±1,92	6,28±1,76	0,28**
Низкий – Высокий самоконтроль (Q3)	5,25±1,29	5,78±1,58	0,18**
Расслабленность – Напряженность (Q4)	4,58±1,35	4,72±1,65	0,29**

* p-value - t-тест Стьюдента для независимых переменных

** достоверных изменений не выявлено

При сравнительном анализе результатов анкетирования пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела психологическим тест-опросником Кеттелла статистически значимого отличия между группами пациентов выявлено не было ни по одному из факторов личности ($p > 0,05$).

Таблица 3 – Результаты анкетирования тестом Леонгарда-Шмишека

Тип личности	Основная группа	Контрольная группа	p-value*
Гипертимный	13,75±3,88	12,98±3,58	0,11**
Возбудимый	14,83±2,64	13,56±2,34	0,08**
Эмотивный	14,28±4,12	14,47±3,79	0,22**
Педантичный	12,50±3,42	12,23±3,68	0,24**
Тревожный	7,27±5,75	6,51±4,45	0,07**
Циклотимный	11,58±3,33	12,21±3,14	0,09**
Демонстративный	14,50±2,58	14,13±2,76	0,26**
Неуравновешенный	10,78±4,21	10,75±4,25	0,72**
Дистимный	12,45±2,14	12,06±3,18	0,21**
Экзальтированный	10,17±3,78	10,79±4,72	0,15**

* p-value - t-тест Стьюдента для независимых переменных

** достоверных изменений не выявлено

При сравнительном анализе результатов анкетирования пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела психологическим тест-опросником Леонгарда-Шмишека статистически значимого отличия между группами пациентов выявлено не было ни по одному из типов личности ($p > 0,05$).

3.2. Разработка тест-опросника для оценки субъективного качества зрения

На втором этапе в данном разделе был разработан тест-опросник для оценки субъективного качества зрения у пациентов с ППСТ, а также проведен сравнительный анализ результатов анкетирования стандартизированным (VF-14) и специальным - разработанным для пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела тест-опросниками. Анкета VF-14 состоит из 14 вопросов, характеризующих качество зрения в целом (Рисунок 4).

Имя пациента: _____ Дата рождения: _____ Дата визита: _____

Опросник качества жизни VF-14

Насколько сложно Вам выполнять следующие действия **по причине Вашего зрения?**
 Поставьте пометки, которые характеризуют, насколько сложно Вам выполнять эти действия, даже в очках.

Если Вы не выполняете какие-либо из перечисленных действий по несвязанным со зрением причинам, обведите «н/п» (не применимо).

Действие		Нет проблем	Немного	Средне	Значительно	Не могу делать
1. Чтение мелкого шрифта, такого как на этикетках лекарственных препаратов, в телефонных книгах, на этикетках продовольственных товаров	н/п	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Чтение газет или книг	н/п	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Чтение крупного книжного или газетного шрифта, распознавание цифр на телефоне	н/п	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Узнавание людей с близкого расстояния	н/п	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Способность различать пороги, ступени лестницы, бордюры тротуаров	н/п	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Чтение дорожных знаков, уличных указателей или вывесок на магазинах	н/п	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Выполнение мелкой ручной работы наподобие шитья, вязания, вышивания, работ по дереву	н/п	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Заполнение бланков и квитанций	н/п	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Участие в настольных играх, таких как лото, домино, карты.	н/п	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Занятие спортом, таким как игры с мячом, теннис, боулинг	н/п	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Приготовление пищи	н/п	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Просмотр телевизора	н/п	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Вождение автомобиля в светлое время суток	н/п	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Вождение автомобиля в темное время суток	н/п	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Рисунок 4 - Стандартизированный опросник (VF-14).

В ходе анкетирования пациент делает пометки в соответствующих колонках напротив каждого вопроса. Расчет результатов анкетирования производится по схеме, представленной ниже (Рисунок 5), при этом значение 100% – наилучшее качество зрения, 0% – наихудшее.

Для служебного использования: (с) к-во пометок в колонке
(f) взвешенное значение

x4 =	x3 =	x2 =	x1 =	0

С = суммарное количество пометок в колонках
F = сумма взвешенных значений
V = конечное количество баллов VF-14:

(F _____ / C _____) x 25 =

Рисунок 5 – Ключ к расчету результатов анкетирования

Однако данная анкета не содержит вопросы касательно качественных и количественных характеристик плавающих помутнений стекловидного тела. В связи с чем было принято решение добавить к вопросам стандартизированной анкеты (VF-14) специфические вопросы, такие как: количество плавающих «мушек» в глазах; размер плавающих «мушек» в глазах; плотность плавающих «мушек» в глазах; частота появления плавающих «мушек» в глазах, а также модифицировать некоторые вопросы. Конечный вариант разработанного тест-опросника представлен ниже (Рисунок 6). При этом, все вопросы имеют бальную систему оценки от 0 до 4 баллов, где 0 – отсутствие жалоб, 4 балла – максимальная выраженность жалоб. Далее баллы складываются, при этом диапазон варьируется от 0 до 64. Сумму считают конечным ответом.

Для стандартизации и сравнения с анкетой VF – 14 производится пересчет баллов в проценты, а именно суммарный балл анкетирования делится на количество вопросов с ответами пациента, полученное среднее значение умножается на 25. При этом 0% – наилучшее качество зрения, 100% - наихудшее.

Далее для сравнительного анализа 30 пациентам, участвовавшим в анкетировании по оценке индивидуальных психологических особенностей, предъявлялись обе анкеты по оценке субъективного качества зрения: VF-14 и разработанный тест-опросник.

Дополнительно, для сравнения стандартизированного тест-опросника с разработанным, было произведено инвертирование результатов анкетирования последним, а именно - от 100% отнимается результат, полученный разработанным тест-опросником, где 0% – максимальная выраженность жалоб, 100% - отсутствие жалоб.

Сравнительный анализ субъективного качества зрения показал его достоверное улучшение ($p < 0,05$) при использовании разработанного тест-опросника с $63,05 \pm 23,35$ до $82,24 \pm 14,35$. Напротив, при анкетировании с применением стандартизированного тест-опросника (VF-14) отмечалось отсутствие достоверного ($p > 0,05$) повышения уровня субъективных жалоб с $75,05 \pm 21,25$ до $80,18 \pm 15,16$. При этом пациент отмечал субъективное улучшение (Таблица 4).

Таблица 4 – Сравнительный анализ субъективного качества зрения тест-опросниками

Срок наблюдения	Тест-опросник	
	Разработанный	VF-14
До операции	$63,05 \pm 23,35$	$75,05 \pm 21,25$
1 неделя	$86,15 \pm 18,65^*$	$79,23 \pm 19,36$
1 месяц	$82,24 \pm 14,35^*$	$80,18 \pm 15,16$
3 месяца	$84,61 \pm 19,02^*$	$76,03 \pm 20,01$
6 месяцев	$81,95 \pm 16,45^*$	$78,12 \pm 18,56$
12 месяцев	$81,76 \pm 18,25^*$	$79,32 \pm 17,02$

*t-тест Стьюдента для повторных измерений ($p < 0,05$)

ФИО	Дата
<p>ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ (1-12 вопрос): нет затруднений - 0 баллов, небольшая сложность - 1 балл, умеренная сложность - 2 балла, с большим трудом - 3 балла, невозможно сделать - 4 балла</p>	
	Ответ...
<i>Есть ли у вас трудности...</i>	
1. При чтении мелкого шрифта: (В очках или контактных линзах)	_____ баллов
2. При чтении крупного шрифта: (В очках или контактных линзах)	_____ баллов
3. При распознавании лиц людей: (В очках или контактных линзах)	_____ баллов
4. При вождения автомобиля: (В очках или контактных линзах)	_____ баллов
5. Чтобы увидеть ступеньки, лестницы, бордюры: (В очках или контактных линзах)	_____ баллов
6. Чтобы увидеть дорожные знаки, вывески магазинов: (В очках или контактных линзах)	_____ баллов
7. При выполнении ручной работы (шитье, вязание и т.д): (В очках или контактных линзах)	_____ баллов
8. Выписывать чеки, заполнять формы, анкеты: (В очках или контактных линзах)	_____ баллов
9. При работе за компьютером: (В очках или контактных линзах)	_____ баллов
10. Участвовать в спортивных мероприятиях (футбол, волейбол, баскетбол, гандбол и т.д): (В очках или контактных линзах)	_____ баллов
11. Готовить еду: (В очках или контактных линзах)	_____ баллов
12. Смотреть телевизор: (В очках или контактных линзах)	_____ баллов
13. Количество плавающих "пятен" в обоих глазах: 1 "пятно" - 1 балл, 2 - 2 балла, 3 - 3 балла, 4 и более - 4 балла	_____ баллов
14. Размер плавающих "пятен" в обоих глазах: точечный - 1 балл, небольшой - 2 балла, умеренный - 3 балла, большой - 4 балла	_____ баллов
15. Плотность плавающих "пятен" в обоих глазах: нежные - 1 балл, мягкие - 2 балла, плотные - 3 балла, грубые - 4 балла	_____ баллов
16. Частота появления "пятен" в обоих глазах: редко - 1 балл, время от времени - 2 балла, часто - 3 балла, постоянно - 4 балла	_____ баллов
Итого:	_____ баллов

Рисунок 6 - Разработанный тест-опросник

Для наглядности возможностей применения разработанного тест-опросника в оценке субъективного качества зрения приведены следующие клинические примеры:

Пример.1. Пациент З, 56 лет, обратился с жалобами на плавающую «медузу» перед правым глазом 2 месяца назад. Острота зрения правого составила 1,0 с коррекцией -1,0Д. При офтальмоскопии в проекции диска зрительного нерва визуализируется кольцо Вейса. Оценка субъективного качества зрения стандартизированным тест-опросником VF-14 показала отсутствие его снижения (100%). Напротив, при анкетировании разработанным тест-опросником качество зрения составило 73,6%. Через 1 месяц после сеанса ИАГ-лазерного витреолизиса пациент отметил субъективное улучшение. Офтальмоскопически плавающих помутнений в витреальной полости выявлено не было. При анкетировании обоими тест-опросниками результаты качества зрения составили 100%.

Пример.2. Пациент Г, 39 лет, обратился с жалобами на подвижное «облако» перед левым глазом с возвратно-поступательной траекторией движения сверху к центру. Острота зрения левого глаза составила 1,2 без коррекции. При офтальмоскопии в проекции нижней височной аркады визуализируется рыхлое волокнистое облаковидное помутнение. Оценка субъективного качества зрения анкетой VF-14 показало его снижение до 68,0%. Субъективное качество зрения по данным разработанного тест-опросника составило 56,4%. Через 1 месяц после 2-х сеансов ИАГ-лазерного витреолизиса пациент отметил субъективное улучшение. Офтальмоскопически в витреальной полости визуализируется единичное остаточное помутнение преретинально в нижних отделах. При анкетировании стандартизированным тест-опросником уровень качества зрения изменился минимально (72%). При этом, результаты анкетирования разработанной анкетой составили 92,3%.

Таким образом, сравнительный анализ результатов анкетирования показал, что индивидуальные психологические особенности не являются определяющими в формировании жалоб у пациентов на плавающие «мушки» в поле зрения, а, следовательно, необходимо тщательное обследование органа зрения

современными методами диагностики и отбор пациентов на лазерное лечение по объективному состоянию стекловидного тела.

Разработанный тест-опросник позволяет выявить снижение субъективного качества зрения у пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела, количественно выразить данный показатель, а также проследить динамику уровня жалоб после лечения. При этом анкета VF-14 показала отсутствие достаточной значимости в оценке уровня жалоб у пациентов с ППСТ в динамике. Информативность разработанного тест-опросника связана с наличием специальных вопросов, позволяющих субъективно охарактеризовать качественные и количественные параметры ППСТ.

Глава 4. РАЗРАБОТКА ДИАГНОСТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ У ПАЦИЕНТОВ С ПЛАВАЮЩИМИ ПОМУТНЕНИЯМИ СТЕКЛОВИДНОГО ТЕЛА

Целью данной главы явилась разработка диагностических мероприятий для оценки ППСТ – интраоперационного определения положения плавающих помутнений стекловидного тела в витреальной полости, а также объективной оценки результатов ИАГ-лазерного витреолизиса. Для достижения поставленной цели предстояло разработать оптический метод оценки положения ППСТ, а также разработать метод объективной ультразвуковой оценки плавающих помутнений стекловидного тела до и после лазерного лечения.

4.1. Разработка оптического метода оценки положения плавающих помутнений стекловидного тела

Для разработки оптического метода оценки положения ППСТ требовалось разработать способ оценки расстояния от плавающих помутнений стекловидного тела до сетчатки и хрусталика на основе математического моделирования оптической системы глаза по Гульстранду и изменению преломляющей силы окуляров щелевой лампы [21,114], а также провести его сравнение со стандартным объективным методом измерения – ультразвуковым В-сканированием.

4.1.1. Разработка метода оценки расстояния от плавающих помутнений стекловидного тела до структур глаза

Применение ИАГ-лазерного витреолизиса для неинвазивной фрагментации и частичного испарения плавающих помутнений стекловидного тела имеет риск ятрогенного повреждения задней капсулы хрусталика или сетчатки в ходе лазерного воздействия. На сегодняшний день общепризнанным безопасным

расстоянием от ППСТ до сетчатки и хрусталика считается 3 мм и более [18,42,82,94,170]. Представляется целесообразным производить оценку безопасного положения ППСТ в витреальной полости. С этой целью был разработан способ определения показаний к проведению ИАГ-лазерного витреолизиса плавающих помутнений стекловидного тела (Патент РФ № 2695629) на основе оценки их расстояния до структур глаза. В случае наличия ППСТ в витреальной полости вблизи задней капсулы хрусталика, рефракция обоих окуляров устанавливалась в крайнее положение минус 6 диоптрий. Затем производилась фокусировка изображения на ППСТ при помощи щелевой лампы, а один из окуляров вращался в сторону плюсовой рефракции до получения четкого изображения задней капсулы хрусталика. Далее, диоптрийная разница оптических сил окуляров пересчитывалась в миллиметры по формуле, представленной ниже:

$$d = \frac{1336 \Delta D}{\left(\frac{1336}{L - 1,662} - 3 \right)^2}$$

где d – расстояние от ППСТ до задней капсулы хрусталика или сетчатки, в мм, L – длина глаза, в мм, ΔD – разница в диоптриях между окулярами, 1336 – показатель преломления, 1,662 – расстояние от вершины роговицы до главной плоскости оптической системы глаза, в мм. И если расстояние от ППСТ до задней капсулы хрусталика составляло 3 мм и более, то рефракцию обоих окуляров устанавливали на эмметропию и производили ИАГ-лазерный витреолизис.

В случае, наличия ППСТ в витреальной полости вблизи сетчатки, рефракция обоих окуляров устанавливалась в крайнее положение плюс 6 диоптрий. Затем производилась фокусировка изображения на ППСТ при помощи щелевой лампы, а один из окуляров вращался в сторону минусовой рефракции до получения четкого изображения сетчатки. Далее, диоптрийная разница оптических сил окуляров пересчитывалась в миллиметры вышеописанной формуле, ход разработки которой

представлен ниже. И если расстояние от ППСТ до сетчатки составляло 3 мм и более, то рефракцию обоих окуляров устанавливали на эмметропию и производили ИАГ-лазерный витреолизис.

Математическая модель оценки расстояния от ППСТ до сетчатки и задней капсулы хрусталика основана на расчете расстояния между двумя точками в стекловидном теле по разнице оптических сил окуляров, сфокусированных на них. Для расчета расстояния между двумя точками в стекловидном теле по изменению оптических сил окуляров представлена оптическая схема (Рисунок 7).

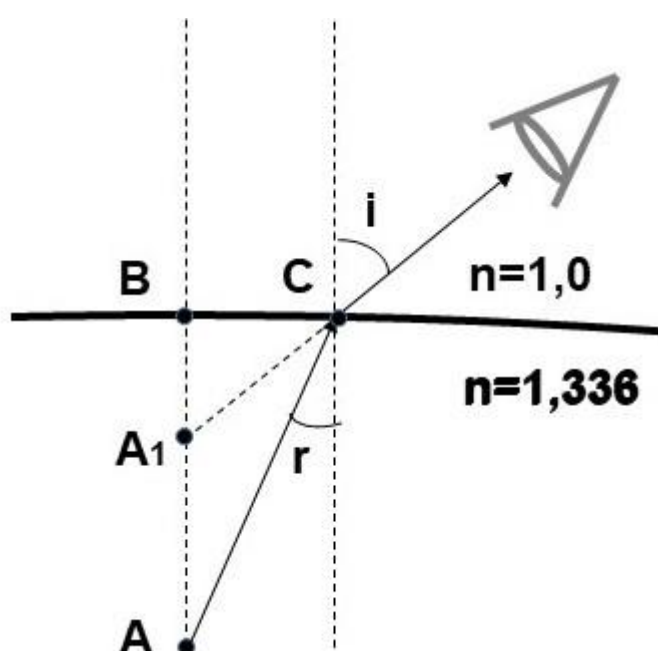


Рисунок 7 - Оптическая схема расчета расстояния между двумя точками в стекловидном теле по изменению оптической силы окуляра

После аппланации контактной линзы оптическая сила роговицы и хрусталика нивелируется и оптическая схема глаза может быть представлена в виде воздушной среды с показателем преломления $n=1,0$, в которой расположены оптические элементы щелевой лампы и стекловидного тела с показателем преломления $n=1,336$, в котором расположены исследуемые точки А и В.

Без ограничения общности можно предположить, что первая точка наведения находится на границе раздела сред, а вторая точка наведения А находится в глубине

стекловидного тела. Исследователь наблюдает точку А под углом i относительно нормали к поверхности раздела сред и видит ее изображение A_1 на нормали к поверхности раздела прямой АВ. Луч из точки А падает под углом r к нормали поверхности раздела. Из прямоугольных треугольников АВС и A_1BC получаем отношение тангенсов углов падения и преломления:

$$\frac{\operatorname{tg} i}{\operatorname{tg} r} = \frac{BA}{BA_1}$$

При малых углах отношение тангенсов равно отношению синусов тех же углов, которое по закону Снеллиуса равно показателю преломления 1,336. Поэтому истинное расстояние между точками В и А: $d=BA$ выражается через кажущееся расстояние $d_1=BA_1$ соотношением: $d=1,336 d_1$.

При фокусировке щелевой лампой с оптической силой D на точку, находящуюся на расстоянии b_1 , расстояние до изображения составляет дистанцию наилучшего видения 0,33 м. При изменении оптической силы на ΔD для фокусировки щелевой лампы на вторую точку, находящуюся на расстоянии b_2 , расстояние до изображения также составляет дистанцию наилучшего видения 0,33 м. По формуле тонкой линзы этому факту соответствуют уравнения:

$$\frac{1}{0,33} + \frac{1}{b_1} = D$$

$$\frac{1}{0,33} + \frac{1}{b_2} = D + \Delta D$$

Из этих уравнений получаем выражение для кажущегося расстояния d_1 :

$$d_1 = \frac{\Delta D}{(D - 3)^2 + \Delta D(D - 3)}$$

Оптическая сила щелевой лампы дает возможность проводить исследования на всех дистанциях и переднего и заднего отрезков глаза и соответствовать его оптической силе, которая приближенно описывается формулой:

$$D = \frac{1336}{f'} \approx \frac{1336}{L - H'}$$

где f' – заднее фокусное расстояние глаза, в мм, L – длина глаза, в мм, H' – вторая главная точка оптической системы глаза, равное в среднем 1,662 мм. В результате получаем формулу для вычисления истинного расстояния между двумя точками в стекловидном теле по изменению оптических сил окуляров:

$$d = \frac{1336 \Delta D}{\left(\frac{1336}{L - 1,662} - 3\right)^2 + \Delta D \left(\frac{1336}{L - 1,662} - 3\right)} \approx \frac{1336 \Delta D}{\left(\frac{1336}{L - 1,662} - 3\right)^2} \approx 0,41 \Delta D$$

При этом в случае вычисления расстояния от ППСТ до структур глаза без учета его длины выглядит следующим образом:

$$d = 0,41 \Delta D$$

В случае вычисления искомого расстояния с учетом длины глаза формула представляется в виде:

$$d = \frac{1336 \Delta D}{\left(\frac{1336}{L - 1,662} - 3\right)^2}$$

где d – расстояние от ППСТ до задней капсулы хрусталика или сетчатки, в мм, L – длина глаза, в мм, ΔD – разница в диоптриях между очками, 1336 – показатель преломления, 1,662 – расстояние от вершины роговицы до главной плоскости оптической системы глаза, в мм.

Учет длины передне-задней оси глаза в математической модели для определения расстояния от ППСТ до сетчатки или задней капсулы хрусталика существенно уточняет расчет искомого расстояния. Для упрощения данных расчетов с учетом диоптрийной разницы оптических сил очков и длины глаза приведена Таблица 5. При наличии результата в «зеленой» зоне, расстояние от ППСТ до сетчатки или задней капсулы хрусталика является безопасным. Следует отметить, что при экстремально длинных и коротких глазах при одной и той же разнице оптических сил очков искомое расстояние может отличаться более чем в два раза.

Например, при разнице преломляющих сил очков в 6,0 диоптрий и длине глаза равном 22,0 мм, расстояние от ППСТ до структур глаза составит 2,04 мм. Напротив, при той же диоптрийной разнице оптических сил очков и длине глаза 32,0 мм данное значение равняется 4,76 мм, что в 2,3 раза выше.

Разработанная математическая модель позволяет объективно оценить расстояние от ППСТ до структур глаза (сетчатки или задней капсулы хрусталика) для повышения безопасности ИАГ-лазерного витреолизиса и снижении риска ятрогенных повреждений.

Таблица 5. Пересчет разницы оптических сил окуляров в расстояние до ППСТ

Разница оптических сил окуляров, диоптрии	Расстояние от ППСТ до структур глаза, мм						
	Длина глаза, мм						
	22	23	24	25	26	27	28
0,50	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29
1,00	0,34	0,38	0,41	0,45	0,50	0,54	0,59
1,50	0,51	0,56	0,62	0,68	0,74	0,81	0,88
2,00	0,68	0,75	0,83	0,91	0,99	1,08	1,17
2,50	0,85	0,94	1,03	1,14	1,24	1,35	1,47
3,00	1,02	1,13	1,24	1,36	1,49	1,62	1,76
3,50	1,19	1,32	1,45	1,59	1,74	1,89	2,05
4,00	1,36	1,50	1,66	1,82	1,98	2,16	2,35
4,50	1,53	1,69	1,86	2,04	2,23	2,43	2,64
5,00	1,70	1,88	2,07	2,27	2,48	2,70	2,93
5,50	1,87	2,07	2,28	2,50	2,73	2,97	3,23
6,00	2,04	2,26	2,48	2,72	2,98	3,24	3,52
6,50	2,21	2,44	2,69	2,95	3,22	3,51	3,81
7,00	2,38	2,63	2,90	3,18	3,47	3,78	4,11
7,50	2,55	2,82	3,10	3,41	3,72	4,05	4,40
8,00	2,72	3,01	3,31	3,63	3,97	4,32	4,69
8,50	2,89	3,20	3,52	3,86	4,22	4,59	4,99
9,00	3,06	3,38	3,73	4,09	4,47	4,86	5,28
9,50	3,23	3,57	3,93	4,31	4,71	5,13	5,57
10,00	3,40	3,76	4,14	4,54	4,96	5,40	5,87
10,50	3,57	3,95	4,35	4,77	5,21	5,67	6,16
11,00	3,74	4,14	4,55	4,99	5,46	5,94	6,45
11,50	3,91	4,32	4,76	5,22	5,71	6,21	6,75
12,00	4,08	4,51	4,97	5,45	5,95	6,48	7,04

Примеры применения вышеуказанной методики в клинической практике.

Пример 1, Пациент А., 68 лет, обратился с жалобами на свободно плавающее «пятно» перед правым глазом в течение последних 2 месяцев. При биомикроскопии витреальной полости была выявлена задняя отслойка стекловидного тела и кольцо

Вейса вблизи сетчатки, в проекции диска зрительного нерва. По данным эхобиометрии длина глаза составила 25,1 мм.

Объективную оценку расстояния от ППСТ до сетчатки проводили по описанному выше способу, а именно рефракцию обоих окуляров устанавливали в крайнее положение плюс 6 диоптрий, далее производили фокусировку изображения на ППСТ при помощи щелевой лампы. Затем один из окуляров вращали в сторону минусовой рефракции до получения четкого изображения сетчатки. Разница между окулярами составила 9 диоптрий, что в пересчете по вышеописанной формуле соответствует 4,1 мм. Учитывая, что это расстояние составило более 3 мм, пациенту показано проведение ИАГ-лазерного витреолизиса. Далее рефракцию обоих окуляров устанавливали на 0 диоптрий и проводили ИАГ-лазерный витреолизис. Интраоперационных осложнений выявлено не было.

К сроку наблюдения 1 неделя после лечения пациент отметил субъективное улучшение. При биомикроскопии витреальной полости фрагментов ППСТ в проекции диска зрительного нерва выявлено не было. Послеоперационных осложнений не наблюдали.

Через 1 месяц, а также в последующие сроки наблюдения отрицательной динамики не было выявлено, пациент отмечал удовлетворенность результатом лечения. Биомикроскопическая картина витреальной полости оставалась без изменений. С учетом отсутствия ППСТ, а также жалоб пациента повторный сеанс ИАГ-лазерного витреолизиса не проводили.

Пример 2. Пациент В., 57 лет, обратился с жалобами на свободно плавающее «медузу» перед левым глазом в течение последних 3 месяцев. Из анамнеза известно, что пациент страдает гипертонической болезнью. При биомикроскопии витреальной полости было выявлено ППСТ веретенообразной формы в передних отделах стекловидного тела, вблизи задней капсулы хрусталика. По данным эхобиометрии длина глаза составила 22,4 мм.

Объективную оценку расстояния от ППСТ до задней капсулы хрусталика проводили по описанному выше способу, а именно рефракцию обоих окуляров

устанавливали в крайнее положение минус 6 диоптрий, далее производили фокусировку изображения на ППСТ при помощи щелевой лампы. Затем, один из окуляров вращали в сторону плюсовой рефракции до получения четкого изображения задней капсулы хрусталика. Разница между окулярами составила 2,5 диоптрий, что в пересчете по вышеописанной формуле соответствует 0,9 мм. В связи с близким расположением ППСТ к задней капсуле хрусталика, а, следовательно, риском ятрогенных повреждений, пациенту не было показано проведение ИАГ-лазерного витреолизиса. Пациент находится на динамическом наблюдении.

4.1.2. Сравнительный анализ методов оценки положения плавающих помутнений стекловидного тела

Сравнительный анализ методов оценки расстояния от ППСТ до структур глаза разработанным оптическим и ультразвуковым методами было принято решение проводить у 35 пациентов с кольцами Вейса. Это связано с наиболее стабильным положением, а также четкой визуализацией данного типа ППСТ как при офтальмоскопии, так и при ультразвуковом исследовании витреальной полости в положении сидя.

Результаты измерения среднего расстояния от кольца Вейса до сетчатки составили: ультразвуковым методом - $4,77 \pm 0,76$ мм, разработанным оптическим - $4,88 \pm 0,77$ мм, что не имело статистически значимой разницы ($p > 0,05$).

Сравнительный анализ результатов измерения расстояния от ППСТ до структур глаза ультразвуковым и оптическим методами показал, что полученные данные находятся в пределах двух стандартных отклонений разности этих показателей, что свидетельствует о согласованности методов между собой. При этом величины «пределов согласованности» с 95%-ми доверительными интервалами составили: $-0,02 [-0,07; 0,01]$ — нижний «предел согласованности» и $0,25 [0,20; 0,29]$ — верхний «предел согласованности». Средняя разность методов с 95%-м доверительным интервалом составила $0,11 [0,08; 0,13]$ (Рисунок 8).

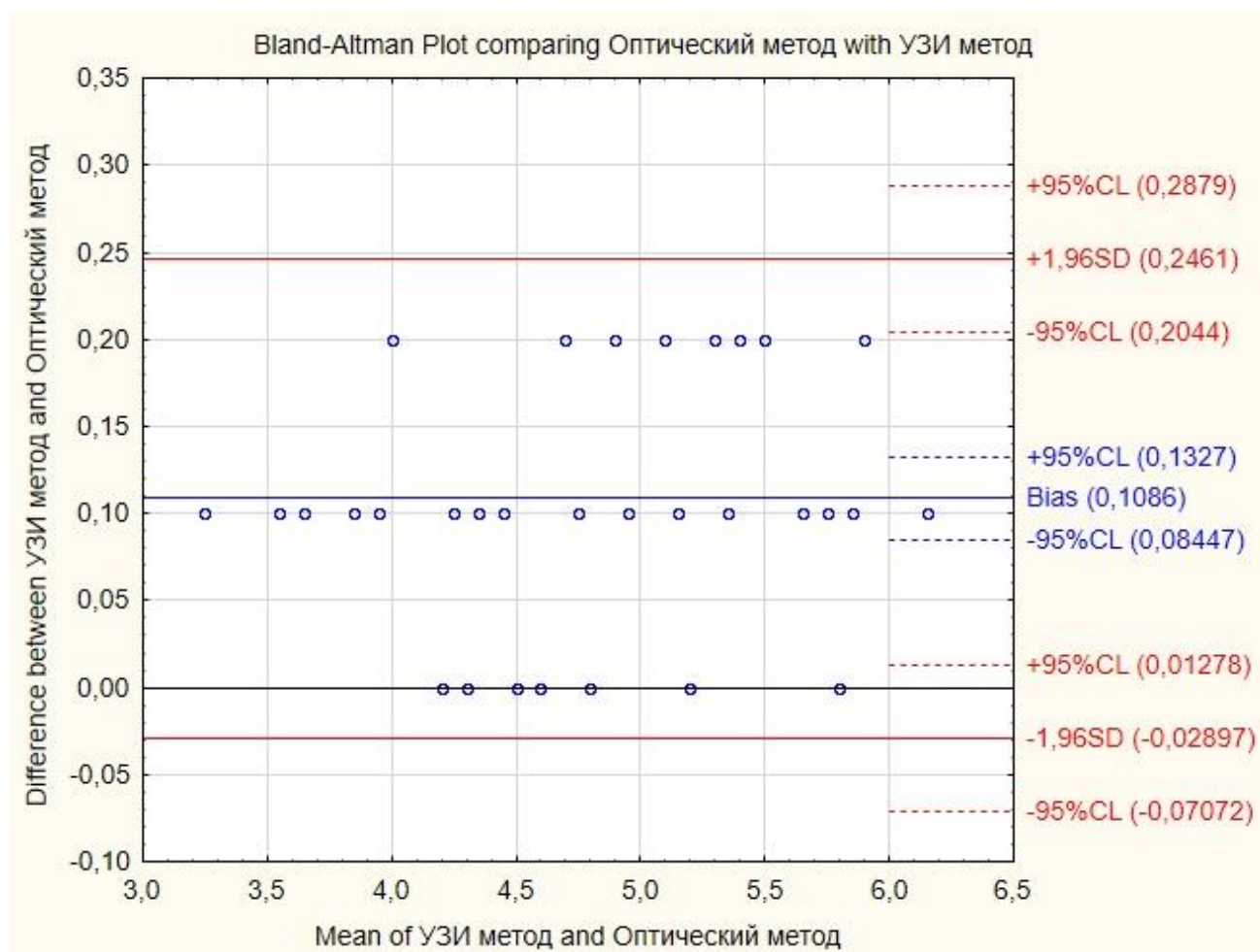


Рисунок 8 - Сравнительная оценка методов измерения

Следует отметить, что разработанный оптический метод измерения отличается на 0,11 мм от ультразвукового, что вероятнее всего связано с небольшим аккомодационным ответом глаз исследователя на 0,50 диоптрий в ходе измерения (при средней длине глаза пациента 25-26 мм).

Таким образом, разработанный оптический метод оценки положения плавающих помутнений стекловидного тела позволяет во время проведения ИАГ-лазерного витреолизиса контролировать расстояние от ППСТ до сетчатки или хрусталика, а, следовательно, существенно снизить риск интраоперационных осложнений при смещении ППСТ на недопустимо малое расстояние (<3мм) до структур глаза. Сравнительный анализ результатов измерения стандартным ультразвуковым и разработанным оптическим методами показал их

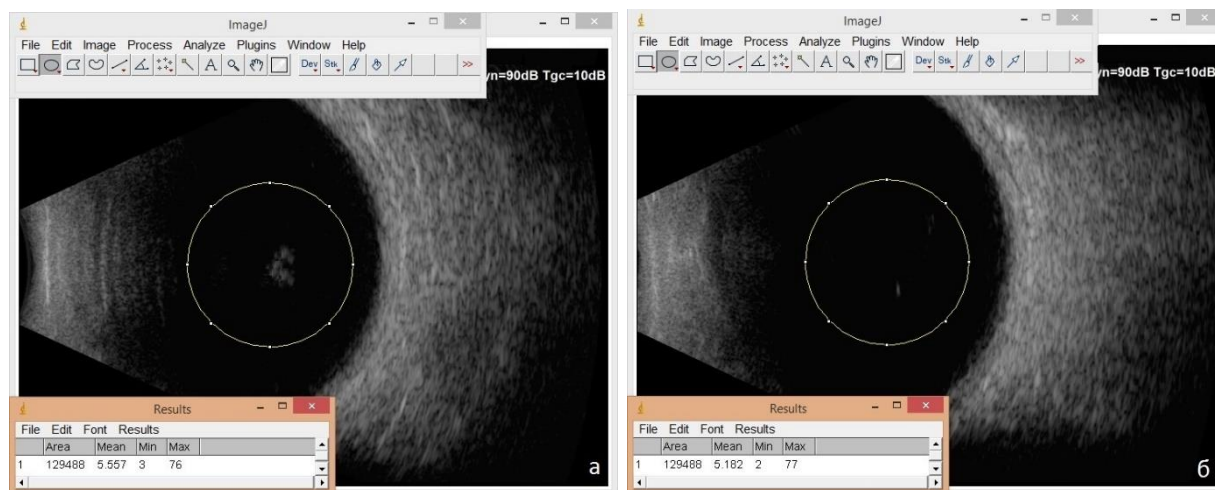
сопоставимость, что доказывает точность оценки и возможность применения последнего в ходе лазерного лечения.

4.2. Разработка метода объективной оценки плавающих помутнений стекловидного тела

Целью данного этапа работы явилась разработка способа объективной оценки изменений объема и плотности плавающих помутнений стекловидного тела в витреальной полости на основе ультразвукового исследования с последующей цифровой обработкой УЗИ – сканов в компьютерном графическом анализаторе «ImageJ» (National Institute of Health, США).

Для решения данной задачи, с учетом того, что ИАГ-лазерный витреолизис проводится в положении пациента сидя, сканирования витреальной полости методом УЗИ проводилось также в положении сидя. Это позволяет лучше дифференцировать заднюю отслойку и плавающие помутнения стекловидного тела, а также на дооперационном этапе правильно оценить их расстояние до структур глаза.

Для получения полной и объемной характеристики измененного стекловидного тела выполняли по три скана в двух взаимно перпендикулярных плоскостях: сагиттальной и горизонтальной через зону локализации плавающих помутнений стекловидного тела. Далее, для объективного анализа каждый скан подвергали цифровой обработке в компьютерной программе «ImageJ». Для стандартизации исследования выделяли центральный участок стекловидного тела в виде круга диаметром 10 мм, далее в этой же программе в каждом выделенном участке проводили измерение показателя – усредненное значение серого (УЗС) в пикселях (Рисунок 9). Далее из шести полученных показателей рассчитывали среднее значение. Через 1 месяц, а также в последующие сроки наблюдения после ИАГ-лазерного витреолизиса вычисляли этот же показатель аналогичным образом (Патент РФ № 2692666).



А) До лечения

Б) Через 1 месяц после ИАГ-лазерного витреолизиса

Рисунок 9 - Объективная оценка ППСТ при помощи УЗИ с графическим анализом сканов в компьютерной программе «ImageJ». Отмечается снижение объема и плотности ППСТ за счет уменьшения показателя усредненное значение серого.

Примеры применения вышеуказанной методики в клинической практике.

Пример 1. Пациент А., 68 лет, обратился с жалобами на свободно плавающее «пятно» перед правым глазом в течение последних 2 месяцев.

При биомикроскопии витреальной полости в задней трети стекловидного тела в проекции диска зрительного нерва было выявлено кольцо Вейса. Пациенту было проведено ультразвуковое исследование витреальной полости, в ходе которого выполнено по три скана в двух взаимно перпендикулярных плоскостях: сагиттальной и горизонтальной через зону локализации кольца Вейса. Далее каждый скан подвергли цифровой обработке в компьютерной программе «ImageJ», а именно выделили центральный участок стекловидного тела в виде круга диаметром 10 мм, далее в этой же программе в каждом выделенном участке провели измерение показателя – усредненное значение серого. Далее из шести полученных показателей рассчитали среднее значение, равное 5,85.

Аналогичные действия были произведены через 1 месяц после ИАГ-лазерного витреолизиса, было получено усредненное значение серого – 5,05. Пациент отметил субъективное улучшение. Биомикроскопически в стекловидном

теле кольца Вейса не было выявлено. В последующие сроки наблюдения отрицательной динамики не отмечалось.

Пример 2. Пациентка В., 56 лет, обратилась с жалобами на свободно плавающую «завесу» перед левым глазом в течение последних 4 месяцев.

При биомикроскопии витреальной полости в средней трети стекловидного тела в проекции оптической оси было выявлено мембранозное помутнение. Пациенту было проведено ультразвуковое исследование витреальной полости, в ходе которого выполнено по три скана в двух взаимно перпендикулярных плоскостях: сагиттальной и горизонтальной через зону локализации ППСТ. Далее каждый скан подвергли цифровой обработке в компьютерной программе «ImageJ», а именно выделили центральный участок стекловидного тела в виде круга диаметром 10 мм, далее в этой же программе в каждом выделенном участке провели измерение показателя – усредненное значение серого. Далее из шести полученных показателей рассчитали среднее значение равное 6,18.

Аналогичные действия были произведены через 1 месяц после ИАГ-лазерного витреолизиса, было получено усредненное значение серого – 5,92. Пациент не отметил улучшения субъективного качества зрения. Биомикроскопическая картина витреальной полости не изменилась.

Таким образом, разработанный метод объективной оценки плавающих помутнений стекловидного тела позволяет оценить состояние стекловидного тела, а также проследить динамику результатов лазерного лечения за счет снижения индекса усредненного значения серого.

Глава 5. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛАЗЕРНОГО ЛЕЧЕНИЯ И РАЗРАБОТКА ЛЕЧЕБНО-ДИАГНОСТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА У ПАЦИЕНТОВ С ПЛАВАЮЩИМИ ПОМУТНЕНИЯМИ СТЕКЛОВИДНОГО ТЕЛА

Целью данной главы явилось проведение оценки клинико-функциональных результатов ИАГ-лазерного витреолизиса, определение показаний и противопоказаний к лазерному лечению пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела. Для этого потребовалось провести сравнительный анализ результатов лазерного лечения пациентов с ППСТ, а также разработать на основе полученных клинико-функциональных результатов лечебно-диагностический алгоритм. Было проведено обследование 98-ми глаз 98-ми пациентов с наличием различных типов плавающих помутнений в витреальной полости, а также 30-ти глаз 30-ти здоровых добровольцев.

5.1. Сравнительная оценка клинико-функциональных результатов лазерного лечения

Задачей данного раздела явилось проведение оценки клинико-функциональных результатов ИАГ-лазерного витреолизиса у пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела. Было необходимо проанализировать результаты дооперационного осмотра пациентов с ППСТ, провести сравнительную оценку клинико-функциональных результатов в клинических группах, проанализировать результаты энергетических параметров лазерного излучения и результаты лечения в клинических подгруппах, а также полученные осложнения в ходе лазерного лечения.

5.1.1. Результаты первичного осмотра пациентов

При биомикроскопии переднего отрезка глазного яблока были выявлены: радиальные кератотомические рубцы (5 глаз), артефакция (8 глаз), начальная катаракта (6 глаз). При этом препятствий для визуализации и фокусировки лазерного излучения выявлено не было. В ходе биомикроскопии витреальной полости визуализировались следующие виды изменений стекловидного тела: задняя отслойка стекловидного тела с наличием кольца Вейса (46 глаз), облаковидные помутнения (41 глаз), мембранозные помутнения (41 глаз). На периферии сетчатки выявлялись дырчатые разрывы сетчатки (3 глаза), клапанные разрывы сетчатки (2 глаза), очаги дистрофии по типу «решетки» (5 глаз), очаги дистрофии по типу «улитки» (7 глаз), очаги мелкокистозной дегенерации (12 глаз). Из рефракционных нарушений встречались: миопия слабой степени - 28 глаз (28,5%), миопия средней степени – 25 глаз (25,5%), миопия высокой степени 23 глаза (23,5%), эмметропия – 14 глаз (14,3%), гиперметропия 8 глаз (8,2%). Кольца Вейса характеризовались как непрозрачные плавающие элементы в виде кольца, полукольца или конгломерата бело-желтого цвета в проекции диска зрительного нерва, преимущественно в задней трети витреальной полости. Более того, обязательным условием для дифференцирования этого типа ППСТ явилось наличие задней отслойки стекловидного тела характеризующейся как прозрачная «пленка» с оптически пустым пространством за ней и ее связь с кольцом Вейса (Рисунок 10). Для облаковидных помутнений характерно наличие фибриллярной структуры, шероховатой поверхности, непрозрачности, белесоватого цвета и локализации преимущественно в средней трети витреальной полости (Рисунок 11). Мембранозные помутнения характеризовались как прозрачные пленочные плавающие элементы, с гладкой или шероховатой поверхностью, преимущественно в передней трети витреальной полости, бело-желтого цвета (Рисунок 12).

В группе здоровых добровольцев патологических изменений стекловидного тела выявлено не было.

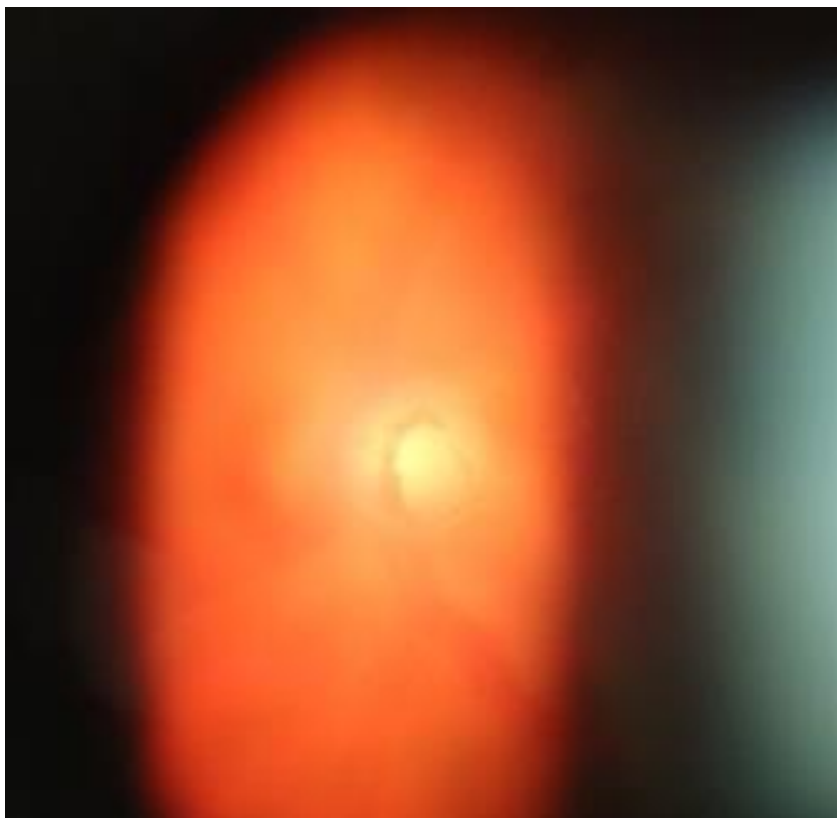


Рисунок 10 - Кольцо Вейса

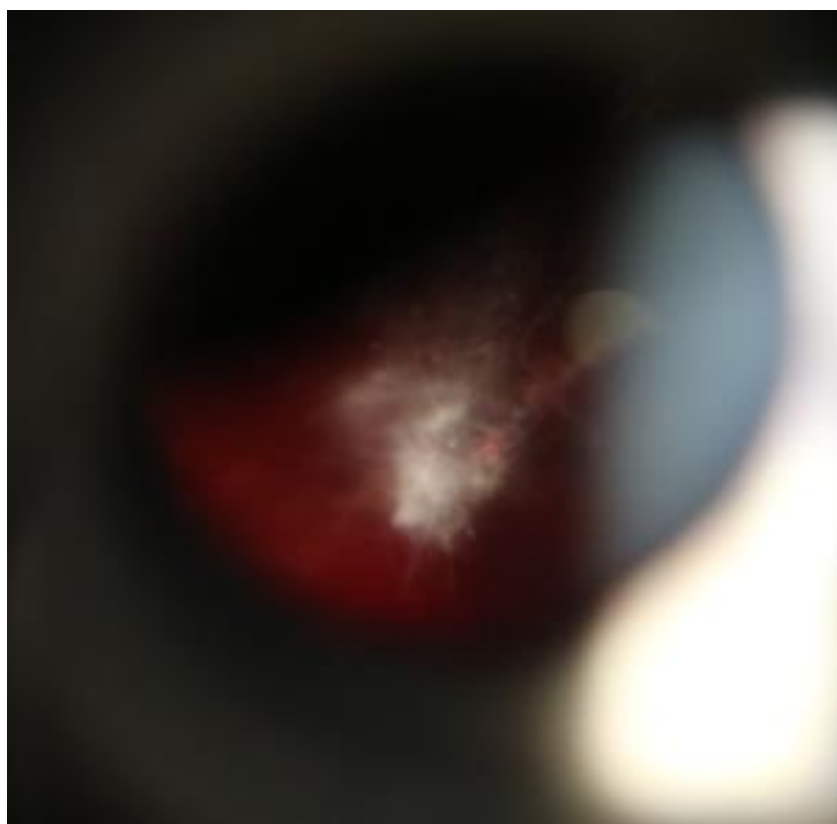


Рисунок 11 - Облаковидное помутнение

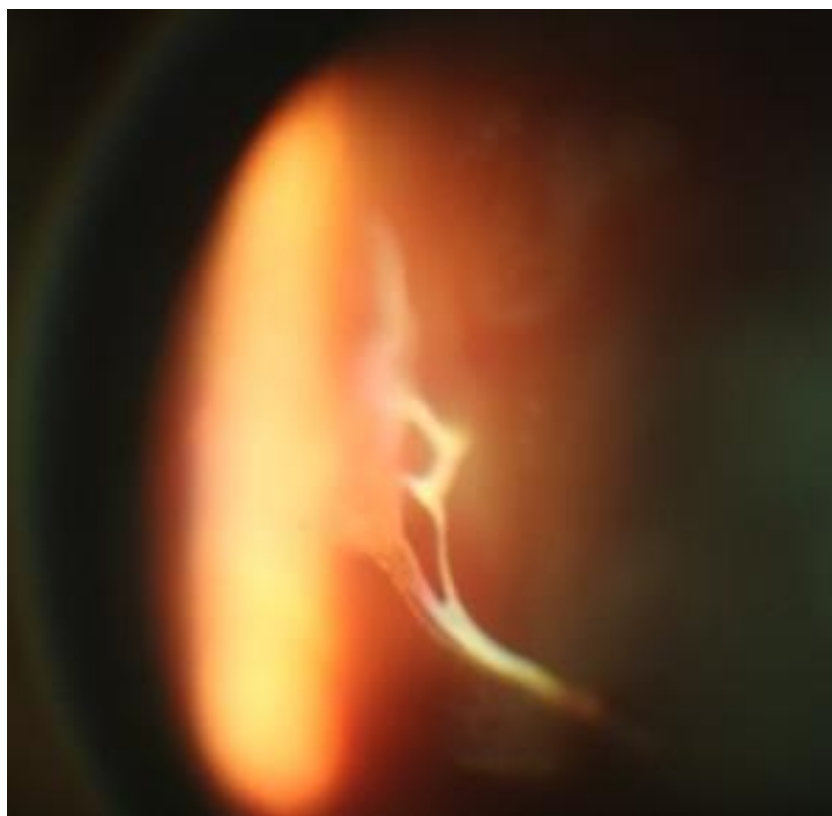


Рисунок 12 – Мембранозное помутнение

5.1.2. Анализ клинико-функциональных результатов в клинических группах

Сравнительный анализ результатов дооперационного обследования пациентов показал отсутствие достоверных различий между группами пациентов: основной (где проводилось лазерное лечение), контрольной (наблюдение естественного течения процесса) и сравнения (здоровые добровольцы) по данным максимально корригированной остроты зрения и уровня внутриглазного давления ($p > 0,05$). Более того, в ходе динамического наблюдения во всех группах МКОЗ оставалась стабильно высокой (100%) в течение всего срока наблюдения – 12 месяцев и более (Таблица 6).

Таблица 6 - Сравнительная оценка МКОЗ

Срок наблюдения	Группа			Р (t-тест Стьюдента для независимых переменных)
	Основная	Контрольная	Сравнения	
	1	2	3	
До операции	0,94±0,06	0,96±0,04	0,95±0,05	1-3,2-3>0,05 1-2>0,05
1 неделя	0,94±0,06	0,96±0,04	0,95±0,05	1-3,2-3>0,05 1-2>0,05
1 месяц	0,94±0,06	0,96±0,04	0,95±0,05	1-3,2-3>0,05 1-2>0,05
3 месяца	0,94±0,06	0,96±0,04	0,954±0,05	1-3,2-3>0,05 1-2>0,05
6 месяцев	0,94±0,06	0,96±0,04	0,95±0,05	1-3,2-3>0,05 1-2>0,05
12 месяцев	0,94±0,06	0,96±0,04	0,95±0,05	1-3,2-3>0,05 1-2>0,05

*t-тест Стьюдента для повторных измерений ($p < 0,05$)

Уровень внутриглазного давления в основной группе не выходил за пределы референсных значений в 66 случаях (97%) в течение всего периода наблюдения, что говорит о безопасности лазерного воздействия в витреальной полости в аспекте воздействия на гидродинамику глаза (Таблица 7). Тем не менее, в 2 случаях отмечалась реактивная офтальмогипертензия после ИАГ-лазерного витреолизиса. В группах контроля и сравнения уровень внутриглазного давления не превышал нормальных значений в 100% случаев.

Таблица 7 - Сравнительная оценка внутриглазного давления

Срок наблюдения	Группа			Р (t-тест Стьюдента для независимых переменных)
	Основная	Контрольная	Сравнения	
	1	2	3	
До операции	17,06±2,55	17,12±2,87	16,67±2,54	1-3,2-3>0,05 1-2>0,05
1 неделя	16,27±2,76	17,45±2,57	16,88±2,74	1-3,2-3>0,05 1-2>0,05
1 месяц	16,67±2,54	17,34±2,89	16,76±3,01	1-3,2-3>0,05 1-2>0,05
3 месяца	16,88±2,74	16,76±3,01	17,06±2,55	1-3,2-3>0,05 1-2>0,05
6 месяцев	16,36±2,85	17,01±2,47	17,12±2,87	1-3,2-3>0,05 1-2>0,05
12 месяцев	16,93±2,56	17,78±3,22	17,45±2,57	1-3,2-3>0,05 1-2>0,05

*t-тест Стьюдента для повторных измерений ($p < 0,05$)

Сравнительный анализ данных контрастной чувствительности (Таблица 8) и уровня субъективных ощущений (Таблица 9) пациентов между группами на дооперационном этапе показал достоверное отличие показателей ($p < 0,05$) между основной группой и группой сравнения (1-3), а также контрольной группой и группой сравнения (2-3). Статистически значимых отличий между основной и контрольной группами (1-2) выявлено не было ($p > 0,05$).

В основной группе (1) отмечалось достоверное повышение контрастной чувствительности с $2,34 \pm 1,07$ до $1,92 \pm 1,12\%W$ уже через 1 неделю после лазерного лечения ($p < 0,05$), показатель которого оставался стабильным к сроку наблюдения

12 месяцев. Напротив, в группах контроля (2) и сравнения (3) достоверных изменений КЧ выявлено не было на всем протяжении наблюдения (Таблица 8).

Таблица 8 - Сравнительная оценка контрастной чувствительности (%W)

Срок наблюдения	Группа			Р (t-тест Стьюдента для независимых переменных)
	Основная	Контрольная	Сравнения	
	1	2	3	
До операции	2,34±1,07	2,27±0,92	1,17±0,45	1-3,2-3<0,05 1-2>0,05
1 неделя	1,92±1,12*	2,31±1,05	1,15±0,48	1-3,2-3<0,05 1-2<0,05
1 месяц	1,76±1,24*	2,29±0,95	1,16±0,46	1-3,2-3<0,05 1-2<0,05
3 месяца	1,60±1,35*	2,35±1,12	1,17±0,49	1-3,2-3<0,05 1-2<0,05
6 месяцев	1,95±1,28*	2,38±0,98	1,16±0,48	1-3,2-3<0,05 1-2<0,05
12 месяцев	1,76±1,57*	2,41±0,95	1,15±0,44	1-3,2-3<0,05 1-2<0,05

*t-тест Стьюдента для повторных измерений (p<0,05)

Сравнительный анализ субъективных ощущений у пациентов с ППСТ (Таблица 9) в основной группе (1) показал достоверное уменьшение уровня жалоб к сроку наблюдения 1 неделя после ИАГ-лазерного витреолизиса с 21,08±8,18 до 16,15±8,65 баллов (p<0,05) и сохранение достигнутого результата по данному показателю до конца наблюдения. При этом в группе контроля (2) и сравнения (3) статистически значимых изменений уровня СО выявлено не было на всем периоде наблюдения (p>0,05).

Таблица 9 - Сравнительная оценка субъективных ощущений (балл)

Срок наблюдения	Группа			Р (t-тест Стьюдента для независимых переменных)
	Основная	Контрольная	Сравнения	
	1	2	3	
До операции	21,08±8,18	20,66±9,45	5,14±2,58	1-3,2-3<0,05 1-2>0,05
1 неделя	16,15±8,65*	20,96±8,42	5,11±2,60	1-3,2-3<0,05 1-2<0,05
1 месяц	16,24±8,53*	21,25±9,12	5,17±2,54	1-3,2-3<0,05 1-2<0,05
3 месяца	17,62±9,02*	21,12±8,34	5,14±2,58	1-3,2-3<0,05 1-2<0,05
6 месяцев	17,95±6,45*	21,38±8,86	5,12±2,51	1-3,2-3<0,05 1-2<0,05
12 месяцев	16,76±8,25*	21,42±9,45	5,15±2,46	1-3,2-3<0,05 1-2<0,05

*t-тест Стьюдента для повторных измерений (p<0,05)

5.1.3. Сравнительный анализ энергетических параметров лазерного излучения в клинических подгруппах

В ходе лазерного воздействия различные типы ППСТ имели индивидуальный ответ на лечение. В таблице 10 представлены показатели энергетических параметров излучения в исследуемых группах. В I подгруппе диапазон энергии импульса варьировался от 1,5 до 5,5 мДж, при этом фрагментация и испарение ППСТ достигалась сравнительно небольшим количеством импульсов и суммарной лазерной энергией за сеанс. Офтальмоскопически после ИАГ-

лазерного витреолизиса отмечалась клинически незначимая вуаль в витреальной полости в проекции диска зрительного нерва. Во II подгруппе с учетом диффузной деструкции стекловидного тела лазерное воздействие производилось по наиболее плотным участкам облаковидных помутнений, эффективная фрагментация достигалась при использовании энергии в импульсе 3-7 мДж. При этом, у данных пациентов помутнения подвергались лазерному лизису при достоверно более низкой суммарной энергии за сеанс (по сравнению с III подгруппой), но в то же время с бóльшим количеством лазерных импульсов, в среднем - $322,6 \pm 292,4$ ($p < 0,05$). Офтальмоскопически после лазерного лечения визуализировались единичные нитчатые очаги деструкции стекловидного тела. Напротив, в III подгруппе пациентов наличие мембранозных ППСТ потребовало использование более высоких энергетических параметров – от 5 до 8 мДж (в среднем суммарная энергия за сеанс составила $1171,4 \pm 880,6$ мДж), но меньшее количество импульсов ($p < 0,05$). В ходе офтальмоскопии отмечалась лишь частичная фрагментация и временное смещение ППСТ из зрительной оси, полноценное испарение помутнений не представлялось возможным.

Таблица 10 - Энергетические параметры лазерного воздействия при лечении ППСТ

	I подгруппа	II подгруппа	III подгруппа	p, Стьюдента
Среднее кол-во импульсов за сеанс	$135,2 \pm 67,1$	$322,6 \pm 292,4$	$228,7 \pm 122,6$	1-2,1-3<0,05; 2-3<0,05
Среднее значение суммарной энергии за сеанс	$639,8 \pm 413,3$	$875,7 \pm 751,6$	$1171,4 \pm 880,6$	1-2,1-3<0,05; 2-3<0,05
Среднее количество сеансов	$1,3 \pm 0,9$	$3,0 \pm 1,4$	$2,1 \pm 1,0$	1-2,1-3<0,05; 2-3<0,05

5.1.4. Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов в клинических подгруппах

Сравнительный анализ результатов дооперационного обследования пациентов показал отсутствие достоверных различий ($p > 0,05$) между пациентами внутри основной группы по данным контрастной чувствительности и анкетирования. Анализ клинико-функциональных результатов лечения пациентов в подгруппах показал статистически значимое повышение контрастной чувствительности в подгруппе кольца Вейса (I подгруппе) - с $2,32 \pm 0,78$ до $1,82 \pm 1,11$ %W ($p < 0,05$) к сроку наблюдения 1 неделя, показатель которого оставался стабильным до 12 месяцев ($1,82 \pm 0,81$ %W). В подгруппе облаковидных помутнений (II подгруппа) отмечалась лишь положительная тенденция к повышению контрастной чувствительности - от $2,38 \pm 1,02$ к началу лечения до $2,23 \pm 0,71$ %W соответственно к концу срока наблюдения ($p > 0,05$). Аналогичные изменения с положительной тенденцией КЧ ($p > 0,05$) отмечались в подгруппе мембранозных помутнений (III подгруппа) - с $2,29 \pm 0,74$ от начала лечения и $2,12 \pm 0,71$ %W к сроку 12 месяцев после лечения (Таблица 11).

Таблица 11 – Сравнительная оценка контрастной чувствительности (%W)

Срок наблюдения	Подгруппа			p (t-тест Стьюдента для независимых переменных)
	I	II	III	
До операции	$2,32 \pm 0,78$	$2,38 \pm 1,02$	$2,29 \pm 0,74$	$1-2, 1-3, 2-3 > 0,05$
1 неделя	$1,82 \pm 1,11^*$	$2,23 \pm 0,71$	$2,16 \pm 0,78$	$1-2, 1-3 < 0,05; 2-3 > 0,05$
1 месяц	$1,78 \pm 0,85^*$	$2,19 \pm 0,94$	$2,12 \pm 0,72$	$1-2, 1-3 < 0,05; 2-3 > 0,05$
3 месяца	$1,67 \pm 0,83^*$	$2,16 \pm 0,99$	$2,15 \pm 0,85$	$1-2, 1-3 < 0,05; 2-3 > 0,05$
6 месяцев	$1,88 \pm 0,79^*$	$2,14 \pm 0,95$	$2,13 \pm 0,80$	$1-2, 1-3 < 0,05; 2-3 > 0,05$
12 месяцев	$1,82 \pm 0,81^*$	$2,12 \pm 0,92$	$2,12 \pm 0,71$	$1-2, 1-3 < 0,05; 2-3 > 0,05$

*t-тест Стьюдента для повторных измерений ($p < 0,05$)

Динамика уровня субъективных ощущений (Таблица 12) зависела от исходного типа ППСТ. Так, в I подгруппе имелось статистически значимое его снижение к сроку наблюдения 1 неделя после операции - с $19,43 \pm 8,18$ до $12,39 \pm 7,88$ баллов ($p < 0,05$), и не претерпевало существенных изменений в течение всего периода наблюдения ($p > 0,05$). Также, как и во II подгруппе отмечалось достоверное снижение уровня СО с $20,14 \pm 5,97$ баллов от начала лечения до $16,00 \pm 5,56$ баллов к сроку наблюдения 1 неделя после лечения, показатель которого оставался стабильным в течение последующих периодов наблюдения ($p > 0,05$). В то время как в III подгруппе статистически значимое его снижение отмечалось лишь к сроку наблюдения 1 неделя – с $21,67 \pm 6,24$ до $17,21 \pm 6,75$ баллов, с возвращением показателя к исходному уровню к сроку наблюдения 1 месяц после операции без достоверных изменений ($p > 0,05$) к сроку наблюдения 12 месяцев ($21,99 \pm 6,02$ баллов), что вероятнее всего было связано с временным смещением ППСТ из зрительной оси.

Таблица 12 – Сравнительная оценка субъективных ощущений (балл)

Срок наблюдения	Подгруппа			p (t-тест Стьюдента для независимых переменных)
	I	II	III	
До операции	$19,43 \pm 8,18$	$20,14 \pm 5,97$	$21,67 \pm 6,24$	$1-2,1-3,2-3 > 0,05$
1 неделя	$12,39 \pm 7,88^*$	$16,03 \pm 4,98^*$	$17,21 \pm 6,75^*$	$1-2,1-3 < 0,05; 2-3 > 0,05$
1 месяц	$10,88 \pm 7,57^*$	$17,53 \pm 5,24^*$	$21,36 \pm 6,47$	$1-2,1-3 < 0,05; 2-3 > 0,05$
3 месяца	$12,14 \pm 6,98^*$	$16,43 \pm 5,43^*$	$21,27 \pm 6,77$	$1-2,1-3 < 0,05; 2-3 > 0,05$
6 месяцев	$13,21 \pm 7,02^*$	$15,83 \pm 4,67^*$	$21,86 \pm 6,23$	$1-2,1-3,2-3 < 0,05$
12 месяцев	$10,77 \pm 6,56^*$	$16,37 \pm 5,46^*$	$21,99 \pm 6,02$	$1-2,1-3,2-3 < 0,05$

*t-тест Стьюдента для повторных измерений ($p < 0,05$)

Сравнительный анализ количественной оценки ППСТ по данным ультразвукового В-сканирования показал достоверное уменьшение показателя

УЗС на сроке 1 неделя после операции в I и II подгруппе 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 статистически значимых изменений ($p > 0,05$) УЗС получено не было на всем протяжении наблюдения (Таблица 13). Следует отметить, что в ряде случаев после операции в ходе ультразвукового исследования пациентов I подгруппы плавающие помутнения стекловидного тела не визуализировались.

Таблица 13 – Сравнительная оценка ультразвуковой плотности ППСТ (УЗС)

Срок наблюдения	Подгруппа			p (t-тест Стьюдента для независимых переменных)
	I	II	III	
До операции	$5,47 \pm 0,23$	$5,78 \pm 0,26$	$5,82 \pm 0,23$	$1-2, 1-3, 2-3 > 0,05$
1 неделя	$5,11 \pm 0,31^*$	$5,19 \pm 0,34^*$	$5,75 \pm 0,35$	$2-3, 1-3 < 0,05; 1-2 > 0,05$
1 месяц	$5,15 \pm 0,17^*$	$5,23 \pm 0,31^*$	$5,76 \pm 0,32$	$2-3, 1-3 < 0,05; 1-2 > 0,05$
3 месяца	$5,18 \pm 0,28^*$	$5,24 \pm 0,25^*$	$5,77 \pm 0,18$	$2-3, 1-3 < 0,05; 1-2 > 0,05$
6 месяцев	$5,20 \pm 0,31^*$	$5,25 \pm 0,28^*$	$5,78 \pm 0,21$	$2-3, 1-3 < 0,05; 1-2 > 0,05$
12 месяцев	$5,21 \pm 0,33^*$	$5,26 \pm 0,23^*$	$5,79 \pm 0,25$	$2-3, 1-3 < 0,05; 1-2 > 0,05$

*t-тест Стьюдента для повторных измерений ($p < 0,05$)

5.1.5. Осложнения ИАГ-лазерного витреолизиса

В ходе проведения ИАГ-лазерного витреолизиса отмечались следующие интраоперационные осложнения: повреждение задней капсулы хрусталика артефакичного глаза – 3 случая (4,5%), субретинальное кровоизлияние – 1 случай (1,5%), повреждение сетчатки с частичным гемофтальмом – 1 случай (1,5%) и послеоперационное осложнение в виде реактивной офтальмогипертензия - 2 случая (3%). Общее количество осложнений составило 7 случаев (9%).

- При биомикроскопии повреждение задней капсулы выглядело как угловатый дефект с четкими границами позади искусственного хрусталика (Рисунок 13). Следует отметить, что данное осложнение не сказалось на зрительных функциях пациентов. В последующем дефект в задней капсуле был переведен в стандартную лазерную капсулотомию.

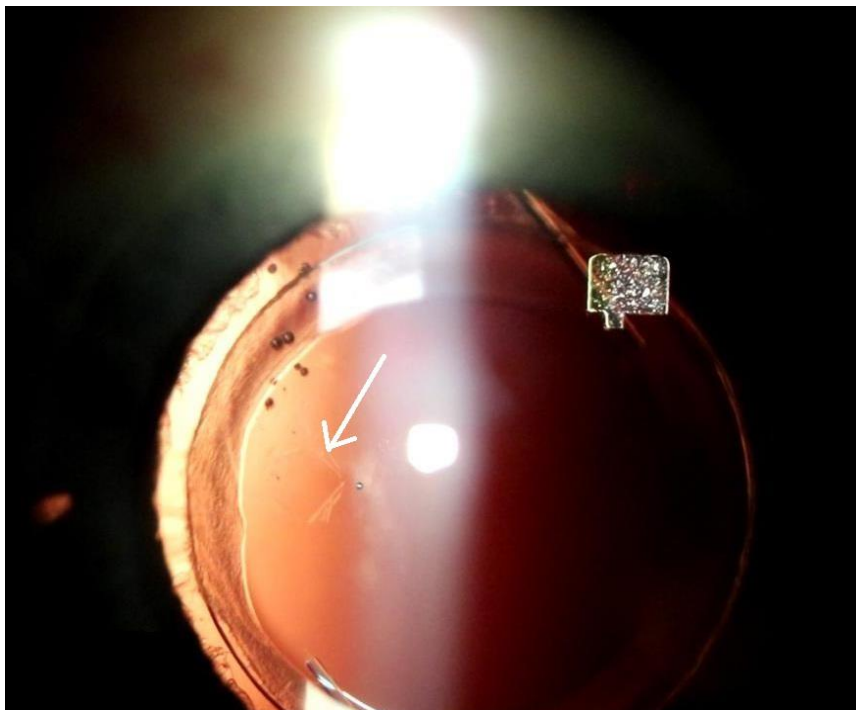
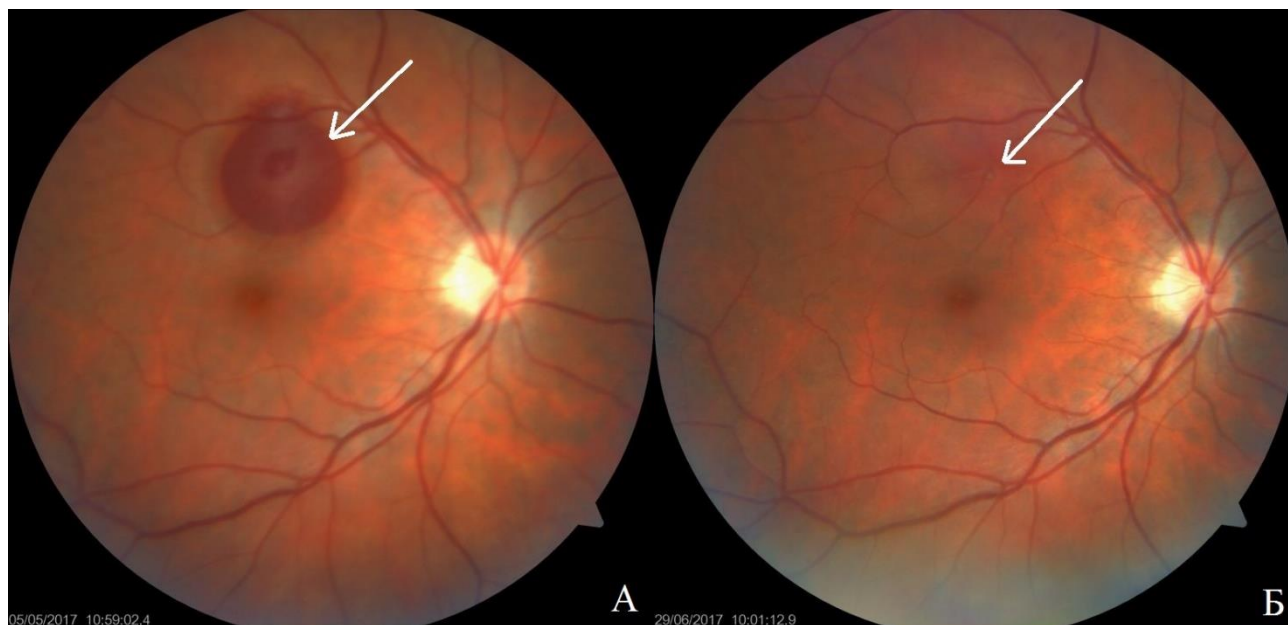


Рисунок 13 - Офтальмоскопическая картина повреждения задней капсулы

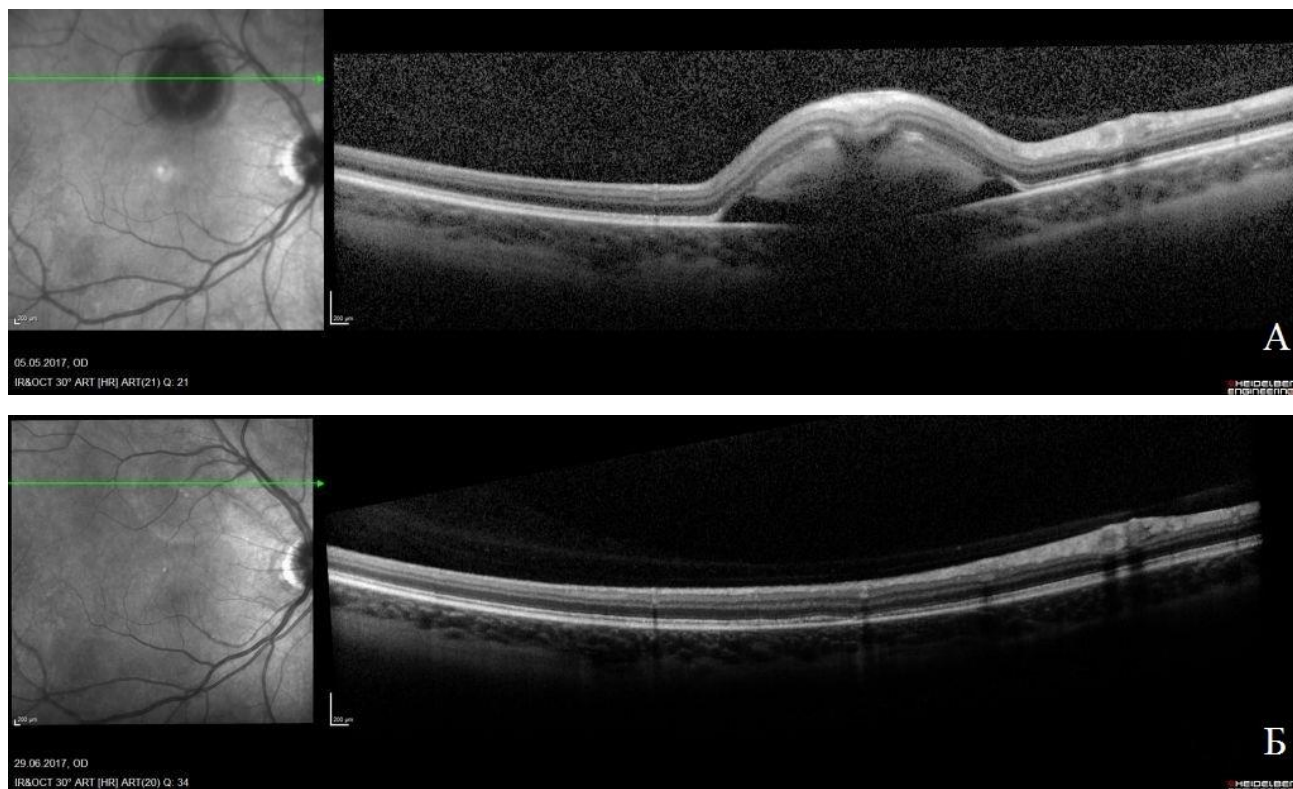
- Субретинальное кровоизлияние при офтальмоскопии выглядело как проминирующий очаг с четкими границами, темно-бордового цвета с четкими контурами и проминенцией под нижней височной аркадой (Рис.14А). Сразу после получения осложнения в ходе ИАГ-лазерного витреолизиса пациент отметил черное «пульсирующее» пятно в центральном поле зрения. На ОКТ-изображении визуализировалась целая сетчатка с округлым приподнятым контуром и проминирующим субретинальным очагом с гиперрефлективным содержимым (Рис.15А). Через 1 месяц после консервативного лечения на контрольном осмотре пациент не отмечал зрительных жалоб. Офтальмоскопически в зоне бывшего кровоизлияния визуализировался нежный субретинальный «рубчик» (Рис.14Б). На ОКТ-изображении отмечался ровный контур целостной сетчатки и остаточные субретинальные изменения (Рис.15Б).



А) Интраоперационно

Б) Через 1 месяц на фоне консервативного лечения (полная резорбция)

Рисунок 14 - Офтальмоскопическая картина субретинального кровоизлияния



А) Интраоперационно

Б) Через 1 месяц на фоне консервативного лечения

Рисунок 15 - ОКТ-картина субретинального кровоизлияния

• Также, одним из осложнений было получено интраоперационное повреждение сетчатки с частичным гемофтальмом. Сразу после ИАГ-лазерного витреолизиса пациент отметил множество новых «мушек» и небольшой «туман» в поле зрения. При офтальмоскопии отмечалось наличие свежего гема в витреальной полости и дефект нейроэпителия с нечеткими контурами к носу от ДЗН, при этом детали глазного дна визуализировались за небольшим флером (Рисунок 16А). На ОКТ-изображении визуализировался только дефект нейроэпителия, развития локальной отслойки отмечено не было (Рисунок 17А). Через 1 месяц после консервативного лечения на контрольном осмотре пациент не отмечал зрительных жалоб. Офтальмоскопически в зоне повреждения сетчатки визуализируется нежный ретинальный «рубчик» (Рисунок 16Б). На ОКТ-изображении отмечается деформированный контур сетчатки без локальной отслойки (Рисунок 17Б). С целью профилактики отдаленных осложнений было принято решение провести барьерную лазеркоагуляцию сетчатки вокруг ретинального дефекта.



А) Интраоперационно

Б) Через 1 месяц на фоне консервативного лечения

Рисунок 16 - Офтальмоскопическая картина повреждения сетчатки осложненного частичным гемофтальмом



А) Интраоперационно

Б) Через 1 месяц на фоне консервативного лечения

Рисунок 17 - ОКТ-картина повреждения сетчатки осложненного частичным гемофтальмом

- Послеоперационным осложнением ИАГ–лазерного витреолизиса явилось транзиторное повышение уровня внутриглазного давления выше референсных значений через 1 неделю после лазерного воздействия. Тем не менее, через 7 дней от начала гипотензивной терапии офтальмогипертензия была купирована.

Таким образом, наличие ППСТ в витреальной полости приводит к достоверному снижению контрастной чувствительности и повышению уровня субъективных жалоб пациентов. Наибольшую информативность в оценке динамики зрительных функций у пациентов с ППСТ показали результаты измерения контрастной чувствительности, анкетирования, ультразвукового исследования витреальной полости с компьютерным анализом изображений в программе «ImageJ». При этом исходно высокая максимально скорректированная острота зрения не является информативным методом диагностики у пациентов с ППСТ.

ИАГ-лазерный витреолизис колец Вейса, а также облаковидных помутнений показал высокие клинично-функциональные результаты, что сопровождалось статистически значимым улучшением субъективных и объективных показателей. При этом полноценная фрагментация кольца Вейса требует минимального количества сеансов, импульсов за сеанс, а также суммарной лазерной энергии за сеанс. Лазерное лечение облаковидных помутнений в связи с множественной деструкцией стекловидного тела требовало наибольшего количества сеансов и количества импульсов за сеанс, однако также позволило получить высокий клинично-функциональный результат. При мембранозном типе ППСТ лазерное лечение не привело к улучшению состояния, о чем свидетельствует отсутствие достоверных изменений контрастной чувствительности, уровня жалоб пациентов, а также показателя – усредненное значение серого.

В ходе лазерного лечения отмечались единичные повреждения внутриглазных структур переднего и заднего глаза, которые во всех случаях встречались у пациентов с наличием радиальных насечек роговицы и миопии высокой степени. Послеоперационная офтальмогипертензия носила транзиторный характер и имела место у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой в анамнезе. Тем не менее, данные осложнения не привели к значимому снижению зрительных функций у пациентов, а также были полностью купированы на фоне консервативного лечения.

5.2. Разработка алгоритма диагностики и лечения пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела

На основе данных дооперационного обследования пациентов, разработанного комплекса диагностических мероприятий для оптимизации методики ИАГ-лазерного витреолизиса, а также оценки клинико-функциональных результатов лечения различных типов ППСТ был предложен лечебно-диагностический алгоритм (Рисунок 18).

При обращении, всем пациентам с наличием жалоб на плавающие «мушки» в поле зрения в течение более 2 месяцев проводится осмотр периферических отделов глазного дна. При наличии у пациентов «опасных» очагов дистрофии сетчатки (по типу «улитки», «решетки», витреоретинальных тракций), а также клапанных и дырчатых разрывов сетчатки, проводится профилактическая барьерная лазеркоагуляция по стандартной методике.

Далее проводится биомикроскопия витреальной полости, а также измерение расстояния от плавающих помутнений стекловидного тела до сетчатки и хрусталика разработанным оптическим методом. При расстоянии от ППСТ до сетчатки или хрусталика более 3 мм и наличии кольца Вейса или облаковидного помутнения в витреальной полости – показано проведение ИАГ-лазерного витреолизиса.

Относительным противопоказанием является ИАГ-лазерный витреолизис мембранозных помутнений ввиду невысокой клинической эффективности лечения. К абсолютным противопоказаниям относится наличие ППСТ на расстоянии до сетчатки или хрусталика менее 3 мм. В этом случае рекомендовано динамическое наблюдение или консультация витреоретинального хирурга на предмет эндовитреального вмешательства.

При сохранении жалоб после ИАГ-лазерного витреолизиса возможно проведение дополнительных сеансов лечения. Для этого повторно проводится комплекс диагностических мероприятий для определения показаний и противопоказаний к лазерному воздействию в витреальной полости.

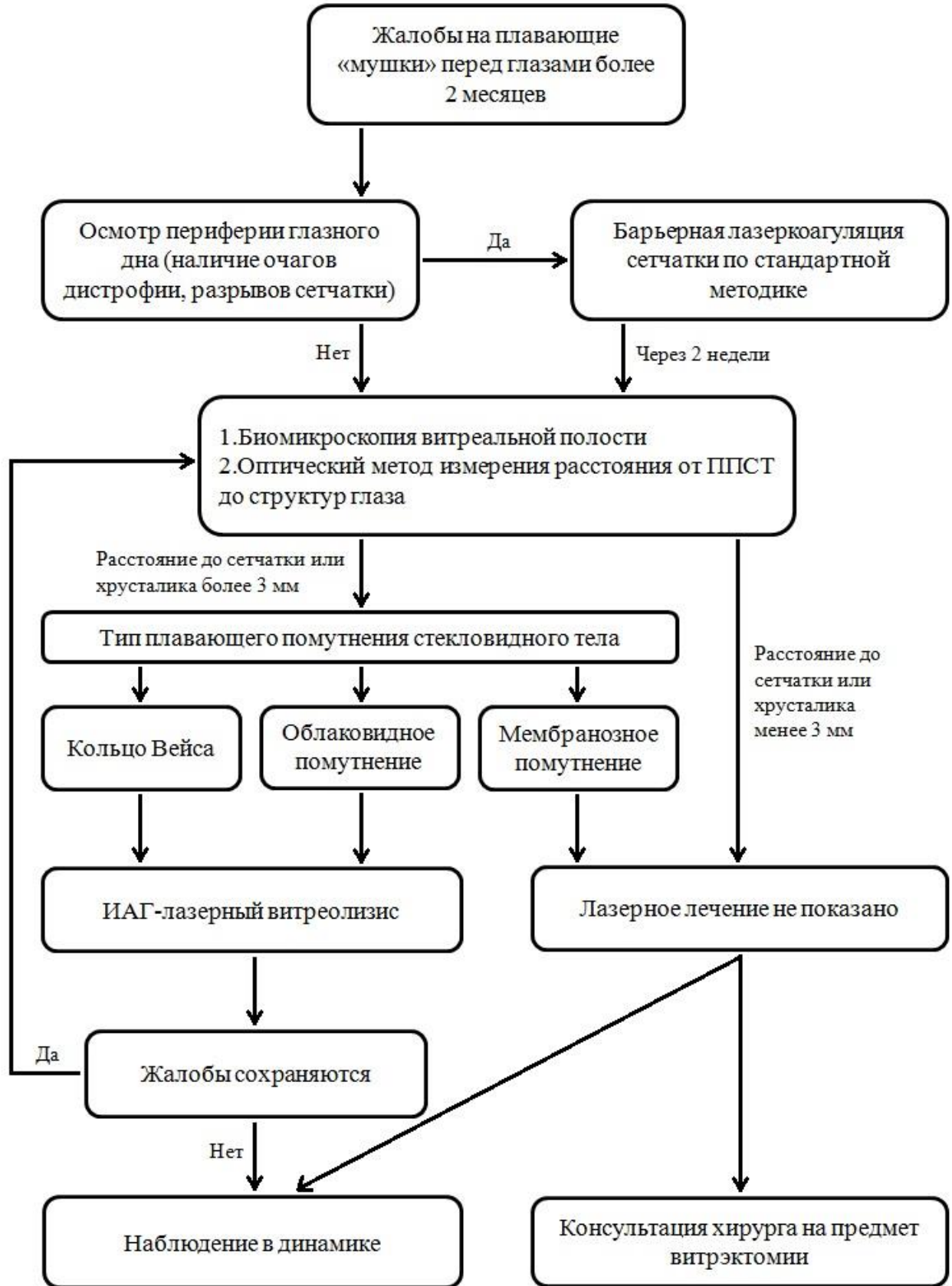


Рисунок 18 - Алгоритм диагностики и лечения пациентов с ППСТ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Плавающие помутнения стекловидного тела являются довольно распространенной патологией, которая, несмотря на исходно высокие зрительные функции, снижает субъективное качество зрения [183,186,195]. Частота встречаемости деструкции СТ по данным ультразвукового исследования витреальной полости у лиц в возрасте 21-40 лет составляет <5%, однако с годами структурные нарушения стекловидного тела нарастают и к 60 годам данную проблему имеют около 80% пациентов [120].

В основе изменения структуры стекловидного тела лежит его физиологическая дегенерация в виде синхазиса и синерезиса. Критическое нарушение нормального строения стекловидного тела, а именно разобщение молекул гиалуроновой кислоты и коллагеновых волокон приводит к агрегации последних и образованию плавающих помутнений стекловидного тела [15,30,48,112,131,150]. Данные структурные изменения приводят к экранированию светового излучения, образованию теней и полутеней на сетчатке и определяют субъективную симптоматику в виде плавающих «мушек» в поле зрения. [112,150,152,175]. Более того, с течением времени утрачивается прочная витреоретинальная фиксация, что и определяет развитие задней отслойки стекловидного тела с формированием классического клинического проявления – кольцо Вейса в проекции диска зрительного нерва [76,152,175]. По данным литературы частота встречаемости задней отслойки СТ у лиц старше 80 лет составляет 63% [65,178,194]. Другими причинами нарушения структуры стекловидного тела могут быть врожденные патологии с нарушением синтеза коллагеновых и неколлагеновых белков (синдромы Стиклера, Вагнера, Марфана, Эллерса-Данло) [58,161,162]. Иногда характерные жалобы могут вызывать не характерные для СТ клеточные конгломераты и продукты метаболизма: гемофтальм, воспалительные инфильтраты, крышечки разрывов, остатки

перфторорганических соединений, инородные тела и паразиты [49,51,56,64,91,135,146,163,165].

На сегодняшний день нет единого мнения среди исследователей по классификации плавающих помутнений стекловидного тела. Большинство из них имеют лишь описательный характер и неприменимы на практике [42,94,112].

Также на сегодня нет стандарта в диагностике ППСТ. Наиболее распространенным методом исследования структур глаза, в том числе стекловидного тела является биомикроскопия [88,123]. Однако, наличие прозрачных, точечных, преретинальных помутнений требует дополнительных диагностических исследований, где наиболее информативен метод ОКТ [95,139]. Сканирующая лазерная офтальмоскопия и исследование динамического рассеивания света дают дополнительные возможности в диагностике за счет оценки светорассеивающих свойств ППСТ, а также теней и полутеней, образующихся на сетчатке [2,22,70,150,175]. Ультразвуковое исследование витреальной полости наиболее информативно в диагностике задней отслойки стекловидного тела, а также нарушении его структуры [15,107,120]. Более того, метод позволяет измерить расстояние от плавающих помутнений стекловидного тела до смежных структур глаза (сетчатка или хрусталик), что актуально в случае проведения ИАГ-лазерного витреолизиса. По данным ряда авторов, его безопасным значением считается более 3 мм [18,42,82,94,170]. Тем не менее, на сегодняшний день остаются открытыми вопросы по алгоритму ультразвукового исследования стекловидного тела и методам обработки полученных изображений для объективной оценки ППСТ.

Немаловажное значение имеет изучение субъективного качества зрения у пациентов с ППСТ. Так как у данных пациентов имеются высокие зрительные функции и низкое качество зрения [183]. Такое несоответствие может быть связано с индивидуальными психологическими особенностями, которые тщательно не изучены у пациентов с ППСТ. Для оценки субъективных ощущений пациентов используются различные тест-опросники [53,86,107,109]. Из инструментальных методов диагностики наиболее информативным является измерение контрастной

чувствительности, показатель которого снижен у пациентов с наличием ППСТ [107,149].

Следует отметить, что с течением времени адаптации к ППСТ не происходит, что обуславливает необходимость активной тактики ведения таких пациентов [183]. ИАГ-лазерный витреолизис применяется более 30 лет в клинической практике офтальмологов и является наиболее перспективным методом лечения ППСТ. Современные лазерные установки имеют оптимизированные оптические системы, позволяющие применять минимальные энергетические параметры и сохранять высокую эффективность воздействия [18,159]. Тем не менее, в ходе лазерного воздействия на ППСТ формируются физические эффекты в виде оптико-электрического пробоя, кавитационных пузырьков и ударной волны, что может обуславливать повреждение смежных структур глаза [181]. Для оценки расстояния от ППСТ до структур глаза применяется ультразвуковое исследование витреальной полости, однако метод информативен лишь на дооперационном этапе. Также на сегодняшний день нерешенным вопросом является оценка эффективности лазерного лечения. недостаточно изучены клинико-функциональные результаты лечения различных типов ППСТ.

В связи с потребностью дальнейшего изучения вышеперечисленных нерешенных проблем была сформирована цель настоящего исследования – разработать комплекс диагностических мероприятий для оптимизации методики ИАГ-лазерного витреолизиса плавающих помутнений стекловидного тела, а также оценки его результатов.

Для решения поставленной цели исследования было необходимо: на основе методов анкетирования изучить влияние индивидуальных психологических особенностей на субъективное качество зрения, а также разработать тест-опросник для оценки уровня жалоб пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела; на основе математического моделирования разработать оптический способ оценки положения плавающих помутнений стекловидного тела, а также провести его сравнение с ультразвуковым методом диагностики; разработать способ объективной оценки результатов ИАГ-лазерного витреолизиса на основе

цифрового анализа данных ультразвукового исследования витреальной полости; на основе полученных клинико-функциональных показателей провести сравнительный анализ результатов ИАГ-лазерного витреолизиса у пациентов с различными типами плавающих помутнений стекловидного тела; определить показания и противопоказания к ИАГ-лазерному витреолизису с применением разработанных диагностических мероприятий в лечении плавающих помутнений стекловидного тела, а также разработать лечебно-диагностический алгоритм.

В клиническое исследование вошло 128 пациентов 128 глаз с плавающими помутнениями стекловидного тела, а также 30 здоровых добровольцев схожего половозрастного состава.

В первый этап исследования - оценка индивидуальных психологических особенностей пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела - из общего количества пациентов вошли 30 человек с наличием первичных ППСТ в витреальной полости и наличием жалоб на плавающие «мушки» в поле зрения, а также 30 человек с наличием первичных ППСТ в витреальной полости и отсутствием жалоб. Оценку психологического статуса пациентов проводили с применением тестов Кеттелла и Леонгарда-Шмишека. Для исследования субъективного качества зрения использовали метод анкетирования по стандартизированному тест-опроснику VF-14 и разработанному для пациентов с ППСТ нестандартизированному тест-опроснику.

Во второй этап исследования – анализ клинико-функциональных результатов – из общего количества пациентов вошли 98 человек (98 глаз) с жалобами на плавающие «мушки» в поле зрения в течение более 2 месяцев, наличием первичного типа ППСТ в витреальной полости, с расстоянием от плавающих помутнений стекловидного тела до сетчатки и хрусталика более 3 мм, подтвержденным данными ультразвукового В-сканирования. Из исследования были исключены пациенты с гемофтальмом, хроническим увеитом, сахарным диабетом, системными заболеваниями соединительной ткани.

Все пациенты второго этапа были распределены на две клинические группы: основная (1) – где проводили лазерное лечение, контрольная (2) – наблюдение

естественного течения процесса. Также в исследование вошла группа сравнения (3) – здоровые добровольцы, для сравнительной оценки степени зрительных нарушений у пациентов с ППСТ. Все пациенты основной группы на основе офтальмоскопии, а также данных УЗИ витреальной полости были распределены на три подгруппы в зависимости от исходного типа плавающего помутнения стекловидного тела: «I» - кольца Вейса, «II» - облаковидные помутнения, «III» - мембранозные помутнения. Это соответствует данным литературы, где Brasse K. (2019) по анатомическому принципу выделил аналогичные типы ППСТ [42].

На дооперационном этапе всех пациентов обследовали стандартными и специальными методами диагностики, к которым относятся: анкетирование, измерение контрастной чувствительности, ультразвуковое исследование витреальной полости, фоторегистрация ППСТ. В случае развития осложнений проводили спектральную оптическую когерентную томографию сетчатки.

Лазерное лечение проводилось на установке «Ultra Q Reflex» (Ellex, Австралия) с техническими параметрами: длина волны – 1064 нм, длительность импульса 4 нс, диаметр пятна 8 мкм. Для доставки лазерной энергии применяются контактные линзы: «Reumann-18» (для ППСТ в передней трети), «Karickhoff-21» (для ППСТ в средней трети), «Karickhoff-25 off axis» (для ППСТ в задней трети и нецентрально расположенных в витреальной полости ППСТ) (Ocular, США). Подбор энергии импульса производили индивидуально, лазерное воздействие начиналось с 1 мДж с постепенным его повышением до достижения оптического пробоя, образования парогазовых пузырьков, а также эффективной фрагментации и испарения ППСТ.

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

Сравнительный анализ результатов анкетирования тестами Кеттелла и Леонгарда-Шмишека показал отсутствие достоверной ($p > 0,05$) разницы между группами пациентов по всем шкалам личности теста Кеттелла и типам личности

Леонгарда-Шмишека. Это свидетельствовало о том, что индивидуальный психологический статус не влияет на субъективное качество зрения. В литературе были описаны исследования по выявлению зависимостей между психологическим и соматическим статусом пациентов [4,11,13,14,20]. Однако результатов обследования у пациентов с витреальной патологией к сегодняшнему моменту не получено.

Для анкетирования пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела различными исследователями применялись стандартизированные и нестандартизированные тест-опросники [53,86,107,109]. Недостатком данных анкет является изолированная оценка общего качества зрения или качественно-количественных параметров ППСТ. Для оптимизации метода анкетирования был разработан тест-опросник, позволяющий решить вышеперечисленную проблему путем объединения вопросов общего качества зрения и параметров ППСТ в поле зрения. Сравнительный анализ результатов анкетирования показал эффективность применения разработанного тест-опросника (с $63,05 \pm 23,35$ до $82,24 \pm 14,35$) по сравнению со стандартизированным тест-опросником VF-14 (с $75,05 \pm 21,25$ до $80,18 \pm 15,16$).

Следует отметить, что УЗИ является классическим методом исследования витреальной полости, который позволяет оценить качественные и количественные параметры ППСТ [15,107,120]. Однако применение метода затруднительно для оценки положения плавающих помутнений стекловидного тела во время проведения ИАГ-лазерного витреолизиса. В доступной литературе не описано метода интраоперационной оценки расстояния ППСТ в витреальной полости. С этой целью следующим этапом был разработан оптический метод определения положения плавающих помутнений стекловидного тела в ходе их ИАГ-лазерного витреолизиса. Для этого при наличии ППСТ позади задней капсулы хрусталика рефракция обоих окуляров устанавливалась в крайнее положение минус 6 диоптрий, далее производили фокусировку изображения на ППСТ при помощи щелевой лампы. Затем, один из окуляров вращался в сторону плюсовой рефракции до получения четкого изображения задней капсулы хрусталика. Далее

производился перерасчет диоптрийной разницы между очками в миллиметры

по формуле:
$$d = \frac{1336 \Delta D}{\left(\frac{1336}{L - 1,662} - 3 \right)^2}$$

где d – расстояние от ППСТ до задней капсулы хрусталика или сетчатки, в мм, L – длина глаза, в мм, ΔD – разница в диоптриях между очками, 1336 – показатель преломления, 1,662 – расстояние от вершины роговицы до главной плоскости оптической системы глаза, в мм, при этом, если полученное расстояние составляло 3 мм и более, то рефракция обоих очков устанавливалась на 0 диоптрий и проводился ИАГ-лазерный витреолизис.

Напротив, при оценке расстояния от ППСТ до сетчатки рефракция обоих очков устанавливалась в крайнее положение плюс 6 диоптрий, далее производилась фокусировка изображения на ППСТ при помощи щелевой лампы. Затем, один из очков вращался в сторону минусовой рефракции до получения четкого изображения сетчатки. Далее производился аналогичный алгоритм описанный выше.

Сравнительный анализ методов оценки расстояния от ППСТ до структур глаза разработанным оптическим и ультразвуковым методами у 35 пациентов с кольцами Вейса показал, их сопоставимость. Результаты измерения среднего расстояния от кольца Вейса до сетчатки ультразвуковым и разработанным методами составили - $4,77 \pm 0,76$ и $4,88 \pm 0,77$ мм соответственно. Средняя разность методов с 95 %-м доверительным интервалом составила 0,11 [0,08; 0,13]. Полученные результаты свидетельствовали о том, что разработанный оптический метод оценки положения ППСТ позволяет без применения дополнительных технических средств точно измерить расстояние от ППСТ до структур глаза (сетчатка или хрусталик) в ходе проведения ИАГ-лазерного витреолизиса. При наличии ППСТ на безопасном расстоянии – более 3 мм, лазерное воздействие позволяет снизить риск развития, а в большинстве случаев избежать интраоперационных осложнений [42,94,103,176].

В исследованиях для объективной оценки эффективности витрэктомии в лечении плавающих помутнений стекловидного тела Matou J. с соавторами (2015) применил сложный алгоритм В-сканирования витреальной полости (100 сканов) в трех взаимно перпендикулярных плоскостях с последующим трудоемким компьютерным анализом изображений [107]. Однако метод является невоспроизводимым на практике. В связи с этим для получения полноценной характеристики измененного стекловидного тела выполнялось по три скана в двух взаимно перпендикулярных плоскостях: сагиттальной и горизонтальной (всего шесть) через зону локализации ППСТ. Далее каждый скан подвергался цифровой обработке в компьютерной программе «ImageJ», а именно: выделялся центральный участок стекловидного тела в виде круга диаметром 10 мм, далее в этой же программе в каждом выделенном участке проводилось измерение показателя – усредненное значение серого в пикселях. Далее из шести полученных показателей рассчитывалось среднее значение. Через 1 месяц после ИАГ-лазерного витреолизиса, а также в последующие сроки наблюдения вычислялся этот же показатель аналогичным образом.

Анализ результатов дооперационного обследования пациентов в клинических группах показал достоверное отличие контрастной чувствительности и уровня субъективных жалоб ($p < 0,05$) между группами: основная-сравнения (1-3) и контрольная-сравнения (2-3), при этом статистически значимых отличий между группами основная-контрольная (1-2) выявлено не было ($p > 0,05$). Отсюда следует, что наличие ППСТ в витреальной полости достоверно снижает качество зрения по сравнению со здоровыми добровольцами. Полученные результаты коррелируют с данными литературы, где исследователи также отмечали ухудшение контрастной чувствительности и повышение уровня жалоб у пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела, а в некоторых случаях даже потерю привычного образа жизни [107,149,183].

При сравнении клиничко-функциональных показателей в динамике между группами было выявлено статистически значимое улучшение показателей контрастной чувствительности и уровня жалоб в основной группе к сроку

наблюдения 1 неделя ($p < 0,05$). Напротив, в группах контроля и сравнения, в течение всего периода наблюдения (12 месяцев) достоверных изменений ($p > 0,05$) выявлено не было. Matou J. с соавторами (2011) проводили оценку результатов лечения пациентов с ППСТ методом субтотальной витрэктомии. После хирургического вмешательства отмечалось снижение ультразвуковой плотности витреальной полости, а также повышение качества зрения у прооперированных пациентов [107].

Максимально скорректированная острота зрения не отличалась между группами на дооперационном этапе и оставалась стабильно высокой у всех пациентов (100%) в течение всего срока наблюдения. Little H.L. и Jack R.L. (1986) оценивали эффективность ИАГ-лазерного витреолизиса помутнений измерением МКОЗ, которая оставалась неизменной до и после операции [103]. Это свидетельствует о том, что данный показатель не является информативным у пациентов с ППСТ.

Сравнительный анализ энергетических параметров, а также клинко-функциональных результатов показал, что: в I подгруппе (кольца Вейса) для полноценной фрагментации и испарения ППСТ требовалось минимальное количество сеансов 1,3, наименьшие по сравнению с другими помутнениями значения количества импульсов, средней суммарной энергии за сеанс. Диапазон энергии импульса варьировал от 1,5 до 5,5 мДж. При этом лазерное лечение сопровождалось достоверным повышением контрастной чувствительности с $2,32 \pm 0,78$ до $1,82 \pm 1,11\%W$, уровня СО с $19,43 \pm 8,18$ до $12,39 \pm 7,88$ баллов и уровня ультразвуковой плотности помутнений в виде усредненного значения серого с $5,47 \pm 0,23$ до $5,11 \pm 0,31$ к концу срока наблюдения ($p < 0,05$). Высокий клинко-функциональный результат был достигнут за счет полного испарения ППСТ в витреальной полости; во II подгруппе (облаковидные помутнения) за счет множественных очагов деструкции стекловидного тела для достижения максимальной фрагментации и испарения ППСТ потребовалось наибольшее количество сеансов – 3,0 и количества импульсов за сеанс - $322,6 \pm 292,4$ мДж. Диапазон энергии импульса варьировал от 3,0 до 7,0 мДж. Отмечалась

положительная тенденция к повышению контрастной чувствительности с $2,38 \pm 1,02$ до $2,23 \pm 0,71\%W$ ($p > 0,05$), а также статистически значимое снижение уровня жалоб пациентов с $20,14 \pm 5,97$ до $16,03 \pm 4,98$ баллов и уровня ультразвуковой плотности ППСТ (УЗС) с $5,78 \pm 0,26$ до $5,19 \pm 0,34$ к сроку наблюдения 12 месяцев ($p < 0,05$); в III подгруппе (мембранозные помутнения) с учетом их прозрачной структуры испарение ППСТ не представлялось возможным. В ходе лазерного воздействия удалось лишь частично фрагментировать и немного сместить из зрительной оси плавающие помутнения стекловидного тела. Для достижения вышеописанного результата потребовалось в среднем 2,1 сеанса, максимальных значений энергии импульса (5–8 мДж) и суммарной энергии - $1171,4 \pm 880,6$ мДж за сеанс. Анализ клинико-функциональных результатов ИАГ-лазерного витреолизиса мембранозных помутнений показал отсутствие достоверных изменений контрастной чувствительности, уровня субъективных ощущений пациентов и ультразвуковой плотности ППСТ к концу срока наблюдения 12 месяцев после лечения по сравнению с дооперационными данными ($p > 0,05$). Такие результаты лечения вероятнее всего связаны с различной биохимической структурой ППСТ, о чем высказывал предположение Vandorselaer T. в 2001 году [180]. Так, матрикс стекловидного тела преимущественно состоит из коллагена II типа, основной функцией которого является - каркасная [35]. 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 [35,173]. Характерной особенностью коллагена IV типа является группирование состоящих из него волокон стекловидного тела в пластины, а также его участие в формировании базальных мембран [35,44]. Вероятнее всего данный тип коллагена входит в состав стенок каналов, сумок и цистерн.

Уровень внутриглазного давления не превышал нормального уровня в 66 случаях (97%) в течение всего периода наблюдения. Тем не менее, в 2 случаях (3%) отмечалась реактивная офтальмогипертензия в раннем послеоперационном периоде, которая была купирована медикаментозно в течение 1 недели. Данное

осложнение бы связано с наличием у данных пациентов первичной открытоугольной глаукомы в анамнезе. Cowan L.A. с соавторами в 2015 году описала 3 случая длительной офтальмогипертензии, которые потребовали хирургической компенсации внутриглазного давления. По мнению авторов, повышение внутриглазного давления было связано с миграцией фрагментов ППСТ и воспалительных клеток из задней камеры глаза в переднюю с формированием ретенции оттока внутриглазной жидкости [50]. Это обуславливает необходимость выявления пациентов из группы риска, контроля внутриглазного давления в раннем послеоперационном периоде и своевременного назначения гипотензивной терапии.

Интраоперационными осложнениями ИАГ-лазерного витреолизиса явились: повреждение задней капсулы хрусталика – 3 случая (4,5%), субретинальное кровоизлияние – 1 случай (1,5%), повреждение сетчатки с частичным гемофтальмом – 1 случай (1,5%), которые во всех случаях встречались у пациентов с наличием радиальных насечек роговицы и миопии высокой степени. Тем не менее, данные осложнения не снизили зрительных функций пациентов, а также были полностью купированы на фоне консервативного лечения. Следует отметить, что полученные результаты лазерного лечения ППСТ коррелируют с данными литературы, где отмечались единичные аналогичные осложнения на этапе освоения технологии [29,40,42,85,94,99,111,118,119,159]. При этом общее количество осложнений очень мало и по данным литературы составляет около 0,1% [94].

Таким образом, разработанный комплекс диагностических мероприятий позволил оптимизировать методику ИАГ-лазерного витреолизиса, минимизировать риски развития ятрогенных осложнений, оценить клинико-функциональные результаты, определить показания и противопоказания к лазерному лечению, а также дальнейшую тактику ведения пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела.

ВЫВОДЫ

1. На основе тестов Кеттелла и Леонгарда-Шмишека выявлено, что индивидуальные психологические особенности пациентов не являются определяющими в формировании субъективных жалоб. По сравнению со здоровыми добровольцами для пациентов с наличием плавающих помутнений стекловидного тела характерен более высокий уровень жалоб ($21,08 \pm 8,35$ и $5,12 \pm 2,53$ соответственно, $p < 0,05$), а также более низкая контрастная чувствительность ($2,34 \pm 1,02$ и $1,17 \pm 0,45$ соответственно, $p < 0,05$). Разработанный тест-опросник позволяет достоверно оценить изменение уровня жалоб пациентов после проведения ИАГ-лазерного витреолизиса в срок наблюдения 12 месяцев ($21,08 \pm 8,35$ до $15,14 \pm 8,12$; $p < 0,05$).

2. Предложенный оптический метод оценки положения плавающих помутнений стекловидного тела позволяет без применения дополнительных технических средств интраоперационно контролировать расстояние от плавающих помутнений стекловидного тела до сетчатки или хрусталика и, тем самым, снизить риск осложнений. Сравнительный анализ показал сопоставимость его измерений с данными ультразвукового измерения.

3. Разработанный способ объективной оценки плавающих помутнений стекловидного тела на основе ультразвукового исследования витреальной полости с графическим анализом его изображений у пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела позволяет дать объективную оценку результатам ИАГ-лазерного витреолизиса.

4. Результаты ИАГ-лазерного витреолизиса в лечении пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела выражались в достоверном повышении контрастной чувствительности с $2,34 \pm 1,07$ до $1,92 \pm 1,12\%W$ и снижении уровня жалоб пациентов с $21,08 \pm 8,18$ до $16,15 \pm 8,65$ баллов ($p < 0,05$), по сравнению с группой контроля, где данные показатели не претерпевали статистически значимых изменений ($p > 0,05$). Наиболее оптимальными типами

плавающих помутнений стекловидного тела для лазерного лечения являются кольца Вейса и облаковидные помутнения, требующие в среднем $1,3 \pm 0,9$ и $3,0 \pm 1,4$ сеансов соответственно, что сопровождается достоверным улучшением клинико-функциональных показателей на всем периоде наблюдения ($p < 0,05$). В группе мембранозных плавающих помутнений стекловидного тела отмечалось лишь достоверное снижение уровня жалоб на сроке наблюдения 1 неделя за счет временного смещения помутнений от зрительной оси ($p < 0,05$).

5. Определены показания и противопоказания к ИАГ-лазерному витреолизису, разработан алгоритм диагностики и лечения пациентов с плавающими помутнениями стекловидного тела, включающий анамнез заболевания, наличие изменений на периферии сетчатки, а также оценку типа и положения плавающих помутнений стекловидного тела относительно структур глаза.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При наличии жалоб у пациентов на плавающие «мушки» в поле зрения рекомендовано анкетирование при помощи разработанного тест-опросника с целью оценки субъективного качества зрения и контроля в динамике.

2. При проведении ИАГ-лазерного витреолизиса может быть использован оптический метод измерения расстояния от плавающих помутнений стекловидного тела до сетчатки или хрусталика, позволяющий проводить интраоперационный контроль положения ППСТ и существенно снизить риск развития осложнений.

3. Всем пациентам с сохранением жалоб на «мушки» в течение 2 месяцев и более, наличием ППСТ в витреальной полости в виде кольца Вейса или облаковидных помутнений на безопасном расстоянии от сетчатки или хрусталика (более 3 мм) рекомендовано проведение ИАГ-лазерного витреолизиса. При наличии мембранозного типа ППСТ в витреальной полости вне зависимости от его расстояния до структур глаза рекомендована консультация витреоретинального хирурга на предмет витрэктомии.

4. Для объективной оценки состояния стекловидного тела, а также результатов лечения рекомендовано проведение ультразвукового исследования витреальной полости в положении сидя с компьютерным анализом изображений в программе «ImageJ».

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ППСТ	плавающие помутнения стекловидного тела
СТ	стекловидное тело
ОКТ	оптическая когерентная томография
УЗИ	ультразвуковое исследование
УЗС	усредненное значение серого
КЧ	контрастная чувствительность
СО	субъективные ощущения
МКОЗ	максимально скорректированная острота зрения
ИАГ	иттрий-алюминий-гранат
VF-14	Visual function-14
FrACT	Freiburg acuity and contrast test

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алиева Н.И., Касимов ЭМ. Оценка эффективности лечения диабетического гемофтальма // Офтальмология. – 2013. - №3. – С. 21-24.
2. Балалин А.С., Хзарджан Ю.Ю., Борискина Л.Н., Балалин С.В. Фотооптический метод регистрации помутнений стекловидного тела // Современные технологии в офтальмологии. – 2018. - №4. - С.33-34.
3. Васильев В.Н., Гуров И.П. Сравнительный анализ методов оптической когерентной томографии // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2007. - №7. – С. 30–40.
4. Евсеева А.А., Антропов Ю.А., Кузнецов С.Л. Структура коморбидной нервно-психической патологии у больных с катарактой // Обозрение психиатрии и медицинской психологии имени В.М.Бехтерева. – 2012. – №4. - С. 26-31.
5. Иванов А.Н., Танковский В.Э., Мизерова О.В. ИАГ-лазерная деструкция экссудата в передней камере с артефакцией и ИАГ-лазерный витреолизис у больных с увеитами // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2013. - №4. – С. 102-104.
6. Иванов АН. Создание оптимальных условий методом Nd:YAG-лазерной деструкции перед витрэктомией // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2014. - №12. – С. 140-142.
7. Катаргина Л.А., Арестова Н.Н., Егиян Н.С., Калиниченко Р.В. Лазерный передний витреолизис у детей с артефакцией после экстракции врожденных катаракт // Российская педиатрическая офтальмология. – 2015. - №4 (10). - С. 12-15.
8. Кислицына Н.М., Новиков С.В., Колесник С.В., Веселкова МП. Анатомо-топографические особенности передних кортикальных слоев стекловидного тела // Офтальмохирургия. – 2017. - №1. – С. 66-71.

9. Кислицына Н.М., Новиков С.В., Шацких А.В., Колесник С.В. Исследование структур стекловидного тела с помощью суспензии «Витреоконтраст» // Офтальмохирургия. – 2013. – № 4. – С. 66-70.
10. Кортнева Ю.В. Диагностика актуальной проблемы. Методика Леонгарда-Шмишека. - М.: ИОИ, 2004. – С. 240
11. Курамшина О.А., Кофанова Ю.А., Габбасова Л.В., Крюкова А.Я. Психосоциальные факторы и язвенная болезнь // Фундаментальные исследования. - 2011. - №10(2). - С. 302-304.
12. Леонгард К. Акцентуированные личности. - М.: Эксмо-Пресс, 2001. – С. 448
13. Лихачев С.А., Чернуха Т.Н., Тарасевич Е.В. Эмоциональные и личностные особенности пациентов с мышечными дистониями // Журнал психиатрии и неврологии им.С.С. Корсакова. - 2017. – №117 (12). – С. 4-12.
14. Малюгин Б.Э., Кокин С.А., Яновская Н.П., Пожарицкая Е.М. Анализ корреляции субъективной удовлетворенности с личностными параметрами у пациентов с артрафакцией // Катарактальная и рефракционная хирургия. - 2014. - №14 (1). – С. 38-42.
15. Насникова И.Ю., Харлап С.И., Круглова Е.В. Пространственная ультразвуковая диагностика заболеваний глаза и орбиты: клин. рук. - М.: Изд-во РАМН, 2004. – С. 156.
16. Норман К.С. Экспериментальное обоснование использования миниплазмينا с целью индукции задней отслойки стекловидного тела: Автореф. дис. ...канд. мед. наук. – М., 2012. – 23 с
17. Патент РФ № 2371150. Способ оценки эффективности лечения плавающих помутнений стекловидного тела в проекции зрительной оси у пациентов без макулярной патологии после проведения YAG – лазерного витреолизиса / Тахчиди Х.П., Качалина Г.Ф., Касмынина Т.А., Тебина Е.П.; Заявл. 25.05.2017 г.; Оpubл. 11.07.2018 г. // Бюл. – 2018. – № 20. – С. 4.
18. Педанова Е.К., Крыль Л.А., Качалина Г.Ф. Первые результаты ИАГ-лазерного витреолизиса на установке Ultra Q Reflex // Современные технологии в офтальмологии. – 2016. - №1. – С. 179-181.

19. Старков Г.Л. Патология стекловидного тела. - М.: Медицина, 1967. – С. 200.
20. Цыганков Б.Д., Макарова И.А. Личностные акцентуации и психологический профиль пациентов с синдромом раздраженного кишечника. Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии. – 2010. – №12. – С. 35-39.
21. Черкасова Д. Н., Бахолдин А.В. Оптические офтальмологические приборы и системы: Учеб. пособие. - СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – С. 159.
22. Шаимова В.А., Шаимов Т.Б., Шаимов Р.Б., и др. Оценка эффективности YAG-лазерного витреолизиса на основе объективной количественной оценки плавающих помутнений в стекловидном теле // Вестник офтальмологии. – 2018. - №1 (134). - С. 56-62.
23. Aretz S., Krohne T.U., Kammerer K. et al. In-depth mass spectrometric mapping of the human vitreous proteome // Proteome Sci. – 2013. – Vol.11. - №1. – P.22.
24. Aron-Rosa D., Greenspan D.A. Neodymium:YAG laser vitreolysis // Int. Ophthalmol. Clin. – 1985. - Vol.25. - №3. - P.125-134.
25. Azuma N., Hida T., Akiya S. et al. Histochemical studies on hyaluronic acid in the developing human retina // Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. – 1990. – Vol.228. - №2. – P. 158–160.
26. Bach M. The Freiburg Visual Acuity Test - automatic measurement of visual acuity // Optom. Vis. Sci. – 1996. - Vol.73. - №1. - P.49-53.
27. Bach M. The Freiburg Visual Acuity Test - variability unchanged by post-hoc re-analysis // Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. – 2007. – Vol.245. №7. - P. 965-971.
28. Bahrani H.M., Fazelat A.A., Thomas M. et al. Endophthalmitis in the era of small gauge transconjunctival sutureless vitrectomy – meta analysis and review of literature. Semin. Ophthalmol. – 2010. – Vol.25. - №5–6. – P.275–282.
29. Baillif S., Paoli V., Francheschetti C., Gastaud P. Retinal injury following ND-Yag laser treatment of symptomatic vitreous floaters // J. Fr. Ophtalmol. – 2011. – Vol.34. - №8. – P. 589-591.
30. Balazs E.A. Physiology of the vitreous body. In: Schepens C.L., editor. Importance of the vitreous body in retinal surgery with special emphasis on re-operation. St. Louis: C.V. Mosby Co, 1960. - P. 29–57.

31. Balazs E.A., Denlinger J.L. Aging changes in the vitreous. In: Sekuler R., Kline D., Desmukes K., editors. Aging and human visual function. New York: Alan R. Liss, Inc., 1982. - P. 45–57.
32. Balazs E.A. Fine structure of the developing vitreous // *Int. Ophthalmol. Clin.* 1975. – Vol.15. - №1. – P. 53–63.
33. Beebe D.C., Holekamp N.M., Siegfried C., Shui Y.B. Vitreoretinal influences on lens function and cataract // *Philos. Trans. R. Soc. B. Biol. Sci.* – 2011. –Vol.366. - №1568. – P. 1293–1300.
34. Bishop P., Ayad S., Reardon A. et al. Type VI collagen is present in human and bovine vitreous // *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* - 1996. – Vol.234. №11. – P. 710–713.
35. Bishop P.N. Structural macromolecules and supramolecular organisation of the vitreous gel // *Prog. Retin. Eye Res.* – 2000. – Vol.19. - №3. – P. 323-344.
36. Bishop P.N., Crossman M.V., McLeod D., Ayad S. Extraction and characterization of the tissue forms of collagen types II and IX from bovine vitreous // *Biochem. J.* - 1994. – Vol.299. – P.497–505.
37. Bishop P.N., Holmes D.F., Kadler K.E. et al. Age- related changes on the surface of vitreous collagen fibrils // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 2004. – Vol.45. - №4. – P. 1041–1046.
38. Bishop P.N., McLeod D., Reardon A. Effects of hyaluronan lyase, hyaluronidase, and chondroitin ABC lyase on mammalian vitreous gel. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 1999. – Vol.40. -№10. – P. 2173–2178.
39. Bishop P.N. Vitreous proteins. In: Sebag J. editor. *Vitreous - in Health and Disease.* New York: Springer-Verlag, 2014. – P. 347-374.
40. Bonner R.F., Meyers S.M., Gaasterland D.E. Threshold for retinal damage associated with the use of high-power neodymium-YAG lasers in the vitreous // *Am. J. Ophthalmol.* – 1983. – Vol.96. - №2. – P. 153-159.
41. Bos K., Holmes D., Meadows R. et al. Collagen fibril organisation in mammalian vitreous by freeze etch/rotary shadowing electron microscopy // *Micron.* – 2001. – Vol.32. - №3. P. 301–306.

42. Brasse K., Schmitz-Valckenberg S., Jünemann A. et al. YAG laser vitreolysis for treatment of symptomatic vitreous opacities // *Ophthalmologe*. – 2019. - Vol. 116. – №1. - P. 1-11.
43. Brem R.B., Robbins S.G., Wilson D.J. et al. Immunolocalization of integrins in the human retina // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 1994. – Vol.35. - №9. – P. 3466–3474.
44. Bu S.C., Kuijper 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. - Vol. 10. - №7. – P. 1-21.
45. Cattell R.B., Eber H.W., Tatsuoka M. Handbook for the sixteen personality factors questionnaire. - Champaign: Institute for personality and ability testing, 1970. - P. 390
46. Choma M., Sarunic M., Yang C., Izatt J. Sensitivity advantage of swept source and Fourier domain optical coherence tomography // *Opt. Express*. - 2003. – Vol.11. - №18. – P. 2183-2189.
47. Chung S.E., Kim K.H., Kang S.W. Retinal breaks associated with the induction of posterior vitreous detachment // *Am. J. Ophthalmol.* - 2009. – Vol.147. - №6. – P. 1012-1016.
48. Comper W.D., Laurent T.C. Physiological function of connective tissue polysaccharides // *Physiol. Rev.* – 1978.- Vol.58.- №1. – P. 255–315.
49. Coupland S.E. The pathologist's perspective on vitreous opacities // *Eye (Lond)*. – 2008. – Vol.22. - №10. – P. 1318-1329.
50. 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. – Vol.159. - №1. – P. 138-143.
51. Crusado-Sanchez D., Mucching-Toscano S., Tellez W.A. et al. Recurrent vitreous hemorrhage secondary to retinal vessel avulsion // *Indian J. Ophthalmol.* – 2018. – Vol.66. - №5. – P. 706-708.
52. Datiles M.B. 3rd, Ansari R.R., Suh K.I. et al. Clinical detection of precatactous lens protein changes using dynamic light scattering // *Arch. Ophthalmol.* – 2008. – Vol.126. - №12. – P. 1687-1693.

53. 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. – Vol.251. - №5. – P. 1373-1382.
54. de Vega S., Iwamoto T., Yamada Y. Fibulins: multiple roles in matrix structures and tissue functions // *Cell Mol. Life Sci.* – 2009. – Vol.66. - №11-12. – P. 1890–1902.
55. Delaney Y.M., Oyinloye A., Benjamin L. Nd:YAG vitreolysis and pars plana vitrectomy: surgical treatment for vitreous floaters // *Eye (Lond).* – 2002. Vol.16. - №1. – P. 21-26.
56. Dennis R.J., Beer J.M., Baldwin J.B. et al. Using the Freiburg Acuity and Contrast Test to measure visual performance in USAF personnel after PRK // *Optom. Vis. Sci.* – 2004. – Vol.81. - №7. P. 516-524.
57. Duke-Elder S.W. The nature of the vitreous body // *Br. J. Ophthalmol.* – 1930. – Vol.14. - №IV. – P. 1-6.
58. Edwards A.O. Clinical features of the congenital vitreoretinopathies // *Eye (Lond).* – 2008. – Vol.22. - №10. – P.1233-1242.
59. Eisner G. *Biomicroscopy of the Peripheral Fundus.* - New York: Springer Verlag, 1973. – P. 97.
60. Elliott D.B., Sanderson K., Conkey A. The reliability of the Pelli-Robson contrast sensitivity chart // *Ophthalmic Physiol. Opt.* – 1990. – Vol.10. - №1. – P. 21-24.
61. ESCRS: Moderated poster session [электронный ресурс] / YAG vitreolysis for the treatment of symptomatic floaters: an objective analysis of quality of vision using wavefront aberrometry // I.Singh. - 2018. – Режим доступа: <https://www.es CRS.org/vienna2018/programme/poster-village-details.asp?id=31899&day=0>
62. Fankhauser F., Kwasniewska S., van der Zypen E. Vitreolysis with the Q-switched laser // *Arch. Ophthalmol.* – 1985. – Vol.103. - №8. – P. 1166-1171.
63. Floater-LFT: Laser floater treatment [электронный ресурс] / Procedure guide: vitreous opacities // Ellex. - 2017. – Режим доступа: <https://www.floater-lft.com/uploads/Floater-LFT/Resources/Ellex-LFR-Procedure-Guide-VB0002G-ELECTRONIC.pdf>

64. Font R.L., Rao N.A., Issarescu S., McEntee W.J. Ocular involvement in Whipple's disease: light and electron microscopic observations // Archives of ophthalmology (Chicago, Ill : 1960). – 1978. – Vol.96. - №8. – P. 1431-1436.
65. Foos R.Y., Wheeler N.C. Vitreoretinal juncture. Synchrony senilis and posterior vitreous detachment // Ophthalmology. – 1982. – Vol.89. - №12. – P. 1502-1512.
66. Foos R.Y. Vitreoretinal juncture over retinal vessels // Graefes Arch. Klin. Exp. Ophthalmol. – 1977. – Vol.204. - №4. – P. 223-234.
67. Foos R.Y. Vitreoretinal juncture: topographical variations // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. – 1972. – Vol.11. - №10. – P. 801-808.
68. Fukai N., Eklund L., Marneros A.G. et al. Lack of collagen XVIII/endostatin results in eye abnormalities // EMBO J. – 2002. – Vol.21. - №7. – P. 1535–1544.
69. Gale J., Aiello L.P., Sebag J. Diabetic vitreopathy. In: Sebag J. editor. Vitreous - in Health and Disease. New York: Springer-Verlag, 2014. - P. 57-79.
70. Gale J, Ikuno Y. Myopic vitreopathy. In: Sebag J, editor. Vitreous - in Health and Disease. New York: Springer-Verlag, 2014. - P. 113-129.
71. Gandorfer A. Pharmacologic vitreolysis: rationale, potential indications, and promising agents // Retina. – 2012. – Vol.32. - №2. – P. 221-224.
72. Ganesh S., Gupta R. Comparison of visual and refractive outcomes following femtosecond laser - assisted lasik with SMILE in patients with myopia or myopic astigmatism // J. Refract. Surg. – 2014. – Vol.30. - №9. – P. 590-596.
73. Grabner G., Boltz G., Forster O. Macrophage-like properties of human hyalocytes // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. – 1980. – Vol.19. - №4. - P. 333–340.
74. Hahn P., Schneider E.W., Tabandeh H. et al. Reported Complications Following Laser Vitreolysis // JAMA Ophthalmol. – 2017. – Vol.135. - №9. – P. 973-976.
75. Halfter W., Dong S., Schurer B. et al. Embryonic synthesis of the inner limiting membrane and vitreous body // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. – 2005. – Vol.46. - №6. – P. 2202–2209.

76. Halfter W., Sebag J., Cunningham E.T. Vitreo-retinal interface and inner limiting membrane. In: Sebag J. editor. Vitreous - in Health and Disease. New York: Springer-Verlag, 2014. - P. 165-191.
77. Henry C.R., Schwartz S.G., Flynn H.W., Jr. Endophthalmitis following pars plana vitrectomy for vitreous floaters // Clin. Ophthalmol. – 2014. – Vol.8. – P. 1649-1653.
78. Hikichi T., Kado M., Yoshida A. Intravitreal injection of hyaluronidase cannot induce posterior vitreous detachment in the rabbit // Retina. – 2000. – Vol.20. - №2. – P. 195–198.
79. Hindson V.J., Gallagher J.T., Halfter W., Bishop P.N. Opticin binds to heparan and chondroitin sulfate proteoglycans // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. – 2005. – Vol.46. - №12. – P. 4417–4423.
80. Hoerauf H., Muller M., Laqua H. Vitreous body floaters and vitrectomy with full visual acuity // Ophthalmologe. – 2003. – Vol.100. - №8. – P. 639-643.
81. Hogan M.J., Alvarado J.A., Weddell J.E. Histology of the Human Eye - an Atlas and Textbook. - Philadelphia: W. B. Saunders, 1971. - P. 538.
82. Hohberger B., Laemmer R., Adler W. et al. Measuring contrast sensitivity in normal subjects with OPTEC 6500: influence of age and glare // Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. – 2007. – Vol.245. - №12. – P. 1805-1814.
83. Hu A.Y., Bourges J.L., Shah S.P. et al. Endophthalmitis after pars plana vitrectomy a 20- and 25-gauge comparison // Ophthalmology. – 2009. – Vol.116. - №7. – P. 1360–1365.
84. Huang D., Swanson E.A., Lin C.P. et al. Optical coherence tomography // Science. – 1991. – Vol.254. – P. 1178–1181.
85. Huang K.H., Weng T.H., Chen Y.J., Chang Y.H. Iatrogenic Posterior Lens Capsule Rupture and Subsequent Complications due to Nd:YAG Laser Vitreolysis for Vitreous Floaters: A Case Report // Ophthalmic Surg. Lasers Imaging Retina. – 2018. - Vol.49. - №11. - P. 214-217.
86. Huang L.C., Yee M.K., Wa C.A. et al. Vitreous Floaters and Vision - current concepts and management paradigms. In: Sebag J. editor. Vitreous - in Health and Disease. Springer, New York, 2014. - P. 925.

87. Itakura H., Kishi S., Kotajima N., Murakami M. Decreased vitreal hyaluronan levels with aging // *Ophthalmologica*. – 2009. – Vol.223. - №1. – P. 32–35.
88. Jalkh A., Trempe C. Clinical methods of vitreous examination. In: Schepens C.L., Neetens A. editors. *The Vitreous and Vitreoretinal Interface*. New York: Springer, 1987. - P. 73–83.
89. Jerdan J.A., Glaser B.M. Retinal microvessel extracellular matrix: an immunofluorescent study // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 1986. – Vol.27. - №2. – P. 194-203.
90. Jiang L.Q., Streilein J.W. Immune privilege extended to allogeneic tumor cells in the vitreous cavity // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 1991. – Vol.32. - №1. – P. 224–228.
91. Johnson M.W. Posterior vitreous detachment: evolution and complications of its early stages // *Am. J. Ophthalmol.* – 2010. – Vol.149. - №3. – P. 371-382.
92. Kador P.F., Wyman M. Asteroid hyalosis: pathogenesis and prospects for prevention // *Eye (Lond)*. – 2008. – Vol.22. - №10. – P. 1278-1285.
93. Karageozian H.L. Determine the safety and efficacy of Vitreosolve administered intravitreally to induce a complete posterior vitreous detachment (PVD) in non proliferative diabetic retinopathy human subjects // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 2005. – Vol.46. – №13. - P. 5453-5455.
94. Karickhoff J.R. *Laser treatment of eye floaters*. - Washington: Washington medical publishing, 2005. – P. 203.
95. Kennely K.P., Morgan J.P., Keegan D.J. et al. Objective assessment of symptomatic vitreous floaters using optical coherence tomography: a case report // *BMC Ophthalmol.* – 2015. – Vol.15. – P. 22-25.
96. Khoshnevis M., Sebag J. Pharmacologic vitreolysis with ocriplasmin: rationale for use and therapeutic potential in vitreo-retinal disorders // *BioDrugs*. – 2015. – Vol.29. - №2. – P. 103-112.
97. Klöti R. Experimental occlusion of retinal and ciliary vessels in owl monkeys: I. Technique and clinical observations of selective embolism of the central retinal artery system // *Exp. Eye Res.* – 1967. – Vol.6. - №4. – P. 393–399.

98. Kohno T., Sorgente N., Ishibashi T. et al. Immunofluorescent studies of fibronectin and laminin in the human eye // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 1987. – Vol.28. - №3. – P. 506-514.
99. Koo E.H., Haddock L.J., Bhardwaj N., Fortun J.A. Cataracts induced by neodymium-yttrium-aluminium-garnet laser lysis of vitreous floaters // *Br. J. Ophthalmol.* – 2017. - Vol. 101. - №6. – P. 709-711.
100. Kunimoto D.Y., Kaiser R.S., Wills Eye Retina Service. Incidence of endophthalmitis after 20- and 25-gauge vitrectomy // *Ophthalmology.* – 2007. - Vol.114. - №12. – P. 2133-2137.
101. Larsson L., Österlin S. Posterior vitreous detachment // *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* – 1985. – Vol.223. - №2. – P. 92–95.
102. Le Goff M.M., Bishop PN. Adult vitreous structure and postnatal changes // *Eye.* - 2008. – Vol.22. - №10. – P. 1214-1222.
103. Little H.L., Jack R.L. Q-switched neodymium: YAG laser surgery of the vitreous. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* – 1986. – Vol.224. - №3. – P. 240-246.
104. Los L.I., van der Worp R.J., van Luyn M.J., Hooymans J.M. Age-related liquefaction of the human vitreous body: LM and TEM evaluation of the role of proteoglycans and collagen // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 2003. – Vol.44. - №7. – P. 2828-2833.
105. 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. - №11. – P. 4465-4471.
106. Malik A., Arya S.K., Sood S. et al. Effect of pterygium on contrast sensitivity. *Int. Ophthalmol.* – 2014. – Vol.34. - №3. – P. 505-509.
107. 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. - Vol.56. - №3. – P. 1611-1617.
108. Martinez-Sanz F., Velarde J.I., Casuso P., Fernandez-Cotero J.N. Surgical solution to vitreous floaters visual problem // *Arch. Soc. Esp. Oftalmol.* – 2009. – Vol.84. - №5. – P. 259-262.

109. Mason J.O., 3rd, Neimkin M.G., Mason J.O., 4th, et al. Safety, efficacy, and quality of life following sutureless vitrectomy for symptomatic vitreous floaters // *Retina*. – 2014. – Vol.34. - №6. – P. 1055-1061.
110. Mayne R., Brewton R.G., Mayne P.M., Baker J.R. Isolation and characterization of the chains of type V/type XI collagen present in bovine vitreous // *J. Biol. Chem.* - 1993. – Vol.268. – №13. - P. 9381–9386.
111. Menapace R. Posterior capsule disruption with cataract formation caused by neodymium:YAG laservitreolysis: May consultation #1 // *J. Cataract Refract. Surg.* – 2018. - Vol. 44. - №5. – P. 666-668.
112. Milston R., Madigan M.C., Sebag J. Vitreous floaters: Etiology, diagnostics and management // *Surv. Ophthalmol.* – 2016. – Vol.61. - №2. – P. 211-227.
113. Mossa F., Delaney Y.M., Rosen P.H., Rahman R. Floaterectomy: combined phacoemulsification and deep anterior vitrectomy // *J. Cataract Refract. Surg.* – 2002. – Vol.28. - №4. – P. 589-592.
114. Mütze K., Rochltder F. *Praktische Augenoptik. Formelnsammlung und Tabellenbuch.* - Berlin: Verlagstechnik, 1968. – S. 238.
115. Nazari H., Modarres-Zadeh M., Maleki A. Pharmacologic vitreolysis // *J. Ophthalmic. Vis. Res.* – 2010. – Vol.5. - №1. – P. 44-52.
116. Newsome D.A., Linsenmayer T.F., Trelstad R.L. Vitreous body collagen. Evidence for a dual origin from the neural retina and hyalocytes // *J. Cell Biol.* – 1976. – Vol.71. - №1. – P. 59–67.
117. Noda Y., Hata Y., Hisatomi T. et al. Functional properties of hyalocytes under PDGF-rich conditions // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 2004. – Vol.45. - №7. – P. 2107–2114.
118. 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. - №6. – P. 149-151.
119. O'Day R., Cugley D., Chen C., Fabinyi D. Bilateral posterior capsule injury after Nd:YAG laser vitreolysis: unintended consequence of floaters treatment // *Clin. Exp. Ophthalmol.* – 2018. - Vol.46. - №8. - P. 956-958.

120. Oksala A. Ultrasonic findings in the vitreous body at various ages // *Graefes Arch. Klin. Exp. Ophthalmol.* – 1978. – Vol.207. - №4. – P. 275-280.
121. Oliveira L.B., Meyer C.H., Kumar J. et al. RGD peptide-assisted vitrectomy to facilitate induction of a posterior vitreous detachment: a new principle in pharmacological vitreolysis // *Curr. Eye. Res.* – 2002. – Vol.25. - №6. – P: 333–340.
122. Osterlin S.E., Jacobson B. The synthesis of hyaluronic acid in vitreous. I. Soluble and particulate transferases in hyalocytes // *Exp. Eye. Res.* – 1968. – Vol.7. - №4. – P. 497–510.
123. Packer A., Newsome D. Practical guidelines for posterior segment biomicroscopy. In: Newsome A. editor. *Retinal Dystrophies and Degenerations*. New York: Raven, 1988. - P. 1–4.
124. Parede T.R., Torricelli A.A., Mukai A. et al. Quality of vision in refractive and cataract surgery, indirect measurers: review article // *Arq. Bras. Oftalmol.* – 2013. – Vol.76. - №6. – P. 386-390.
125. Park J.C., Ramasamy B., Shaw S. et al. A prospective and nationwide study investigating endophthalmitis following pars plana vitrectomy: clinical presentation, microbiology, management and outcome // *Br. J. Ophthalmol.* – 2014. – Vol.98. - №8. – P. 1080-1086.
126. Patel K.C., Rahman R. Incidence of post-operative endophthalmitis following 23-gauge transconjunctival sutureless vitrectomy in the United Kingdom: a survey // *Eye.* – 2011. – Vol.25. - №7. – P. 956.
127. Plaza-Puche A. B., Alio J. L., Sala E., Mojzis P. Impact of Low Mesopic Contrast Sensitivity Outcomes in Different Types of Modern Multifocal Intraocular Lenses // *Eur. J. Ophthalmol.* - 2016. – Vol.26. - №6. – P. 612–617.
128. Ponsioen T.L., Hooymans J.M., Los L.I. Remodelling of the human vitreous and vitreoretinal interface – A dynamic process // *Prog. Ret. Eye Res.* – 2010. – Vol.29. - №6. – P. 580-595.
129. Ponsioen T.L., van Luyn M.J., van der Worp R.J. et al. Collagen distribution in the human vitreoretinal interface // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 2008. – Vol.49. – №9. - P. 4089–4095.

130. Reardon A., Heinegard D., McLeod D. et al. The large chondroitin sulphate proteoglycan versican in mammalian vitreous // *Matrix Biol.* – 1998. – Vol.17. - №5. – P. 325–333.
131. Reardon A.J., Le Goff M., Briggs MD. et al. Identification in vitreous and molecular cloning of opticin, a novel member of the family of leucine-rich repeat proteins of the extracellular matrix // *J. Biol. Chem.* – 2000. – Vol.275. - №3. – P. 2123-2129.
132. Rittig M., Flugel C., Prehm P., Lutjen-Drecoll E. Hyaluronan synthase immunoreactivity in the anterior segment of the primate eye // *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* – 1993. – Vol.231. - №6. – P. 313–317.
133. Russell S.R., Shepherd J.D., Hageman G.S. Distribution of glycoconjugates in the human retinal internal limiting membrane // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 1991. – Vol.32. - №7. – P. 1986-1995.
134. Russell S.R. What we know (and don't know) about the vitreoretinal interface // *Retina.* – 2012. – Vol.32. – P. 181–186.
135. Saxena S., Jalali S., Verma .L, Pathengay A. Management of vitreous haemorrhage // *Indian J. Ophthalmol.* – 2003. – Vol.51. - №2. – P. 189-196.
136. Schiff W.M., Chang S., Mandava N., Barile G.R. Pars plana vitrectomy for persistent, visually significant vitreous opacities // *Retina.* – 2000. – Vol.20. - №6. – P. 591-596.
137. Schulz-Key S., Carlsson J.O., Crafoord S. Longterm follow-up of pars plana vitrectomy for vitreous floaters: complications, outcomes and patient satisfaction // *Acta Ophthalmol.* – 2011. – Vol.89. - №2. – P. 159-165.
138. Schuman J.S., Puliafito C. A., Fujimoto J.G. et al. *Optical Coherence Tomography of Ocular Diseases* 2nd ed. - Thorofare, NJ: SLACK, Inc., 2004. – P. 700.
139. Schwartz S.G., Flynn H.W., Jr., Fisher Y.L. "Floater scotoma" demonstrated on spectral-domain optical coherence tomography and caused by vitreous opacification // *Ophthalmic Surg. Lasers Imaging Retina.* – 2013. – Vol.44. - №4. – P. 415-418.
140. Scott I.U., Flynn H.W., Acar N. et al. Incidence of endophthalmitis after 20-gauge vs 23-gauge vs 25-gauge pars plana vitrectomy // *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* – 2011. – Vol.249. - №3. – P. 377–380.

141. Scott J.E. Supramolecular organization of extracellular matrix glycosaminoglycans, in vitro and in the tissues // *FASEB J.* – 1992. – Vol.6. - №9. – P. 2639–2645.
142. Scott JE. The chemical morphology of the vitreous // *Eye (Lond).* – 1992. – Vol.6. - №6. – P. 553–555.
143. Sebag J., Ansari R.R., Dunker S., Suh K.I. Dynamic light scattering of diabetic vitreopathy // *Diabetes Technol. Ther.* – 1999. – Vol.1. - №2. – P. 169-176.
144. Sebag J., Balazs E.A. Morphology and ultrastructure of human vitreous fibers // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 1989. – Vol.30. - №8. – P. 1867-1871.
145. Sebag J., Buckingham B., Charles M.A., Reiser K. Biochemical abnormalities in vitreous of humans with proliferative diabetic retinopathy // *Arch. Ophthalmol.* – 1992. – Vol.110. - №10. – P. 1472-1476.
146. Sebag J., Dunker S., Green W.R. Peripheral vitreo-retinal pathologies. In: Sebag J. editor. *Vitreous - in Health and Disease.* New York: Springer-Verlag, 2014. – P. 347-374.
147. Sebag J., Nie S., Reiser K. et al. Raman spectroscopy of human vitreous in proliferative diabetic retinopathy // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 1994. – Vol.35. - №7. – P. 2976–2980.
148. Sebag J., Niemeyer M., Koss M.J. Anomalous PVD and Vitreoschisis. In: Sebag J. editor. *Vitreous - in Health and Disease.* Springer, New York, 2014. – P. 241-265.
149. Sebag J., Yee K.M., Wa C.A. et al. Vitrectomy for floaters: prospective efficacy analyses and retrospective safety profile // *Retina.* – 2014. – Vol.34. - №6. – P. 1062-1068.
150. Sebag J. Age-related changes in human vitreous structure // *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* – 1987. – Vol.225. - №2. – P. 89-93.
151. Sebag J. Age-related differences in the human vitreoretinal interface // *Arch. Ophthalmol.* – 1991. – Vol.109. – №2. - P. 966–971.
152. Sebag J. Anatomy and pathology of the vitreo-retinal interface // *Eye.* – 1992. – Vol.6. - №6. – P. 541-552.
153. Sebag J. Molecular biology of pharmacologic vitreolysis // *Trans. Am. Ophthalmol. Soc.* – 2005. – Vol.103. – P. 473-494.

154. Sebag J. Pharmacologic vitreolysis - premise and promise of the first decade // *Retina*. – 2009. – Vol.29. - №7. – P. 871-874.
155. Sebag J. Pharmacologic vitreolysis. In: Sebag J. editor. *Vitreous - in Health and Disease*. Springer, New York, 2014. - P. 799-816.
156. Sebag J. Pharmacologic vitreolysis-premise and promise of the first decade // *Retina*. – 2009. - Vol. 29. – №7. – P. 871-874.
157. Sebag J. To See the Invisible: The Quest of Imaging Vitreous. In: Meyer C.H. editor. *Vital Dyes in Vitreoretinal Surgery*. Dev. Ophthalmol. Basel, Karger, 2008. - Vol.42. – P. 5-28.
158. Sharp P. F., Manivannan A., Vieira P., Hipwell J. H. Laser imaging of the retina // *Br. J. Ophthalmol*. – 1999. – Vol.83. – №7. - P. 1241–1245.
159. Singh I.P. Novel OCT Application and Optimized YAG Laser Enable Visualization and Treatment of Mid- to Posterior Vitreous Floaters // *Ophthalmic Surg. Lasers Imaging Retina*. – 2018. - Vol.49. - №10. – P. 806-811.
160. Smith S.M., Birk D.E. Focus on molecules: collagens V and XI // *Exp. Eye Res*. – 2012. – Vol.98. – P. 105–106.
161. Snead M.P., Richards A.J. Hereditary vitreo-retinopathies. In: Sebag J. editor. *Vitreous - in Health and Disease*. New York: Springer-Verlag, 2014. - P. 21-40.
162. Snead M.P., Yates J.R. Clinical and Molecular genetics of Stickler syndrome // *J. Med. Genet*. – 1999. – Vol.36. - №5. – P. 353-359.
163. Spraul C.W., Grossniklaus H.E. Vitreous Hemorrhage // *Surv. Ophthalmol*. – 1997. – Vol.42. - №1. – P. 3-39.
164. Stalmans P., Benz M.S., Gandorfer A. et al. Enzymatic vitreolysis with ocriplasmin for vitreomacular traction and macular holes // *N. Engl. J. Med*. – 2012. – Vol.367. - №7. – P. 606-615.
165. Stringer C.E.A., Ahn J.S., Kim D.J. Asteroid hyalosis: A mimic of vitreous hemorrhage on point of care ultrasound // *CJEM*. – 2017. – Vol.19. - №4. – P. 317-320.
166. Sumi H., Hamada H., Tsushima H. et al. A novel fibrinolytic enzyme (nattokinase) in the vegetable cheese Natto; a typical and popular soybean food in the Japanese diet // *Experientia*. – 1987. – Vol.43. - №10. – P. 1110–1111.

167. Swann D.A., Constable I.J., Caulfield J.B. Vitreous structure. IV. Chemical composition of the insoluble residual protein fraction from the rabbit vitreous // *Invest. Ophthalmol.* – 1975. – Vol.14. - №8. – P. 613–616.
168. Takano A., Hirata A., Ogasawara K. et al. Posterior vitreous detachment induced by nattokinase (Subtilisin NAT): a novel enzyme for pharmacologic vitreolysis // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 2006. – Vol.47. - №5. – P. 2075–2079.
169. Tan H.S., Mura M., de Smet M.D. Iatrogenic retinal breaks in 25-gauge macular surgery // *Am. J. Ophthalmol.* – 2009. – Vol.148. - №3. – P. 427-430.
170. Tan H.S., Mura M., Lesnik Oberstein S.Y., Bijl H.M. Safety of vitrectomy for floaters // *Am. J. Ophthalmol.* – 2011. – Vol.151. - №6. – P. 995-998.
171. Tan J.C., Spalton D.J., Arden G.B. The effect of neodymium: YAG capsulotomy on contrast sensitivity and the evaluation of methods for its assessment // *Ophthalmology.* – 1999. – Vol.106. - №4. – P. 703-709.
172. Theopold H., Faulborn J. Scanning electron microscopic aspects of the vitreous body: technique of preparation // *Albrecht Von Graefes Arch. Klin. Exp. Ophthalmol.* – 1980. – Vol.214. - №1. – P. 33-38.
173. Timpl R., Brown J.C. Supramolecular assembly of basement membranes // *Bioessays.* – 1996. - Vol.18. - №2. – P. 123–132.
174. Toczolowski J., Katski W. Use of Nd:YAG laser in treatment of vitreous floaters // *Klin. Oczna.* – 1998. – Vol.100. - №3. – P. 155-157.
175. Tozer K., Johnson M., Sebag J. Vitreous aging and Posterior Vitreous Detachment. In: Sebag J. editor. *Vitreous - in Health and Disease.* New York: Springer-Verlag, 2014. - P. 131-150.
176. Tsai W.F., Chen Y.C., Su C.Y. Treatment of vitreous floaters with neodymium YAG laser // *Br. J. Ophthalmol.* – 1993. – Vol.77. - №8. – P. 485-488.
177. Vagaja N.N., Chinnery H.R., Binz N. et al. Changes in murine hyalocytes are valuable early indicators of ocular disease // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 2012. – Vol.53. - №3. – P. 1445–1451.

178. Van Bree M.C., Zijlmans B.L., van den Berg T.J. Effect of neodymium:YAG laser capsulotomy on retinal straylight values in patients with posterior capsule opacification // *J. Cataract Refract. Surg.* – 2008. – Vol.34. - №10. – P. 1681-1686.
179. Van Deemter M., Ponsioen T., Bank R. et al. Pentosidine accumulates in the aging vitreous body: a gender effect // *Exp. Eye Res.* – 2009. – Vol.88. - №6. – P. 1043–1050.
180. Vandorselaer T., Van De Velde F., Tassignon M.J. Eligibility criteria for Nd-YAG laser treatment of highly symptomatic vitreous floaters. *Bull. Soc. Belge. Ophtalmol.* – 2001. – Vol.280. – P. 15-19.
181. Vogel A., Busch S., Jungnickel K., Birngruber R. Mechanisms of intraocular photodisruption with picosecond and nanosecond laser pulses // *Lasers Surg. Med.* – 1994. – Vol.15. - №1. – P. 32-43.
182. Wa C., Sebag J. Safety of vitrectomy for floaters // *Am. J. Ophthalmol.* - 2011. – Vol.152. - №6. – P. 107-108.
183. Wagle A.M., Lim W.Y., Yap T.P. et al. Utility values associated with vitreous floaters // *Am. J. Ophthalmol.* – 2011. – Vol.152. - №1. – P. 60-65.
184. Wang J., McLeod D., Henson D.B., Bishop P.N. Age-dependent changes in the basal retinovitreal adhesion // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 2003. – Vol.44. - №5. – P. 1793-1800.
185. Wang Z.L., Zhang X., Xu X. et al. PVD following plasmin but not hyaluronidase: implications for combination pharmacologic vitreolysis therapy // *Retina.* – 2005. – Vol.25. - №1. – P. 38–43.
186. 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. – Vol.6. - №3. – P. 402-405.
187. Webb R.H., Hughes G.W., Pomerantzeff O. Flying spot TV ophthalmoscope // *Appl. Opt.* – 1980. – Vol.19. - №17. – P. 2991-2997.
188. Wong R.W., Richa D.C., Hahn P. et al. Iron toxicity as a potential factor in AMD // *Retina.* – 2007. – Vol.27. - №8. – P. 997–1003.

189. Woods R.L., Tregear S.J., Mitchell R.A. Screening for ophthalmic disease in older subjects using visual acuity and contrast sensitivity // *Ophthalmology*. – 1998. – Vol.105. - №12. – P. 2318-2326.
190. Worst J., Los L.I. Cisternal anatomy of the vitreous. - New York: Kugler Publication – Amsterdam, 1995. – P. 148.
191. Wu L., Berrocal M.H., Arévalo J.F. et al. Endophthalmitis after pars plana vitrectomy: results of the Pan American Collaborative Retina Study Group // *Retina*. – 2011. – Vol.31. - №4. – P. 673–678.
192. Yamanouchi K., Tsuruga E., Oka K. et al. Fibrillin-1 and fibrillin-2 are essential for formation of thick oxytalan fibers in human nonpigmented ciliary epithelial cells in vitro // *Connect Tissue Res*. – 2012. – Vol.53. - №1. P. 14–20.
193. Yee K.M.P., Wa C., Nguyen J., Tan HS, et al. Reducing Post-Vitrectomy Cataracts // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci*. – 2014. – Vol.55. - №13. – P. 2205-2206.
194. Yonemoto J., Ideta H., Sasaki K. et al. The age of onset of posterior vitreous detachment // *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol*. – 1994. – Vol.232. - №2. – P. 67-70.
195. Zou H., Liu H., Xu X., Zhang X. The impact of persistent visually disabling vitreous floaters on health status utility values // *Qual. Life Res*. – 2013. – Vol.22. - №6. – P. 1507-1514.